

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.279621**  
**DEVELOPMENT AND JUSTIFICATION OF THE SYSTEM METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING THE INVESTMENT BUSINESS PROJECT IMPLEMENTATION EFFICIENCY UNDER CONDITIONS OF THE EXTERNAL MARKET ENVIRONMENT FACTORS IMPACT (p. 6–21)**

**Dmytro Kabachenko**

Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6126-4809>

**Erik Lapkhanov**

Institute of Technical Mechanics of the National Academy of Sciences of Ukraine and the State Space Agency of Ukraine, Dnipro, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3821-9254>

Evaluating the effectiveness of the implementation of an investment project is a key issue when making management decisions both at the stage of setting up a startup and for expanding an existing business.

This paper reports a systematic approach to building a mathematical model to solve the task of forecasting the effectiveness of business projects, taking into account the influence of factors of the external economic environment. Proposed factors include the impact of supply and demand on the price of goods, political and industry risks, the volume of commodity supply and sales. In view of this, a method for calculating the political component of the discount coefficient using the Fourier series has been proposed. Using the theory of differential equations, correlation and regression analysis, a mathematical model for forecasting indicators of efficiency of business project implementation taking into account the influence of factors of the external economic environment has been constructed. Based on it, a generalized algorithm for applying a mathematical model to predict the effectiveness of investment projects in various business sectors has been developed.

The results from applying differential equations and variable discount coefficient showed a decrease in NPV by 14 %, and PI by 5.1 %, due to more accurate consideration of the political component in calculating the discount factor. Also, with the influence of supply and demand on the price of goods and nonlinear cash flows, it was found that the payback period does not clearly indicate the effectiveness of the implementation of an investment business project. Determining these factors provides more accurate information to the investor or business owner when forecasting the stability of a business project for making management decisions on its implementation.

**Keywords:** mathematical model, forecasting the effectiveness of a business project, synergistic approach, net present value.

## References

- Dilaver, Ö., Calvert Jump, R., Levine, P. (2018). Agent-based macroeconomics and dynamic stochastic general equilibrium models: where do we go from here? *Journal of Economic Surveys*, 32 (4), 1134–1159. doi: <https://doi.org/10.1111/joes.12249>
- Téllez León, I., Venegas Martínez, F., Rodríguez Nava, A. (2011). Inflation Volatility and Growth in a Stochastic Small Open Economy: A Mixed Jump-Diffusion Approach. *Economía Teoría y Práctica*, 35. doi: <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/352011/tellez>
- Vines, D., Wills, S. (2018). The rebuilding macroeconomic theory project: an analytical assessment. *Oxford Review of Economic Policy*, 34 (1-2), 1–42. doi: <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx062>
- Stiglitz, J. E. (2018). Where modern macroeconomics went wrong. *Oxford Review of Economic Policy*, 34 (1-2), 70–106. Available at: <https://academic.oup.com/oxrep/article/34/1-2/70/4781816>
- Blanchard, O. (2018). On the future of macroeconomic models. *Oxford Review of Economic Policy*, 34 (1-2), 43–54. doi: <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx045>
- Brynjolfsson, E., Jin, W., McElheran, K. (2021). The power of prediction: predictive analytics, workplace complements, and business performance. *Business Economics*, 56 (4), 217–239. doi: <https://doi.org/10.1057/s11369-021-00224-5>
- Kuzhda, T. (2012). Retail sales forecasting with application i derzhava, 1 (6), 91–101. Available at: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/1716/4/12ktibrm.pdf>
- Adams, P. A., Adrian, T., Boyarchenko, N., Giannone, D. (2021). Forecasting macroeconomic risks. *International Journal of Forecasting*, 37 (3), 1173–1191. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2021.01.003>
- Kumar, V., Garg, M. L. (2018). Predictive Analytics: A Review of Trends and Techniques. *International Journal of Computer Applications*, 182 (1), 31–37. doi: <https://doi.org/10.5120/ijca2018917434>
- Maliar, L., Maliar, S., Winant, P. (2021). Deep learning for solving dynamic economic models. *Journal of Monetary Economics*, 122, 76–101. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2021.07.004>
- Karaca, Y., Baleanu, D. (2022). Evolutionary Mathematical Science, Fractional Modeling and Artificial Intelligence of Nonlinear Dynamics in Complex Systems. *Chaos Theory and Applications*, 4 (3), 111–118. Available at: <https://dergipark.org.tr/en/pub/chaos/issue/73033/1188154>
- Swanson, N. R., Xiong, W. (2018). Big data analytics in economics: What have we learned so far, and where should we go from here? *Canadian Journal of Economics/Revue Canadienne d'économique*, 51 (3), 695–746. doi: <https://doi.org/10.1111/caje.12336>
- de Resende, C. C., Pereira, A. C. M., Cardoso, R. T. N., de Magalhães, A. R. B. (2017). Investigating market efficiency through a forecasting model based on differential equations. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 474, 199–212. doi: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.01.057>
- Liu, W. W., Liu, Y., Chan, N. H. (2018). Modeling eBay price using stochastic differential equations. *Journal of Forecasting*, 38 (1), 63–72. doi: <https://doi.org/10.1002/for.2551>
- Dipple, S., Choudhary, A., Flamino, J., Szymanski, B. K., Korniss, G. (2020). Using correlated stochastic differential equations to forecast cryptocurrency rates and social media activities. *Applied Network Science*, 5 (1). doi: <https://doi.org/10.1007/s41109-020-00259-1>

16. Krusell, P., Smith, Jr., A. A. (1998). Income and Wealth Heterogeneity in the Macroeconomy. *Journal of Political Economy*, 106 (5), 867–896. doi: <https://doi.org/10.1086/250034>
17. Guide to the business plan. Available at: [https://www.unido.org/sites/default/files/2008-07/Annex\\_7\\_Guide\\_to\\_the\\_Business\\_Plan\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2008-07/Annex_7_Guide_to_the_Business_Plan_0.pdf)
18. Watsham, T. J., Parramore, K. (1997). *Quantitative Methods in Finance*. International Thomson Business Press, 393.
19. Dupakova, J., Hurt, J., Stepan, J. (2003). *Stochastic Modeling in Economics and Finance*. Springer, 386. doi: <https://doi.org/10.1007/b101992>
20. Kabachenko, D. (2015). Improving the assessment effectiveness methods of innovative industrial Leading Ukrainian Companies activity. *New Developments in Mining Engineering 2015*, 353–361. doi: <https://doi.org/10.1201/b19901-62>
21. Kabachenko, D., Cherkas, O. (2019). Features of enterprises management system in modern business conditions. *European journal of economics and management. Management in economic sectors and enterprises. Regional economy*, 5 (3), 74–84. Available at: [https://eujem.cz/wp-content/uploads/2019/eujem\\_2019\\_5\\_3/13.pdf](https://eujem.cz/wp-content/uploads/2019/eujem_2019_5_3/13.pdf)
22. Antomonov, M. Yu. (2018). *Matematicheskaya obrabotka i analiz mediko-biologicheskikh dannykh*. Kyiv: MITS «Medinform», 579.
23. Degtyareva, N. A. (2018). *Modeli analiza i prognozirovaniya na osnove vremennykh ryadov*. Chelyabinsk: Izd-vo ZAO Biblioteka A. Millera, 160.
24. Shchelkalin, V. (2014). “Caterpillar”-SSA and Box-Jenkins hybrid models and methods for time series forecasting. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (4 (71)), 43–62. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.28172>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.280218

**ESTABLISHING THE GROUPING PRINCIPLE OF PUBLIC SERVICES BASED ON THE ANALYSIS OF SIMILARITY COEFFICIENTS (p. 22–29)**

**Olena Gavrilenko**

National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0413-6274>

**Oleksandr Khomenko**

National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1964-1097>

**Oksana Zhurakovska**

National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2804-5556>

**Alla Kohan**

National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2342-8475>

**Roman Matviichuk**

«EU4DigitalUA» e-Governance  
Academy (EGA), Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8778-5298>

**Andrii Piskun**

«EU4DigitalUA» e-Governance  
Academy (EGA), Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8662-3257>

**Yuliia Khavikova**

«EU4DigitalUA» e-Governance  
Academy (EGA), Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1017-3602>

The object of this study is the process of identifying implicit relationships between public services and the process of forming portfolios and groups of services determined on the basis of the formulated principle of combining services. The task to identify groups of interconnected services, which is relevant in view of the processes of digital transformation in the field of public services, was addressed. Expanding portfolios of public services thru the formed groups of interconnected services could make it possible to better take into account the interests of users, as well as simplify the process of development and reengineering of public services. The proposed approach to form groups of services would reduce the cost and complexity of reengineering services or converting them into electronic form.

The result of research is a new principle of combining or grouping services, which is based on the methods of intelligent analysis. The basis of the proposed principle of forming groups of services is a simple and effective mathematical apparatus of applying similarity coefficients to establish the similarity of sets, which has not yet been used in the field of public services. The presence of interrelationships between services was established based on the analysis of Jaccard and Sorensen similarity coefficients. An algorithm for forming groups of services based on a new principle has been developed. The relationship between services was established as a result of the analysis of the composition of services, that is, the documents or data necessary for the provision of these services. This allows applying the proposed approach without restrictions and additional conditions. The developed algorithm also allows for «What-if» analysis of the obtained results. An illustrative example was considered: for a set of 10 services, 4 groups of services are formed. Suggestions for applying the proposed approach are provided.

**Keywords:** information technology of intelligent analysis, algorithm of grouping public services, service portfolio, Jaccard similarity coefficient, Sorensen similarity coefficient.

**References**

1. Pro administratyvni posluhy: Zakon Ukrainy vid 06.09.2012 No. 5203-VI. Verkhovna Rada Ukrainy. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/go/5203-17>
2. Pro osoblyvosti nadannia publichnykh (elektronnykh publichnykh) posluh: Zakon Ukrainy vid 15.07.2021 No. 1689-IX. Verkhovna Rada Ukrainy. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/go/1689-20>
3. Persaud, A., Persaud, P. (2013). Rethinking E-Government Adoption: A User-Centered Model. *International Journal of Electronic Government Research*, 9 (4), 56–74. doi: <https://doi.org/10.4018/ijegr.2013100104>
4. Gavrilenko, O., Zhurakovska, O., Kohan, A., Matviychuk, R., Piskun, A., Khavikova, Y., Khalus, O. (2022). The principle for forming a portfolio of public services based on the analysis of statistical information. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (3 (117)), 57–64. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.260136>
5. Gavrilenko, O., Khomenko, O., Zhurakovska, O., Kohan, A., Piskun, A., Khalus, O. (2022). Application of association rules for formation of public (administrative) services portfolio.

Advanced Information Systems, 6 (4), 63–68. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2022.4.09>

6. Najafli, E. (2021). Understanding the concept of «digitalization» in the context of government. *Law and Society*, 5, 201–214. doi: <https://doi.org/10.32842/2078-3736/2021.5.27>
7. Zhosan, H. (2020). Development of digitalization in Ukraine. *Economic Analysis*, 30 (1), 44–52. doi: <https://doi.org/10.35774/econa2020.01.02.044>
8. Ivanovych, L. M. (2020). Digitalization in Ukraine: concept, problems, prospects and tasks of public administration. *Naukovyi visnyk: Derzhavne upravlinnia*, 2 (4), 202–213. doi: [https://doi.org/10.32689/2618-0065-2020-2\(4\)-202-213](https://doi.org/10.32689/2618-0065-2020-2(4)-202-213)
9. Digital Economy and Society Index (DESI) 2020. Available at: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2020>
10. Digital Economy and Society Index 2021: overall progress in digital transition but need for new EU-wide effort. Available at: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_21\\_5481](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_5481)
11. *Digitalisation in Europe 2021-2022: Evidence from the EIB Investment Survey*. European Investment Bank. Available at: <https://www.eib.org/en/publications/digitalisation-in-europe-2021-2022.htm>
12. How broadband, digitization and ICT regulation impact the global economy. Available at: <https://www.itu.int/hub/publication/d-pref-ef-bdr-2020/>
13. Tyshchenkova, I. O. (2017). *Elektronni posluhy u diyalnosti publichnoi administratsiyi Ukrainy*. Dnipro: DDUVS, 156. Available at: [https://er.dduvs.in.ua/bitstream/123456789/935/1/Монографія\\_Тищенкова%20I.O.pdf](https://er.dduvs.in.ua/bitstream/123456789/935/1/Монографія_Тищенкова%20I.O.pdf)
14. EU4DigitalUA. Available at: <https://eu4digitalua.eu/>
15. Hid z derzhavnykh posluh. Available at: <https://guide.diia.gov.ua/>
16. Leskovec, J., Rajaraman, A., Ullman, J. D. (2014). *Mining of Massive Datasets*. Cambridge University Press. doi: <https://doi.org/10.1017/cbo9781139924801>
17. Magurran, A. (2013). *Measuring Biological Diversity*. Wiley. Available at: <https://www.perlego.com/book/1006601/measuring-biological-diversity-pdf>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.281009

**JUSTIFICATION OF THE METHOD FOR DETERMINING THE RELIABILITY OF THE OPERATOR OF A MOBILE FIRE FIGHTING INSTALLATION (p. 30–37)**

**Yuriy Abramov**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7901-3768>

**Oleksii Basmanov**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6434-6575>

**Vitaliy Sobyna**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6908-8037>

**Vladimir Kohanenko**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5555-5239>

**Valerii Kolomiets**

National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-4058-4026>

The object of research is the operator of a mobile fire installation; the subject of research is the operator's characteristics, particularly his reliability. The method of determining the reliability of a mobile fire installation operator as a functional element of a dynamic system is substantiated. Operator failure is interpreted as the output of its frequency characteristics beyond permissible limits. Analytical dependences for variations of the operator's frequency characteristics on variations of its parameters – transmission coefficient, delay time, and time constant are constructed. The amplitude and phase reliability of the operator of a mobile fire installation are determined using the Laplace functions, the arguments of which are the permissible values of variations in the frequency characteristics of the operator and variations of its parameters. Determination of variations of operator parameters is carried out by the instrumental method using the operator's activity monitoring system. The test effect on the operator of a mobile fire installation is carried out in the form of a rectangular pulse that formalizes the change in the position of the combustion cell at a priori a given distance over a priori predetermined time. A signal characterizing the operator's response to the test impact is determined using the Laplace integral transform. Measuring the parameters of this signal allows you to determine the variations in operator parameters that are used to determine its reliability. It is shown that for variations of operator parameters, the values of which are 10.0 % with RMS deviations of 3.3 %, with a probability of 0.8715 the amplitude-frequency and phase-frequency characteristics at the time of its control will not differ from their nominal values by more than 5.0 %. The requirements regarding the reliability of the operator's activity control system are determined.

**Keywords:** fire installation operator, operator reliability, parameter variations, dynamic parameters, test impact.

**References**

1. Paris Firefighters Used This Remote-Controlled Robot to Extinguish the Notre Dame Blaze. Available at: <https://spectrum.ieee.org/colossus-the-firefighting-robot-that-helped-save-notre-dame#toggle-gdpr>
2. Firefighter Drones – How Drones are Being Used for Helping Fire Departments. Available at: <https://dronenodes.com/firefighter-drones/>
3. Villani, V., Czerniak, J. N., Sabattini, L., Mertens, A., Fantuzzi, C. (2019). Measurement and classification of human characteristics and capabilities during interaction tasks. *Paladyn, Journal of Behavioral Robotics*, 10 (1), 182–192. doi: <https://doi.org/10.1515/pjbr-2019-0016>
4. Shneiderman, B. (2020). Human-Centered Artificial Intelligence: Reliable, Safe & Trustworthy. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 36 (6), 495–504. doi: <https://doi.org/10.1080/10447318.2020.1741118>
5. Barosz, P., Gołda, G., Kampa, A. (2020). Efficiency Analysis of Manufacturing Line with Industrial Robots and Human Operators. *Applied Sciences*, 10 (8), 2862. doi: <https://doi.org/10.3390/app10082862>
6. Angelopoulou, A., Mykoniatis, K., Boyapati, N. R. (2020). Industry 4.0: The use of simulation for human reliability assessment. *Procedia Manufacturing*, 42, 296–301. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.094>

7. Hou, L.-X., Liu, R., Liu, H.-C., Jiang, S. (2021). Two decades on human reliability analysis: A bibliometric analysis and literature review. *Annals of Nuclear Energy*, 151, 107969. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anucene.2020.107969>
8. Park, J., Arigi, A. M., Kim, J. (2019). A comparison of the quantification aspects of human reliability analysis methods in nuclear power plants. *Annals of Nuclear Energy*, 133, 297–312. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anucene.2019.05.031>
9. Deng, X., Jiang, W. (2018). Dependence assessment in human reliability analysis using an evidential network approach extended by belief rules and uncertainty measures. *Annals of Nuclear Energy*, 117, 183–193. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anucene.2018.03.028>
10. Abaei, M. M., Abbassi, R., Garaniya, V., Arzaghi, E., Bahoo Toroody, A. (2019). A dynamic human reliability model for marine and offshore operations in harsh environments. *Ocean Engineering*, 173, 90–97. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2018.12.032>
11. Ung, S.-T. (2019). Evaluation of human error contribution to oil tanker collision using fault tree analysis and modified fuzzy Bayesian Network based CREAM. *Ocean Engineering*, 179, 159–172. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.03.031>
12. Yang, Z., Abujaafar, K. M., Qu, Z., Wang, J., Nazir, S., Wan, C. (2019). Use of evidential reasoning for eliciting bayesian subjective probabilities in human reliability analysis: A maritime case. *Ocean Engineering*, 186, 106095. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.05.077>
13. Erdem, P., Akyuz, E. (2021). An interval type-2 fuzzy SLIM approach to predict human error in maritime transportation. *Ocean Engineering*, 232, 109161. doi: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.109161>
14. Alvarenga, M. A. B., Frutuoso e Melo, P. F. (2019). A review of the cognitive basis for human reliability analysis. *Progress in Nuclear Energy*, 117, 103050. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2019.103050>
15. Abrishami, S., Khakzad, N., Hosseini, S. M., van Gelder, P. (2020). BN-SLIM: A Bayesian Network methodology for human reliability assessment based on Success Likelihood Index Method (SLIM). *Reliability Engineering & System Safety*, 193, 106647. doi: <https://doi.org/10.1016/j.res.2019.106647>
16. Mkrtychyan, L., Podofillini, L., Dang, V. N. (2015). Bayesian belief networks for human reliability analysis: A review of applications and gaps. *Reliability Engineering & System Safety*, 139, 1–16. doi: <https://doi.org/10.1016/j.res.2015.02.006>
17. Groth, K. M., Smith, R., Moradi, R. (2019). A hybrid algorithm for developing third generation HRA methods using simulator data, causal models, and cognitive science. *Reliability Engineering & System Safety*, 191, 106507. doi: <https://doi.org/10.1016/j.res.2019.106507>
18. Abramov, Y., Basmanov, O., Krivtsova, V., Sobyna, V., Sokolov, D. (2021). Developing a method for determining the dynamic parameters of the operator of a mobile fire engine based on a Segway. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (3 (111)), 58–63. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.233365>
19. Abramov, Yu. O., Sobyna, V. O., Tyshchenko, Ye. O., Khyzhniak, A. A. (2017). Pat. No. 124928 UA. Mobilna pozhezhna ustanovka. No. u201711464; declared: 23.11.2017; published: 25.04.2018, Bul. No. 8. Available at: <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&Id-Claim=246543>
20. Amin, A. A., Hasan, K. M. (2019). A review of Fault Tolerant Control Systems: Advancements and applications. *Measurement*, 143, 58–68. doi: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2019.04.083>
21. Abramov, Y., Basmanov, O., Sobyna, V., Sokolov, D., Rahimov, S. (2022). Developing a method for determining the time parameters of a mobile fire extinguisher operator. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (2 (120)), 93–99. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.266825>
22. Abramov, Y., Basmanov, O., Sobyna, V., Kovalov, O., Feshchenko, A. (2023). Justification of the method for determining the dynamic parameters of the mobile fire fighting installation operator. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (2 (121)), 72–78. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.272318>
23. Abramov, Yu. O., Sobyna, V. O., Zakora, O. V., Feshchenko, A. B., Kravchenko, Ye. O. (2020). Pat. No. 146173 UA. Sposib kontroliu diyalnosti operatora mobilnoi pozhezhnoi ustanovky. No. u202006308, declared: 29.09.2020; published: 10.01.2021, Bul. No. 3. Available at: <https://base.uipv.org/searchINV/search.php?action=viewdetails&Id-Claim=273989>

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.282647

**ANALYSIS OF FOUR-WHEEL ACCIDENT MODEL USING STRUCTURAL EQUATION MODELING METHOD (p. 38–44)**

**Muhammad Zainul Arifin**

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7611-8134>

**Frando Simon Hukom**

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9120-3947>

**Friska Feronica Bn Putri**

Brawijaya University, Malang, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7718-0711>

Ambon City is the capital of Maluku Province. The rapid growth of transportation facilities in Ambon City has resulted in traffic problems such as traffic accidents. This study aims to model the probability of four-wheeled vehicle accidents. Factors reviewed in this study include socioeconomic and travel patterns, driving equipment and preparation, driving habits, and driving behavior. The survey was conducted using interview and questionnaire survey methods with a total of 127 respondents who had experienced an accident. The research method used is data analysis using Structural Equation Modeling (SEM) using SmartPLS software. Result of accident modeling  $Y = -0.203X_1 + (-0.179X_2) + 0.214X_3 + 0.536X_4$ . The first biggest influence on the chance of an accident is driving behavior characteristics ( $X_4$ ) is driving under the influence of alcohol ( $X_4.7$ ). The more often you drive under the influence of alcohol, the higher the chance of an accident. Thus, when a driver drives its vehicle under the influence of alcohol, the higher the chance that the driver will have a traffic accident. So that there is a need for cooperation between the police and related parties in dealing with accidents and reducing the risk of traffic accidents such as providing socialization or information, through newspapers or electronic media to the people in Ambon City regarding the importance of increasing awareness of driving safety.

**Keywords:** traffic accidents, driver behavior, Structural Equation Modeling (SEM), SmartPLS.

### References

- Fisa, R., Musukuma, M., Sampa, M., Musonda, P., Young, T. (2022). Effects of interventions for preventing road traffic crashes: an overview of systematic reviews. *BMC Public Health*, 22 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s12889-021-12253-y>
- Global status report on road safety 2015. World Health Organization. Available at: <https://www.afro.who.int/publications/global-status-report-road-safety-2015>
- Ameratunga, S., Hajar, M., Norton, R. (2006). Road-traffic injuries: confronting disparities to address a global-health problem. *The Lancet*, 367 (9521), 1533–1540. doi: [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(06\)68654-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(06)68654-6)
- Hukom, F. S., Djakfar, L., Arifin, M. Z. (2023). Model Prediksi Kecelakaan Kendaraan Sepeda Motor pada Ruas Jalan di Kota Ambon. *Rekayasa Sipil*, 17 (2), 217–222. doi: <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2023.017.02.14>
- Yuniar, D., Djakfar, L., Wicaksono, A., Efendi, A. (2021). Model of Truck Travel Timeliness Based on Driver Environment Psychology and Technical Factor: A Warp. PLS-SEM Approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 1783 (1), 012100. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1783/1/012100>
- Suraji, A., Djakfar, L., Wicaksono, A., Marjono, M., Pu-tranto, L. S., Susilo, S. H. (2021). Analysis of intercity bus public transport safety perception modeling using con-joint. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (3 (112)), 36–42. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239255>
- Putri, F., Arifin, M., Djakfar, L. (2022). Prediction model of motorcycle accident in economic and driving behaviour factors. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (3 (118)), 27–33. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263651>
- Retallack, A. E., Ostendorf, B. (2020). Relationship Between Traffic Volume and Accident Frequency at Intersections. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (4), 1393. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph17041393>
- Pervez, A., Lee, J., Huang, H. (2021). Identifying Factors Contributing to the Motorcycle Crash Severity in Paki-stan. *Journal of Advanced Transportation*, 2021, 1–10. doi: <https://doi.org/10.1155/2021/6636130>
- Atombo, C., Wu, C., Zhong, M., Zhang, H. (2016). In-vestigating the motivational factors influencing drivers intentions to unsafe driving behaviours: Speeding and over-taking violations. *Transportation Research Part F: Traf-fic Psychology and Behaviour*, 43, 104–121. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.09.029>
- Goesman, V. K., Rahardjo, B., Pranoto, P. (2021). Analisis Kecelakaan Lalu Lintas Studi Kasus Jalan Raya Pantura Tuban-Widang Km 0,00-Km 29,00. *Bangunan*, 26 (1), 45. doi: <https://doi.org/10.17977/um071v26i12021p45-62>
- Pradana, M. F., Intari, D. E., Pratidina D, D. (2019). Analisa Kecelakaan Lalu Lintas Dan Faktor Penyebabnya Di Jalan Raya Cilegon. *Jurnal Kajian Teknik Sipil*, 4 (2), 165–175. doi: <https://doi.org/10.52447/jkts.v4i2.1492>
- Fajar, M. S. (2015). Analisis Kecelakaan Lalu Lintas Jalan Raya Di Kota Semarang Menggunakan Metode K-Means Clustering. Universitas Negeri Semarang. Available at: [https://www.academia.edu/32041815/ANALISIS\\_KE-CELAKAAN\\_LALU\\_LINTAS\\_JALAN\\_RAYA\\_DI\\_KO-TA\\_SEMARANG\\_MENGGUNAKAN\\_METODE\\_K\\_MEANS\\_CLUSTERING](https://www.academia.edu/32041815/ANALISIS_KE-CELAKAAN_LALU_LINTAS_JALAN_RAYA_DI_KO-TA_SEMARANG_MENGGUNAKAN_METODE_K_MEANS_CLUSTERING)
- Utomo, N. (2012). Analisa Faktor Penyebab Kecelakaan Lalu Lintas Pada Segmen Jalan By-Pass Krian-Balongs-bendo (Km. 26+000-Km. 44+520). *Jurnal Teknik Sipil KERN*, 2 (2). Available at: <http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/kern/article/view/1370>
- Wicaksono, D., Fathurochman, R. A., Riyanto, B., Wicak-sono, Y. I. (2014). Analisis Kecelakaan Lalu Lintas (Studi Kasus - Jalan Raya Ungaran - Bawen). *Karya Teknik Sipil*, 3 (2), 345–355. Available at: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkts/article/view/5102/>
- Warpani, S. (2002). *Pengelolaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Bandung: Penerbit ITB.
- Mohamed, M., Bromfield, N. F. (2017). Attitudes, driving behavior, and accident involvement among young male drivers in Saudi Arabia. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 47, 59–71. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.04.009>
- Fan, Y., Chen, J., Shirkey, G., John, R., Wu, S. R., Park, H., Shao, C. (2016). Applications of structural equation model-ing (SEM) in ecological studies: an updated review. *Ecological Processes*, 5 (1). doi: <https://doi.org/10.1186/s13717-016-0063-3>
- Chavan, E., Roopa, M. (2020). Automatic crash guard for motorcycles. *International Journal of Electrical Engineer-ing & Technology (IJEET)*, 11 (2), 17–26. Available at: [http://iaeme.com/MasterAdmin/Journal\\_uploads/IJEET/VOLUME\\_11\\_ISSUE\\_2/IJEET\\_11\\_02\\_003.pdf](http://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJEET/VOLUME_11_ISSUE_2/IJEET_11_02_003.pdf)
- Machsus, Sulistio, H., Wicaksono, A., Djakfar, L. (2014). Generalized Linear And Generalized Additive Models In Studies Of Motorcycle Accident Prediction Models For The North-South Road Corridor In Surabaya. *The 17<sup>th</sup> FSTPT International Symposium*. Jember University, 976–986. Available at: <https://www.researchgate.net/publication/324709448>
- Arifin, M., Wicaksono, A., Sulistyono, S. (2019). Motorcycle Accident Probability Based on Characteristics of Socio-Eco-nomic, Movement and Behaviors in Surabaya City. *Proceedings of the 11th Asia Pacific Transportation and the Envi-ronment Conference (APTE 2018)*. doi: <https://doi.org/10.2991/apte-18.2019.29>
- Yamin, S., Kurniawan, H. (2009). *SPSS COMPLETE: Teknik Analisis Statistik Terlengkap dengan software SPSS*. Jakarta: Salemba Infotek, 328.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. (2006). *Multivariate Data Analysis*. New Jersey: Pearson.
- Sholihin, M., Ratmono, D. (2020). Analisis SEM-PLS dengan WarpPLS 7.0. Yogyakarta: ANDI.
- Rahman, M. A., Das, S., Sun, X. (2023). Understanding the drowsy driving crash patterns from correspondence regression analysis. *Journal of Safety Research*, 84, 167–181. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2022.10.017>
- McCartt, A. T., Mayhew, D. R., Braitman, K. A., Fergus-son, S. A., Simpson, H. M. (2009). Effects of Age and Experi-ence on Young Driver Crashes: Review of Recent Literature. *Traffic Injury Prevention*, 10 (3), 209–219. doi: <https://doi.org/10.1080/15389580802677807>
- Global Status Report on Alcohol and Health 2018. World Health Organization. Available at: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565639>
- Jung, S., Xiao, Q., Yoon, Y. (2013). Evaluation of motorcy-cle safety strategies using the severity of injuries. *Accident*

Analysis & Prevention, 59, 357–364. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.06.030>

29. Shaheed, M. S., Gkritza, K. (2014). A latent class analysis of single-vehicle motorcycle crash severity outcomes. *Analytic Methods in Accident Research*, 2, 30–38. doi: <https://doi.org/10.1016/j.amar.2014.03.002>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277293**  
**COORDINATING A DUAL-CHANNEL SUPPLY CHAIN WITH PRICING AND EXTENDED WARRANTY STRATEGIES UNDER DEMAND SUBSTITUTION EFFECTS (p. 45–56)**

**Debrina Puspita Andriani**

Brawijaya University, Malang, Indonesia  
 National Central University, Taoyuan City, Taiwan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2805-9824>

**Fu-Shiang Tseng**

National Central University, Taoyuan City, Taiwan  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5922-1989>

With technology innovation and market complexity, this paper examines a dual-channel supply chain with one manufacturer and one retailer. A manufacturer performs the encroachment by selling products through offline retail and direct online channels. It also provides an extended warranty service with the product sold in both channels. This study identifies the best pricing and extended warranty strategies as decision variables to maximize profits for the dual-channel supply chain under the demand substitution effect. Despite the centralized scenario, a decision-making model in the decentralized scenario is also developed using Stackelberg's game to determine optimal decision variables. The results demonstrate that the centralized scenario consistently outperforms the decentralized scenario. Thus, coordination contracts are proposed considering the profit structure, revenue-sharing and cost-sharing contracts to coordinate and promote a win-win situation for supply chain members. Furthermore, demand substitution effects are investigated for channel parameters represented in the initial market size, price sensitivity coefficient, and warranty length sensitivity coefficient on optimal decision variables. From the sensitivity analysis, these parameters have a different substitution effect on the optimal decision in each channel. The price and extended warranty length offered in a dual channel positively correlate with the market size and warranty length sensitivity coefficient of the corresponding channel. However, they negatively correlate with the price sensitivity coefficient. Accordingly, a similar situation occurs for the profit of each channel. Last, the discussion supports the theoretical results and generates managerial insights for practical decision-making.

**Keywords:** coordination mechanism, game theory, pricing decision, supply chain design.

**References**

- Sheth, J. N. (2021). Post-pandemic marketing: when the peripheral becomes the core. *Journal of Research in Interactive Marketing*, 16 (1), 37–44. doi: <https://doi.org/10.1108/jrim-03-2021-0074>
- Tahirov, N., Glock, C. H. (2022). Manufacturer encroachment and channel conflicts: A systematic review of the literature. *European Journal of Operational Research*, 302 (2), 403–426. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.12.006>
- Giri, B. C., Roy, B. (2015). Dual-channel competition: the impact of pricing strategies, sales effort and market share. *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 11 (4), 203–212. doi: <https://doi.org/10.1080/17509653.2015.1055342>
- Hosseini-Motlagh, S.-M., Johari, M., Pazari, P. (2022). Coordinating pricing, warranty replacement and sales service decisions in a competitive dual-channel retailing system. *Computers & Industrial Engineering*, 163, 107862. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2021.107862>
- Zhang, Y., He, Z., He, S., Cai, K., Wang, D. (2020). Manufacturer warranty service outsourcing strategies in a dual-channel supply chain. *International Transactions in Operational Research*, 27 (6), 2899–2926. doi: <https://doi.org/10.1111/itor.12769>
- Bian, Y., Xie, J., Archibald, T. W., Sun, Y. (2019). Optimal extended warranty strategy: Offering trade-in service or not? *European Journal of Operational Research*, 278 (1), 240–254. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.04.015>
- He, Z., Huang, D., He, S. (2018). Design of extended warranty service in a dual supply channel. *Total Quality Management & Business Excellence*, 29 (9-10), 1089–1107. doi: <https://doi.org/10.1080/14783363.2018.1486555>
- Hu, J., Sun, S., Zhang, X., Meng, Q. (2022). Optimal Extended Warranty Strategy: Provided by Manufacturer or E-Commerce Platform? *Sustainability*, 14 (19), 12157. doi: <https://doi.org/10.3390/su141912157>
- Wang, Y., Yu, Z., Ji, X. (2018). Coordination of e-commerce supply chain when e-commerce platform providing sales service and extended warranty service. *Journal of Control and Decision*, 7 (3), 241–261. doi: <https://doi.org/10.1080/23307706.2018.1549515>
- Feng, L., Jin, M. (2022). Platform vs. Manufacturer: Who should implement innovation in e-commerce supply chains? *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 166, 102858. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102858>
- Kurudzhy, Y., Mayorova, I., Moskvichenko, I. (2022). Building a model of supply chains duopoly taking into account the marketing and innovative activities of manufacturing enterprises. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (3 (116)), 15–21. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253821>
- Liu, A., Li, D., Jie, M., Li, Z. (2022). Coordination through revenue sharing contract in an E-commerce supply chain with consumer preference. *Managerial and Decision Economics*, 43 (6), 2467–2479. doi: <https://doi.org/10.1002/mde.3538>
- Liu, X., Du, W., Sun, Y. (2020). Green Supply Chain Decisions Under Different Power Structures: Wholesale Price vs. Revenue Sharing Contract. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17 (21), 7737. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph17217737>
- Zhang, R., Liu, J., Qian, Y. (2022). Wholesale-price vs cost-sharing contracts in a green supply chain with reference price effect under different power structures. *Kybernetes*, 52 (5), 1879–1902. doi: <https://doi.org/10.1108/k-11-2021-1096>
- Yi, S., Yu, L., Zhang, Z. (2020). Research on Pricing Strategy of Dual-Channel Supply Chain Based on Customer Value and Value-Added Service. *Mathematics*, 9 (1), 11. doi: <https://doi.org/10.3390/math9010011>
- Qin, X., Su, Q., Huang, S. H. (2017). Extended warranty strategies for online shopping supply chain with competing

- suppliers considering component reliability. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 26 (6), 753–773. doi: <https://doi.org/10.1007/s11518-017-5355-3>
17. Zhu, X., Ding, L., Guo, Y., Zhu, H. (2022). Decision and coordination analysis of extended warranty service in a remanufacturing closed-loop supply chain with dual price sensitivity under different channel power structures. *RAIRO – Operations Research*, 56 (3), 1149–1166. doi: <https://doi.org/10.1051/ro/2022046>
  18. Matsui, K. (2017). When should a manufacturer set its direct price and wholesale price in dual-channel supply chains? *European Journal of Operational Research*, 258 (2), 501–511. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.08.048>
  19. Panda, S., Modak, N. M., Cárdenas-Barrón, L. E. (2020). Does extended warranty depict competitive advantage to a retailer in a retail-e-tail channel supply chain. *Computers & Industrial Engineering*, 149, 106770. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106770>
  20. Ma, J., Ai, X., Yang, W., Pan, Y. (2018). Decentralization versus coordination in competing supply chains under retailers' extended warranties. *Annals of Operations Research*, 275 (2), 485–510. doi: <https://doi.org/10.1007/s10479-018-2871-6>
  21. Erkoç, M., Gurnani, H., Ray, S., Jin, M. (2022). Quality investment, inspection policy, and pricing decisions in a decentralized supply chain. *Production and Operations Management*, 32 (1), 207–226. doi: <https://doi.org/10.1111/poms.13831>
  22. Li, J., Hu, Z., Shi, V., Wang, Q. (2021). Manufacturer's encroachment strategy with substitutable green products. *International Journal of Production Economics*, 235, 108102. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108102>
  23. Lan, C., Yu, X. (2022). Revenue sharing-commission coordination contract for community group buying supply chain considering promotion effort. *Alexandria Engineering Journal*, 61 (4), 2739–2748. doi: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2021.07.043>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2023.280886**  
**CONSTRUCTION OF A SIMULATION MODEL OF GOODS DELIVERY IN INTERNATIONAL ROAD TRANSPORTATION TAKING INTO ACCOUNT THE FUNCTIONING EFFICIENCY OF LOGISTICS SUPPLY CHAIN (p. 57–67)**

**Ievgenii Lebid**

National Transport University, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1794-8060>

**Nataliia Luzhanska**

National Transport University, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1271-8728>

**Iryna Lebid**

National Transport University, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0707-4179>

**Alexander Mazurenko**

Ukrainian State University of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-5591-1790>

**Inesa Halona**

National Transport University, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1484-1682>

**Anatolii Horban**

State University of Infrastructure and Technologies, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3396-0898>

**Iryna Mykhailenko**

Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5961-3616>

**Ievgen Medvediev**

Gdansk University of Technology, Gdansk, Poland  
 Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8566-9624>

**Tetiana Sotnikova**

Volodymyr Dahl East Ukrainian National University, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6929-7672>

The object of this study is the process of goods delivery in international road transport using various types of logistics chains.

The problem being solved is due to the need to develop recommendations for exporters of goods to reformat or design new supply chains during wartime. The expediency of organizing foreign trade operations by the cargo owners' own forces or with the involvement of enterprises providing logistics consulting services is considered.

A simulation model of goods delivery in international road traffic was built and implemented in the GPSS World simulation automation package.

The model involves the optimization of organizational and technological processes related to the activity of both a separate link and the entire supply chain. The study takes into account the components of the time characteristics of the performance of preparatory work when establishing cooperation with institutions and organizations, as well as the direct service of the exporter. The application of the developed model in practical activities will provide an opportunity for exporters to obtain information about the duration and reliability of the stages of a foreign trade operation and the feasibility of involving consulting enterprises in cooperation. At the same time, the simulation results reflect the performance indicators of the proposed supply chains when delivering goods by road transport along various routes. The proposed simulation model will make it possible to reduce the time spent searching for links in the formation of a supply chain by 8–12%, and the duration of a foreign trade operation by 10–14%. Thus, the reliability of cooperation with intermediary organizations will increase by 8–11%.

**Keywords:** supply chain, simulation model, logistics consulting, foreign trade operation, export of goods, intermediary services.

## References

1. Pudycheva, H. O., Tsurkan, S. M., Malysheko, V. S. (2017). Vplyv lohistyky na konkurentospromozhnist pidpriemstva. Teoretychni, metodolohichni ta praktychni aspekty konkurentospromozhnosti pidpriemstv. Odessa: Atlant, 191–198. Available at: <http://dspace.oneu.edu.ua/jspui/handle/123456789/7199?locale=en>
2. Nahorniy, Y., Orda, O., Kondratenko, D. (2020). Selection of the optimal technology for cargo delivery in international

- traffic. *Automobile Transport*, 47, 44–50. doi: <https://doi.org/10.30977/at.2219-8342.2020.47.0.44>
3. Polyanska, A. S., Martynets, V. B., Kaban, O. V. (2022). Optimization of the supply chain at the enterprise in the conditions of crisis. *The Actual Problems of Regional Economy Development*, 2 (18), 112–127. doi: <https://doi.org/10.15330/apred.2.18.112-127>
  4. Nakonechna, T., Prokopenko, K., Semenova, A. (2020). Logistics consulting as a tool to improve the efficiency of business processes. *Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. Series: Economy and Management*, 31 (70 (6)), 124–131. doi: <https://doi.org/10.32838/2523-4803/70-6-21>
  5. Volpe Martincus, C., Carballo, J., Graziano, A. (2015). Customs. *Journal of International Economics*, 96 (1), 119–137. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2015.01.011>
  6. Khalipova, N., Bosov, A., Prohoniuk, I. (2018). Development of a model for the integrated management of the international delivery chains formation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (3 (93)), 59–72. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.132683>
  7. Elliott, D., Bonsignori, C. (2019). The influence of customs capabilities and express delivery on trade flows. *Journal of Air Transport Management*, 74, 54–71. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2018.09.007>
  8. Park, Y.-B., Kim, H.-S. (2016). Simulation-based evolutionary algorithm approach for deriving the operational planning of global supply chains from the systematic risk management. *Computers in Industry*, 83, 68–77. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2016.09.003>
  9. Fanti, M. P., Iacobellis, G., Ukovich, W., Boschian, V., Georgoulas, G., Stylios, C. (2015). A simulation based Decision Support System for logistics management. *Journal of Computational Science*, 10, 86–96. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2014.10.003>
  10. Martagan, T. G., Eksioglu, B., Eksioglu, S. D., Greenwood, A. G. (2009). A simulation model of port operations during crisis conditions. *Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC)*. doi: <https://doi.org/10.1109/wsc.2009.5429245>
  11. Li, J., Chan, F. T. S. (2013). An agent-based model of supply chains with dynamic structures. *Applied Mathematical Modelling*, 37 (7), 5403–5413. doi: <https://doi.org/10.1016/j.apm.2012.10.054>
  12. Statistica 13.3. Computer program. Serial number JR-R709H998119TE-A.
  13. GPSS World Reference Manual (2001). Holly Springs.

DOI: [10.15587/1729-4061.2023.283172](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.283172)

**BUILDING MODELS TO OPTIMIZE  
VEHICLE DOWNTIME IN MULTIMODAL  
TRANSPORTATION (p. 68–76)**

**Serhii Razghonov**

University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1244-2047>

**Iryna Lesnikova**

University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2750-6031>

**Vitalii Kuznetsov**

Ukrainian State University  
of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2253-8103>

**Albina Kuzmenko**

University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7278-3647>

**Nataliia Khalipova**

University of Customs and Finance, Dnipro, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5605-6781>

**Danylo Chernikov**

CMA CGM SHIPPING AGENCIES  
UKRAINE LTD, Dnipro, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-0349-9745>

**Olha Zvonarova**

Ukrainian State University  
of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9545-6996>

**Halyna Prokhorchenko**

Ukrainian State University  
of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1158-3953>

**Mykola Horulia**

FLIGHT CONTROL LLC, Dnipro, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-8747-8093>

**Petro Bekh**

Ukrainian State University  
of Science and Technologies, Dnipro, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1782-9224>

Sustainable development has become the main focus of transport policy and planning around the world. One of the practical goals when performing multimodal transportation is the optimization of logistics costs. That is, the object of research is the process of multimodal transportation. Empirical research shows that the problem of optimization of transportation costs can be solved by different methods. But the result will be similar. In the given approach, only one component of the transportation process is subject to optimization, which is the overload time. The solutions are based on the method of mass service theory and the method based on fuzzy logic. With the help of these methods, based on practical data, time parameters were calculated that characterize overloading from railway transport to road transport. The application of the method of a weakly formalized process in relation to transport logistics was considered, taking into account not only quantitative estimates but also qualitative, vaguely defined criteria that do not lend themselves to formalization, and the relationships between them. The model was developed for further research of this process, prediction of its behavior, optimization of functioning. It is based on the technology of fuzzy sets. The results obtained using the agent model based on the mass service network and the model based on fuzzy logic differ within the permissible specified limits of no more than 5–7 %. The application of fuzzy logic in the logistics of multimodal transportation is relevant and gives the best results compared to traditional methods of the theory of mass service systems. The article includes comparisons that reflect the advantages of the proposed approach. The obtained results are of a practical nature and can be used to make a decision on choosing a route and/or when transferring from one mode of transport to another.



**Keywords:** multimodal transportation, freight road transportation, decision-making, fuzzy logic, supply chain, transport logistics, interaction of rail and road transport, route selection, logistics processes.

### References

1. Syrotynskiy, O. A., Syrotynska, A. P., Melnyk, L. V. (2021). Logistics activities automation of transport companies. Bulletin National University of Water and Environmental Engineering, 4 (96), 295. doi: <https://doi.org/10.31713/ve4202123>
2. Guschin, V. M., Zheleznyak, V. Yu., Guschin, K. O. (2003). Prognozirovanie material'nykh potokov predpriyatiya na osnove metodov nechetkoy logiki. Sbornik dokladov Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii «Neyrosetevye tekhnologii i ikh primenenie». Kramatorsk, 36–48.
3. Erkayman, B., Gundogar, E., Akkaya, G., Ipek, M. (2011). A Fuzzy Topsis Approach For Logistics Center Location Selection. Journal of Business Case Studies (JBSC), 7 (3), 49–54. doi: <https://doi.org/10.19030/jbcs.v7i3.4263>
4. Guba, K. A., Dubanov, G. N. (2013). Optimizing warehouse logistics through fuzzy logic. World of Economics and Management, 13 (3), 14–18.
5. Fazayeli, S., Eydi, A., Kamalabadi, I. N. (2018). Location-routing problem in multimodal transportation network with time windows and fuzzy demands: Presenting a two-part genetic algorithm. Computers & Industrial Engineering, 119, 233–246. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.03.041>
6. Ghiaus, C., Allard, F. (2001). Fuzzy modeling and controlling of a fan-coil. International Journal of Solar Energy, 21 (2-3), 131–145. doi: <https://doi.org/10.1080/01425910108914368>
7. Kalpani Dissanayake, C. (2015). Fuzzy logic applications in supply chain performance measurement. Conference: 36<sup>th</sup> International Annual Conference of the American Society of Engineering Managers 2015. Indianapolis. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/301956996\\_FUZZY\\_LOGIC\\_APPLICATIONS\\_IN\\_SUPPLY\\_CHAIN\\_PERFORMANCE\\_MEASUREMENT](https://www.researchgate.net/publication/301956996_FUZZY_LOGIC_APPLICATIONS_IN_SUPPLY_CHAIN_PERFORMANCE_MEASUREMENT)
8. Kayikci, Y., Karakaya, E. (2017). An Optimal Route Selection Model Using Fuzzy Logic in Multimodal Freight Transport Network. Conference: The 22nd International Symposium on Logistics. Ljubljana. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/320264673\\_An\\_Optimal\\_Route\\_Selection\\_Model\\_Using\\_Fuzzy\\_Logic\\_in\\_Multimodal\\_Freight\\_Transport\\_Network](https://www.researchgate.net/publication/320264673_An_Optimal_Route_Selection_Model_Using_Fuzzy_Logic_in_Multimodal_Freight_Transport_Network)
9. Mahi, F., Moh, A. N. S., Debbat, F., Khelifi, M. F. (2013). Modelling and control of a multimodal transportation system using hybrid Petri nets with fuzzy logic. International Journal of Systems, Control and Communications, 5 (3/4), 255. doi: <https://doi.org/10.1504/ijsec.2013.058179>
10. Mashkantseva, S. O. (2019). Methodical aspects of cost optimization in the multimodal transportation system. Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva, 206, 334–342. Available at: <https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/5107/1/33.pdf>
11. Terminal Karpaty. Available at: <http://www.tk-ua.com/>
12. Koohathongsumrit, N., Meethom, W. (2022). A Fuzzy Decision-Making Framework for Route Selection in Multimodal Transportation Networks. Engineering Management Journal, 34 (4), 689–704. doi: <https://doi.org/10.1080/10429247.2022.2027205>

АНОТАЦІЇ  
CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.279621

**РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ СИНТЕМНОГО МЕТОДИЧНОГО ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНВЕСТИЦІЙНОГО БІЗНЕС-ПРОЄКТУ В УМОВАХ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ ЗОВНІШНЬОГО РИНКОВОГО СЕРЕДОВИЩА (с. 6–21)**

Д. В. Кабаченко, Е. О. Лапханов

Оцінка ефективності впровадження інвестиційного проекту є ключовим питанням при прийнятті управлінських рішень як на етапі створення стартапу, так і для розширення діючого бізнесу.

В роботі розроблено системний підхід щодо створення математичної моделі для вирішення проблеми прогнозування ефективності бізнес-проектів з урахуванням впливу факторів зовнішнього економічного середовища. До таких факторів пропонується включити: вплив попиту і пропозиції на ціну товару, політичні і галузеві ризики, об'єми товарозабезпечення та продажів. З огляду на це, запропоновано метод розрахунку політичної складової коефіцієнту дисконтування із застосуванням рядів Фур'є. Із застосуванням теорії диференціальних рівнянь, кореляційного та регресійного аналізу розроблено математичну модель прогнозування показників ефективності впровадження бізнес-проекту з урахуванням впливу факторів зовнішнього економічного середовища. На базі цього розроблено узагальнений алгоритм застосування математичної моделі для прогнозування ефективності інвестиційних проектів у різних галузях бізнесу.

Отримані результати при застосуванні диференціальних рівнянь і змінного коефіцієнту дисконтування показали зменшення показників NPV на 14 %, і PI на 5,1 %, що обумовлено більш точним врахуванням політичної складової при розрахунку коефіцієнту дисконтування. Також, при впливі попиту і пропозиції на ціну товару та нелінійних грошових потоках було виявлено, що термін окупності однозначно не вказує на ефективність впровадження інвестиційного бізнес-проекту. Визначення цих факторів дає більш точну інформацію інвестору або власнику бізнесу при прогнозуванні стійкості бізнес-проекту для прийняття управлінських рішень щодо його впровадження.

**Ключові слова:** математична модель, прогнозування ефективності бізнес-проекту, синергетичний підхід, чистий дисконтований дохід.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.280218

**ВСТАНОВЛЕННЯ ПРИНЦИПУ ГРУПУВАННЯ ПУБЛІЧНИХ ПОСЛУГ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ КОЕФІЦІЄНТІВ ПОДІБНОСТІ (с. 22–29)**

О. В. Гавриленко, О. М. Хоменко, О. С. Жураковська, А. В. Коган, Р. М. Матвійчук, А. М. Піскун, Ю. І. Хавікова

Об'єктом дослідження є процес виявлення неявних взаємозв'язків між публічними послугами та процес формування портфелів та груп послуг, визначених на основі сформульованого принципу об'єднання послуг. Вирішувалась проблема виявлення груп взаємопов'язаних послуг, яка є актуальною з огляду на процеси цифрової трансформації в сфері публічних послуг. Розширення портфелів публічних послуг за рахунок сформованих груп взаємопов'язаних послуг дозволить більше врахувати інтереси користувачів, а також спростити процес розробки та реінжинірингу публічних послуг. Запропонований підхід формування груп послуг дозволить зменшити вартість та складність реінжинірингу послуг або переведення їх в електронний вигляд.

Результатом досліджень є новий принцип об'єднання або групування послуг, який базується на методах інтелектуального аналізу. В основі запропонованого принципу формування груп послуг лежить простий та ефективний математичний апарат застосування коефіцієнтів подібності для встановлення подібності множин, який досі не застосовувався в області публічних послуг. Наявність взаємозв'язків між послугами встановлюється на підставі аналізу коефіцієнтів подібності Жаккара та Соренсена. Розроблено алгоритм формування груп послуг на основі нового принципу. Взаємозв'язок між послугами встановлюється в результаті аналізу складу послуг, тобто документів або даних, необхідних для надання цих послуг. Це дозволяє застосовувати запропонований підхід без обмежень та додаткових умов. Розроблений алгоритм дозволяє також здійснювати «What-if»-аналіз отриманих результатів. Розглянуто ілюстративний приклад: для множини з 10 послуг сформовано 4 групи послуг. Надано пропозиції щодо застосування запропонованого підходу.

**Ключові слова:** інформаційна технологія інтелектуального аналізу, алгоритм групування публічних послуг, портфель послуг, коефіцієнт подібності Жаккара, коефіцієнт подібності Соренсена.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.281009

**ОБҐРУНТУВАННЯ МЕТОДУ ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОПЕРАТОРА МОБІЛЬНОЇ ПОЖЕЖНОЇ УСТАНОВКИ (с. 30–37)**

Ю. О. Абрамов, О. Є. Басманов, В. О. Собина, В. Б. Коханенко, В. С. Коломієць

Об'єктом дослідження є оператор мобільної пожежної установки, а предметом дослідження – характеристики оператора, зокрема, характеристики його надійності. Обґрунтовується метод визначення надійності оператора мобільної пожежної установки як функціонального елемента динамічної системи. Відмова оператора трактується як вихід його частотних характеристик за допустимі межі. Побудовані аналітичні залежності для варіацій частотних характеристик оператора від варіацій його параметрів – коефіцієнта передачі, часу запізнення і постійної часу. Амплітудна та фазова надійності оператора мобільної пожежної установки визначаються через функції Лапласа, аргументами яких є допустимі значення варіацій частотних характеристик оператора та варіацій його параметрів. Визначення варіацій параметрів оператора здійснюється інструментальним методом за допомогою системи контролю діяльності оператора. Тест-вплив на оператора мобільної пожежної установки здійснюється у вигляді прямокутного імпульсу, що формалізує зміну положення осередку горіння на апіорі задану відстань на протязі апіорі заданого часу. Із використанням інтегрального пере-

творення Лапласа визначається сигнал, який характеризує реакцію оператора на тест-вплив. Вимірювання параметрів цього сигналу дозволяє визначити варіації параметрів оператора, які використовуються для визначення його надійності. Показано, що для варіацій параметрів оператора, величини яких складають 10,0 % при середньоквадратичних відхиленнях 3,3 %, із ймовірністю 0,8715 амплітудно-частотна та фазово-частотна характеристики на момент його контролю не будуть відрізнятися від їх номінальних значень більше ніж на 5,0 %. Визначені вимоги стосовно надійності системи контролю діяльності оператора.

**Ключові слова:** оператор пожежної установки, надійність оператора, варіації параметрів, динамічні параметри, тест-вплив.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.282647

#### АНАЛІЗ МОДЕЛІ ДТП З ЧОТИРОКОЛІСНИМИ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ МОДЕЛЮВАННЯ СТРУКТУРНИМИ РІВНЯННЯМИ (с. 38–44)

Muhammad Zainul Arifin, Frando Simon Hukom, Friska Feronica Bn Putri

Амбон – столиця провінції Малуку. Швидке зростання транспортних засобів у місті Амбон спричинило проблеми з транспортом, наприклад дорожньо-транспортні пригоди. Це дослідження спрямоване на моделювання ймовірності аварій чотириколісних транспортних засобів. Фактори, розглянуті в цьому дослідженні, включають соціально-економічні моделі та моделі подорожей, спорядження та підготовку до водіння, звички водіння та поведінку за кермом. Опитування проводилось методами інтерв'ю та анкетування загалом 127 респондентів, які потрапили в ДТП. Використаний метод дослідження – аналіз даних за допомогою моделювання структурними рівняннями (MCP) з використанням програмного забезпечення SmartPLS. Результат моделювання ДТП  $Y = -0,203X_1 + (-0,179X_2) + 0,214X_3 + 0,536X_4$ . Першим найбільшим впливом на ймовірність ДТП є поведінка водіння ( $X_4$ ) водіння в стані алкогольного сп'яніння ( $X_4.7$ ). Чим частіше ви керуєте автомобілем у нетверезому стані, тим вище ймовірність ДТП. Таким чином, коли водій керує автомобілем у стані алкогольного сп'яніння, тим вище ймовірність того, що водій потрапить у дорожньо-транспортну пригоду. Таким чином, існує потреба у співпраці між поліцією та пов'язаними сторонами в роботі з нещасними випадками та зниженні ризику дорожньо-транспортних пригод, наприклад, надання соціальної інформації або надання інформації через газети чи електронні ЗМІ людям у місті Амбон щодо важливості підвищення обізнаності щодо безпеки водіння.

**Ключові слова:** дорожньо-транспортні пригоди, поведінка водія, моделювання структурними рівняннями (MCP), SmartPLS.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.277293

#### КООРДИНАЦІЯ ДВОКАНАЛЬНОГО ЛАНЦЮГА ПОСТАЧАННЯ ЗІ СТРАТЕГІЯМИ ЦІНОУТВОРЕННЯ ТА РОЗШИРЕНОЇ ГАРАНТІЇ В УМОВАХ ЗАМЩЕННЯ ПОПИТУ (с. 45–56)

Debrina Puspita Andriani, Fu-Shiang Tseng

З огляду на технологічні інновації та складність ринку, у цій статті розглядається двоканальний ланцюжок поставок з одним виробником і одним продавцем. Виробник здійснює посягання, продаючи продукцію через офлайн-роздрібну торгівлю та прямі онлайн-канали. Він також надає розширене гарантійне обслуговування на продукт, що продасється в обох каналах. У цьому дослідженні визначено найкращі стратегії ціноутворення та розширеної гарантії як змінні для прийняття рішень для максимізації прибутку для двоканального ланцюга постачання в умовах ефекту заміни попиту. Незважаючи на централізований сценарій, модель прийняття рішень у децентралізованому сценарії також розробляється з використанням гри Штакельберга для визначення оптимальних змінних рішень. Результати демонструють, що централізований сценарій стабільно перевершує децентралізований сценарій. Таким чином, пропонуються контракти на координацію, які враховують структуру прибутку, контракти про розподіл доходу та розподіл витрат для координації та сприяння безпрограшній ситуації для учасників ланцюга постачання. Крім того, досліджуються ефекти заміщення попиту для параметрів каналу, представлених у початковому розмірі ринку, коефіцієнті чутливості до ціни та коефіцієнті чутливості до тривалості гарантії щодо змінних оптимального рішення. З аналізу чутливості ці параметри мають різний вплив заміни на оптимальне рішення в кожному каналі. Ціна та тривалість розширеної гарантії, запропоновані в подвійному каналі, позитивно корелюють з розміром ринку та коефіцієнтом чутливості тривалості гарантії відповідного каналу. Однак вони негативно корелюють з коефіцієнтом цінової чутливості. Відповідно, аналогічна ситуація відбувається і з прибутком кожного каналу. Нарешті, обговорення підтверджує теоретичні результати та генерує управлінські ідеї для практичного прийняття рішень.

**Ключові слова:** механізм координації, теорія ігор, цінове рішення, дизайн ланцюга поставок.

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.280886

#### РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ДОСТАВКИ ТОВАРІВ У МІЖНАРОДНОМУ АВТОМОБІЛЬНОМУ СПОЛУЧЕННІ З УРАХУВАННЯМ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛАНОК ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА (с. 57–67)

Є. М. Лебідь, Н. О. Лужанська, І. Г. Лебідь, О. О. Мазуренко, І. І. Гальона, А. В. Горбань, І. В. Михайленко, Є. П. Медведєв, Т. Г. Сотнікова

Об'єктом дослідження є процес доставки товарів у міжнародному автомобільному сполученні із застосуванням різних типів логістичних ланцюгів.

Проблема, що вирішувалася, обумовлена потребою у розробці рекомендацій для експортерів товарів щодо переформатування або розробки нових ланцюгів постачання під час війни. Розглянуто доцільність організації зовнішньоторговельних операцій власними силами вантажовласників або із залученням підприємств, що надають послуги з логістичного консалтингу.

Розроблено та реалізовано імітаційну модель доставки товарів у міжнародному автомобільному сполученні в пакеті автоматизації імітаційного моделювання GPSS World.

Модель передбачає оптимізацію організаційно-технологічних процесів, пов'язаних з діяльністю як окремої ланки, так і усього ланцюга постачання. В дослідженні враховано складові часових характеристик виконання підготовчих робіт при налагодженні співпраці з установами та організаціями, а також безпосереднього обслуговування експортера. Застосування розробленої моделі

у практичній діяльності надасть можливість експортерам отримати інформацію про тривалість і надійність виконання етапів зовнішньоторговельної операції та доцільність залучення консалтингових підприємств до співпраці. При цьому результати моделювання відображають показники ефективності функціонування запропонованих ланцюгів постачань при доставці товарів автомобільним транспортом за різними маршрутами. Запропонована імітаційна модель дасть можливість скоротити час на пошуки ланок при формуванні ланцюга постачань на 8–12 %, а тривалість виконання зовнішньоторговельної операції на 10–14 %. Тим самим надійність співпраці з посередницькими організаціями зросте на 8–11 %.

**Ключові слова:** ланцюг постачання, імітаційна модель, логістичний консалтинг, зовнішньоторговельна операція, експорт товару, посередницькі послуги.

---

DOI: 10.15587/1729-4061.2023.283172

### РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЧАСУ ПРОСТОЮ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ (с. 68–76)

С. А. Разгонов, І. Ю. Леснікова, В. Н. Кузнецов, А. І. Кузьменко, Н. В. Халіпова, Д. О. Черніков, О. В. Звонарева, Г. О. Прохорченко, М. М. Горуля, П. В. Бех

Сталий розвиток став основним напрямком транспортної політики та планування у всьому світі. Однією з практичних цілей під час виконання мультимодальних перевезень є оптимізація логістичних витрат. Тобто об'єктом дослідження являється процес мультимодальних перевезень. Емпіричне дослідження показує, що проблема оптимізації витрат з перевезення може бути розв'язана різними методами. Але результат буде схожий. У наведеному підході оптимізації підлягає лише одна складова перевізного процесу, це час перевантаження. Вирішення базуються на основі методу теорії масового обслуговування та методу, заснованого на нечіткій логіці. За допомогою цих методів, ґрунтуючись на практичних даних, були розраховані часові параметри, які характеризують перевантаження із залізничного транспорту на автомобільний. Розглянуто застосування, відносно транспортної логістики, методу слабо формалізованого процесу з урахуванням не тільки кількісних оцінок, а й якісних, нечітко заданих, які не піддаються формалізації, критеріїв та зв'язків між ними. Модель розробляється на подальше дослідження цього процесу, прогнозування його поведінки, оптимізації функціонування. Вона базується на технології нечітких множин. Отримані результати з використанням агентської моделі на основі мережі масового обслуговування та моделі з нечіткої логіки розрізняються в допустимих заданих межах не більше 5–7 %. Застосування нечіткої логіки в логістиці мультимодальних перевезень є актуальне і дає найкращі результати, порівняно з традиційними методами теорії систем масового обслуговування. До статті включені порівняння, що відображають переваги запропонованого підходу. Отримані результати мають практичний характер та можуть використатися для прийняття рішення з вибору маршруту та/або при перевантаженні з одного виду транспорту на другий.

**Ключові слова:** мультимодальні перевезення, вантажні автомобільні перевезення, прийняття рішень, нечітка логіка, ланцюг постачання, транспортна логістика, взаємодія залізничного та автомобільного транспорту, вибір маршруту, логістичні процеси.