

ABSTRACT AND REFERENCES

MATHEMATICS AND CYBERNETICS – APPLIED ASPECTS

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263416

DEVELOPMENT OF A CONCEPT
FOR CYBERSECURITY METRICS

CLASSIFICATION (p. 6–18)

Serhii YevseievNational Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1647-6444>**Oleksandr Milov**National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6135-2120>**Ivan Opirskyy**Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8461-8996>**Olha Dunaievska**PhD, Associate Professor
National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0286-5991>**Oleksandr Huk**National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/orcid.org/0000-0002-0311-7162>**Volodymyr Pogorelov**National Aviation University, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6100-1504>**Kyrylo Bondarenko**Simon Kuznets Kharkiv National University
of Economics, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2168-155X>**Nataliia Zviertseva**National Technical University
«Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6279-7586>**Yevgen Melenti**Juridical Personnel Training Institute for the Security
Service of Ukraine Yaroslav Mudryi National Law
University, Kharkiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2955-2469>**Bogdan Tomashevsky**Ternopil Ivan Puluj National
Technical University, Ternopil, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1934-4773>

The development of the IT industry and computing resources allows the formation of cyberphysical social systems (CPSS), which are the integration of wireless mobile and Internet technologies and the combination of the Internet of things with the technologies of cyberphysical systems. To build protection systems, while minimizing both computing and economic costs, various sets of security profiles are

used, ensuring the continuity of critical business processes. To assess/compare the level of CPSS security, various assessment methods based on a set of metrics are generally used. Security metrics are tools for providing up-to-date information about the state of the security level, cost characteristics/parameters from both the defense and attack sides. However, the choice of such sets is not always the same/understandable to the average person. This, firstly, leads to the absence of a generally accepted and unambiguous definition, which means that one system is more secure than another. Secondly, it does not take into account the signs of synergy and hybridity of modern targeted attacks. Without this knowledge, it is impossible to show that the metric measures the security level objectively. Thirdly, there is no universal formal model for all metrics that could be used for rigorous analysis. The paper explores the possibility of defining a basic formal model (classifier) for analyzing security metrics. The proposed security assessment model takes into account not only the level of secrecy of information resources, the level of provision of security services, but also allows, based on the requirements put forward, forming the necessary set of security assessment metrics, taking into account the requirements for the continuity of business processes. The average value of the provision of security services to CPSS information resources is 0.99, with an average value of the security level of information resources of 0.8.

Keywords: security metrics, security assessment model, security metrics classifier, threat synergy.

References

1. Yevseiev, S., Ponomarenko, V., Laptiev, O., Milov, O., Korol, O., Milevskiy, S. et. al.; Yevseiev, S., Ponomarenko, V., Laptiev, O., Milov, O. (Eds.) (2021). Synergy of building cybersecurity systems. Kharkiv: PC TECHNOLOGY CENTER, 188. doi: <https://doi.org/10.15587/978-617-7319-31-2>
2. Yevseiev, S., Pohasii, S., Milevskiy, S., Milov, O., Melenti, Y., Grod, I. et. al. (2021). Development of a method for assessing the security of cyber-physical systems based on the Lotka-Volterra model. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (9 (113)), 30–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.241638>
3. INFOSEC Research Council. Hard Problem List (2005). Available at: https://www.infosec-research.org/docs_public/20051130-IRC-HPL-FINAL.pdf
4. A Roadmap for Cybersecurity Research (2009). Homeland Security. Available at: https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/CSD-DHS-Cybersecurity-Roadmap_0.pdf
5. ISO/IEC 27001:2005. Information technology – Security techniques – Information security management systems – Requirements. Available at: <https://www.iso.org/standard/42103.html>
6. ISO/IEC 27002:2005. Information technology – Security techniques – Code of practice for information security management. Available at: <https://www.iso.org/standard/50297.html>
7. Control Objectives for Information and related Technology (COBIT) 5 (2012). IT Governance Institute. Illinois.
8. Recommended Security Controls for Federal Information Systems and Organizations. NIST Special Publication 800-53 Revision 3. NIST. doi: <https://doi.org/10.6028/nist.sp.800-53r3>

9. ISO/IEC 27004:2009. Information technology – Security techniques – Information security management – Measurement. Available at: <https://www.iso.org/standard/42106.html>
10. Chew, E., Swanson, M., Stine, K. M., Bartol, N., Brown, A., Robinson, W. (2008). Performance measurement guide for information security. NIST. doi: <https://doi.org/10.6028/nist.sp.800-55r1>
11. Hayden, L. (2010). IT Security Metrics: A Practical Framework for Measuring Security & Protecting Data. McGraw-Hill, 396.
12. Yevseiev, S., Melenti, Y., Voitko, O., Hrebenuk, V., Korchenko, A., Mykus, S. et. al. (2021). Development of a concept for building a critical infrastructure facilities security system. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (9 (111)), 63–83. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.233533>
13. Yevseiev, S., Laptiev, O., Lazarenko, S., Korchenko, A., Manzhul, I. (2021). Modeling the protection of personal data from trust and the amount of information on social networks. EUREKA: Physics and Engineering, 1, 24–31. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001615>
14. Yevseiev, S., Katsalap, V., Mikhieiev, Y., Savchuk, V., Pribyliev, Y., Milov, O. et. al. (2022). Development of a method for determining the indicators of manipulation based on morphological synthesis. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (9 (117)), 22–35. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.258675>
15. Agyepong, E., Cherdantseva, Y., Reinecke, P., Burnap, P. (2019). Challenges and performance metrics for security operations center analysts: a systematic review. Journal of Cyber Security Technology, 4 (3), 125–152. doi: <https://doi.org/10.1080/23742917.2019.1698178>
16. Yee, G. (2012). The state and scientific basis of cyber security metrics. Including Canadian perspectives. Contract Report, DRDC Ottawa CR 2012-109. Available at: <https://silo.tips/download/the-state-and-scientific-basis-of-cyber-security-metrics>
17. Stolfo, S., Bellovin, S. M., Evans, D. (2011). Measuring Security. IEEE Security & Privacy Magazine, 9 (3), 60–65. doi: <https://doi.org/10.1109/msp.2011.56>
18. Ahmed, R. K. A. (2016). Overview of Security Metrics. Software Engineering, 4 (4), 59–64. Available at: https://www.researchgate.net/publication/311884003_Overview_of_Security_Metrics
19. Perpetus, J., Hougbo, P. J., Hounsou, J. T. (2015). Measuring Information Security: Understanding And Selecting Appropriate Metrics. International Journal of Computer Science and Security (IJCSS), 9 (2). Available at: https://www.researchgate.net/publication/281648626_Measuring_Information_Security_Understanding_And_Selecting_Appropriate_Metrics
20. Haque, M. A., Shetty, S., Krishnappa, B. (2019). Cyber-Physical System Resilience. Complexity Challenges in Cyber Physical Systems, 301–337. doi: <https://doi.org/10.1002/9781119552482.ch12>
21. Abbas Ahmed, R. K. (2016). Security Metrics and the Risks: An Overview. International Journal of Computer Trends and Technology, 41 (2), 106–112. doi: <https://doi.org/10.14445/22312803/ijctt-v41p119>
22. Jaquith, A. (2007). Security Metrics: Replacing Fear, Uncertainty, and Doubt. Addison-Wesley Professional.
23. Moshtari, S., Okutan, A., Mirakhorli, M. (2022). A grounded theory based approach to characterize software attack surfaces. Proceedings of the 44th International Conference on Software Engineering. doi: <https://doi.org/10.1145/3510003.3510210>
24. Munaiah, N., Meneely, A. (2016). Beyond the Attack Surface. Proceedings of the 2016 ACM Workshop on Software Protection. doi: <https://doi.org/10.1145/2995306.2995311>
25. Lallie, H. S., Debattista, K., Bal, J. (2020). A review of attack graph and attack tree visual syntax in cyber security. Computer Science Review, 35, 100219. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2019.100219>
26. Noel, S., Wang, L., Singhal, A., Jajodia, S. (2010). Measuring security risk of networks using attack graphs. International Journal of Next-Generation Computing, 1 (1). Available at: https://www.researchgate.net/publication/220202986_Measuring_Security_Risk_of_Networks_Using_Attack_Graphs
27. Hou, S., Chen, X., Ma, J., Zhou, Z., Yu, H. (2022). An Ontology-Based Dynamic Attack Graph Generation Approach for the Internet of Vehicles. Frontiers in Energy Research, 10. doi: <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.928919>
28. Wang, L., Islam, T., Long, T., Singhal, A., Jajodia, S. (2008). An Attack Graph-Based Probabilistic Security Metric. Data and Applications Security XXII, 283–296. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-540-70567-3_22
29. Żebrowski, P., Couce-Vieira, A., Mancuso, A. (2022). A Bayesian Framework for the Analysis and Optimal Mitigation of Cyber Threats to Cyber-Physical Systems. Risk Analysis. doi: <https://doi.org/10.1111/risa.13900>
30. Frigault, M., Wang, L. (2008). Measuring Network Security Using Bayesian Network-Based Attack Graphs. 2008 32nd Annual IEEE International Computer Software and Applications Conference. doi: <https://doi.org/10.1109/compsac.2008.88>
31. Krautsevich, L., Martinelli, F., Yautsiukhin, A. (2010). Formal approach to security metrics. Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture Companion Volume – ECSA'10. doi: <https://doi.org/10.1145/1842752.1842787>
32. Agyepong, E., Cherdantseva, Y., Reinecke, P., Burnap, P. (2020). Towards a Framework for Measuring the Performance of a Security Operations Center Analyst. 2020 International Conference on Cyber Security and Protection of Digital Services (Cyber Security). doi: <https://doi.org/10.1109/cybersecurity49315.2020.9138872>
33. Halonen, P., Hätönen, K. (2010). Towards holistic security management through coherent measuring. Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture Companion Volume – ECSA'10. doi: <https://doi.org/10.1145/1842752.1842786>
34. Mellado, D., Fernández-Medina, E., Piattini, M. (2010). A comparison of software design security metrics. Proceedings of the Fourth European Conference on Software Architecture Companion Volume – ECSA'10. doi: <https://doi.org/10.1145/1842752.1842797>
35. Kevin N'DA, A. A., Matalonga, S., Dahal, K. (2021). Applicability of the Software Security Code Metrics for Ethereum Smart Contract. The International Conference on Deep Learning, Big Data and Blockchain (Deep-BDB 2021), 106–119. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-84337-3_9
36. Bosire, A., Kimwele, M. (2015). Advances in Measuring and Preventing Software Security Weaknesses. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering. 5 (12). Available at: https://www.researchgate.net/publication/338402728_Advances_in_Measuring_and_Preventing_Software_Security_Weaknesses
37. Liu, Y., Traore, I., Hoole, A. M. (2008). A Service-Oriented Framework for Quantitative Security Analysis of Software

- Architectures. 2008 IEEE Asia-Pacific Services Computing Conference. doi: <https://doi.org/10.1109/apsc.2008.17>
38. Hariprasad, T., Vidhyagan, G., Seenu, K., Thirumalai, C. (2017). Software complexity analysis using halstead metrics. 2017 International Conference on Trends in Electronics and Informatics (ICEI). doi: <https://doi.org/10.1109/icoei.2017.8300883>
 39. Liu, Y., Traore, I. (2004). UML-based Security Measures of Software Products. Proceedings of International Workshop on Methodologies for Pervasive and Embedded Software (MOMPES'04).
 40. Wang, L., Jajodia, S., Singhal, A., Noel, S. (2010). k-Zero Day Safety: Measuring the Security Risk of Networks against Unknown Attacks. Lecture Notes in Computer Science, 573–587. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-642-15497-3_35
 41. SP 800-55 Rev. 2 (2020). PRE-DRAFT Call for Comments: Performance Measurement Guide for Information Security. Available at: <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-55/rev-2/draft>
 42. Bernik, I., Prisljan, K. (2016). Measuring Information Security Performance with 10 by 10 Model for Holistic State Evaluation. PLOS ONE, 11 (9), e0163050. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163050>
 43. Hernandez-Ramos, J. L., Matheu, S. N., Skarmeta, A. (2021). The Challenges of Software Cybersecurity Certification [Building Security In]. IEEE Security & Privacy, 19 (1), 99–102. doi: <https://doi.org/10.1109/msec.2020.3037845>
 44. Talbot, J., Jakeman, M. (2009). Security Risk Management. Wiley. doi: <https://doi.org/10.1002/9780470494974>
 45. Phipps, J. (2022). IT Risk Management Guide for 2022. Available at: <https://www.cioinsight.com/it-management/it-risk-management/>
 46. Lentz, R. F. (2010). Advanced Persistent Threats & Zero Day Attacks. Slide Presentation.
 47. Lentz, R. F. (2011). Cyber Security Maturity Model. Slide Presentation.
 48. Mohammad, S. M. (2020). Risk Management in Information Technology. SSRN Electronic Journal. doi: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3625242>
 49. Postnikov, V., Spiridonov, S. (2015). Selecting Methods of the Weighting Factors of Local Criteria. Science and Education of the Bauman MSTU. doi: <https://doi.org/10.7463/0615.0780334>
 50. Yevseiev, S., Milevskiy, S., Bortnik, L., Alexey, V., Bondarenko, K., Pohasii, S. (2022). Socio-Cyber-Physical Systems Security Concept. 2022 International Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA). doi: <https://doi.org/10.1109/hora55278.2022.9799957>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263156

**DEVELOPMENT OF A COMPREHENSIVE
METHODOLOGY FOR ASSESSING INFORMATION
AND ANALYTICAL SUPPORT IN DECISION
SUPPORT SYSTEMS (p. 19–26)**

Qasim Abbood Mahdi

Al-Taff University College, Karbala, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6612-3511>

Basem Abdullah Mohammed

Bilad Alrafidain University College, Diala, Iraq
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5745-0964>

Olha Salnikova

General Directorate of Military Cooperation
Ukrainian Armed Forces, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7190-6091>

Oleksandr Skliar

The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4449-1828>

Serhii Skorodid

The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9824-5601>

Vasil Panasiuk

National Academy of Land Forces
named after hetman Petro Sagaidachny, Lviv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5546-4326>

Andrii Veretnov

Central Scientific Research Institute of Armament
and Military Equipment of the Armed Forces
of Ukraine, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0160-7325>

Oleh Shknaï

Military Unit A1906, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5572-4917>

Yevgen Prokopenko

The National Defence University of Ukraine
named after Ivan Cherniakhovskyi, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2003-5035>

Sergij Pyvovarchuk

Military Institute of Telecommunications and Information
Technologies named after Heroes of Kruty, Kyiv, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9410-5951>

The object of the study is decision support systems. A methodology for evaluating information and analytical support in decision support systems was developed. The method consists of the main stages: assessment of the type of uncertainty about the state of the analysis object, calculation of criteria and determination of development options, determination of system reaction time, formation of the initial scenario. The next steps are establishing the target state of the object, analyzing options for influencing the analysis object, obtaining intermediate target states of the analysis object, and determining options for the development of the analysis object.

The method was developed because of the need to process more information and has a moderate computational complexity.

It was found that the proposed method has a computational complexity of 10–15 % lower compared to the methods for evaluating the effectiveness of management decisions. This method will allow assessing the state of information and analytical support and determining effective measures to increase efficiency. The method will allow analyzing possible options for the development of the assessment object in each development phase and the moments in time when it is necessary to carry out structural changes that ensure the transition to the next phase. In this case, subjective factors of choice are taken into account while searching for solutions, which

are formalized in the form of weights for the components of the integral efficiency criterion. The maximization of the criteria, calculated taking into account the preferences, makes it possible to determine the best option for the development of the assessment object. The method allows increasing the speed of assessment of the state of information and analytical support, reducing the use of computing resources of decision support systems, developing measures aimed at increasing the efficiency of information and analytical support.

Keywords: information and analytical support, fuzzy cognitive models, computational complexity, system of indicators, fuzzy models.

References

- Rodionov, M. A. (2010). *Informatsionno-analiticheskoe obeshchenie upravlencheskikh resheniy*. Moscow: MIGSU, 400.
- Roy, B. (1996). *Multicriteria methodology for decision aiding*. Springer, 293. doi: <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-2500-1>
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation*. McGraw-Hill, 287.
- Bellman, R. E., Zadeh, L. A. (1970). Decision-Making in a Fuzzy Environment. *Management Science*, 17 (4), 141. doi: <https://doi.org/10.1287/mnsc.17.4.b141>
- Mamdani, E. H., Assilian, S. (1975). An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International Journal of Man-Machine Studies*, 7 (1), 1–13. doi: [https://doi.org/10.1016/s0020-7373\(75\)80002-2](https://doi.org/10.1016/s0020-7373(75)80002-2)
- Sugeno, M. (1985). *Industrial applications of fuzzy control*. Elsevier Science Pub. Co., 269.
- Fuller, R. (1995). *Neural Fuzzy Systems*. Abo Akademi University, 348. Available at: <https://uni-obuda.hu/users/fuller.robert/ln1.pdf>
- Onykiy, B., Artamonov, A., Ananieva, A., Tretyakov, E., Pronicheva, L., Ionkina, K., Suslina, A. (2016). Agent Technologies for Polythematic Organizations Information-Analytical Support. *Procedia Computer Science*, 88, 336–340. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.07.445>
- Manea, E., Di Carlo, D., Depellegrin, D., Agardy, T., Gissi, E. (2019). Multidimensional assessment of supporting ecosystem services for marine spatial planning of the Adriatic Sea. *Ecological Indicators*, 101, 821–837. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.017>
- Xing, W., Goggins, S., Introne, J. (2018). Quantifying the Effect of Informational Support on Membership Retention in Online Communities through Large-Scale Data Analytics. *Computers in Human Behavior*, 86, 227–234. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.04.042>
- Ko, Y.-C., Fujita, H. (2019). An evidential analytics for buried information in big data samples: Case study of semiconductor manufacturing. *Information Sciences*, 486, 190–203. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ins.2019.01.079>
- Çavdar, A. B., Ferhatosmanoğlu, N. (2018). Airline customer lifetime value estimation using data analytics supported by social network information. *Journal of Air Transport Management*, 67, 19–33. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.10.007>
- Ballester-Caudet, A., Campíns-Falcó, P., Pérez, B., Sancho, R., Lorente, M., Sastre, G., González, C. (2019). A new tool for evaluating and/or selecting analytical methods: Summarizing the information in a hexagon. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 118, 538–547. doi: <https://doi.org/10.1016/j.trac.2019.06.015>
- Ramaji, I. J., Memari, A. M. (2018). Interpretation of structural analytical models from the coordination view in building information models. *Automation in Construction*, 90, 117–133. doi: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.02.025>
- Pérez-González, C. J., Colebrook, M., Roda-García, J. L., Rosa-Remedios, C. B. (2019). Developing a data analytics platform to support decision making in emergency and security management. *Expert Systems with Applications*, 120, 167–184. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.11.023>
- Chen, H. (2018). Evaluation of Personalized Service Level for Library Information Management Based on Fuzzy Analytic Hierarchy Process. *Procedia Computer Science*, 131, 952–958. doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.233>
- Chan, H. K., Sun, X., Chung, S.-H. (2019). When should fuzzy analytic hierarchy process be used instead of analytic hierarchy process? *Decision Support Systems*, 125, 113114. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2019.113114>
- Osman, A. M. S. (2019). A novel big data analytics framework for smart cities. *Future Generation Computer Systems*, 91, 620–633. doi: <https://doi.org/10.1016/j.future.2018.06.046>
- Gödri, I., Kardos, C., Pfeiffer, A., Vánca, J. (2019). Data analytics-based decision support workflow for high-mix low-volume production systems. *CIRP Annals*, 68 (1), 471–474. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2019.04.001>
- Harding, J. L. (2013). Data quality in the integration and analysis of data from multiple sources: some research challenges. *ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XL-2/W1, 59–63. doi: <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-xl-2-w1-59-2013>
- Rybak, V. A., Ahmad, S. (2016). Analysis and comparison of existing decision support technology. *Sistemnyi analiz i prikladnaya informatika*, 3, 12–18.
- Rodionov, M. A. (2014). Problems of information and analytical support of contemporary strategic management. *Nauchnyy vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta grazhdanskoy aviatsii*, 202, 65–69.
- Bednář, Z. (2018). Information Support of Human Resources Management in Sector of Defense. *Vojenské rozhledy*, 27 (1), 45–68.
- Palchuk, V. (2017). Suchasni osoblyvosti rozvytku metodiv kontent-monitorynhu i kontent-analizu informatsiynykh potokiv. *Naukovi pratsi Natsionalnoi biblioteki Ukrainy imeni V. I. Vernadskoho*, 48, 506–526.
- Mir, S. A., Padma, T. (2016). Evaluation and prioritization of rice production practices and constraints under temperate climatic conditions using Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14 (4), e0909. doi: <https://doi.org/10.5424/sjar/2016144-8699>
- Kljushin, V. V. (2014). Theoretical and methodological basis for the formation and evaluation of the level of the economic system's strategic economic potential. *Modern Management Technology*, 12 (48). Available at: <https://sovman.ru/article/4805/>
- Bogomolova, I. P., Omel'chenko, O. M. (2014). Analysis of influence factors of economic efficiency on the economy of the integrated structures. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernykh tekhnologii*, 3, 157–162.
- Sherafat, A., Yavari, K., Davoodi, S. M. R. (2014). Evaluation of the Strategy Management Implementation in Project-Oriented Service Organizations. *Acta Universitatis Danubius*, 10 (1), 16–25.

29. Dudnyk, V., Sinenko, Y., Matsyk, M., Demchenko, Y., Zhyvotovskiy, R., Repilo, I. et. al. (2020). Development of a method for training artificial neural networks for intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (2 (105)), 37–47. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.203301>
30. Sova, O., Shyshatskyi, A., Salnikova, O., Zhuk, O., Trotsko, O., Hrokholskyi, Y. (2021). Development of a method for assessment and forecasting of the radio electronic environment. *EUREKA: Physics and Engineering*, 4, 30–40. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001940>
31. Alieinykov, I. V. (2018). Analiz faktoriv, shcho vplyvaiut na operatyvnist protsesu zboru, obrobky i peredachi informatsiyi pro protyvnika pid chas pidhotovky ta vedennia oboronnoi operatsiyi operatyvnoho uhrupuvannia viysk. XVIII nauko-vo-tekhnichnoi konferentsiyi «Stvorennia ta modernizatsiya ozbroiennia i viyskovoï tekhniky v suchasnykh umovakh». Chernihiv, 38.
32. Alieinykov, I. V., Zhyvotovskiy, R. M. (2018). Udoskonalennia informatsiyno-analitychnoho zabezpechennia za rakhunok formuvannia intehrovanoi informatsiynoi systemy upravlinnia viyskamy. Zbirnyk materialiv VI mizhnarodnoi nauko-vo-praktychnoi konferentsiyi «Problemy koordynatsiyi voienno-tekhnichnoi ta oboronno-promyslovoi polityky v Ukraini. Perspektyvy rozvytku ozbroiennia ta viyskovoï tekhniky». Kyiv, 165–166.
33. Kalantaievskaya, S., Pievtsov, H., Kuvshynov, O., Shyshatskyi, A., Yarosh, S., Gatsenko, S. et. al. (2018). Method of integral estimation of channel state in the multiantenna radio communication systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (9 (95)), 60–76. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.144085>
34. Pievtsov, H., Turinskyi, O., Zhyvotovskiy, R., Sova, O., Zvieriev, O., Lanetskii, B., Shyshatskyi, A. (2020). Development of an advanced method of finding solutions for neuro-fuzzy expert systems of analysis of the radioelectronic situation. *EUREKA: Physics and Engineering*, 4, 78–89. doi: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001353>
35. Zuiiev, P., Zhyvotovskiy, R., Zvieriev, O., Hatsenko, S., Kuprii, V., Nakonechnyi, O. et. al. (2020). Development of complex methodology of processing heterogeneous data in intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (9 (106)), 14–23. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208554>
36. Shyshatskyi, A., Zvieriev, O., Salnikova, O., Demchenko, Y., Trotsko, O., Neroznak, Ye. (2020). Complex Methods of Processing Different Data in Intellectual Systems for Decision Support System. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9 (4), 5583–5590. doi: <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/206942020>
37. Koshlan, A., Salnikova, O., Chekhovska, M., Zhyvotovskiy, R., Prokopenko, Y., Hurskyi, T. et. al. (2019). Development of an algorithm for complex processing of geospatial data in the special-purpose geoinformation system in conditions of diversity and uncertainty of data. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (9 (101)), 35–45. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.180197>
38. Mahdi, Q. A., Shyshatskyi, A., Prokopenko, Y., Ivakhnenko, T., Kupriyenko, D., Golian, V. et. al. (2021). Development of estimation and forecasting method in intelligent decision support systems. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (9 (111)), 51–62. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.232718>

DOI: [10.15587/1729-4061.2022.263626](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263626)

IMPLEMENTATION OF DEMAND SYSTEM RESTRICTIONS AND ACCURACY OF QUAIDS MODEL ESTIMATOR ON ANIMAL FOOD DEMAND IN INDONESIA (p. 27–37)

Atiek Iriany

Brawijaya University, Malang City, East Java, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0818-4786>

Jeky Sui

University of San Pedro,

Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4870-204X>

Ratya Anindita

Brawijaya University, Malang City, East Java, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8255-6966>

Nikmatul Khoiriyah

University of Islam Malang, Malang, East Java, Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6818-9485>

Ana Sa'diyah

University of Tribhuwana Tungga Dewi,

Malang, East Java Indonesia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6817-7484>

Demonstration on restrictions and accuracy of an estimator is pivotal since the incomplete restrictions will make the estimator inaccurate that they cannot be used for the need of decision making. In this study, the demand system's three primary requirements-adding up, homogeneity, and symmetry – are examined. This current research was intended to demonstrate restrictions and accuracy of Quadratic Almost Ideal Demand System (QUAIDS) model estimator. The source of the data was referred to the results of National Socio-Economic Survey of Indonesia in 2016, involving 291,414 households in total. Iterated Nonlinear Seemingly Unrelated Regression method was used for the estimation procedure. Parameter estimation is used to calculate the elasticity of animal protein. The results have indicated that the three restrictions of the QUAIDS model estimator, i. e. adding up, homogeneity, and symmetry, have been completed. Further, the estimation made by the QUAIDS model is valid and efficient; therefore, the estimation is potentially used as a means of calculating own and cross price elasticity, either Marshallian or Hicksian. In addition, some other parameters, such as price, income, and income squared, are also employed to calculate income elasticity. The findings show that demand is elastic for all animal proteins, except for eggs, which are inelastic. Beef is most elastic. According to the income elasticity results, all animal proteins are considered luxury foods in Indonesia, except for eggs, which have an income elasticity of less than one. To fulfill Indonesian households' needs for animal protein, the income policy is more suited for beef, while the price strategy is more effective for animal proteins including chicken, milk, fresh fish, and eggs.

Keywords: restrictions, food demand system, adding up, homogeneity, symmetry protein, QUAIDS, marshallian, hicksian, elasticity.

References

1. Carletto, C., Zezza, A., Banerjee, R. (2013). Towards better measurement of household food security: Harmoniz-

- ing indicators and the role of household surveys. *Global Food Security*, 2 (1), 30–40. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2012.11.006>
2. Jackson, T., Marks, N. (1999). Consumption, sustainable welfare and human needs – with reference to UK expenditure patterns between 1954 and 1994. *Ecological Economics*, 28 (3), 421–441. doi: [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(98\)00108-6](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(98)00108-6)
 3. Khoiriyah, N., Anindita, R., Hanani, N., Wahib Muhaimin, A. (2020). Impacts of rising animal food prices on demand and poverty in Indonesia. *Agricultural Social Economic Journal*, 20 (1), 67–78. doi: <https://doi.org/10.21776/ub.agrise.2020.20.1.9>
 4. Dedehouanou, S. F. A., McPeak, J. (2019). Diversify More or Less? Household Income Generation Strategies and Food Security in Rural Nigeria. *The Journal of Development Studies*, 56 (3), 560–577. doi: <https://doi.org/10.1080/00220388.2019.1585814>
 5. Harris, J., Chisanga, B., Drimie, S., Kennedy, G. (2019). Nutrition transition in Zambia: Changing food supply, food prices, household consumption, diet and nutrition outcomes. *Food Security*, 11 (2), 371–387. doi: <https://doi.org/10.1007/s12571-019-00903-4>
 6. Zanin, V., Bacchi, M. R. P., Almeida, A. T. C. de (2019). A demanda domiciliar por arroz no Brasil: abordagem por meio do sistema Quaid's em 2008/2009. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 57 (2), 234–252. doi: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2019.171853>
 7. Ackah, C., Appleton, S. (2007). Food Price Changes and Consumer Welfare in Ghana in The 1990s. CREDIT Research Paper. Available at: <https://www.nottingham.ac.uk/credit/documents/papers/07-03.pdf>
 8. Wostbrock, J. A. G., Sharp, Z. D., Sanchez-Yanez, C., Reich, M., van den Heuvel, D. B., Benning, L. G. (2018). Calibration and application of silica-water triple oxygen isotope thermometry to geothermal systems in Iceland and Chile. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 234, 84–97. doi: <https://doi.org/10.1016/j.gca.2018.05.007>
 9. Wahyuni, D., Purnastuti, L., Mustofa, M. (2016). Analisis elastisitas tiga bahan pangan sumber protein hewani di Indonesia. *Jurnal Economia*, 12 (1), 43. doi: <https://doi.org/10.21831/economia.v12i1.9544>
 10. Jones, A., Mazzi, M. G. (1996). Tobacco consumption and taxation in Italy: an application of the QUAIDS model. *Applied Economics*, 28 (5), 595–603. doi: <https://doi.org/10.1080/00036849600000039>
 11. Coelho, A. B., Aguiar, D. R. D. de, Eales, J. S. (2010). Food demand in Brazil: an application of Shonkwiler & Yen Two-Step estimation method. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, 40 (1), 186–211. doi: <https://doi.org/10.1590/s0101-41612010000100007>
 12. Elijah Obayelu, A., Okoruwa, V. O., Ajani, O. I. Y. (2009). Cross-sectional analysis of food demand in the North Central, Nigeria. *China Agricultural Economic Review*, 1 (2), 173–193. doi: <https://doi.org/10.1108/17561370910927426>
 13. Korir, L., Rizov, M., Ruto, E. (2018). Analysis of household food demand and its implications on food security in Kenya: an application of QUAIDS model. 92nd Annual Conference. Warwick University. Available at: <https://ageconsearch.umn.edu/record/273474/>
 14. Al-Shuaibi, A. M. (2011). An Economic Study of the Demand for Red Meat in the Kingdom of Saudi Arabia using Almost Ideal Demand System. *Trends in Agricultural Economics*, 4 (1), 30–40. doi: <https://doi.org/10.3923/tae.2011.30.40>
 15. Umaroh, R., Pangaribowo, E. H. (2020). Welfare impact of high-nutrient food price increase on Indonesian households: is there role from own-farm production? *Journal of Indonesian Economy and Business*, 35 (1). doi: <https://doi.org/10.22146/jieb.50424>
 16. Anderson, G., Blundell, R. (1983). Testing Restrictions in a Flexible Dynamic Demand System: An Application to Consumers' Expenditure in Canada. *The Review of Economic Studies*, 50 (3), 397. doi: <https://doi.org/10.2307/2297672>
 17. Hayes, D. J., Wahl, T. I., Williams, G. W. (1990). Testing Restrictions on a Model of Japanese Meat Demand. *American Journal of Agricultural Economics*, 72 (3), 556–566. doi: <https://doi.org/10.2307/1243024>
 18. Wang, X., Dan, Z., Cui, X., Zhang, R., Zhou, S., Wenga, T. et. al. (2020). Contamination, ecological and health risks of trace elements in soil of landfill and geothermal sites in Tibet. *Science of The Total Environment*, 715, 136639. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136639>
 19. Ravikumar, B., Ray, S., Eugene Savin, N. (2000). Robust Wald Tests in Sur Systems with Adding-up Restrictions. *Econometrica*, 68 (3), 715–719. doi: <https://doi.org/10.1111/1468-0262.00129>
 20. Roley, V. V. (1983). Symmetry Restrictions in a System of Financial Asset Demands: Theoretical and Empirical Results. *The Review of Economics and Statistics*, 65 (1), 124. doi: <https://doi.org/10.2307/1924416>
 21. Haag, B. R., Hoderlein, S., Pendakur, K. (2009). Testing and imposing Slutsky symmetry in nonparametric demand systems. *Journal of Econometrics*, 153 (1), 33–50. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2009.04.003>
 22. Hummels, D., Lee, K. Y. (2018). The income elasticity of import demand: Micro evidence and an application. *Journal of International Economics*, 113, 20–34. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2018.04.001>
 23. Priyagus, P. (2016). Fungsi Permintaan Marshallian (Marshallian Demand Function). In FORUM EKONOMI, 17 (2).
 24. Faharuddin, Yunita, Mulyana, A., Yamin, M. (2019). Agricultural Households' Food Demand: Evidence from Indonesia. *Asian Journal of Agriculture and Development*, 16 (2), 45–60. doi: <https://doi.org/10.37801/ajad2019.16.2.3>
 25. Kharisma, B., Alisjahbana, A. S., Remi, S. S., Praditya, P. (2020). Application of the Quadratic Almost Ideal Demand System (QUAIDS) Model in the Demand of the Household Animal Sourced Food in West Java. *Agris on-Line Papers in Economics and Informatics*, 12 (01), 23–35. doi: <https://doi.org/10.7160/aol.2020.120103>
 26. Jamil, A. S. (2018). Analysis of Demand for Meat Imports in Indonesia: Error Correction Approach Almost Ideal Demand System. *Jurnal Pangan*, 27 (1), 23–32.
 27. Ahn, Y., Lee, B. C., Lee, S. K. (2020). Analysis of Korean millennials' travel expenditure patterns: an almost ideal demand system approach. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 25 (1), 3–14. doi: <https://doi.org/10.1080/10941665.2019.1578810>
 28. Lades, L. K. (2013). Explaining shapes of Engel curves: the impact of differential satiation dynamics on consumer behavior. *Journal of Evolutionary Economics*, 23 (5), 1023–1045. doi: <https://doi.org/10.1007/s00191-013-0324-6>
 29. Caro, J. C., Ng, S. W., Bonilla, R., Tovar, J., Popkin, B. M. (2017). Sugary drinks taxation, projected consumption and fiscal revenues in Colombia: Evidence from a QUAIDS model. *PLOS ONE*, 12 (12), e0189026. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189026>

30. Taljaard, P. R., Alemu, Z. G., van Schalkwyk, H. D. (2004). The demand for meat in south africa: an almost ideal estimation. *Agrekon*, 43 (4), 430–443. doi: <https://doi.org/10.1080/03031853.2004.9523659>
31. Tefera, N., Desta, M. D., Rashid, S., Kayitakire, F. (2018). A dynamic analysis of food demand patterns and habit effects: Panel evidence from rural households in Ethiopia. *Journal of Agricultural Economics*, 1 (1), 13.
32. Asbi, A., Ramiah, V., Yu, X., Wallace, D., Moosa, N., Reddy, K. (2020). The determinants of recovery from the Black Saturday bushfire: demographic factors, behavioural characteristics and financial literacy. *Accounting & Finance*, 60 (1), 15–46. doi: <https://doi.org/10.1111/acfi.12575>
33. Chelwa, G., Koch, S. F. (2019). The effect of tobacco expenditure on expenditure shares in South African households: A genetic matching approach. *PLOS ONE*, 14 (9), e0222000. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0222000>
34. Ikudayisi, A. A., Omotola, A. M. (2020). Complement-substitution nexus in the Nigerian diet: policy gaps in nutrition. *Agricultural and Resource Economics: International Scientific E-Journal*, 6 (1), 37–49. doi: <https://doi.org/10.51599/are.2020.06.01.03>
35. Poi, B. P. (2012). Easy Demand-System Estimation with Quads. *The Stata Journal: Promoting Communications on Statistics and Stata*, 12 (3), 433–446. doi: <https://doi.org/10.1177/1536867x1201200306>
36. Martin, W., Ivanic, M. (2016). Food Price Changes, Price Insulation, and Their Impacts on Global and Domestic Poverty. *Food Price Volatility and Its Implications for Food Security and Policy*, 101–113. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-28201-5_5
37. Bopape, L., Myers, R. (2007). Analysis of household demand for food in South Africa: Model selection, expenditure endogeneity, and the influence of socio-demographic effects. *African Econometrics Society Annual Conference*, 22.
38. Cornish, A. R., Briley, D., Wilson, B. J., Raubenheimer, D., Schlosberg, D., McGreevy, P. D. (2020). The price of good welfare: Does informing consumers about what on-package labels mean for animal welfare influence their purchase intentions? *Appetite*, 148, 104577. doi: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.104577>
39. Riccioli, F., Moruzzo, R., Zhang, Z., Zhao, J., Tang, Y., Tinacci, L. et. al. (2020). Willingness to pay in main cities of Zhejiang province (China) for quality and safety in food market. *Food Control*, 108, 106831. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106831>
40. Haggblade, S., Me-Nsope, N. M., Staatz, J. M. (2017). Food security implications of staple food substitution in Sahelian West Africa. *Food Policy*, 71, 27–38. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2017.06.003>
41. Dey, M. M. (2000). Analysis of demand for fish in Bangladesh. *Aquaculture Economics & Management*, 4 (1-2), 63–81. doi: <https://doi.org/10.1080/13657300009380261>
42. Suárez-Varela, M. (2020). Modeling residential water demand: An approach based on household demand systems. *Journal of Environmental Management*, 261, 109921. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109921>
43. Bronnmann, J., Loy, J.-P., Schroeder, K. J. (2016). Characteristics of Demand Structure and Preferences for Wild and Farmed Seafood in Germany: An Application of QUAIDS Modeling with Correction for Sample Selection. *Marine Resource Economics*, 31 (3), 281–300. doi: <https://doi.org/10.1086/686692>
44. Gálvez, P., Mariel, P., Hoyos, D. (2016). Application of the quads model to the residential energy demand in Spain. *Revista de Economía Aplicada*, 24 (72).
45. Ananta, P., Jayanti, D., Pandjaitan, S., Ciptawaty, U. (2020). The fish demand at fish auction sites in Lampung: Implementation of the Quadratic Almost Ideal Demand System (QUAIDS) model. *The Future Opportunities and Challenges of Business in Digital Era 4.0*, 179–182. doi: <https://doi.org/10.1201/9780367853778-48>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263416

РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ КЛАСИФІКАЦІЇ МЕТРИК КІБЕРБЕЗПЕКИ (с. 6–18)**С. П. Євсєєв, О. В. Мілов, І. Р. Опірський, О. І. Дунаєвська, О. М. Гук, В. В. Погорелов, К. О. Бондаренко, Н. В. Зверцева, Є. О. Меленті, Б. П. Томашевський**

Розвиток IT-індустрії та обчислювальних ресурсів дозволяє формувати соціокіберфізичні системи (CPSS), які є інтеграцією бездротових мобільних, Інтернет-технологій та комплексуванням Інтернет-речей з технологіями кіберфізичних систем. Для побудови систем захисту у таких системах за умов мінімізації як обчислювальних, так і економічних витрат використовуються різні набори профілів безпеки, які мають забезпечувати безперервність критичних бізнес-процесів. Для оцінки/порівняння рівня безпеки CPSS, як правило, використовуються різні методики оцінки на основі сукупності набору метрик. Метрики безпеки є інструментами надання актуальної інформації про стан рівня безпеки, вартісних характеристик/параметрів як з боку захисту, так і з боку нападу. Однак вибір таких наборів не завжди збігається/зрозумілий середньостатистичній людині. Це, по-перше, призводить до відсутності загальноприйнятого та однозначного визначення, яке означає, що одна система безпечніша, ніж інша. По-друге, не враховує ознак синергізму гібридності сучасних цільових атак. Без цих знань неможливо показати, що метрика справді об'єктивно вимірює рівень безпеки. По-третє, немає універсальної формальної моделі для всіх метрик, яку можна було б використовувати для суворого аналізу. У роботі досліджується можливість визначення базової формальної моделі (класифікатора) для опису та аналізу метрик безпеки. Запропонована модель оцінки рівня захищеності враховує не лише рівень секретності інформаційних ресурсів, рівень забезпечення послуг безпеки, а й дозволяє на основі вимог, що висуваються, сформувати необхідний набір метрик оцінки безпеки, з урахуванням вимог до безперервності бізнес-процесів. Усереднене значення надання послуг безпеки інформаційним ресурсам CPSS складає 0,99, за усередненого значення рівня таємності інформаційних ресурсів 0,8.

Ключові слова: метрики безпеки, модель оцінки безпеки, класифікатор метрик безпеки, синергізм загроз.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263156

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНОЇ МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ (с. 19–26)**Qasim Abbood Mahdi, Basem Abdullah Mohammed, О. Ф. Сальнікова, О. В. Скляр, С. П. Скородід, В. В. Панасюк, А. О. Веретнов, О. В. Шкнай, Є. М. Прокопенко, С. А. Пивоварчук**

Об'єктом зазначеного дослідження є системи підтримки прийняття рішень. Розроблено методику оцінювання інформаційно-аналітичного забезпечення в системах підтримки прийняття рішень. Методика складається з основних етапів: оцінка типу невизначеності стану об'єкту аналізу, розрахунок критеріїв та визначення варіантів розвитку, визначення часу реакції системи, формування вихідного сценарію. Наступними кроками є встановлення цільового стану об'єкту, аналіз варіантів впливу на об'єкт аналізу, отримання проміжних цільових станів об'єкту аналізу та визначення варіантів розвитку об'єкту аналізу.

Розробка методики обумовлена необхідністю виконувати обробку більшої кількості інформації, а методика має помірну обчислювальну складність.

Встановлено, що запропонована методика має обчислювальну складність на 10–15 % менше, у порівнянні з методиками, які використовуються для оцінки ефективності прийнятих рішень з питань менеджменту. Зазначена методика дозволить провести оцінку стану інформаційно-аналітичного забезпечення та визначити ефективні заходи для підвищення ефективності. Методика дозволить проаналізувати можливі варіанти розвитку об'єкту оцінки у кожній фазі розвитку, а також моменти часу, в яких необхідно проводити структурні зміни, які забезпечують перехід у наступну фазу. При цьому враховуються суб'єктивні фактори вибору при пошуку рішень, що формалізуються у вигляді вагових коефіцієнтів при компонентах інтегрального критерію ефективності. Максимізація критеріїв, розрахованих з урахуванням переваг, дає можливість визначити найкращий варіант розвитку об'єкту оцінки. Зазначена методика дозволяє підвищити швидкість оцінки стану інформаційно-аналітичного забезпечення, зменшити використання обчислювальних ресурсів систем підтримки прийняття рішень, виробити заходи, що спрямовані на підвищення ефективності інформаційно-аналітичного забезпечення.

Ключові слова: інформаційно-аналітичне забезпечення, нечіткі когнітивні моделі, обчислювальна складність, система показників, нечіткі моделі.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.263626

ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМНИХ ОБМЕЖЕНЬ ПОПИТУ І ТОЧНІСТЬ ОЦІНКИ МОДЕЛІ QUAIDS НА ПРОДУКТИ ДЛЯ ТВАРИН В ІНДОНЕЗІЇ (с. 27–37)**Atiek Iriany, Jeky Sui, Ratya Anindita, Nikmatul Khoiriyah, Ana Sa'diyah**

Демонстрація обмежень і точності оцінки має вирішальне значення, оскільки неповні обмеження зроблять неточною оцінку, і їх не можна буде використовувати для прийняття рішень. У цьому дослідженні розглядаються три основні вимоги до системи попиту: підсумовування, однорідність та симетрія. Це поточне дослідження було призначене для демонстрації обмежень та точності моделі оцінки квадратичної майже ідеальної системи попиту (QUAIDS). Як джерело даних використовувалися результати Національного

соціально-економічного дослідження Індонезії у 2016 році, в якому взяли участь загалом 291414 домогосподарств. Для процедури оцінки використовувався метод ітерованої нелінійної уявної незв'язаної регресії. Оцінка параметра використовується для розрахунку еластичності білка тварини. Результати показали, що обмеження оцінювача моделі QUAIDS, тобто, додавання, однорідність і симетрія виконані. Крім того, оцінка, зроблена за допомогою моделі QUAIDS, є достовірною та ефективною; отже, ця оцінка потенційно може використовуватися як засіб розрахунку власної та перехресної цінової еластичності, як за Маршаллом, так і за Хіксом. Крім того, деякі інші параметри, такі як ціна, доход і квадрат доходу також використовуються для розрахунку еластичності доходу. Отримані дані показують, що попит на всі тваринні білки еластичний, крім яєць, який є нееластичним. Яловичина є найбільш еластичною. Згідно з результатами еластичності доходу, всі тваринні білки вважаються в Індонезії продуктами розкоші, за винятком яєць, еластичність яких за доходом менша за одиницю. Для задоволення потреб індонезійських домогосподарств у тваринному білку політика доходів більше підходить для яловичини, а цінова стратегія ефективніша для тваринних білків, включаючи курку, молоко, свіжу рибу та яйця.

Ключові слова: обмеження, система потреби в їжі, додавання, однорідність, білок симетрії, QUAIDS, маршаліан, хіксіан, еластичність.