

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259242

**DEVELOPMENT OF PREDICTIVE MODELING AND DEEP LEARNING CLASSIFICATION OF TAXI TRIP TOLLS (p. 6–12)****Suhad Al-Shoukry**

AL-Furat Al-Awsat Technical University, AL-Najaf, Iraq

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6314-9361>**Bushra Jaber M. Jawad**

University of Kerbala, Kerbala, Iraq

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0643-0856>**Zalili Musa**

Universiti Malaysia Pahang, Pahang, Malaysia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1782-6960>**Ahmad H. Sabry**

Universiti Tenaga Nasional, Selangor, Malaysia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2736-5582>

Several studies discussed the predictive modeling of deep learning in different applications such as classifying tissue features from microstructural data, Crude Oil Prices, mechanical constitutive behavior of materials, microbiome data, and mineral prospectively. Commercial navigation includes a wealth of trip-related data, including distance, expected journey time, and tolls that may be encountered along the way. Using a classification algorithm, it is possible to extract drop-off and pickup locations from taxi trip data and estimate if the tour would incur tolls. In this work, let's use the classification learner to create classification models, compare their performance, and export the findings for additional study. The workflow for the classification learner is the same as for the regression learner. The purpose is to make predictions based on fresh data in order to see how well the model performs with new data. To train the model, it's critical to separate the data set. The combined training and validation data is next pre-processed, which involves tasks such as cleaning and developing new features skills. Once the data has been prepared, it's time to begin the supervised machine learning process and test a number of ways to identify the best model, such as the type of model that should be used, the important features, and the best parameters of the model to find the best fit for the considered data. The results of analyzing different predictive multiclass classification models with taxi trip tolls show that it is possible to use a machine learning-based model when we like to avoid road tolls depending on historical data on taxi trip tolls. The outcome of this study can help to expect road tolls from the drop-off and pickup locations of a taxi data.

**Keywords:** Machine learning, deep learning, multi-scale classifications, Taxi trips tolls, Prediction.

**References**

- Holzappel, G. A., Linka, K., Sherifova, S., Cyron, C. J. (2021). Predictive constitutive modelling of arteries by deep learning. *Journal of The Royal Society Interface*, 18 (182), 20210411. doi: <https://doi.org/10.1098/rsif.2021.0411>
- Niu, T., Wang, J., Lu, H., Yang, W., Du, P. (2021). A Learning System Integrating Temporal Convolution and Deep Learning for Predictive Modeling of Crude Oil Price. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17 (7), 4602–4612. doi: <https://doi.org/10.1109/tii.2020.3016594>
- Linka, K., Hillgärtner, M., Abdolazizi, K. P., Aydin, R. C., Itskov, M., Cyron, C. J. (2021). Constitutive artificial neural networks: A fast and general approach to predictive data-driven constitutive modeling by deep learning. *Journal of Computational Physics*, 429, 110010. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcp.2020.110010>
- Wang, Y., Bhattacharya, T., Jiang, Y., Qin, X., Wang, Y., Liu, Y. et al. (2020). A novel deep learning method for predictive modeling of microbiome data. *Briefings in Bioinformatics*, 22 (3). doi: <https://doi.org/10.1093/bib/bbaa073>
- Saxena, P., Maheshwari, A., Maheshwari, S. (2020). Predictive Modeling of Brain Tumor: A Deep Learning Approach. *Innovations in Computational Intelligence and Computer Vision*, 275–285. doi: [https://doi.org/10.1007/978-981-15-6067-5\\_30](https://doi.org/10.1007/978-981-15-6067-5_30)
- Sun, T., Li, H., Wu, K., Chen, F., Zhu, Z., Hu, Z. (2020). Data-Driven Predictive Modelling of Mineral Prospectivity Using Machine Learning and Deep Learning Methods: A Case Study from Southern Jiangxi Province, China. *Minerals*, 10 (2), 102. doi: <https://doi.org/10.3390/min10020102>
- Cantwell, C. D., Mohamied, Y., Tzortzis, K. N., Garasto, S., Houston, C., Chowdhury, R. A. et al. (2019). Rethinking multiscale cardiac electrophysiology with machine learning and predictive modelling. *Computers in Biology and Medicine*, 104, 339–351. doi: <https://doi.org/10.1016/j.combiomed.2018.10.015>
- Miotto, R., Li, L., Kidd, B. A., Dudley, J. T. (2016). Deep Patient: An Unsupervised Representation to Predict the Future of Patients from the Electronic Health Records. *Scientific Reports*, 6 (1). doi: <https://doi.org/10.1038/srep26094>
- Sun, M., Tang, F., Yi, J., Wang, F., Zhou, J. (2018). Identify Susceptible Locations in Medical Records via Adversarial Attacks on Deep Predictive Models. *Proceedings of the 24th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining*. doi: <https://doi.org/10.1145/3219819.3219909>
- Rajkumar, A., Oren, E., Chen, K., Dai, A. M., Hajaj, N., Hardt, M. et al. (2018). Scalable and accurate deep learning with electronic health records. *Npj Digital Medicine*, 1 (1). doi: <https://doi.org/10.1038/s41746-018-0029-1>
- Zhang, J., Wang, P., Gao, R. X. (2019). Deep learning-based tensile strength prediction in fused deposition modeling. *Computers in Industry*, 107, 11–21. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.01.011>
- Li, S., Laima, S., Li, H. (2021). Physics-guided deep learning framework for predictive modeling of bridge vortex-induced vibrations from field monitoring. *Physics of Fluids*, 33 (3), 037113. doi: <https://doi.org/10.1063/5.0032402>
- Beniwal, A., Dadhich, R., Alankar, A. (2019). Deep learning based predictive modeling for structure-property linkages. *Materialia*, 8, 100435. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mtla.2019.100435>
- Reichstein, M., Camps-Valls, G., Stevens, B., Jung, M., Denzler, J., Carvalhais, N., Prabhat (2019). Deep learning and process understanding for data-driven Earth system science. *Nature*, 566 (7743), 195–204. doi: <https://doi.org/10.1038/s41586-019-0912-1>
- How to use less gas when driving with Google Maps. *Popular Science*. Available at: <https://www.popsci.com/diy/fuel-efficient-route-google-maps/>
- TLC Trip Record Data. Available at: <https://www1.nyc.gov/site/tlc/about/tlc-trip-record-data.page>

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.256213

**BUILDING A MODEL FOR MANAGING THE COST AND DURATION OF MOTOR ROAD PROJECTS (p. 13–22)****Anna Kharchenko**

National Transport University, Kyiv, Ukraine

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8166-6389>

**Vitalii Tsybul'skyi**

National Transport University, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-3150-3965>

**Oleksandr Chechuha**

National Transport University, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1643-6354>

**Sergei Zavorotnyi**

Private Enterprise «ELITZEM», Chernihiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2139-8877>

**Ivan Shuliak**

National Transport University, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-0609-731X>

This paper considers the processes of cost management and the duration of road maintenance projects. A conceptual model is proposed to describe the relationship between time, cost, and quality of projects, which is based on the theory of the «silver triangle». Based on the results of studying the influence of factors, a model has been built for determining the cost and duration of road maintenance projects. Multiple optimization approaches to the components of the «silver triangle» of projects were used. The model constructed at the stage of initiating projects for the maintenance of roads, in contrast to the previous ones, is based on the pre-project level of quality indicators.

Owing to the introduction of additional parameters and coefficients, the proposed model of cost management, quality, and duration of road projects was calibrated. The model graph was constructed and optimization was carried out on the example of a long-term road operation project. The algorithm of application of cost and duration management model of highway projects under conditions of uncertainty has been developed, which was checked for adequacy at an estimated error of about 3%. This makes it possible to assert the effectiveness of the devised model for solving tasks related to project management for maintenance.

The model was used to perform calculations based on a real example of the project, which showed that the optimization of the parameters of long-term contracts for the maintenance of highways produces a multiplier effect. This is expressed by reducing the administrative costs of the customer, reducing the responsibility of road services, creating prerequisites for stable financing of road works, the satisfaction of road users, and building strong partnerships between the customer and contractor.

**Keywords:** cost and duration management, maintenance project, long-term maintenance, management model, silver triangle.

**References**

- Piryonesi, S. M., El-Diraby, T. E. (2020). Role of Data Analytics in Infrastructure Asset Management: Overcoming Data Size and Quality Problems. *Journal of Transportation Engineering, Part B: Pavements*, 146 (2), 04020022. doi: <https://doi.org/10.1061/jpeodx.0000175>
- Le, C., Jeong, H. D., Damjanovic, I. (2021). Network Theory-Driven Construction Logic Knowledge Network: Process Modeling and Application in Highway Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147 (10), 04021114. doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0002143](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0002143)
- Haghighi, M. H., Mousavi, S. M., Antuchevičienė, J., Mohagheghi, V. (2019). A new analytical methodology to handle time-cost trade-off problem with considering quality loss cost under interval-valued fuzzy uncertainty. *Technological and Economic Development of Economy*, 25 (2), 277–299. doi: <https://doi.org/10.3846/tede.2019.8422>
- Bai, Q., Miralinaghi, M., Labi, S., Sinha, K. C. (2020). Methodology for analyzing the trade-offs associated with multi-objective optimization in transportation asset management under uncertainty. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 36 (4), 381–401. doi: <https://doi.org/10.1111/mice.12637>
- Luo, X., Wang, F., Wang, N., Qiu, X., Amini, F., Tao, J. (2020). Factor analysis of maintenance decisions for warranty pavement projects using mixed-effects logistic regression. *International Journal of Pavement Engineering*, 23 (3), 683–694. doi: <https://doi.org/10.1080/10298436.2020.1766039>
- Qiao, Y., Saeed, T. U., Chen, S., Nateghi, R., Labi, S. (2018). Acquiring insights into infrastructure repair policy using discrete choice models. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 113, 491–508. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.04.020>
- Barnes, M. (2007). Some origins of modern project management A personal history. *PM World Today*, II (XI). Available at: <https://pmworldlibrary.net/wp-content/uploads/2018/11/Nov2007-Barnes-history-of-modern-project-management.pdf>
- San Cristóbal, J. R., Carral, L., Diaz, E., Fraguera, J. A., Iglesias, G. (2018). Complexity and Project Management: A General Overview. *Complexity*, 2018, 1–10. doi: <https://doi.org/10.1155/2018/4891286>
- Zheng, D. X. M., Ng, S. T. (2005). Stochastic Time-Cost Optimization Model Incorporating Fuzzy Sets Theory and Nonreplaceable Front. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131 (2), 176–186. doi: [https://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9364\(2005\)131:2\(176\)](https://doi.org/10.1061/(asce)0733-9364(2005)131:2(176))
- Harrison, F., Lock, D. (2017). *Advanced project management: a structured approach*. Routledge, 336. doi: <https://doi.org/10.4324/9781315263328>
- Wright, A., Lawlor-Wright, T. (2018). *Project Success and Quality. Balancing the Iron Triangle*. Routledge, 218. doi: <https://doi.org/10.4324/9781351213271>
- Harchenko, A. M., Zavorotnyi, S. M., Cybul's'kiy, V. M. (2021). Informaciynna model' upravlinnya vartisty, tryvalisty ta yakisty proektiv z ekspluatatsynogo utrymannya dorog. *Technical sciences: the analysis of trends and development prospects*. doi: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-109-1-4>
- Kharchenko, A., Zavyiskyy, O., Tsybul'skyi, V., Zavorotnyi, S. (2021). Development of methods for parameters of long-term contracts optimization for operational road maintenance. *Technology Audit and Production Reserves*, 1 (2 (57)), 49–53. doi: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.225532>
- Zavorotnyi, S. M. (2019). Algorithm justification of dependence «time-cost-quality» into long-term contracts with maintenance of roads. *Automobile roads and road construction*, 106, 87–96. Available at: [http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi\\_i\\_stroitelstvo/106/87.pdf](http://publications.ntu.edu.ua/avtodorogi_i_stroitelstvo/106/87.pdf)
- Magalhães-Mendes, J. (2015). Multiobjective Genetic Algorithm-Based for Time-Cost Optimization. *New Developments in Pure and Applied Mathematics*, 88–95. Available at: <http://www.inase.org/library/2015/vienna/bypaper/MAPUR/MAPUR-12.pdf>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259099**  
**DEVISING AN APPROACH TO THE IDENTIFICATION OF SYSTEM USERS BY THEIR BEHAVIOR USING MACHINE LEARNING METHODS (p. 23–34)**

**Vitalii Martovytskyi**

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2349-0578>

**Oleksandr Sievierinov**

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-6327-6405>

**Oleksii Liashenko**

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-0146-3934>

**Yuri Koltun**

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-2680-9978>

**Serhii Liashenko**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8304-9309>

**Viktor Kis**

State Biotechnological University, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7014-4873>

**Vladyslav Sukhoteplyi**

Ivan Kozhedub Kharkiv National  
 Air Force University, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2566-4167>

**Andrii Nosyk**

National Technical University  
 «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4171-1875>

**Dmytro Konov**

Ivan Kozhedub Kharkiv National  
 Air Force University, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3459-0024>

**Dmytro Yevstrat**

Simon Kuznets Kharkiv National University  
 of Economics, Kharkiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-8393-6063>

One of the biggest reasons that lead to violations of the security of companies' services is obtaining access by the intruder to the legitimate accounts of users in the system. It is almost impossible to fight this since the intruder is authorized as a legitimate user, which makes intrusion detection systems ineffective. Thus, the task to devise methods and means of protection (intrusion detection) that would make it possible to identify system users by their behavior becomes relevant. This will in no way protect against the theft of the data of the accounts of users of the system but will make it possible to counteract the intruders in cases where they use this account for further hacking of the system. The object of this study is the process of protecting system users in the case of theft of their authentication data. The subject is the process of identifying users of the system by their behavior in the system. This paper reports a functional model of the process of ensuring the identification of users by their behavior in the system, which makes it possible to build additional means of protecting system users in the case of theft of their authentication data. The identification model takes into consideration the statistical parameters of user behavior that were obtained during the session. In contrast to the existing approaches, the proposed model makes it possible to provide a comprehensive approach to the analysis of the behavior of users both during their work (in a real-time mode) and after the session is over (in a delayed mode). An experimental study on the proposed approach of identifying users by their behavior in the system showed that the built patterns of user behavior using machine learning methods demonstrated an assessment of the quality of identification exceeding 0.95.

**Keywords:** information protection, user identification, behavior model, machine learning methods.

**References**

- Lutsenko, I. (2016). Principles of cybernetic systems interaction, their definition and classification. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5 (2 (83)), 37–44. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.79356>
- The cyber-threat landscape: The digital rush left many exposed. Available at: <https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/cybersecurity-risk-regulatory/library/2021-digital-trust-insights/cyber-threat-landscape.html>
- The Identity Theft Resource Center's Inaugural 2021 Business Aftermath Report Shows the Impacts Identity Crimes Have on Small Businesses. Available at: <https://www.idtheftcenter.org/post/the-identity-theft-resource-centers-inaugural-2021-business-aftermath-report-shows-the-impacts-identity-crimes-have-on-small-businesses/>
- Ghafur, S., Kristensen, S., Honeyford, K., Martin, G., Darzi, A., Aylin, P. (2019). A retrospective impact analysis of the WannaCry cyberattack on the NHS. *Npj Digital Medicine*, 2 (1). doi: <https://doi.org/10.1038/s41746-019-0161-6>
- Gohwong, S. G. (2019). The State of the Art of Cryptography-Based Cyber-Attacks. *International Journal of Crime, Law and Social Issues*, 6 (2). doi: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3546334>
- Tetskyi, A. (2018). The method of selecting measures to protect the web application against attacks. *Advanced Information Systems*, 2 (4), 114–118. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.4.19>
- Khan, F., Kim, J. H., Mathiassen, L., Moore, R. (2021). Data breach management: an integrated risk model. *Information & Management*, 58 (1), 103392. doi: <https://doi.org/10.1016/j.im.2020.103392>
- Alemu, B., Kumar, R., Sinwar, D., Raghuwanshi, G. (2021). Fingerprint Based Authentication Architecture for Accessing Multiple Cloud Computing Services using Single User Credential in IOT Environments. *Journal of Physics: Conference Series*, 1714 (1), 012016. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1714/1/012016>
- Beer, M. I., Hassan, M. F. (2017). Adaptive security architecture for protecting RESTful web services in enterprise computing environment. *Service Oriented Computing and Applications*, 12 (2), 111–121. doi: <https://doi.org/10.1007/s11761-017-0221-1>
- Hussain, M. I., He, J., Zhu, N., Sabah, F., Zardari, Z. A., Hussain, S., Razque, F. (2021). AAAA: SSO and MFA Implementation in Multi-Cloud to Mitigate Rising Threats and Concerns Related to User Metadata. *Applied Sciences*, 11 (7), 3012. doi: <https://doi.org/10.3390/app11073012>
- Gavrylenko, S., Chelak, V., Vassilev, V. (2018). Malicious software identification system provision on the basis of context-free grammars. *Advanced Information Systems*, 2 (2), 101–105. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.2.17>
- Xing, L., Deng, K., Wu, H., Xie, P., Gao, J. (2019). Behavioral Habits-Based User Identification Across Social Networks. *Symmetry*, 11 (9), 1134. doi: <https://doi.org/10.3390/sym11091134>
- Wen, X., Peng, Z., Huang, S., Wang, S., Yu, P. S. (2021). MISS: A Multi-user Identification Network for Shared-Account Session-Aware Recommendation. *Lecture Notes in Computer Science*, 228–243. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-73200-4\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-73200-4_15)
- Yang, Y. (Catherine). (2010). Web user behavioral profiling for user identification. *Decision Support Systems*, 49 (3), 261–271. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2010.03.001>
- Billings, S. A. (1980). Identification of nonlinear systems—a survey. *IEE Proceedings D Control Theory and Applications*, 127 (6), 272. doi: <https://doi.org/10.1049/ip-d.1980.0047>
- Su, X., Yan, X., Tsai, C.-L. (2012). Linear regression. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 4 (3), 275–294. doi: <https://doi.org/10.1002/wics.1198>
- LaValley, M. P. (2008). Logistic Regression. *Circulation*, 117 (18), 2395–2399. doi: <https://doi.org/10.1161/circulationaha.106.682658>
- Kramer, O. (2013). K-Nearest Neighbors. *Intelligent Systems Reference Library*, 13–23. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-38652-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-642-38652-7_2)
- Quinlan, J. R. (1986). Induction of decision trees. *Machine Learning*, 1 (1), 81–106. doi: <https://doi.org/10.1007/bf00116251>
- SVMLight. Support Vector Machine. Available at: [https://www.cs.cornell.edu/people/tj/svm\\_light/](https://www.cs.cornell.edu/people/tj/svm_light/)

21. Zell, A. (1994). *Simulation Neuronaler Netze*. Chap. 5.2. Addison-Wesley.
22. Martovytskyi, V., Ruban, I., Sievierinov, O., Nosyk, A., Lebediev, V. (2020). *Mathematical Model of User Behavior in Computer Systems*. 2020 IEEE International Conference on Problems of Informatics. Science and Technology (PIC S&T). doi: <https://doi.org/10.1109/picst51311.2020.9467944>
23. Ruban, I. V., Martovytskyi, V. O., Kovalenko, A. A., Lukova-Chuiko, N. V. (2019). *Identification in Informative Systems on the Basis of Users' Behaviour*. 2019 IEEE 8th International Conference on Advanced Optoelectronics and Lasers (CAOL). doi: <https://doi.org/10.1109/caol46282.2019.9019446>
24. Ruban, I., Martovytskyi, V., Lukova-Chuiko, N. (2018). *Approach to Classifying the State of a Network Based on Statistical Parameters for Detecting Anomalies in the Information Structure of a Computing System*. *Cybernetics and Systems Analysis*, 54 (2), 302–309. doi: <https://doi.org/10.1007/s10559-018-0032-1>
25. Ruban, I., Martovytskyi, V., Lukova-Chuiko, N. (2016). *Designing a monitoring model for cluster super-computers*. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (2 (84)), 32–37. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2016.85433>
26. Kahn, G., Loiseau, Y., Raynaud, O. (2016). *A tool for classification of sequential data*. ECAI 2016 (Workshop FCA4AI). Available at: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02024913/document>
27. Dia, D., Kahn, G., Labernia, F., Loiseau, Y., Raynaud, O. (2020). *A closed sets based learning classifier for implicit authentication in web browsing*. *Discrete Applied Mathematics*, 273, 65–80. doi: <https://doi.org/10.1016/j.dam.2018.11.016>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259779**  
**ANALYSIS OF THE IMPACT OF PERSONNEL  
 COMPETENCY ON UNCERTAINTY DURING  
 CALIBRATION (p. 35–42)**

**Vladymir Eremenko**

National Technical University of Ukraine  
 «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-4330-7518>

**Valentyn Mokiichuk**

National Technical University of Ukraine  
 «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7400-4467>

**Natalia Pashchenko**

National Aviation University, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7225-8161>

**Olha Samoilenko**

National University of Life and  
 Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7272-5401>

**Olga Priadko**

National University of Life and  
 Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1069-171X>

The object of this study is the assessment of total uncertainty during calibration in terms of assessing the component due to the competence of the personnel. The problems addressed here related to the lack of regulatorily-defined decision criteria regarding the materiality of the impact of the study component; improvement of existing statistics that would minimize errors of the first and second kinds to make a decision on the impact of personnel competence on uncertainty during calibration. A brief interpretation of the results obtained regarding errors of the first and second kinds and insufficient power

of  $E_n$ , the statistics, which are most often used by calibration laboratories, alternative statistics are explained by violation of the conditions of their use. The proposed method based on the modified  $E_n$ -statistics shows the power of more than 95 % and the absence of parcels of the first and second kinds. This is due to the developed modification, which makes it possible to take into consideration the maximum permissible uncertainty. The peculiarity is the flexibility of the formula since the maximum permissible uncertainty is chosen according to metrological rules for the selection of standards. It differs for various measuring instruments; a specialist can be allowed to calibrate a less accurate measuring equipment tools and is not allowed to have high-precision ones. The scope of use of the obtained results can be certified calibration laboratories. This procedure will make it possible to obtain reliable data to devise internal methods for assessing uncertainty during calibration. The conditions for the practical use of the proposed method of assessing the impact of personnel based on the modified  $E_n$ -statistics in calibration laboratories are the presence of calibration methods that largely depend on the competence of the personnel, such as measurement of linear and mechanical quantities.

**Keywords:** calibration laboratories, uncertainty assessment, staff competence, reliability of results, evaluation criteria.

## References

1. ISO/IEC 17025:2017. *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. URL: <https://www.iso.org/ru/standard/66912.html>
2. *How to Assess the Competence of Staff* (2018). EUROLAB «Cook Book» – Doc No. 6. Available at: [https://drive.google.com/file/d/1SiddJN67hJQKjm8sdDesXV3Y5\\_3gONMg/view](https://drive.google.com/file/d/1SiddJN67hJQKjm8sdDesXV3Y5_3gONMg/view)
3. EA-4/02 rev.03 – *Expression of the uncertainty of measurement in calibration*. Available at: <https://www.accredia.it/en/documento/ea-4-02-rev-03-expression-of-the-uncertainty-of-measurement-in-calibration/>
4. *ILAC Policy for Measurement Uncertainty in Calibration*. Available at: <https://ilac.org/?download=123348>
5. ISO/IEC GUIDE 98-3:2008. *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*. Available at: <https://www.iso.org/standard/50461.html>
6. *Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement*. EURACHEM, 133. Available at: [https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/QUAM2012\\_P1.pdf](https://www.eurachem.org/images/stories/Guides/pdf/QUAM2012_P1.pdf)
7. LaDuke, S. D. (2001). *The role of staff development in assuring competence*. *Journal for Nurses in Staff Development (JNSD)*, 17 (5), 221–225. doi: <https://doi.org/10.1097/00124645-200109000-00001>
8. Karthiyayini, N., Rajendran, C. (2021). *An approach for benchmarking service excellence in accredited services of Indian calibration and testing laboratories*. *Materials Today: Proceedings*, 46, 8218–8225. doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.216>
9. Karthiyayini, N., Rajendran, C. (2017). *Critical factors and performance indicators: accreditation of testing- and calibration-laboratories*. *Benchmarking: An International Journal*, 24 (7), 1814–1833. doi: <https://doi.org/10.1108/bij-04-2016-0058>
10. Karthiyayini, N., Rajendran, C., Kumaravel, M. (2018). *Importance-performance analysis (IPA) for testing – and calibration – laboratories in India*. *Benchmarking: An International Journal*, 25 (4), 1232–1244. doi: <https://doi.org/10.1108/bij-12-2016-0190>
11. Macchi Silva, V. V., Ribeiro, J. L. D. (2019). *Obtaining laboratory accreditation – required activities*. *International Journal of Health Care Quality Assurance*, 32 (1), 71–83. doi: <https://doi.org/10.1108/ijhcqa-10-2017-0191>
12. Mossalaeie, M. M. (2009). *Laboratory quality regulations and accreditation standards in Iran*. *Clinical Biochemistry*, 42 (4-5), 316. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2008.09.030>
13. Vlachos, N. A., Michail, C., Sotiropoulou, D. (2002). *Is ISO/IEC 17025 Accreditation a Benefit or Hindrance to Testing Laboratories?*

- The Greek Experience. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15 (6), 749–757. doi: <https://doi.org/10.1006/jfca.2002.1097>
14. Aqidawati, E. E., Sutopo, W., Zakaria, R. (2019). Model to Measure the Readiness of University Testing Laboratories to Fulfill ISO/IEC 17025 Requirements (A Case Study). *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 5 (1), 2. doi: <https://doi.org/10.3390/joitmc5010002>
  15. Belezia, L. C., Almeida, M. F. L. de. (2021). Self-assessment model for testing and calibration laboratories based on ISO/IEC 17025:2017 requirements. *Journal of Physics: Conference Series*, 1826 (1), 012026. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1826/1/012026>
  16. Yeremenko, V. S., Mokiychuk, V. M., Pashchenko, N. V. (2022) Kompetentnist personalu yak skladova nevyznachenosti kalibruvannia. 21 Mizhnarodna naukovo-tekhnichna konferentsiya «Pryladobuduvannia: stan i perspektyvy», 278–281.
  17. ISO/IEC 17043:2010. Conformity assessment – General requirements for proficiency testing. Available at: <https://www.iso.org/ru/standard/29366.html>
  18. ISO 5725-6:1994/COR 1:2001. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 6: Use in practice of accuracy values – Technical Corrigendum 1. Available at: <https://www.iso.org/ru/standard/36204.html>
  19. Sobol', I. M. (1973). Chislennyye metody Monte-Karlo. Moscow: Nauka, Glavnaya redaktsiya fiziko-matematicheskoy literatury, 312. Available at: <https://www.twirpx.com/file/112117>
  20. COOMET R/GM/19:2016. Rukovodstvo po otsenivaniyu dannykh dopolnitel'nykh slicheniy KOOMET. Available at: [https://www.coomet.net/fileadmin/user\\_files/DOCUMENTS/PUBLICATIONS/Recommendations/R\\_19/Recommendation\\_R\\_GM\\_19\\_2016\\_Ru.pdf](https://www.coomet.net/fileadmin/user_files/DOCUMENTS/PUBLICATIONS/Recommendations/R_19/Recommendation_R_GM_19_2016_Ru.pdf)
  21. Kobzar', A. I. (2006). Prikladnaya matematicheskaya statistika. Dlya inzhenerov i nauchnykh rabotnikov. Moscow: Fizmatlit, 816. Available at: <https://www.twirpx.com/file/38184/>

**DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259707**  
**IMPROVING THE METHODOLOGICAL APPROACH TO DETERMINING THE NUMBER OF POSTPOSTGRADUATES PLANNED FOR ADMISSION (p. 43–56)**

**Oleksandr Maistrenko**

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

**Vadym Artamoshchenko**

The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-7734-4210>

**Volodymyr Petushkov**

Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-6393-1062>

**Andrii Shcherba**

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

**Maksim Balandin**

Hetman Petro Sahaydachniy National Army Academy, Lviv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9590-1471>

**Stanislav Stetsiv**

Hetman Petro Sahaydachniy National Army Academy, Lviv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0003-1835-9874>

**Oleksandr Heorhadze**

The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-9306-6660>

**Volodymyr Kharabara**

The National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskiy, Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0001-7912-6578>

**Oleksandr Sivak**

Hetman Petro Sahaydachniy National Army Academy, Lviv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-2451-1863>

The process of managing a higher institution in determining the number of postgraduates who are planned for admission is the object of this study.

The problem that was addressed is the inability to reasonably predict the need for the number of postgraduates to offset the negative consequences of staff turnover in a higher education institution.

An improved method of forecasting the trend of the time series of indicators that form the need for specialists of higher qualification has been proposed.

Special feature of the proposed method is the ability to reasonably determine the number of full-time positions of higher qualification specialists; those dismissed; postgraduates who successfully defended their thesis over a certain period. Due to this feature of this method, it is possible to form reasonable initial data for predicting the negative consequences of staff turnover in a higher education institution.

The scope of practical use of this method for determining the projected indicators is the stage of planning the educational process in a higher education institution.

A comprehensive methodology for determining the number of postgraduates who are planned for admission to postgraduate studies in specialties is proposed.

Applying the suggested procedure can make it possible to obtain the projected data with sufficient accuracy and prevent excessive recruitment, or under-recruitment of postgraduates, which will affect the expenditure of finances and the quality of higher education organization. The projected inaccuracy of the existing approach to determining the number of postgraduates compared to the proposed one is about 35 %.

The peculiarity of the methodology is the ability to justify the number of postgraduates that need to be recruited to graduate school, taking into consideration regional and sectoral contexts. Additionally, a special feature of this procedure is its versatility for any specialty and any institution of higher education.

The scope and conditions for the practical use of this set of techniques for determining the projected indicators is the process of managing a higher education institution when determining the need for postgraduates.

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

**References**

1. Tuhai, A. M., Hoiko, A. F., Yelisevych, M. A., Kryshof, S. D., Voroniuk, O. I. (2014). Naukovo-metodychni zasady pobudovy systemy marketynhovoho upravlinnia kadrovym potentsialom vyshchoho navchalnoho zakladu. Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn, 31, 31–39. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/322454528.pdf>
2. Sychenko, V. V., Rybkina, S. O., Sokolova, E. T. (2021). Human resources policy development management in the higher education system. *Public Administration and Customs Administration*, 3 (30), 44–51. doi: <https://doi.org/10.32836/2310-9653-2021-3.7>
3. Tarasenko, O. S. (2017). Economic security factors in higher education system of Ukraine. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohiy ta dyzainu. Seriya Ekonomichni nauky*, 2 (109), 42–49. Available at: [https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/7276/1/V109\\_P042-049.pdf](https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/7276/1/V109_P042-049.pdf)

4. Levy, A. J., Joy, L., Ellis, P., Jablonski, E., Karelitz, T. M. (2012). Estimating Teacher Turnover Costs: A Case Study. *Journal of Education Finance*, 38 (2), 102–129. Available at: <http://www.jstor.org/stable/23353968>
5. Hoi, N., Zhuk, O. (2020). World experience in improvement of pedagogical staff development motivation system. *Educational Horizons*, 50 (1), 131–135. doi: <https://doi.org/10.15330/obrii.50.1.131-135>
6. Gutsu, E. G., Nyagolova, M. D., Runova, T. A. (2018). Investigation of labor activity motivation of the higher education teacher. *Vestnik of Minin University*, 6 (3), 13. doi: <https://doi.org/10.26795/2307-1281-2018-6-3-13>
7. Hodges, G. W., Tippins, D., Oliver, J. S. (2013). A study of highly qualified science teachers' career trajectory in the deep, rural south: Examining a link between deprofessionalization and teacher dissatisfaction. *School Science and Mathematics*, 113 (6), 263–274. doi: <https://doi.org/10.1111/ssm.12026>
8. Shruieva, A. A. (2019). Tendentsiyi reformuvannya doktorskoi pidhotovky u yevropeiskomu prostori vyshchoi osvity: sotsialnyi vymir zmin. *Osvita dlia XXI stolittia: vyklyky, problemy, perspektyvy: materialy I Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsiyi*. Vol. 1. Sumy, 184–188. Available at: [https://jmm.spu.edu.ua/images/konf\\_I\\_mignarodna\\_29\\_30\\_10\\_2019/Vol.%201.%20Conf.Proceedings.pdf#page=184](https://jmm.spu.edu.ua/images/konf_I_mignarodna_29_30_10_2019/Vol.%201.%20Conf.Proceedings.pdf#page=184)
9. Gandy, R., Harrison, P., Gold, J. (2018). Talent management in higher education: is turnover relevant? *European Journal of Training and Development*, 42 (9), 597–610. doi: <https://doi.org/10.1108/ejtd-11-2017-0099>
10. Weiner, O. D. (2014). How should we be selecting our graduate students? *Molecular Biology of the Cell*, 25 (4), 429–430. doi: <https://doi.org/10.1091/mbc.e13-11-0646>
11. Weingarten, H. P., Hicks, M., Kaufman, A. (Eds.) (2018). *Assessing Quality in Postsecondary Education: International Perspectives*. McGill-Queen's University Press. doi: <https://doi.org/10.2307/j.ctv8bt1jw>
12. Odegov, Yu. G., Labadzhyan, M. G. (2014). *Kadrovaya politika i kadrovoe planirovanie*. Moscow: Izdatel'stvo Yurayt, 444.
13. Protsenko, O. (2019). Training of PhD in Universities of Greek Republic. *The Pedagogical Process: Theory and Practice*, 3-4, 111–116. doi: <https://doi.org/10.28925/2078-1687.2019.3-4.111116>
14. Kaposlyoz, G., Rybchuk, O., Savchenko, A. (2016). Philosophy doctor preparation organization experience in some countries of the European Union. *Military Education*, 1 (33), 132–141. Available at: <http://znp-vo.nouu.org.ua/index.php/2617-1775/article/view/179497>
15. Johnson, M. A. (2017). Contemporary higher education reform in Ecuador: Implications for faculty recruitment, hiring, and retention. *Education Policy Analysis Archives*, 25, 68. doi: <https://doi.org/10.14507/epaa.25.2794>
16. Isa, F. M., Othman, S. N., Muhammad, N. M. N. (2016). Postgraduate Students' Recruitment Strategies in Higher Education Institutions of Malaysia. *International Review of Management and Marketing*, 6 (8S). Available at: <https://www.proquest.com/openview/d4ad4b-05e4c2dbcc787e6a7cd8a23705/1?pq-origsite=scholar&cbl=816339>
17. Mellors-Bourne, R., Metcalfe, J., Pearce, Hooley, E. T. (2014). *Understanding the recruitment and selection of postgraduate researchers by English higher education institutions*. Cambridge: CRAC. Available at: <http://hdl.handle.net/10545/326110>
18. Zhu, X. (2016). *Forecasting Employee Turnover in Large Organizations*. University of Tennessee. Available at: [https://trace.tennessee.edu/utk\\_graddiss/3985](https://trace.tennessee.edu/utk_graddiss/3985)
19. Irani, S., Dwivedi, Y. K., Williams, M. D. (2014). Analysing factors affecting the choice of emergent human resource capital. *Journal of the Operational Research Society*, 65 (6), 935–953. doi: <https://doi.org/10.1057/jors.2012.143>
20. Yarenko, A. (2015). Marketing research of quotations and definition of world currencies inflation risks. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohiy ta dizainu*. Seriya: Ekonomichni nauky, 4, 106–112. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vknutden\\_2015\\_4\\_15](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vknutden_2015_4_15)
21. Maistrenko, O., Ryzhov, Y., Khaustov, D., Tsybulia, S., Nastishin, Y. (2021). Decision-Making Model for Task Execution by a Military Unit in Terms of Queuing Theory. *Military Operations Research*, 26 (1), 59–70. Available at: <https://www.jstor.org/stable/26995958>
22. Openko, P. V., Hohonians, S. Y., Starkova, O. V., Herasymenko, K. V., Yastrebov, M. I., Prudchenko, A. O. (2019). Problem of Choosing a DBMS in Modern Information System. 2019 IEEE International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT). doi: <https://doi.org/10.1109/atit49449.2019.9030517>
23. Gawande, K., Reinhardt, G. Y., Silva, C. L., Bearfield, D. (2013). Comparing Discrete Distributions: Survey Validation and Survey Experiments. *Political Analysis*, 21 (1), 70–85. doi: <https://doi.org/10.1093/pan/mps036>
24. Maistrenko, O., Khoma, V., Shcherba, A., Olshevskiy, Y., Pereverzin, Y., Popkov, O. et. al. (2022). Improving a procedure for determining the factors that influence the need of higher education institutions for specialists of the highest qualification. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (115)), 86–96. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.251027>
25. Yarenko, A. (2015). Systematization of quantitative methods of forecasting market conditions in marketing research. *Visnyk Kyivskoho natsionalnoho universytetu tekhnolohiy ta dizainu*. Seriya: Ekonomichni nauky, 3, 11–18. Available at: [https://knutd.edu.ua/publications/pdf/Visnyk/2015-3/11\\_18.pdf](https://knutd.edu.ua/publications/pdf/Visnyk/2015-3/11_18.pdf)
26. Laburtseva, O. I. (2007). *Osnovy marketynhu i planuvannya*. Kyiv: KNUVD, 136.
27. Kaminskyi, B. A. (2006). *Upravlinnia personalom vyshchykh navchalnykh zakladiv*. Ternopil, 208. Available at: <http://dspace.wnu.edu.ua/bitstream/316497/15542/1/dis-Каміньський-Б.А..pdf>
28. Balabaniuk, Zh. M. (2011). Analiz pokaznykiv rukhu personalu orhanizatsiyi. *Efektyvna ekonomika*, 8. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek\\_2011\\_8\\_9](http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2011_8_9)

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.260136

**THE PRINCIPLE FOR FORMING A PORTFOLIO OF PUBLIC SERVICES BASED ON THE ANALYSIS OF STATISTICAL INFORMATION (p. 57–64)**

**Olena Gavrilenko**

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

**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 Matviychuk**

EU4DigitalUA, Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8778-5298>

**Andrii Piskun**

EU4DigitalUA, Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8662-3257>

**Yuliia Khavikova**

EU4DigitalUA, Kyiv, Ukraine  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1017-3602>

**Olena Khalus**

National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine  
**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-5485-7881>

One of the key goals of digital transformation in Europe is to transfer 100 % of public services online, in particular, by 2030, all key public services should be online.

This process requires the creation of comprehensive services that combine several services provided to the user on one application. The introduction of comprehensive services significantly unloads work of the bodies providing services and significantly simplifies the process of obtaining the results of services for users. Thus, the introduction of comprehensive services significantly improves the process of providing public services for all participants in the process.

The formation of complex services is carried out solely on the principle of combining according to a life (business) event or situation.

However, as practical experience shows, users often apply for several services at the same time, and these services are not connected by one life event. This can be seen by analyzing statistics on the provision of services by service centers.

The use of statistical analysis methods makes it possible to identify a hidden relationship between services. Based on this, a new principle of combining services is formulated. The object of this research is the process of forming a portfolio of services based on this principle.

An algorithm for forming a portfolio and providing recommendations for a decision maker has been developed. Recommendations are represented in the form of sets of services that can be included in the portfolio. The application of this principle will expand the range of comprehensive services at the expense of new portfolios. This will simplify and improve the process of providing services for both authorities and users.

An example of creating a portfolio of services is considered and recommendations for the application of the proposed methodology are given. Dataset of 84 services was analyzed, it was recommended to create 2 portfolios.

**Keywords:** comprehensive public service, principle of association by life event, portfolio of services, interconnectedness of services.

## 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 nadання publichnykh (elektronnykh publichnykh) posluh: Zakon Ukrainy vid 15.07.2021 No. 1689-IX. Verkhovna Rada Ukrainy. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1689-20#Text>
3. Tyschenkova, I. O. (2017). E-services in the activity of public administration of Ukraine. Dnipro: DDUVS, 156. Available at: <https://er.dduvs.in.ua/handle/123456789/935>
4. 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>
5. Zhosan, H. (2020). Development of digitalization in Ukraine. *Economic Analysis*, 30 (1), 44–52. doi: <https://doi.org/10.35774/econ2020.01.02.044>
6. Lakhlyzha, M. I. (2020). Digitalization in Ukraine: concept, problems, prospects and tasks of public administration. *Scientific Herald: Public Administration*, 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)
7. 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>
8. How broadband, digitization and ICT regulation impact the global economy. Available at: <https://www.itu.int/hub/publication/d-pref-bdr-2020/>
9. Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Currency, 192. Available at: <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab>
10. IMD World Digital Competitiveness Ranking 2020. Available at: [https://www.imd.org/globalassets/wcc/docs/release-2020/digital/digital\\_2020.pdf](https://www.imd.org/globalassets/wcc/docs/release-2020/digital/digital_2020.pdf)
11. Digital Economy and Society Index (DESI) 2020. Available at: [https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc\\_id=67082](https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=67082)
12. Digital Economy and Society Index 2021: overall progress in digital transition but need for new EU-wide efforts. Available at: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip\\_21\\_5481/IP\\_21\\_5481\\_EN.pdf](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip_21_5481/IP_21_5481_EN.pdf)
13. EU4DigitalUA. Available at: <https://eu4digitalua.eu/>
14. Schinazi, R. B. (2012). *Probability with Statistical Applications*. Springer, 347. doi: <https://doi.org/10.1007/978-0-8176-8250-7>
15. Shankar, P. M. (2021). *Probability, Random Variables, and Data Analytics with Engineering Applications*. Springer, 473. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-56259-5>
16. Hid z derzhavnykh posluh. Available at: <https://guide.dii.gov.ua/>

АНОТАЦІЇ  
CONTROL PROCESSES

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259242

**РОЗРОБКА ПРОГНОЗУЮЧОГО МОДЕЛЮВАННЯ І КЛАСИФІКАЦІЇ ПОЇЗДОК НА ТАКСІ З ГЛИБОКИМ НАВЧАННЯМ (с. 6–12)**

Suhad Al-Shoukry, Bushra Jaber M. Jawad, Zalili Musa, Ahmad H. Sabry

У кількох дослідженнях обговорювалося прогностичне моделювання глибокого навчання у різних додатках, таких як класифікація характеристик тканин на основі мікροструктурних даних, ціни на сиру нафту, механічну конститутивну поведінку матеріалів, дані мікробіомів та перспективи мінералів. Комерційна навігація включає безліч даних, пов'язаних з поїздкою, включаючи відстань, очікуваний час у дорозі і дорожні збори, які можуть виникнути в дорозі. Використовуючи алгоритм класифікації, можна отримати місця висадки та посадки з даних про поїздки на таксі та оцінити, чи будуть дорожні збори за поїздку. У цій роботі використано засіб навчання класифікації для створення моделей класифікації, порівняння їхньої продуктивності та експорту результатів для додаткового вивчення. Робочий процес для учня класифікації такий самий, як і для учня регресії. Ціль полягає в тому, щоб робити прогнози на основі актуальних даних, щоб побачити, наскільки добре модель працює з новими даними. Для навчання моделі важливо розділити набір даних. Потім об'єднані дані навчання та перевірки проходять попередню обробку, яка включає такі завдання, як очищення та розвиток навичок роботи з новими функціями. Після того, як дані підготовлені, настає час розпочати контрольований процес машинного навчання та протестувати кілька способів визначення кращої моделі, наприклад, тип моделі, яку слід використовувати, важливі функції та кращі параметри моделі, знайти найкращу відповідність для даних, що розглядаються. Результати аналізу різних моделей прогнозу мультікласової класифікації з урахуванням плати за проїзд у таксі показують, що можна використовувати модель, що базується на машинному навчанні, коли ми хочемо уникнути дорожніх зборів залежно від історії даних про плату за поїздки в таксі. Результати цього дослідження можуть допомогти розрахувати дорожні збори у місцях висадки та посадки таксі.

**Ключові слова:** машинне навчання, глибоке навчання, багатомасштабні класифікації, плата за поїздки на таксі, прогнозування.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.256213

**РОЗРОБКА МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ВАРТІСТЮ ТА ТРИВАЛІСТЮ ПРОЕКТІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ (с. 13–22)**

A. М. Харченко, В. М. Цибульський, О. С. Чечуга, С. М. Заворотний, І. С. Шуляк

Розглянуто процеси управління вартістю та тривалістю проектів експлуатаційного утримання автомобільних доріг. Запропонована концептуальна модель для опису взаємозв'язку часу, вартості та якості проектів, яка базується на теорії «срібного трикутника». За результатами дослідження впливу факторів розроблено модель визначення вартості та тривалості проектів експлуатаційного утримання доріг. Використано підходи множинної оптимізації до складових «срібного трикутника» проектів. Розроблена модель на стадії ініціації проектів з експлуатаційного утримання доріг, на відміну від попередніх, заснована на завданому передпроектному рівні якісних показників.

За рахунок введення додаткових параметрів та коефіцієнтів відкалібровано запропоновану модель управління вартістю, якістю та тривалістю проектів автомобільних доріг. Побудовано граф моделі та виконано оптимізацію на прикладі проекту довготривалої експлуатації автомобільної дороги. Розроблено алгоритм застосування моделі управління вартістю та тривалістю проектів автомобільних доріг в умовах невизначеності, який перевірено на адекватність з розрахунковою похибкою біля 3%. Це дає можливість стверджувати про ефективність розробленої моделі для вирішення задач управління проектами з експлуатаційного утримання.

Виконані розрахунки за моделлю на основі реального прикладу проекту показали, що оптимізація параметрів довгострокових контрактів на експлуатаційне утримання автомобільних доріг має мультиплікативний ефект. Це виражається у зменшенні адміністративних витрат замовника, зменшенні відповідальності дорожніх служб, створенні передумов до стабільного фінансування дорожніх робіт, задоволеності користувачів доріг, створенні міцних партнерських відносин між замовником та підрядником.

**Ключові слова:** управління вартістю та тривалістю, проект експлуатаційного утримання, довгострокове утримання, модель управління, срібний трикутник.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259099

**РОЗРОБКА ПІДХІДУ ДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧІВ СИСТЕМИ ЗА ЇХ ПОВЕДІНКОЮ ЗА ДОПОМОГОЮ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ (с. 23–34)**

В. О. Мартовицький, О. В. Северінов, О. С. Ляшенко, Ю. М. Колтун, С. О. Ляшенко, В. М. Кісь, В. М. Сухотеплий, А. М. Носик, Д. В. Конов, Д. І. Євстрат

Однією з найбільших причин, які призводять до порушень безпеки сервісів компаній, - це отримання доступу зловмисником до легітимних облікових записів користувачів системи. Боротися з цим майже неможливо, оскільки зловмисник авторизований, як легітимний користувач, що робить системи виявлення вторгнень не ефективними. Таким чином, актуальним стає задача розробки методів та засобів захисту (виявлення вторгнення), які б давали змогу ідентифікувати користувачів системи за їх поведінкою. Це ні в якому разі не захистить від крадіжки даних облікових записів користувачів системи, але дасть змогу протидіяти зловмисникам у випадках, коли вони використають цей обліковий запис для подальшого злому системи. Об'єкт досліджень - процес захисту користувачів системи у випадку крадіжки їх даних автентифікації. Предмет досліджень - процес ідентифікації користувачів системи за їх поведінкою в системі. В роботі представлено функціональну модель процесу забезпечення ідентифікації користувачів за їх поведінкою в системі, що дозволяє створити додаткові засоби захисту користувачів системи у випадку крадіжки їх даних автентифікації. Модель ідентифікації враховує статистичні параметри поведінки користувача, які були отримані впродовж сеансу. На відміну від існуючих підходів, запропонована модель дозволяє забезпечити комплексний підхід до аналізу поведінки користувачів як під час



його роботи (у режимі реального часу), так і після закінчення сеансу (у відкладеному режимі). Експериментальне дослідження щодо запропонованого підходу ідентифікації користувачів за його поведінкою в системі показало, що побудовані моделі поведінки користувачів з використанням методів машинного навчання показали оцінку якості ідентифікації більше 0.95.

**Ключові слова:** захист інформації, ідентифікація користувача, модель поведінки, методи машинного навчання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259779

#### АНАЛІЗ ВПЛИВУ КОМПЕТЕНТНОСТІ ПЕРСОНАЛУ НА НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ ПІД ЧАС КАЛІБРУВАННЯ (с. 35–42)

В. С. Єременко, В. М. Мокійчук, Н. В. Пащенко, О. В. Самойліченко, О. А. Прядко

Об'єкт дослідження – оцінювання сумарної невизначеності під час калібрування в частині оцінювання складової, обумовленої компетентністю персоналу. Проблеми, що вирішувалися: відсутність регламентованих нормативними документами критеріїв прийняття рішення стосовно суттєвості впливу досліджуваної складової; вдосконалення існуючих статистик, які б дозволили мінімізувати похибки першого та другого роду для прийняття рішення стосовно впливу компетентності персоналу на невизначеність під час калібрування. Стисла інтерпретація отриманих результатів щодо помилок першого та другого роду та недостатньої потужності  $E_n$ -статистики, яку найчастіше використовують калібрувальні лабораторії, альтернативних статистик пояснюються порушенням умов їх використання. Запропонований метод на основі модифікованої  $E_n$ -статистики показує потужність більше 95 % та відсутність посилок першого та другого роду. Це пояснюється розробленою модифікацією, яка дозволяє враховувати максимально допустиму невизначеність. Особливістю є гнучкість формули, оскільки максимально допустиму невизначеність обирають згідно метрологічних правил щодо підбору еталонів. Вона відрізняється для різних засобів вимірювальної техніки, фахівець може бути допущений до калібрування менш точних засобів вимірювальної техніки і не допущений до високоточних. Сферою використання отриманих результатів можуть бути акредитовані калібрувальні лабораторії. Приведена методика дозволить отримувати достовірні дані для розробки внутрішніх методик оцінювання невизначеності під час калібрування. Умовами практичного використання запропонованого методу оцінювання впливу персоналу на основі модифікованої  $E_n$ -статистики в калібрувальних лабораторіях є наявність методів калібрування, які значною мірою залежать від компетентності персоналу, таких як вимірювання лінійних та механічних величин.

**Ключові слова:** калібрувальні лабораторії, оцінювання невизначеності, компетентність персоналу, достовірність результатів, критерії оцінювання.

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.259707

#### УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИЧНОГО ПІДХОДУ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ АСПІРАНТІВ, ЯКІ ПЛАНУЮТЬСЯ ДО ВСТУПУ (с. 43–56)

О. В. Майстренко, В. С. Артамощенко, В. В. Петушков, А. А. Щерба, С. В. Стеців, М. В. Баландін, О. А. Георгадзе, В. І. Харабара, О. І. Сівак

Процес управління закладом вищої в питаннях визначення кількості аспірантів, які плануються до вступу, є об'єктом цього дослідження. Проблемаю, що вирішувалась, є неможливість обґрунтовано спрогнозувати потребу в кількості аспірантів для нівелювання негативних наслідків плинності кадрів у закладі вищої освіти.

Запропоновано удосконалений метод прогнозування тренду часового ряду показників, які формують потребу у фахівцях вищої кваліфікації

Особливістю зазначеного методу є можливість обґрунтовано визначити кількість: штатних посад фахівців вищої кваліфікації; звільнених; випускників аспірантури, які успішно захистили дисертацію за певний період. Завдяки цій особливості цього методу можна сформувані обґрунтовані вихідні дані для прогнозу негативних наслідків плинності кадрів у закладі вищої освіти.

Сфера практичного використання цього методу визначення прогнозованих показників є етап планування освітнього процесу у закладі вищої освіти.

Запропоновано комплексну методику визначення кількості аспірантів, які плануються до вступу в аспірантуру за спеціальностями.

Застосування запропонованої методики може дозволити з достатньою точністю отримати прогнозовані дані та запобігти надлишкового набору, або недонабору аспірантів, що вплине на витрату фінансів та якість організації вищої освіти. Прогнозована неточність існуючого підходу до визначення кількості аспірантів порівняно з запропонованим становить близько 35 %.

Особливістю методики є можливість обґрунтувати кількість аспірантів, яку потрібно набрати до аспірантури з урахуванням регіонального та галузевого контекстів. Також особливістю цієї методики є її універсальність як для будь-якої спеціальності, так і будь-якого закладу вищої освіти.

Сфера та умови практичного використання зазначеної сукупності методик визначення прогнозованих показників є процес управління закладом вищої освіти в питаннях визначення потреби в аспірантах.

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

DOI: 10.15587/1729-4061.2022.260136

#### ПРИНЦИП ФОРМУВАННЯ ПОРТФЕЛЯ ПУБЛІЧНИХ ПОСЛУГ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ СТАТИСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ (с. 57–64)

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

Однією із ключових цілей цифрової трансформації в країнах Європи є переведення 100 % публічних послуг в онлайн, зокрема до 2030 року всі ключові публічні послуги мають бути в онлайні.

Цей процес вимагає створення комплексних послуг, які об'єднують декілька послуг, що надаються користувачу за однією заявою. Впровадження комплексних послуг суттєво розвантажує роботу органів, що надають послуги та суттєво спрощує процес отримання

результатів послуг для користувачів. Отже, запровадження комплексних послуг значно покращує процес надання публічних послуг для усіх учасників процесу.

Формування комплексних послуг здійснюється виключно за принципом об'єднання за життєвою (бізнес) подією або ситуацією.

Але, як показує практичний досвід, користувачі часто звертаються за декількома послугами одночасно, і ці послуги не пов'язані однією життєвою подією. Це можна побачити, якщо проаналізувати статистичні дані про надання послуг центрами надання послуг

Застосування методів статистичного аналізу дозволяє виявляти прихований взаємозв'язок між послугами. На основі цього сформульовано новий принцип об'єднання послуг. Об'єктом дослідження є процес формування портфеля послуг на основі цього принципу.

Розроблено алгоритм формування портфеля та надання рекомендацій для особи, що приймає рішення. Рекомендації представлені у вигляді наборів послуг, які можуть бути включені в портфель. Застосування цього принципу дозволить розширити множину комплексних послуг за рахунок нових портфелів. Це спростить та покращить процес надання послуг як для органів влади, так і для користувачів.

Розглянуто приклад створення портфеля послуг та наведено рекомендації щодо застосування запропонованої методики. Було проаналізовано датасет з 84 послуг, рекомендовано створити 2 портфелі.

**Ключові слова:** комплексна публічна послуга, принцип об'єднання за життєвою подією, портфель послуг, взаємопов'язаність послуг.