



## INFORMATION TECHNOLOGIES

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210535

**DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR MAKING MULTI-STAGE MANAGEMENT DECISIONS AT INDUSTRIAL ENTERPRISES**

page 4–9

**Solodovnik Ganna**, PhD, Associate Professor, Department of Computer Science and Information Technology, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Ukraine, e-mail: solodovnik@kn-it.info, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6323-5083>

**Deynega Alena**, Department of Computer Science and Information Technology, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Ukraine, e-mail: deynega20071998@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4741-5759>

The object of research is the process of making managerial decisions, which requires an analysis of the sequence of decisions and external factors, in the case when one set of strategies of the subject of control and states of the external environment generates another state of this type.

The study is devoted to the issues of automation of management processes of socio-economic systems, namely, the creation of a model and software implementation of the process of making multi-stage decisions at a manufacturing enterprise. The production system is a complex dynamic system, therefore it is characterized by uncertainty in its functioning, as well as a large number of heterogeneous elements and connections, multivariate development. These characteristics of the system, as well as the fundamental uncertainty of external factors of functioning, necessitate the analysis of a large amount of information, which is inherent in uncertainty and incompleteness. Therefore, it is important to create automated management decision-making support systems.

The objective of research is to create a rational choice model in a situation where there are two (or more) sequential sets of decisions, and subsequent decisions are based on the results of the previous ones. This situation assumes the presence of two (or more) multiple states of the external environment. That is, a whole chain of decisions appears, arising from each other and corresponding to events that occur with a certain probability. To solve this type of problem, the game-theoretic apparatus of multi-stage games with nature is used.

In order to carry out experiments with the model, its software implementation has been developed. The paper reviews the existing analogues, analyzes the input and output data of the model. Within the framework of the object-oriented programming methodology, an activity diagram is built, the functionality of the actors is determined, and a description of the functional model is made.

By conducting experiments with the model, it is possible to improve the validity of management decisions. The advantages of the developed automated system in comparison with known analogues: support for multi-stage management decisions, providing opportunities for saving and correcting results.

**Keywords:** multi-stage solution, automated system, risk management, activity diagram, functional model.

**References**

1. Brumnik, R., Klebanova, T., Guryanova, L., Kavun, S., Trydid, O. (2014). Simulation of Territorial Development Based on Fiscal Policy Tools. *Mathematical Problems in Engineering*, 2014, 1–14. doi: <http://doi.org/10.1155/2014/843976>
2. Daradkeh, Y., Guryanova, L., Kavun, S., Klebanova, T. (2012). Forecasting the cyclical dynamics of the development territories: Conceptual approaches, models, experiments. *European Journal of Scientific Research*, 74 (1), 5–20
3. Vitlinskyi, V. V., Velykoivanenko, H. I. (2004). *Ryzykolojiia v ekonomitsi ta pidpriemnytstvi*. Kyiv: KNEU, 120.
4. Solodovnyk, H. V. (2016). *Instrumentalni zasoby modeliuвання sotsialno-ekonomichnykh system*. Kharkiv: Rozhko S. H., 122.
5. Akdere, M. (2011). An analysis of decision-making process in organizations: Implications for quality management and systematic practice. *Total Quality Management & Business Excellence*, 22 (12), 1317–1330. doi: <http://doi.org/10.1080/14783363.2011.625180>
6. Lee, M., Stinson, D. (2014). Organizational decision making models: comparing and contrasting to the stinson wellness model. *European Journal of Management*, 14 (3), 13–28. doi: <http://doi.org/10.18374/ejm-14-3.2>
7. Tohidi, H., Jabbari, M. M. (2012). Decision role in management to increase effectiveness of an organization. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 31, 825–828. doi: <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.149>
8. Negulescu, O., Doval, E. (2014). The Quality of Decision Making Process Related to Organizations' Effectiveness. *Procedia Economics and Finance*, 15, 858–863. doi: [http://doi.org/10.1016/s2212-5671\(14\)00548-6](http://doi.org/10.1016/s2212-5671(14)00548-6)
9. Harris, J. G., Davenport, T. H. (2005). Automated decision making comes of age. *MIT Sloan Management Review*, 46 (4).
10. Abishov, N., Asan, D., Kanat, A., Erkisheva, Z. (2014). Development of an Automated Information System University Management. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 143, 550–554. doi: <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.07.434>
11. Sheshasaayee, A., Bhargavi, K. (2017). A study of automated decision making systems. *Research Inventy: International Journal of Engineering And Science*, 7, 28–31
12. Mousavi, S. M., Vahdani, B., Tavakkoli-Moghaddam, R., Ebrahimnejad, S., Amiri, M. (2012). A multi-stage decision-making process for multiple attributes analysis under an interval-valued fuzzy environment. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 64 (9-12), 1263–1273. doi: <http://doi.org/10.1007/s00170-012-4084-5>
13. Tamošaitienė, J., Zavadskas, E. K. (2013). The Multi-stage Decision Making System for Complicated Problems. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 82, 215–219. doi: <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.06.248>
14. Labsker, L. G., Ianovskaia, E. V. (2002). Obschaia metodika konstruirovaniia kriteriev optimalnosti reshenii v usloviikh riska i neopredelennosti. *Finansovii menedzhment*, 5, 58–74.
15. Voronotsova, G. V. (2010). *Osnovne napravleniia adaptatsii sistemy upravleniia predpriatiem v konkurentnoi srede*.
16. Zaitsev, M. G., Variukhin, S. E. (2008). *Metody optimizatsii upravleniia i priiniatiia reshenii: primery, zadachi, keisy*. Moscow: Izdatelstvo «Delo» ANKH, 664.
17. Booch, G., Maksimchuk, R. A., Engle, M. W., Young, B. J., Conallen, J., Houston, K. A. (2007). *Object-Oriented Analysis and Design with Applications*. Addison-Wesley Professional, 720.

18. Rosenberg, D., Scott, K. (1999). *Use Case Driven Object Modeling with UML: A Practical Approach*. Addison-Wesley Professional, 188.
19. Solodovnyk, H. V. (2018). Modeliuvannia bahatokrokovykh upravlynskykh rishen. *Yevropeyskyi vektor modernizatsii ekonomiky: kreatyvmist, prozorist ta stalji rozvytok. Chastyna 1*. Kharkiv, 191–194.
20. Fowler, M., Scott, K. (1999). *UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language*. Addison Wesley Object Technology Series, 192.
21. Shakhovska, N. B., Holoshchuk, R. O. (2011). *Alhorytmy i struktury danykh*. Lviv: Mahnoliia, 238.

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210671

## DESIGN OF INFORMATION TECHNOLOGY CLASSIFICATION BASED ON MEDICAL DATA

page 10–14

**Mulesa Oksana**, PhD, Associate Professor, Department of Cybernetics and Applied Mathematics, State Higher Educational Institution «Uzhgorod National University», Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6117-5846>, e-mail: [mulesa.oksana@gmail.com](mailto:mulesa.oksana@gmail.com)

**Snytyuk Vitaliy**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of Faculty of Information Technology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9954-8767>, e-mail: [snytyuk@gmail.com](mailto:snytyuk@gmail.com)

**Trombola Mykhailo**, Postgraduate Student, Department of Cybernetics and Applied Mathematics, State Higher Educational Institution «Uzhgorod National University», Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5044-799X>, e-mail: [mishatrombola@gmail.com](mailto:mishatrombola@gmail.com)

**Iozkevych Viktoriia**, Lecturer, Department of Pediatric Dentistry, State Higher Educational Institution «Uzhgorod National University», Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0080-467X>

Decision-making processes associated with assigning a person to a risk group for diseases are accompanied by the need to analyze large volumes of medical and social data. At the same time, a qualified doctor must operate both the patient's personal data and the relevant treatment protocols and instructions. Early prediction of the risks of disease occurrence allows medical workers to plan, develop a system of preventive measures, and the like. Therefore, the object of research is to support and provide information and analytical support for decision-making processes for early predicting the risks of diseases in individuals based on medical data. Such support is necessary to analyze the experience of a medical worker, which is recorded in the form of statistical data. One of the most problematic areas at the design and implementation stage of relevant information technology is the collection and analysis of statistical data on the problem under study.

The study was carried out in accordance with the systematic approach methodology. All stages of the design of information technology for forecasting based on medical data correspond to the stages of a systematic approach: systematization, formalization, goal orientation. The developed technology is based on the classification method based on Wald's sequential analysis.

The research resulted in:

- built a mathematical model of the problem of predicting the risks of disease occurrence as a classification problem;
- a functional diagram of an information and analytical system has been developed to solve the classification problem

based on medical data. The analytical core of the information and analytical system is formed by algorithms for statistical data processing, as well as a classification method based on Wald's sequential analysis;

– experimental verification of the developed technology for the task of predicting the occurrence of dentoalveolar anomalies in children has been performed. Based on the available statistical data, a differential prognostic table was constructed. All calculations are performed. The examples demonstrate the effectiveness of the developed technology.

The developed information technology can be used by medical workers in the process of early forecasting of the risks of disease.

**Keywords:** medical and social data, medical statistics, risk groups, medical services, information and analytical support.

### References

1. Sun, L., Zou, L.-X., Han, Y.-C., Huang, H.-M., Tan, Z.-M., Gao, M. et. al. (2016). Forecast of the incidence, prevalence and burden of end-stage renal disease in Nanjing, China to the Year 2025. *BMC Nephrology*, 17 (1). doi: <http://doi.org/10.1186/s12882-016-0269-8>
2. Li, J.-S., Zhang, Y.-F., Tian, Y. (2016). Medical big data analysis in hospital information system. *Big data on real-world applications*, 65. doi: <http://doi.org/10.5772/63754>
3. Juang, W.-C., Huang, S.-J., Huang, F.-D., Cheng, P.-W., Wann, S.-R. (2017). Application of time series analysis in modelling and forecasting emergency department visits in a medical centre in Southern Taiwan. *BMJ Open*, 7 (11), e018628. doi: <http://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-018628>
4. Steins, K., Matinrad, N., Granberg, T. (2019). Forecasting the Demand for Emergency Medical Services. *Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences*. doi: <http://doi.org/10.24251/hicss.2019.225>
5. Lopes, M. A., Almeida, Á. S., Almada-Lobo, B. (2016). Forecasting the medical workforce: a stochastic agent-based simulation approach. *Health Care Management Science*, 21 (1), 52–75. doi: <http://doi.org/10.1007/s10729-016-9379-x>
6. Park, Y., Ho, J., Vishwanath, S. (2016). *U.S. Patent Application No. 15/092,738*.
7. Amor, L. B., Lahyani, I., Jmaiel, M. (2016). Recursive and Rolling Windows for Medical Time Series Forecasting: A Comparative Study. *2016 IEEE Intl Conference on Computational Science and Engineering (CSE) and IEEE Intl Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (EUC) and 15th Intl Symposium on Distributed Computing and Applications for Business Engineering (DCABES)*, 106–113. doi: <http://doi.org/10.1109/cse-euc-dcabes.2016.169>
8. Kristianto, R. P., Utami, E. (2017). Optimization the parameter of forecasting algorithm by using the genetical algorithm toward the information systems of geography for predicting the patient of dengue fever in district of sragen, Indonesia. *2017 2nd International Conferences on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*, 45–50. doi: <http://doi.org/10.1109/icitisee.2017.8285548>
9. Tymchenko, A. A. (2005). Systemnyi pidkhid do naukovocho doslidzhennia (orhanizatsiino-metodychni aspekty). *Visnyk ChDTU*, 1, 191–197.
10. Mulesa, O. Yu., Snytiuk, V. Ye., Herzanych, S. O. (2020). A fuzzy classification method based on the sequential wald analysis. *Automation of technological and business processes*, 11 (4), 35–42. doi: <http://doi.org/10.15673/atbp.v11i4.1597>
11. Herzanych, S. O., Mulesa, O. Yu. (2018). Alhorytm prohnozuvannia nevnoshuvannia vahitnosti v umovakh pryrodnoho yodnoho defitsytu. *Zdoroze zhenshchyni*, 8 (134), 48–51.

## MATHEMATICAL MODELING

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210504

### DETERMINATION OF THE INFLUENCE AREA OF A BRIDGE CROSSING IN A RIVER STREAM

page 15–19

*Slavinska Olena*, Doctor of Technical Sciences, Professor, Dean of the Faculty of Transport Construction, National Transport University, Kyiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9709-0078>, e-mail: [elenaslavin9@gmail.com](mailto:elenaslavin9@gmail.com)

*Tsynka Anatolii*, First Deputy Director, M. P. Shulgin State Road Research Institute State Enterprise, Kyiv, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0357-2325>, e-mail: [anatolii.tsynka@gmail.com](mailto:anatolii.tsynka@gmail.com)

The object of research is the formation of the influence zone of the bridge crossing in the river flow. The method for determining the length of the zone of influence of the bridge crossing provides for the calculation of such parameters as the specific discharge of floodplains, the length of the zones of compression and spreading, and the full backwater in front of the bridge section. The proposed approach is based on changing the properties of the central stream of the river flow in the zone of artificial influence of the bridge structure. Determination of the flow depth and the inclined free surface is carried out according to the corresponding finite-difference analogs of differential equations describing the change in these quantities. All calculations are made, respectively, for each branch of a flood or flood, for a certain day. Calculations start with a full spreading alignment, where all hydraulic characteristics of the flow have natural values.

The paper presents the calculation of the zone of influence of the bridge crossing on the river Seversky Donets on the T-05-14 highway within the Donetsk region (Ukraine). It has been established that the development of general channel deformations in the channel and on the floodplains occurs in a section from 1195 m to 2144 m long. The distribution of the river flow depth is obtained, which increases from 0.58 m to 2.17 m in the alignment of the bridge crossing after the flood. With an increase in the flow rate of the river flow, the parameters of the compression zone also increase from 246 m to 1382 m, and the spreading zones decrease from 949 m to 762 m. The change in the parameter of the central jet occurs in accordance with the distribution of the compression and spreading zones during the course of the flood. The obtained results are the initial conditions for conducting research on predicting eroded processes in a river flow, taking into account artificial compression in the zone of influence of the bridge crossing.

**Keywords:** bridge crossing, floodplain, influence zone of the bridge, zone of river compression, spreading zone of the river.

#### References

1. Bridge, J. S. (1993). The interaction between channel geometry, water flow, sediment transport and deposition in braided rivers. *Geological Society, London, Special Publications*, 75 (1), 13–71. doi: <http://doi.org/10.1144/gsl.sp.1993.075.01.02>
2. Grenfell, S. E., Ellery, W. N., Grenfell, M. C. (2009). Geomorphology and dynamics of the Mfolozi River floodplain, Kwa-Zulu-Natal, South Africa. *Geomorphology*, 107 (3-4), 226–240. doi: <http://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.12.011>
3. Larsen, E. W., Greco, S. E. (2002). Modeling Channel Management Impacts on River Migration: A Case Study of Woodson Bridge State Recreation Area, Sacramento River, California, USA. *Environmental Management*, 30 (2), 209–224. doi: <http://doi.org/10.1007/s00267-002-2663-1>
4. Larsen, R. J., Ting, F. C. K., Jones, A. L. (2011). Flow Velocity and Pier Scour Prediction in a Compound Channel: Big Sioux River Bridge at Flandreau, South Dakota. *Journal of Hydraulic Engineering*, 137 (5), 595–605. doi: [http://doi.org/10.1061/\(asce\)hy.1943-7900.0000334](http://doi.org/10.1061/(asce)hy.1943-7900.0000334)
5. Okamoto, T., Takebayashi, H., Sanjou, M., Suzuki, R., Toda, K. (2019). Log jam formation at bridges and the effect on floodplain flow: A flume experiment. *Journal of Flood Risk Management*, 13 (S1). doi: <http://doi.org/10.1111/jfr3.12562>
6. Cardoso, A. H., Bettess, R. (1999). Effects of Time and Channel Geometry on Scour at Bridge Abutments. *Journal of Hydraulic Engineering*, 125 (4), 388–399. doi: [http://doi.org/10.1061/\(asce\)0733-9429\(1999\)125:4\(388\)](http://doi.org/10.1061/(asce)0733-9429(1999)125:4(388))
7. Gautam, M. R., Watanabe, K., Ohno, H. (2004). Effect of bridge construction on floodplain hydrology—assessment by using monitored data and artificial neural network models. *Journal of Hydrology*, 292 (1-4), 182–197. doi: <http://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2003.12.026>
8. Fewtrell, T. J., Neal, J. C., Bates, P. D., Harrison, P. J. (2011). Geometric and structural river channel complexity and the prediction of urban inundation. *Hydrological Processes*, 25 (20), 3173–3186. doi: <http://doi.org/10.1002/hyp.8035>
9. Arefev, N. V., Mikhalev, M. A., Skvortsova, O. S. (2008). Obshchii razmyv rusla i ponizhenie urovnia vody v nizhnem befe vodokhranilishnykh gidrouzlov. *Prirodoobustroistvo*, 1, 83–87. Available at: <http://www.ecca-water.net/file/Arefev-N.V.-Obshchiy-razmyv-rusla.pdf>
10. Neilands, R., Gjunsburgs, B., Neilands, R. R. *Theoretical analysis of the method of scour development in time during the flood*. Available at: <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/4859/fulltext>
11. Slavinska, O. S., Kozarchuk, I. A. (2011). Doslidzhennia protsesu zahalnoho rozmyvu v zonakh vplyvu mostovykh perekhodiv z hrupovymy otvoramy. *Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo*, 82, 164–172. Available at: [http://publications.ntu.edu.ua/avtdorogi\\_i\\_stroitelstvo/82/164-172.pdf](http://publications.ntu.edu.ua/avtdorogi_i_stroitelstvo/82/164-172.pdf)
12. Tkachuk, S. H. (2004). *Prohnozuvannia ruslovykh deformatsii na mostovykh perekhodakh. Chastyny 3 i 4*. Kyiv: NTU, 98.

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210556

### COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY CONDITION OF THE ROAD WITH DRAINAGE SYSTEM

page 20–26

*Bubela Andrii*, PhD, Associate Professor, Department of Transport Construction and Property Management, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: [bubelaandrey@ukr.net](mailto:bubelaandrey@ukr.net), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5619-003X>

The object of research is the process of a comprehensive assessment of the qualitative state of a waterlogged section of a road. Natural and climatic factors affect the state of the road due to changes in the conditions of the water-thermal regime and the movement of vehicles. Water, sudden temperature fluctuations, the impact of heavy transport play



a key role in the life cycle of any transport structure, affecting its transport and operational characteristics. The definition of a complex indicator of the qualitative state is based on a set of individual indicators, it is comprehensively characterized taking into account the influence of the weightings of each parameter and the structural element of the highway. This is taken into account in the multilevel qualimetric model, which consists of two main groups of physical and functional wear. Indicators of physical wear and tear change over time and are characterized by compliance with certain regulatory indicators and requirements. Functional – do not change over time, but depend on the needs of consumers of transport services. The choice of the number of model levels depends on the weight of the technical and functional characteristics of the road section. Information about the site and its constituent properties increases with the number of levels. Their optimal number determines the volume of measurements and calculations when obtaining a complex indicator of the quality state. The research results made it possible to develop a comprehensive method for assessing the quality state of a waterlogged section of a road where it is necessary to arrange a drainage system. The developed method is based on an expert approach for determining physical and functional indicators, the number of which is determined depending on the parameters of the road. The nomenclature of indicators of the qualitative state of a waterlogged section of the road has been substantiated and a model with an optimal number of indicators has been formed, comprehensively and in full, allows one to characterize all its structural elements in terms of physical and functional wear.

**Keywords:** road, water-thermal regime, shallow drainage, qualimetric model.

### References

- Slavinska, O., Savenko, V., Kharchenko, A., Bubela, A. (2017). Development of a mathematical model of evaluation of road-and-transport assets as a component of information-and-management system. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6 (4 (90)), 45–57. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.118798>
- Slavinska, O., Stozhka, V., Kharchenko, A., Bubela, A., Kvatadze, A. (2019). Development of a model of the weight of motor roads parameters as part of the information and management system of monetary evaluation. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (3 (97)), 46–59. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.156519>
- Herold, M., Dar, R., Smadi, O., Noronha, V. (2004). *Road condition mapping with hyperspectral remote sensing*. Available at: [https://www.researchgate.net/publication/228608996\\_Road\\_condition\\_mapping\\_with\\_hyperspectral\\_remote\\_sensing](https://www.researchgate.net/publication/228608996_Road_condition_mapping_with_hyperspectral_remote_sensing)
- Puri, E. R. (2017). Development of Parameters of Road Conditions based on Road User/Citizen Satisfaction. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 3 (5). doi: <http://doi.org/10.12962/j23546026.y2017i5.3174>
- Solodkiy, A., Gorev, A. (2018). Determination of basic factors for the successful implementation of the safe and high-quality roads project. *Transportation Research Procedia*, 36, 741–746. doi: <http://doi.org/10.1016/j.trpro.2018.12.097>
- Leonova, T. I., Kalazhokova, Iu. A. (2015). Kvalimetricheskaia model otsenki kachestva nauchno-tekhnicheskikh rabot. *Fundamentalnye issledovaniia*, 6-1, 143–147. Available at: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=38410>
- Barinov, N. P., Abbasov, M. E. (2016). *O korrektnom ispolzovanii kvalimetricheskikh protsedur pri otsenke nedvizhimosti*. Biblioteka LABRATE.RU. Available at: <http://www.labrate.ru/articles/2016-barinov-abbasov.pdf>
- Oleinikov, B. V., Beskorsii, N. S. (2014). O vliianii shkaly na rezultaty mnogokriterialnogo vybora v metodologii AHP T. Saati. *Obrazovatelnye resursy i tekhnologi*, 1 (4), 331–337. Available at: [https://www.muiv.ru/vestnik/pdf/pp/ot\\_2014\\_1\\_331-337.pdf](https://www.muiv.ru/vestnik/pdf/pp/ot_2014_1_331-337.pdf)
- Tikhomirova, A. N., Sidorenko, E. V. (2012). Modifikatsiia metoda analiza ierarkhii T. Saati dlia rascheta vesov kriteriev pri otsenke innovatsionnykh proektov. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia*, 2. Available at: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=6009>
- Lapidus, A., Makarov, A. (2016). Fuzzy sets on step of planning of experiment for organization and management of construction processes. *MATEC Web of Conferences*, 86, 05003. doi: <http://doi.org/10.1051/mateconf/20168605003>
- MR D 1.2-37641918-884:2017. *Metodychni rekomendatsii z provedennia vartisnoi otsinky avtomobilnykh dorih i sporud na nykh* (2017). Kyiv, 92.
- Sidenko, V. M., Rokas, S. Iu. (1981). *Upravlenie kachestvom v dorozhnom stroitelstve*. Moscow: Transport, 252.
- Slavinska, O. S. (2016). Application of transformation assessment tasks highways management methodology of property evaluation road on the basis of transformation. *Roads and road construction*, 96, 104–111.
- Bubela, A. V. (2016). Project management of estimates of the roads based on consideration of the technical state. *Roads and road construction*, 97, 50–55.
- Slavinska, O. S. (2016). Metodolohiia mainovoi otsinky avtomobilnoi dorohy, yak obiekta derzhavnoi vlasnosti. *Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo*, 97, 70–77.
- Bubela, A. V. (2016). Vykorystannia dyferentsiinoho metodu v proektakh budivnytstva avtomobilnoi dorohy dlia obliku ta otsinky aktyviv dorozhnogo hospodarstva. *Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo*, 98, 22–29.
- DBN V.2.3-4:2015. *Avtomobilni dorohy. Proektuvannia. Budivnytstvo. Vved. 2016-04-01* (2015). Kyiv: DP «Ukrarkhbudinform», 104.

## REPORTS ON RESEARCH PROJECTS

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.208400

### DEVELOPMENT OF A MULTI-AGENT SYSTEM FOR SOLVING DOMAIN DICTIONARY CONSTRUCTION PROBLEM

page 27–30

**Yaremenko Vadym**, Postgraduate Student, Assistant, Department of System Design, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8557-6938>, e-mail: [yaremenko.v.s@gmail.com](mailto:yaremenko.v.s@gmail.com)

-----  
**Syrotiuk Oleksandr**, Department of System Design, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: [alexandr.syrotiuk.dev@gmail.com](mailto:alexandr.syrotiuk.dev@gmail.com), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4531-6290>

The object of research is the use of multi-agent systems for text data mining. The need for this study arose with a tendency to increase the amount of textual information generated in the world. Accordingly, it is necessary to develop and

research methods of its processing, as well as ways to use the results of this processing, because the methods can't exist in isolation from practice. At the same time, there is a development of multi-agent systems (MAS), where agents are endowed with some kind of intelligence, these systems can be easily scaled. The use of MAS for text analysis is a promising area.

The following methods of text data analysis were used in this study: TF-IDF and RAKE methods, Word2Vec neural network models, and TextRank. The algorithms were compared for their work and the results were compared. The corpus of documents (10–12 texts, 5732–12331 words) from the subject areas of physics and biology were used as a test set. According to the results of the study, one method was chosen, on the basis of which the MAS was built to solve the problem. Additionally, Schulze methods (with one and several winners) were used for voting. With the received system additional researches concerning accuracy and speed of work, and also – influence are carried out system parameters for its operation.

It has been found that TF-IDF-based analysis is useful for finding terms in documents with a weak context. The resulting system shows an accuracy of 75 % (3 of the 4 words proposed by the system are terms). The maximum operating time on test cases is 2–3 seconds, which is achieved through the use of parallel calculations and modification of the Schulze method. The results obtained in this paper are heuristic (ontology is a rather vague concept) and require additional elaboration by experts in the relevant fields. However, the results are positive within this experiment.

**Keywords:** TF-IDF, RAKE, TextRank, Word2Vec, Schulze method, text data, frequency analysis, parallel computing, multi-agent system.

**References**

1. Mikolov, T., Le, Q. V., Sutskever, I. (2013). Exploiting Similarities among Languages for Machine Translation. *ArXiv*. Available at: <https://arxiv.org/abs/1309.4168>
2. Wu, H. C., Luk, R. W. P., Wong, K. F., Kwok, K. L. (2008). Interpreting TF-IDF term weights as making relevance decisions. *ACM Transactions on Information Systems*, 26 (3), 1–37. doi: <http://doi.org/10.1145/1361684.1361686>
3. Aref, M. M. (2003). A multi-agent system for natural language understanding. *IEMC'03 Proceedings. Managing Technologically Driven Organizations: The Human Side of Innovation and Change (IEEE Cat. No.03CH37502)*, 36–40. doi: <http://doi.org/10.1109/kimas.2003.1245018>
4. Fum, D., Guida, G., Tasso, C. (1988). A distributed multi-agent architecture for natural language processing. *Proceedings of the 12th conference on Computational linguistics*, 812–814. doi: <http://doi.org/10.3115/991719.991801>
5. Mihalcea, R., Tarau, P. (2004). TextRank: Bringing Order into Text. *Proceedings of the 2004 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, 404–411.
6. Rose, S. R., Engel, D., Cramer, N., Cowley, W. (2010). Automatic keyword extraction from individual documents. *Text Mining*. doi: <http://doi.org/10.1002/9780470689646.ch1>
7. Twardowski, B., Ryzko, D. (2014). Multi-agent Architecture for Real-Time Big Data Processing. *2014 IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences on Web Intelligence (WI) and Intelligent Agent Technologies (IAT)*, 3, 333–337. doi: <http://doi.org/10.1109/wi-iat.2014.185>
8. Kiran, M., Murphy, P., Monga, I., Dugan, J., Baveja, S. S. (2015). Lambda architecture for cost-effective batch and speed big data processing. *2015 IEEE International Conference on Big Data (Big Data)*, 2785–2792. doi: <http://doi.org/10.1109/bigdata.2015.7364082>

9. Singh, K., Behera, R., Mantri, J. (2019). Big Data Ecosystem: Review on Architectural Evolution. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 335–345. doi: [http://doi.org/10.1007/978-981-13-1498-8\\_30](http://doi.org/10.1007/978-981-13-1498-8_30)
10. Schulze, M. (2018). The Schulze Method of Voting. *ArXiv*. Available at: <https://arxiv.org/abs/1804.02973>
11. Amdahl, G. (2007). Validity of the Single Processor Approach to Achieving Large Scale Computing Capabilities, Reprinted from the AFIPS Conference Proceedings, Vol. 30 (Atlantic City, N. J., Apr. 18–20). *IEEE Solid-State Circuits Newsletter*, 12, 19–20. doi: <http://doi.org/10.1109/n-ssc.2007.4785615>

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210272

**PRESENTATION OF REED-SOLOMON CODES BASED ON AUTOMATON THEORY**

page 31–35

*Semerenko Vasyli, PhD, Associate Professor, Department of Computer Technique, Vinnytsia National Technical University, Ukraine, e-mail: VPSemerenko@ukr.net, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8809-1848>*

The object of research is the processes of error-correcting coding in telecommunication and computer systems. The main attention is paid to Reed-Solomon (RS) codes, which belong to the very widespread error-correcting codes. Despite the 60-year existence of these codes, the complexity of their decoding still remains a problem. This problem is mainly due to the use of an algebraic approach to their description.

The article proposes to use the theory of linear finite-state machine (LFSM) for RS codes as a mathematical basis, which is a combination of the theory of digital filters and finite automaton over nonbinary Galois fields. In the course of research, 12 types of LFSMs are considered for the first time: the recursive LFSMs of 8 types and the non-recursive LFSMs of 4 types.

The recursive LFSMs are used for systematic encoding and form a circuit for dividing of polynomials, and the non-recursive LFSMs are used for non-systematic encoding and form a circuit for multiplying of polynomials. All types of LFSMs give the same result for encoding and decoding, but with different complexity, which is important for practical implementation.

The automaton representation is the most suitable for RS codes, since it takes into account the cyclicity property and other features of these codes to the maximum. In contrast to algebraic methods, automaton decoding methods have a simple software and hardware implementation and high performance. With the help of automaton-graphical models, it can accurately estimate the corrective capability of the code. Automaton representation combines known methods of representing Reed-Solomon codes (polynomial, matrix, algebraic) and provides mutual transitions between them.

The article attention is spare to the fact that automaton methods for encoding and decoding (n, k)-codes of RS using quantum computers give a gain in time n times.

**Keywords:** Reed-Solomon codes, automaton theory, linear finite-state machine (LFSM), decoding, quantum computer.

**References**

1. Luzhetskyyi, V. Semerenko, V. (2019). Automaton Presentations of Reed-Solomon Codes. *Advanced Information and Communication Technologies*. Lviv, 50–53. doi: <http://doi.org/10.1109/aiact.2019.8847892>

2. Sklar, B. (2001). *Digital Communications. Fundamentals and Applications*. Los Angeles: Prentice Hall PTR.
3. Morelos-Zaragosa, R. H. (2002). *The Art of Error Correcting Coding*. Jon Wiley & Sons. doi: <http://doi.org/10.1002/0470847824>
4. Semerenko, V. (2018). Automaton Presentations of Cyclic Codes. *Herald of Vinnytsia Polytechnical Institute*, 2 (137), 89–100.
5. Ifeachor, E. C., Jervis, B. W. (2002). *Digital Signal Processing. A practical Approach*. Los Angeles: Prentice Hall, 925.
6. Friedland, B. (1959). Linear Modular Sequential Circuits. *IRE Transactions on Circuit Theory*, 6 (1), 61–68. doi: <http://doi.org/10.1109/tct.1959.1086529>
7. Gill, A. (1967). *Linear Sequential Circuits. Analysis, Synthesis and Application*. New York, London: McGraw-Hill Book Company, 215.
8. Milovanovic, E., Stojicev, M., Milovanovic, I., Nikolic, T. (2015). Concurrent Generation of Pseudo Random Numbers with LFSR of Fibonacci and Galois Type. *Computing and Informatics*, 34, 941–958.
9. Semerenko, V. P. (2011). Dekodirovanie kodov Rida-Solomona na osnovе grafovoi i avtomatnoi modelei. *Elektronoe modelirovanie*, 1, 57–72.
10. Solovyev, V. M. (2015). Quantum Computers and Quantum Algorithms. Part 1. Quantum Computers. *Izvestiya of Saratov University. New Series. Series: Mathematics. Mechanics. Informatics*, 15 (4), 462–477. doi: <http://doi.org/10.18500/1816-9791-2015-15-4-462-477>
11. Calderbank, A. R., Rains, E. M., Shor, P. M., Sloane, N. J. A. (1998). Quantum error correction via codes over GF(4). *IEEE Transactions on Information Theory*, 44 (4), 1369–1387. doi: <http://doi.org/10.1109/18.681315>
12. Häffner, H., Hänsel, W., Roos, C. F., Benhelm, J., Chek-al-kar, D., Chwalla, M. et. al. (2005). Scalable multiparticle entanglement of trapped ions. *Nature*, 438 (7068), 643–646. doi: <http://doi.org/10.1038/nature04279>

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210151

## MEASUREMENT OF MATERIAL SURFACE DEFECT INTENSITY BY DISTRIBUTED CUMULATIVE HISTOGRAM AND CLUSTERING

page 36–45

**Melnyk Roman**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Software, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4329-6740>, e-mail: [ramelnyk@polynet.lviv.ua](mailto:ramelnyk@polynet.lviv.ua)

**Kvit Roman**, PhD, Associate Professor, Department of Mathematics, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2232-8678>, e-mail: [roman.i.kvit@lpnu.ua](mailto:roman.i.kvit@lpnu.ua)

The object of research is a distributed cumulative histogram of a digital image and its advantages for automated determination of the location and intensity of defects of different nature on the surfaces of materials: metal, paper, etc. The technique considered in the study is aimed at minimization of human interference in the process of material surface control from the moment of its photographing to the moment of making a decision about the surface quality.

Three-dimensional distributed cumulative histogram (DCH) is presented as a two-dimensional image in which the pixel intensity corresponds to the third dimension – the number of pixels of a certain intensity in the original surface image. Informative distributed cumulative histogram (IDCH) is used to recognize black, dark and light defects, and to measure their intensity and location by the clustering algorithm.

The average value of the pixel intensity in the columns and rows of the pixel matrix of the cumulative histogram image is calculated to estimate the intensity of the defects. Measurement of the intensity of defects is carried out in two ways: directly on the image of the surface sample and by comparing the image of the sample and the reference image of the sample without defects. To solve the problem, an algorithm of hierarchical clustering of data to rectangular segments of the surface image is used. In the image, each cluster is marked with a corresponding color of gray. The image for analysis is transformed using segmentation and inversion algorithms. This allows to get more accurate estimates of the intensity of light and dark defects. The clustering algorithm groups the image segments of the surface samples, as well as the images of the distributed cumulative histogram to group the level of surface damage. Distributed cumulative histogram was used to detect defects on the surface of materials as a method of linking the number and intensity of pixels to image coordinates. Cluster analysis helps to find their coordinates and intensity.

In comparison with known approaches, the method has a linear algorithmic complexity to the number of pixels in the input image, which allows to do a significant number of experiments to identify the types of surfaces of materials for use and the features of algorithms.

**Keywords:** distributed cumulative histogram, clustering algorithm, hierarchical tree, histogram image, examples of defects.

### References

1. Wells, L. J., Shafae, M. S., Camelio, J. A. (2016). Automated Surface Defect Detection Using High-Density Data. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 138 (7). doi: <http://doi.org/10.1115/1.4032391>
2. Ahn, I., Kim, C. (2010). Finding defects in regular-texture images. *16th Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision*. Hiroshima, 478–480.
3. Choi, J., Kim, C. (2012). Unsupervised detection of surface defects: A two-step approach. *IEEE International Conference of Image Processing (ICIP)*. Orlando, 1037–1040. doi: <http://doi.org/10.1109/icip.2012.6467040>
4. Martins Luiz, A. O., Padua Flavio, L. C., Paulo, E. M. (2010). Almeida automatic detection of surface defects on rolled steel using computer vision and artificial neural networks. *IECON 2010 – 36th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society*, 1081–1086. doi: <http://doi.org/10.1109/iecon.2010.5675519>
5. Jahanbin, S., Bovik, A. C., Pérez, E., Nair, D. (2009). Automatic inspection of textured surfaces by support vector machines. *Optical Inspection and Metrology for Non-Optics Industries*. doi: <http://doi.org/10.1117/12.825194>
6. Bond, C. (2011). *An efficient and versatile flood fill algorithm for raster scan displays*. Available at: [http://www.crbond.com/papers/fldfill\\_v2.pdf](http://www.crbond.com/papers/fldfill_v2.pdf)
7. Thilagamani, S., Shanthi, N. (2011). A survey on image segmentation through clustering. *International Journal of Research and Reviews in Information Sciences*, 1 (1), 14–17.
8. Defects gallery. Available at: <http://www.winspection.com/surface-inspection.php>
9. Chopade, P. B. (2016). Metal Inspection for Surface defect Detection by Image Thresholding. Available at: <https://www.semanticscholar.org/paper/Metal-Inspection-for-Surface-defect-Detection-by-Lo-hade-Chopade/e321d593df2eab5724f332e6da890d06efd65f25>
10. Jeffrey Kuo, C.-F., Peng, K.-C., Wu, H.-C., Wang, C.-C. (2015). Automated inspection of micro-defect recognition system for color filter. *Optics and Lasers in Engineering*, 70, 6–17. doi: <http://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2015.01.009>



11. Ozturk, S. (2017). Detection of PCB Soldering Defects using Template Based Image Processing Method. *International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering*, 4 (5), 269–273. doi: <http://doi.org/10.18201/ijisae.2017534388>
12. Böttger, T., Ulrich, M. (2016). Real-time texture error detection on textured surfaces with compressed sensing. *Pattern Recognition and Image Analysis*, 26 (1), 88–94. doi: <http://doi.org/10.1134/s1054661816010053>
13. Singhka, D. K., Neogi, H. N., Mohanta, D. K. (2014). Surface defect classification of steel strip based on machine vision. *International Conference on Computing and Communication Technologies. Hyderabad*. doi: <http://doi.org/10.1109/icct2.2014.7066698>
14. Pham, V. H., Lee, B. R. (2014). An image segmentation approach for fruit defect detection using *k*-means clustering and graph-based algorithm. *Vietnam Journal of Computer Science*, 2 (1), 25–33. doi: <http://doi.org/10.1007/s40595-014-0028-3>
15. Zheng, K., Chang, Y.-S., Wang, K.-H., Yao, Y. (2016). Thermographic clustering analysis for defect detection in CFRP structures. *Polymer Testing*, 49, 73–81. doi: <http://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2015.11.009>
16. Xu, R., WunschII, D. (2005). Survey of Clustering Algorithms. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 16 (3), 645–678. doi: <http://doi.org/10.1109/tnn.2005.845141>
17. Naz, S., Majeed, H., Irshad, H. (2010). Image segmentation using fuzzy clustering: A survey. *6th International Conference on Emerging Technologies (ICET)*. Islamabad, 18–19. doi: <http://doi.org/10.1109/icet.2010.5638492>
18. Yi Yang, Dong Xu, Feiping Nie, Shuicheng Yan, Yueting Zhuang. (2010). Image Clustering Using Local Discriminant Models and Global Integration. *IEEE Transactions on Image Processing*, 19 (10), 2761–2773. doi: <http://doi.org/10.1109/tip.2010.2049235>

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210775

**FINDING THE CONDITION OF FINITENESS OF THE DISCRETE SPECTRUM OF A NONSELF-ADJOINT FRIEDRICHS MODEL IN THE CASE OF ONE-DIMENSIONAL PERTURBATION**

page 46–49

*Cheremnikh Eohen*, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Department of Higher Mathematics, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, e-mail: [Ivasyk-G@ukr.net](mailto:Ivasyk-G@ukr.net), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9034-8590>

*Ivasyk Halyna*, PhD, Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, e-mail: [Ivasyk-G@ukr.net](mailto:Ivasyk-G@ukr.net), ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0587-0630>

*Oleksiv Ihor*, PhD, Associate Professor, Department of Higher Mathematics, Lviv Polytechnic National University, Ukraine, e-mail: [Ivasyk-G@ukr.net](mailto:Ivasyk-G@ukr.net), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6210-5172>

The object of this study is the Friedrichs model in the case of one-dimensional perturbation of the multiplication operator by an independent variable. One of the most problematic places in this theory is when the number of eigenvalues is infinite. Therefore, the important is to find the conditions under which there is a finite number of eigenvalues.

In this paper used standard methods of functional analysis, namely: calculation of operator norms, finding of conjugate operator, calculation of functional norms, calculation of operator resolvent with substantiation of resolvent existence conditions. Traditionally, the perturbation of the operator is

presented in a factorized form (i. e. in the form of the product of two operators, one of which acts from the main space to a certain auxiliary space, and the other, conversely, from the auxiliary space to the main one). In addition to the methods of functional analysis, it is possible to work with improper integrals over an infinite interval. Let's emphasize that in this paper let's also use the concepts of smallness by norm and the concept of smallness by dimension. In this case, the dimension of the perturbation operator is one-dimensional.

The following statement is obtained: if it is established that the integral has a finite number of eigenvalues and if it is established that the resolvent tends to zero for  $\sigma \rightarrow \infty$ , then there will be a finite number of eigenvalues on the entire axis. By superimposing a condition on the difference between the perturbation and the conjugate perturbation, let's find the finiteness of the operator spectrum. Due to the fact that there is a finite range of spectrum, let's obtain the opportunity to work with expressions on various topics. This fact greatly simplifies all calculations, regardless of the nature of the studied expressions: mechanical, physical or otherwise.

Due to the finite number of eigenvalues of the perturbed operator, let's obtain the advantage that there is no need to sum up an infinite number of terms in expressions because it would actually be impossible.

**Keywords:** discrete spectrum, Friedrichs model, operator boundedness condition, integral operator, Hilbert space, operator compactness.

**References**

1. Ibragimova, B. M. (2014). The eigenvalues of the Friedrichs model in the one-dimensional case. *The young scientist*, 5, 1–3.
2. Muminov, M. I., Rasulov, T. H. (2014). On the number of eigenvalues of the family of operator matrices. *Nanosystems: physics, chemistry, mathematics*, 5 (5), 619–625.
3. Mamedov, K. R. oglu, Karahan, D. (2015). On an inverse spectral problem for Sturm – Liouville operator with discontinuous coefficient. *Ufa Mathematical Journal*, 7 (3), 119–131. doi: <http://doi.org/10.13108/2015-7-3-119>
4. Naboko, S., Romanov, R. (2004). Spectral singularities and asymptotics of contractive semigroups. *Acta Scientiarum Mathematicarum*, 70, 379–403.
5. Cheremnikh, E. V. (2012). A remark about calculation of the jump of the resolvent in Friedrichs' model. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1 (4 (55)), 37–40. Available at: <http://journals.urau.ua/eejet/article/view/3317>
6. Muminov, Z., Ismail, F., Eshkuvatov, Z., Rasulov, J. (2013). On the Discrete Spectrum of a Model Operator in Fermionic Fock Space. *Abstract and Applied Analysis*, 2013, 1–12. doi: <http://doi.org/10.1155/2013/875194>
7. Muminov, M. E., Shermatova, Y. M. (2016). On finiteness of discrete spectrum of three-particle Schrödinger operator on a lattice. *Russian Mathematics*, 60 (1), 22–29. doi: <http://doi.org/10.3103/s1066369x16010035>
8. Raymond, N. (2017). *Bound states of the magnetic Schrodinger operator. Vol. 27. EMS Tracts in Mathematics*. European Mathematical Society (EMS). Zurich, 394.
9. Cheremnikh, E., Ivasyk, H., Aliksieiev, V., Kuchma, M., Brodyak, O. (2018). Construction of spectral decomposition for non-self-adjoint friedrichs model operator. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (4 (94)), 6–18. doi: <http://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.140717>
10. Diaba, F., Larribi, N., Cheremnikh, E. V. (2016). Finiteness of the point spectrum of transport operator with matricial 2x2 potential. *Global Journal of pure and applied mathematics*, 12 (3), 2561–2571.



# INFORMATION TECHNOLOGIES

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210535

**DEVELOPMENT OF AN AUTOMATED SYSTEM FOR MAKING MULTI-STAGE MANAGEMENT DECISIONS AT INDUSTRIAL ENTERPRISES** page 4–9**Solodovnik G., Deynega A.**

Об'єктом дослідження є процес прийняття управлінських рішень, що потребує аналізу послідовності рішень та зовнішніх факторів, у випадку коли одна сукупність стратегій суб'єкта управління та станів зовнішнього середовища породжує інший стан подібного типу.

Дослідження присвячено питанням автоматизації процесів управління соціально-економічними системами, а саме створенню моделі та програмної реалізації процесу прийняття багатоступінних рішень на виробничому підприємстві. Виробнича система – це складна динамічна система, тому їй притаманні невизначеність у функціонуванні, а також велика кількість неоднорідних елементів та зв'язків, та багатоваріантність розвитку. Ці характеристики системи, а також принципова невизначеність зовнішніх факторів функціонування, обумовлюють необхідність аналізу великої кількості інформації, якій притаманні невизначеність та неповнота. Тому важливим є створення автоматизованих систем підтримки прийняття управлінських рішень.

Задача дослідження полягає у створенні моделі раціонального вибору в ситуації, коли мають місце дві (або більше) послідовних множини рішень, причому наступні рішення ґрунтуються на результатах попередніх. Така ситуація передбачає наявність двох (й більше) множини станів зовнішнього середовища. Тобто з'являється цілий ланцюг рішень, що впливають одне з одного й відповідають подіям, які відбуваються з певною ймовірністю. Для розв'язання такого типу задач використовують теоретико-ігровий апарат багатоступінних ігор з природою.

З метою проведення експериментів з моделлю розроблено її програмну реалізацію. В роботі проведено огляд існуючих аналогів, проаналізовано вхідні та вихідні дані моделі. В рамках методології об'єктно-орієнтованого програмування побудовано діаграму діяльності, визначено функціональні можливості акторів та зроблено опис функціональної моделі.

Завдяки проведенню експериментів з моделлю забезпечується можливість підвищення обґрунтованості управлінських рішень. Перевагами автоматизованої системи, що розробляється, у порівнянні з відомими аналогами є підтримка багатоступінних управлінських рішень, надання можливостей збереження та корегування результатів.

**Ключові слова:** багатоступінне рішення, автоматизована система, управління ризиком, діаграма діяльності, функціональна модель.

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210671

**DESIGN OF INFORMATION TECHNOLOGY CLASSIFICATION BASED ON MEDICAL DATA** page 10–14**Mulesa O., Snytyuk V., Trombola M., Ivazkevych V.**

Процеси прийняття рішень, пов'язані з віднесенням особи до групи ризику виникнення захворювань, супроводжують необхідністю аналізу великих обсягів медико-соціальних даних. При цьому, кваліфікований лікар має оперувати як особистими даними пацієнта, так і релевантними протоколами лікування та інструкціями. Раннє прогнозування ризиків виникнення захворювань дозволяють медичним працівникам здійснювати планування, розробляти систему превентивних заходів тощо. Тому об'єктом дослідження є підтримка та інформаційно-аналітичний супровід процесів прийняття рішень щодо раннього прогнозування ризиків виникнення захворювань у осіб на основі медичних даних. Такий супровід необхідний для аналізу досвіду медичного працівника, який зафіксований у вигляді статистичних даних. Одним з найбільш проблемних місць на етапі проектування та впровадження релевантної інформаційної технології є збір та аналіз статистичних даних щодо досліджуваної проблеми.

Дослідження було виконано відповідно до методології системного підходу. Всі етапи проектування інформаційної технології прогнозування на основі медичних даних відповідають етапам системного підходу: систематизації, формалізації, цілеорієнтації. В основі розробленої технології лежить метод класифікації на основі послідовного аналізу Вальда.

В результаті дослідження було:

- побудовано математичну модель задачі прогнозування ризиків виникнення захворювання як задачі класифікації;
- розроблено функціональну схему інформаційно-аналітичної системи для розв'язання задачі класифікації на основі медичних даних. Аналітичне ядро інформаційно-аналітичної системи утворюють алгоритми статистичної обробки даних, а також метод класифікації на основі послідовного аналізу Вальда;
- виконано експериментальну верифікацію розробленої технології для задачі прогнозування виникнення зубоцелюпних аномалій у дітей. На основі наявних статистичних даних була побудована диференціально-прогностична таблиця. Виконано всі обчислення. На прикладах продемонстровано ефективність розробленої технології.

Розроблена інформаційна технологія може використовуватися медичними працівниками у процесі здійснення раннього прогнозування ризиків виникнення хвороб.

**Ключові слова:** медико-соціальні дані, медична статистика, групи ризику, медичні послуги, інформаційно-аналітичний супровід.



## MATHEMATICAL MODELING

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210504

**DETERMINATION OF THE INFLUENCE AREA OF A BRIDGE CROSSING IN A RIVER STREAM** page 15–19

Slavinska O., Tsynka A.

Об'єктом дослідження є процес формування зони впливу мостового переходу в річковому потоці. Метод визначення довжини зони впливу мостового переходу передбачає розрахунок таких параметрів, як питома витрата заплав, довжина зон стиснення та розтікання, повний підпір перед створом мосту. Запропонований підхід базується на зміні властивостей центральної струмині річкового потоку в зоні штучного впливу мостової споруди. Визначення глибини потоку та похилу вільної поверхні проводиться за відповідними скінченно-різницевиими аналогами диференційних рівнянь, які описують зміну цих величин. Всі розрахунки проводяться відповідно на кожній гілці повені або паводку, на певну добу. Обчислення починаються зі створу повного розтікання, де всі гідравлічні характеристики потоку мають природні значення.

В роботі представлено розрахунок зони впливу мостового переходу на р. Сіверський Донець на автомобільній дорозі Т-05-14 в межах Донецької області (Україна). Встановлено, що розвиток загальних руслових деформацій в руслі та на заплавах відбувається на ділянці довжиною від 1195 м до 2144 м. Отримано розподіл глибини річкового потоку, яка в створі мостового переходу за ходом повені збільшується від 0,58 м до 2,17 м. Визначено межі зон стиснення та розтікання за зміною похилу водної поверхні. Зі збільшенням витрати річкового потоку параметри зони стиснення також збільшуються від 246 м до 1382 м, а зони розтікання – зменшуються від 949 м до 762 м. Зміна параметру центральної струмині відбувається відповідно до розподілу зон стиснення та розтікання за ходом повені. Отримані результати є початковими умовами для проведення досліджень щодо прогнозування розмивних процесів в річковому потоці з урахуванням штучного стиснення в зоні впливу мостового переходу.

**Ключові слова:** мостовий перехід, заплава, зона впливу мосту, зона стиснення річки, зона розтікання річки.

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210556

**COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE QUALITY CONDITION OF THE ROAD WITH DRAINAGE SYSTEM** page 20–26

Bubela A.

Об'єктом дослідження є процес комплексної оцінки якісного стану перезволоженої ділянки автомобільної дороги. Природньо-кліматичні фактори впливають на стан автомобільної дороги за рахунок зміни умов водно-теплого режиму та руху транспортних засобів. Вода, різкі коливання температури, вплив великовагового транспорту відіграють ключову роль в життєвому циклі будь-якої транспортної споруди, впливаючи на її транспортно-експлуатаційні характеристики. Визначення комплексного показника якісного стану ґрунтується на сукупності окремих показників, які його всебічно характеризують з урахуванням впливу вагомостей кожного параметру та конструктивного елементу автомобільної дороги. Це враховується в багаторівневій кваліметричній моделі, яка складається з двох основних груп фізичного та функціонального зносу. Показники фізичного зносу змінюються з часом та характеризуються відповідністю певним нормативним показникам і вимогам. Функціональні – з часом не змінюються, але залежать від потреб споживачів транспортних послуг. Вибір кількості рівнів моделі залежить від вагомості техніко-функціональних характеристик ділянки автомобільної дороги. Інформація про ділянку та про складові її властивостей збільшується з зростанням числа рівнів. Їх оптимальна кількість обумовлює обсяги вимірювань та обчислень при отриманні комплексного показника якісного стану. Результати дослідження дозволили розробити комплексний метод оцінки якісного стану перезволоженої ділянки автомобільної дороги, де необхідно влаштувати дренажну систему. Розроблений метод ґрунтується на експертному підході визначення фізичних та функціональних показників, кількість яких визначається в залежності від параметрів автомобільної дороги. Обґрунтовано номенклатуру показників якісного стану перезволоженої ділянки автомобільної дороги та сформована модель з оптимальною кількістю показників, які всебічно та в повному обсязі дозволяють охарактеризувати всі її конструктивні елементи за фізичним та функціональним зносом.

**Ключові слова:** автомобільна дорога, водно-тепловий режим, дренаж мілкового закладання, кваліметрична модель.

## REPORTS ON RESEARCH PROJECTS

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.208400

**DEVELOPMENT OF A MULTI-AGENT SYSTEM FOR SOLVING DOMAIN DICTIONARY CONSTRUCTION PROBLEM** page 27–30

Yaremchenko V., Syrotiuk O.

Об'єктом дослідження є використання мультиагентних систем для аналізу текстових даних. Необхідність даного дослідження виникла з тенденцією до збільшення кількості текстової інформації, що генерується у світі. Відповідно, потрібно розробляти та досліджувати методи її обробки, а також – способи використання результатів даної обробки, адже методи не можуть існувати у відриві від практики. Одночасно з цим відбувається розвиток мультиагентних систем (МАС), в яких агенти наділені деякого роду інтелектом, дані системи можуть легко масштабуватися. Використання МАС для аналізу текстів є перспективним напрямком.

В даному дослідженні було використані наступні методи аналізу текстових даних: методи TF-IDF та RAKE, моделі нейронних мереж Word2Vec, а також TextRank. Проводилося порівняння алгоритмів на предмет їх роботи та порівняння результатів. У ролі тестового набору було використано корпуси документів (10–12 текстів, 5732–12331 слів) з предметних областей фізика та біологія. За результатами дослідження було обрано один метод, на основі якого було побудовано MAC для вирішення поставленої задачі. Додатково використано методи Шульце (з одним та декількома переможцями) для голосування. З отриманою системою проведені додаткові дослідження щодо точності та швидкості роботи, а також – впливу параметрів системи на її роботу.

Виявлено, що для пошуку термінів в документах зі слабким контекстом доцільним є аналіз на основі TF-IDF. Отримана система показує точність в межах 75 % (3 з 4 запропонованих системою слів є термінами). Максимальний час роботи на тестових корпусах – 2–3 секунди, що досягається за допомогою використання паралельних обчислень та модифікації методу Шульце. Отримані в даній роботі результати є евристичними (онтологія є досить нечітким поняттям) та потребують додаткового опрацювання експертами з відповідних напрямів. Проте результати є позитивними в межах даного експерименту.

**Ключові слова:** TF-IDF, RAKE, TextRank, Word2Vec, метод Шульце, текстові дані, частотний аналіз, паралельні обчислення, мультиагентна система.

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210272

**PRESENTATION OF REED-SOLOMON CODES BASED ON AUTOMATON THEORY** page 31–35

**Semerenco V.**

Об'єктом дослідження є процеси завадостійкого кодування в телекомунікаційних та комп'ютерних системах. Основну увагу звернуто на коди Ріда-Соломона, які належать до найпоширеніших завадостійких кодів. Незважаючи на 60-річний період існування цих кодів, поки що залишається проблемою складність їх декодування. Ця проблема обумовлена головним чином використанням алгебраїчного підходу до їх опису.

В роботі запропоновано використати для кодів Ріда-Соломона як математичну основу теорію лінійних послідовнісних схем, яка є поєднанням теорії цифрових фільтрів та скінчених автоматів в невідйових полях Галуа. В ході досліджень вперше розглядаються 12 типів лінійних послідовнісних схем: 8 типів рекурсивних лінійних послідовнісних схем і 4 типи нерекурсивних лінійних послідовнісних схем. Рекурсивні лінійні послідовнісні схеми використовуються для систематичного кодування та утворюють схему для ділення поліномів, а нерекурсивні лінійні послідовнісні схеми – для несистематичного кодування та утворюють схему для множення поліномів. Всі типи лінійних послідовнісних схем дають однаковий результат при кодуванні та декодуванні, але з різною трудомісткістю, що важливо для практичної реалізації.

Автоматне представлення є найбільш придатним для кодів Ріда-Соломона, оскільки максимально враховує властивість циклічності та інші особливості цих кодів. На відміну від алгебраїчних методів автоматні методи декодування мають просту програмно-апаратну реалізацію та високу швидкодію. За допомогою автоматно-графових моделей можна точно оцінити коректувальну здатність коду. Автоматне представлення об'єднує відомі способи представлення кодів Ріда-Соломона (поліноміальне, матричне, алгебраїчне) та забезпечує взаємні переходи між ними.

В роботі звернуто увагу, що автоматні методи кодування та декодування  $(n, k)$ -кодів Ріда-Соломона за допомогою квантових комп'ютерів дають вииграш в часі в  $n$  разів.

**Ключові слова:** коди Ріда-Соломона, теорія автоматів, лінійна послідовнісна схема (ЛПС), декодування, квантовий комп'ютер.

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210151

**MEASUREMENT OF MATERIAL SURFACE DEFECT INTENSITY BY DISTRIBUTED CUMULATIVE HISTOGRAM AND CLUSTERING** page 36–45

**Melnyk R., Kvit R.**

Об'єктом дослідження є розподілена кумулятивна гістограма цифрового зображення та її переваги для автоматизованого визначення місця розташування та інтенсивності дефектів різної природи на поверхнях матеріалів: металу, паперу тощо. Методика, що розглядається у роботі, направлена на мінімізацію втручання людини в процес контролю поверхні матеріалу від моменту її фотографування до моменту прийняття рішення щодо якості поверхні.

Тривимірна розподілена кумулятивна гістограма (РКГ) представлена у вигляді двовимірного зображення, у якому інтенсивність пікселів відповідає третьому виміру – кількості пікселів певної інтенсивності в оригінальному зображенні поверхні. Інформаційна розподілена кумулятивна гістограма (ІРКГ) використана для розпізнавання чорних, темних і світлих дефектів, а вимірювання їх інтенсивності та знаходження місця розташування здійснюється алгоритмом кластеризації. Обчислене середнє значення інтенсивності пікселів в стовпчиках і рядках матриці пікселів зображення кумулятивної гістограми для оцінки інтенсивності дефектів. Вимірювання інтенсивності дефектів здійснювалося двома способами: безпосередньо на зображенні зразка поверхні та шляхом порівняння зображення зразка та еталонного зображення зразка без дефектів. Для вирішення завдання застосовувався алгоритм ієрархічної кластеризації даних до прямокутних сегментів зображення поверхні. На зображенні кожен кластер відзначено відповідним відтінком сірого кольору. Зображення для аналізу перетворювалося застосуванням алгоритмів сегментування та інверсії. Це дозволило отримати більш точні оцінки значень інтенсивності світлих і темних дефект. Сегменти зображень зразків поверхні, а також зображень розподіленої кумулятивної гістограми, групуються алгоритмом кластеризації для виявлення рівня пошкоджень поверхні. Розподілена кумулятивна гістограма як метод прив'язки кількості та інтенсивності пікселів до координат зображення використана для виявлення дефектів на поверхні матеріалів. А кластерний аналіз допоміг знайти їх координати та інтенсивність.

В порівнянні з відомими підходами запропонований метод має лінійну алгоритмічну складність до кількості пікселів вхідного зображення, що дозволяє проводити значну кількість експериментів для виявлення типів поверхонь матеріалів для застосування та особливостей алгоритмів.

**Ключові слова:** розподілена кумулятивна гістограма, алгоритм кластеризації, ієрархічне дерево, зображення гістограми, приклади дефектів.

DOI: 10.15587/2312-8372.2020.210775

**FINDING THE CONDITION OF FINITENESS OF THE DISCRETE SPECTRUM OF A NONSELF-ADJOINT FRIEDRICHS MODEL IN THE CASE OF ONE-DIMENSIONAL PERTURBATION** page 46–49

**Chernykh E., Ivasyk H., Oleksiv I.**

Об'єктом даного дослідження є модель Фрідрікса у випадку одновимірного збурення оператора множення на незалежну змінну. Одним з найбільш проблемних місць у даній теорії є випадки, коли кількість власних значень є нескінченна. Тому важливим є знаходження умов, при яких матимемо скінченну кількість власних значень.

В даній роботі використано стандартні методи функціонального аналізу, а саме: обчислення норм операторів, знаходження спряженого оператора, обчислення норм функціоналів, обчислення резольвенти оператора з обґрунтуванням умов існування резольвенти. Традиційно, збурення оператора подано у факторизованому вигляді (тобто у вигляді добутку двох операторів, один з яких діє з основного простору у певний допоміжний простір, а інший, навпаки, з допоміжного простору в основний). Крім методів функціонального аналізу, доводилось працювати з невластими інтегралами по нескінченному проміжку. Підкреслимо, що у даній роботі також використано поняття малості по нормі та поняття малості по розмірності. В даному випадку розмірність оператора збурення є одновимірною.

Отримано таке твердження: якщо встановлено, що в інтегралі є скінченна кількість власних значень і якщо при цьому встановлено, що резольвента прямує до нуля при  $\sigma \rightarrow \infty$ , тоді на всій осі буде скінченна кількість власних значень. За рахунок накладання умови на різницю між збуренням і спряженим збуренням знаходимо скінченність спектра оператора. Завдяки тому, що маємо скінченність спектра, то отримуємо можливість працювати з виразами різної тематики. Цей факт значно спрощує всі обчислення незалежно від того, якої природи досліджувані вирази: механічної, фізичної чи іншої.

Завдяки скінченній кількості власних значень збуреного оператора отримуємо перевагу у тому, що нема потреби просумувати нескінченну кількість доданків у виразах, адже це фактично було б неможливим.

**Ключові слова:** дискретний спектр, модель Фрідрікса, умова обмеженості оператора, інтегральний оператор, Гільбертів простір, компактність оператора.