

Інститут систем управління  
МНО Азербайджанської республіки  
Національний технічний університет  
"Харківський політехнічний інститут"  
Харківський національний  
університет радіоелектроніки  
Національний аерокосмічний університет  
імені М. Є. Жуковського  
"Харківський авіаційний інститут"  
Університет технології і гуманітарних наук  
(м. Бельсько-Бяла, Польща)

# **ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ**

Тези доповідей дванадцятої міжнародної  
науково-технічної конференції

21 – 22 листопада 2024 року

**ТОМ 2: СЕКЦІЯ 4**

Баку – Харків – Бельсько-Бяла –2024

У збірнику подано тези доповідей дванадцятої міжнародної науково-технічної конференції “Проблеми інформатизації”. Розглянуті питання за такими напрямками: інформатизація навчального процесу; застосування, експлуатація та безпека функціонування телекомунікаційних систем та мереж; комп’ютерні методи і засоби інформаційних технологій та управління; методи швидкої та достовірної обробки даних в комп’ютерних системах та мережах; цивільна безпека та захист критичної інфраструктури (інформаційна підтримка); сучасні інформаційно-вимірвальні системи.

### ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

#### Співголови оргкомітету:

ГАШИМОВ Ельшан Гіяс огли (д.н.б. & в.н., проф., ІСУ АР, Баку, Азербайджан);  
КАРПІНСЬКІ Миколай (д.н., проф., Університет Бельсько-Бяла, Польща);  
КОВАЛЕНКО Андрій Анатолійович (д.т.н., проф., ХНУРЕ, Харків, Україна);  
КУЧУК Георгій Анатолійович (д.т.н., проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна);  
ФЕДОРОВИЧ Олег Євгенович (д.т.н., проф., НАУ «ХАІ», Харків, Україна).

#### Члени оргкомітету:

ГЛАВЧЕВ Максим Ігорович (к.е.н., доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна);  
ГЛИВА Валентин Анатолійович (д.т.н., проф., КНУБА, Київ, Україна);  
ДОРОНІН Євген Володимирович (к.т.н., доц., НАУ, Київ, Україна);  
ЗАЙЦЕВА Єлена (к.т.н., проф., Університет міста Жиліна, Жиліна, Словаччина);  
ЗАПОЛОВСЬКИЙ Микола Йосипович (к.т.н., проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна);  
КАЛІНІН Євгеній Іванович (д.т.н., проф., НУ БрПкУ, Київ, Україна);  
КОЛОМІЙЦЕВ Олексій Володимирович (д.т.н., проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна);  
КОСЕНКО Віктор Васильович (д.т.н., проф., ДП "ЦД ПКНДІ АП", Харків);  
КРАСНОБАЄВ Віктор Анатолійович (д.т.н., проф., ХНУ, Харків, Україна);  
ЛЕВАШЕНКО Віталій (к.т.н., проф., Університет міста Жиліна, Жиліна, Словаччина);  
ЛЕВЧЕНКО Лариса Олексіївна (д.т.н., доц., НТУУ «КПІ», Київ, Україна);  
ЛЕЩЕНКО Олександр Борисович (к.т.н., доц., НАУ «ХАІ», Харків, Україна);  
МІХАЛЬ Олег Пилипович (д.т.н., доц., ХНУРЕ, Харків, Україна);  
МОЖАСВ Олександр Олександрович (д.т.н., проф., ХНУ ВС, Харків, Україна);  
ПОДОРОЖНЯК Андрій Олексійович (к.т.н., доц., НТУ «ХПІ», Харків, Україна);  
РУБАН Ігор Вікторович (д.т.н., проф., ХНУРЕ, Харків, Україна);  
РУДИНИЦЬКИЙ Володимир Миколайович (д.т.н., проф., ДНДІ ОВТ, Черкаси, Україна);  
СЄВЕРІНОВ Олександр Васильович (к.т.н., доц., ХНУРЕ, Харків, Україна);  
СЕМЕНОВ Сергій Геннадійович (д.т.н., проф., ПУ, Краків, Польща);  
СМІРНОВ Олександр Анатолійович (д.т.н., проф., ЦНТУ, Кропивницький, Україна);  
ТРЕТЬЯКОВ Олег Вальтерович (д.т.н., проф., НАУ, Київ, Україна);  
ТРИСТАН Андрій Вікторович (д.т.н., проф., ДНДІ ОВТ, Черкаси, Україна);  
ШЕФЕР Олександр Віталійович (д.т.н., проф., ПНТУ, Полтава, Україна).

#### Секретаріат оргкомітету:

КУЧУК Ніна Георгіївна (д.т.н., проф., НТУ «ХПІ», Харків, Україна);  
ЛЯШЕНКО Олексій Сергійович (к.т.н., доц., ХНУРЕ, Харків, Україна).

Institute of Control Systems  
of the Ministry of Science and Education  
of the Republic of Azerbaijan

National Technical University  
Kharkiv Polytechnic Institute

Kharkiv National University  
of Radio Electronics

National Aerospace University  
Kharkiv Aviation Institute

University of Bielsko-Biala

# **PROBLEMS OF INFORMATIZATION**

Proceedings of 12-th International  
Scientific and Technical Conference

November 21 – 22, 2024

**VOLUME 2: SECTION 4**

Baku – Kharkiv – Bielsko-Biala –2024

The collection presents abstracts of reports of the twelfth international scientific and technical conference “Problems of Informatization”. Issues in the following areas are considered: informatization of the educational process; application, operation and safety of telecommunication systems and networks; computer methods and means of information technology and management; methods of fast and reliable data processing in computer systems and networks; civil security (information support); modern information and measurement systems.

### *ORGANIZING COMMITTEE*

#### *Co-chairs of the organizing committee:*

Elshan Giyas oglu HASHIMOV (*Dr. national security and mil. sc., Baku, Azerbaijan*);  
Mikolay KARPINSKI (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Bielsko-Biala, Poland*);  
Andriy KOVALENKO (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine*);  
Heorhii KUCHUK (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine*);  
Oleg FEDOROVICH (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine*).

#### *Members of the organizing committee:*

Maksym HLAVCHEV (*PhD (Econ.), Ass. Prof., Kharkiv, Ukraine*);  
Valentyn GLYVA (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kyiv, Ukraine*);  
Yevhen DORONIN (*PhD (Tech.), Ass. Prof., Kyiv, Ukraine*);  
Elena ZAITSEVA (*Dr. (Comp. Eng.), Prof., Zilina, Slovakia*);  
Nikolai ZAPOLOVSKY (*PhD (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine*);  
Yevhen KALININ (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kyiv, Ukraine*);  
Oleksii KOLOMIITSEV (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine*);  
Viktor KOSENIKO (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Poltava, Ukraine*);  
Viktor KRASNOBAYEV (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine*);  
Vitaly LEVASHENKO (*Dr. (Comp. Eng.), Prof., Zilina, Slovakia*);  
Larysa LEVCHENKO (*Dr. Sc. (Tech.), Ass. Prof., Kyiv, Ukraine*);  
Oleksandr LESHCHENKO (*PhD (Tech.), Ass. Prof., Kharkiv, Ukraine*);  
Oleg MIKHAL (*Dr. Sc. (Tech.), Ass. Prof., Kharkiv, Ukraine*);  
Oleksandr MOZHAIEV (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine*);  
Andrii PODOROZHNIAK (*PhD (Tech.), Ass. Prof., Kharkiv, Ukraine*);  
Igor RUBAN (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine*);  
Volodymyr RUDNYTSKYI (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Cherkasy, Ukraine*);  
Oleksandr SIEVIERINOV (*PhD (Tech.), Ass. Prof., Kharkiv, Ukraine*);  
Serhii SEMENOV (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Krakow, Poland*);  
Oleksii SMIRNOV (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kropyvnytskyi, Ukraine*);  
Oleg TRET'YAKOV (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kyiv, Ukraine*);  
Andrii TRYSTAN (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Cherkasy, Ukraine*);  
Oleksandr SHEFER (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Poltava, Ukraine*).

#### *Secretariat of the organizing committee:*

Nina KUCHUK (*Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine*);  
Oleksii LIASHENKO (*PhD (Tech.), Ass. Prof., Kharkiv, Ukraine*).

Дванадцята міжнародна науково-технічна конференція “Проблеми інформатизації” проводиться 21 та 22 листопада 2024 року в режимі ONLINE.  
Тези доповідей доступні в INTERNET.

## **ТОМ 1**

**СЕКЦІЯ 1. Інформатизація навчального процесу.**

**Керівниця секції:** д.т.н. проф. Н. Г. Кучук, НТУ «ХПІ», Харків.

**Секретарка секції:** к.т.н. О. М. Бельорін-Еррера, НТУ «ХПІ», Харків.

**СЕКЦІЯ 2. Застосування та експлуатація телекомунікаційних систем та мереж.**

**Керівник секції:** д.т.н. проф. Г. А. Кучук, НТУ «ХПІ», Харків.

**Секретар секції:** к.т.н. доц. С. С. Бульба, НТУ «ХПІ», Харків.

**СЕКЦІЯ 3. Безпека функціонування телекомунікаційних систем та мереж.**

**Керівник секції:** д.т.н. проф. О. О. Можаяєв, ХНУВС, Харків.

**Секретар секції:** к.т.н. доц. О. В. Северінов, ХНУРЕ, Харків.

## **ТОМ 2**

**СЕКЦІЯ 4. Комп'ютерні методи і засоби інформаційних технологій та управління.**

**Керівники секції:** д.т.н. проф. І. В. Рубан, ХНУРЕ, Харків.

д.т.н. проф. А. А. Коваленко, ХНУРЕ, Харків.

**Секретар секції:** к.т.н. доц. О. С. Ляшенко, ХНУРЕ, Харків.

## **ТОМ 3**

**СЕКЦІЯ 5. Методи швидкої та достовірної обробки даних в комп'ютерних системах та мережах.**

**Керівник секції:** д.т.н. проф. В. А. Краснобаєв, ХНУ, Харків.

**Секретар секції:** к.т.н. Д. О. Лисиця, НТУ «ХПІ», Харків.

**СЕКЦІЯ 6. Цивільна безпека та захист критичної інфраструктури.**

**Керівник секції:** д.т.н. проф. О. В. Третьяков, ДУ «КАІ», Київ.

**Секретар секції:** к.т.н. доц. Є. В. Доронін, ДУ «КАІ», Київ.

**СЕКЦІЯ 7. Сучасні інформаційно-вимірювальні системи.**

**Керівник секції:** д.т.н. проф. О. В. Коломійцев, НТУ «ХПІ», Харків.

**Секретар секції:** к.т.н. доц. А. О. Подорожняк, НТУ «ХПІ», Харків.

**СЕКЦІЯ 4**  
**КОМП'ЮТЕРНІ МЕТОДИ І ЗАСОБИ**  
**ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА УПРАВЛІННЯ**

**Керівники секції:** д.т.н. проф. І. В. Рубан, ХНУРЕ, Харків  
д.т.н. проф. А. А. Коваленко, ХНУРЕ, Харків  
**Секретар секції:** к.т.н. доц. О. С. Ляшенко, ХНУРЕ, Харків

**ANALYSIS OF THE POSSIBILITIES**  
**OF THE PHOTOGRAMMETRY METHOD IN OBJECT DETECTION**

Garayev M.F., Hashimov E.G.  
Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan  
Баграмов А.А.  
Republican Seismic Survey Center, Baku, Azerbaijan

Photogrammetry technologies for cartographic purpose are quite developed. In this direction, the issue of determining the coordinates of the observed enemy target using video images in real time can be considered a perspective. By using photogrammetry methods, it is possible to quickly obtain the coordinates of any invisible surface object or enemy targets through the multi-aircraft UAV. By transmitting these coordinates to the command post, it is possible to control the firing of high-precision missiles and hit that target with one shot. There is a need to carry out research in this direction. The article analyzes the technology of photogrammetry, investigates the possibilities of applying photogrammetry methods in the detection of invisible military objects.

The purpose of writing the article is to determine the capabilities of the photogrammetry method in organizing a combat operation, increasing the necessary efficiency, increasing the efficiency of decision-making, obtaining and processing incoming information, determining the coordinates of objects, and other issues.

**References**

1. Bayramov A. A. et al. The detection of invisible objects on the terrain on the basis of GIS technology // *Geography and nature sources*. – 2016. – С. 124-126.
2. Bayramov A. A., Hashimov E. G. Assessment of invisible areas and military objects in mountainous terrain // *Defence Science Journal*. – 2018. – Т. 68. – №. 4. – С. 343.
3. Nasibov Y.A. et al. Modelling of the rationally deployment of observing systems // -Kharkov: *Advanced Information Systems*. Volume 3, №2, 2019, p.10-13 . doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2019.2.02>
4. Hashimov E.G. et al. Application of relief digital model for combat operation planning // – Baku: *Military Knowledge*, – 2015. № 4, – p. 63–69.
5. Hashimov E. G. et al. Terrain orthophotoplanes making for military objects revealing // -Baku: *National security and military sciences*. – 2016, vol. 2, №. 4. – p. 14-20.
6. Bayramov A.A. et al. Assessment of invisible areas and military objects in mountainous terrain // *Defense Science Journal*, **68**(4), 343–346 (2018). <https://doi.org/10.14429/dsj.68.11623>

## **APPLICATION OF WEB SCRAPING TECHNOLOGY IN THE CREATION OF NATIONAL LANGUAGE CORPORA**

Arif qızı N., Pashayeva Y. I., Hasanova S.A.  
Institute of Control Systems, Baku, Azerbaijan

In the modern era, the rapid development of digital technologies has created new opportunities in the process of researching and analyzing languages. National language corpora have become one of the most significant resources for collecting, analyzing, and storing written and spoken texts of a language on a large scale. In this context, Web Scraping technology serves as an essential tool in the process of creating national language corpora. Web Scraping is a technology used to automatically collect and structure various texts from the internet [1-3].

Thus, Web Scraping technology acts as one of the main tools in the creation of national language corpora. By collecting data from various sources through this technology, the resources used for the study and analysis of the language are enriched. The proper and ethical use of web scraping plays a crucial role in both language learning and its application across various fields.

**In this study**, data from various sources on the internet - news websites, official government sites, and other reliable resources - were collected using web scraping technology through the Python programming language. First, the robots.txt files of the sites were reviewed. If it was determined that data collection from the site was allowed, the relevant data was downloaded using web scraping technology. BeautifulSoup and Requests libraries of the Python programming language were used in the preparation of the program. In the initial stage, the robots.txt files of the sites were analyzed, and the XML files of the allowed sites were obtained. Using Python's XML library, all links were extracted and added to a CSV file. Then, through the BeautifulSoup and Requests libraries, the data was processed and inserted into a Word file. In the final stage, the Word file was read through a Python program and added to the Oracle SQL database.

As a result, Web Scraping technology plays an important role in the creation of national language corpora and allows for a more precise representation of the language in the digital environment.

The correct application of this technology ensures the enrichment of national language corpora and the broader use of the language in scientific research, education, and technology.

### **References**

1. Mahmudov M. Computer linguistics. Baku: "Science and Education", 2013, 356 p.
2. Mitchell Ryan. Web Scraping with Python: Collecting More Data from the Modern Web. O'Reilly Media, Inc; 2018.
3. Hasanov A. H., Hashimov E. G. Analysis of the effectiveness of communication and automated management systems //Modern directions of development of information and communication technologies and management tools, Abstracts of reports of the 12th Int. Scientific and Technical Conf. – 2022. – T. 1. – C. 1-4.

**COMBINED BOUNDARY VALUE PROBLEM FOR THE BIANCHI  
INTEGO-DIFFERENTIAL EQUATION WITH NONSMOOTH  
COEFFICIENTS AND ITS APPLICATION IN RADIO ENGINEERING  
WEAPONS**

Ilgar Mamedov <sup>1,2</sup>, Aynura Abdullayeva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institute of Control Systems, Baku, Azerbaijan

<sup>2</sup>Sumgait State University, Sumgait, Azerbaijan

<sup>3</sup>Military-Scientific Research Institute, Baku, Azerbaijan

Vibration processes are directly used in radio engineering devices and also in radio engineering weapons [1]. Since vibration processes [1] are described with the Bianchi equations, that is why the considered combined boundary value problem for the Bianchi equation is very relevant for solving military applied problems.

The fact is that in modern radio-technical weapons vibration processes play an important role.

$$(V_{1,1,1}u)(x, y, z) \equiv u_{xyz}(x, y, z) + \sum_{i+j+k < 3, i, j, k=0,1} \overline{A}_{i,j,k}(x, y, z) D_x^i D_y^j D_z^k u(x, y, z) + \int_{\sqrt{x_0 x_1}}^x \int_{\frac{y_0+y_1}{2}}^y \int_{\sqrt{z_0 z_1}}^z \sum_{i+j+k < 3} K_{i,j,k}(\tau, \xi, \eta; x, y, z) D_x^i D_y^j D_z^k u(\tau, \xi, \eta) d\tau d\xi d\eta = \phi_{1,1,1}(x, y, z), \quad (1)$$

Here  $u = u(x, y, z)$  the required function is defined in the domain  $G$ ; Functions  $A_{i,j,k}(x, y, z)$  are given measurable functions in the domain  $G = G_1 \times G_2 \times G_3$  and functions  $K_{i,j,k}(\tau, \xi, \eta; x, y, z)$  are given measurable bounded functions in  $G \times G$ , where,  $G_1 = (x_0, x_1)$ ,  $x_0 \geq 0$ ,  $G_2 = (y_0, y_1)$ ,  $G_3 = (z_0, z_1)$ ,  $z_0 \geq 0$ ;  $\phi_{1,1,1}(x, y, z)$  the given measurable function is in  $G$ . For equation (1), the stated conditions of the classical form in the middle of the domain are given in the following form

$$u /_{x=\sqrt{x_0 x_1}} = F(y, z), \quad u /_{y=\frac{y_0+y_1}{2}} = S(x, z), \quad u /_{z=\sqrt{z_0 z_1}} = T(x, y), \quad (2)$$

where, functions  $F(y, z)$ ,  $\Psi(x, z)$  and  $g(x, y)$  given measurable functions in  $G$ .

It is obvious that in conditions (2) functions  $F, S, T : F \in W_p^{(1,1)}(G_2 \times G_3)$ ,  $S \in W_p^{(1,1)}(G_1 \times G_3)$ ,  $T \in W_p^{(1,1)}(G_1 \times G_2)$  in addition to these conditions, it must also satisfy the agreement conditions as follows:

$$F\left(\frac{y_0 + y_1}{2}, z\right) = S\left(\sqrt{x_0 x_1}, z\right), \quad F\left(y, \sqrt{z_0 z_1}\right) = T\left(\sqrt{x_0 x_1}, y\right), \quad (3)$$

$$S\left(x, \sqrt{z_0 z_1}\right) = T\left(x, \frac{y_0 + y_1}{2}\right).$$



### References

1. İbrahimov B. et al. Research and analysis indicators fiber-optic communication lines using spectral technologies //Advanced information systems. – 2022. – Т. 6. – №. 1. – p. 61-64.
2. Hasanov A. H., Hashimov E. G. Analysis of the effectiveness of communication and automated management systems //Modern directions of development of information and communication technologies and management tools, Abstracts of reports of the 12th Int. Scientific and Technical Conf. – 2022. – Т. 1. – p. 1-4.
3. Ibrahimov B.G. et al. Research throughput multiservice telecommunication networks// Десята міжнародна науково-технічна конференція - “Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління” .9 – 10 квітня 2020 року. Том 1: сек 1.-pp.30
4. Bayramov A. A. et al. SMART control system of systems for dynamic objects group //Bulgarska Voenna Misal. – 2018.
5. Muradov S.A. et al. (2023). Determining the location of the UAV equipped with a homing device based on radio beacons. *Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International Scientific and Practical Conference*, (6), 54–56. <https://doi.org/10.31713/MCIT.2023.013>
6. Henneaux, Marc; Persson, Daniel; Wesley, Daniel (2008). "Coxeter group structure of cosmological billiards on compact spatial manifolds". *Journal of High Energy Physics*. 2008 (9): 052.

---

## THE IMPACT OF NEW TECHNOLOGIES ON THE PROGRESS OF MILITARY ART

Babayev S.M.<sup>1</sup>, Akhundov R.G.<sup>1</sup>, Hashimov E.G.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Military Scientific Research Institute, Baku, Azerbaijan

<sup>2</sup>Military Institute named after H.Aliyev, Baku, Azerbaijan

In recent decades, the rapid evolution of technology has significantly influenced military art, reshaping strategies, tactics, and the structure of military forces. This thesis examines the role of emerging technologies in modernizing and transforming military practices, focusing on artificial intelligence (AI), cyber warfare, autonomous systems, and precision-guided weaponry, which collectively represent critical advancements in the progression of military art.

First, artificial intelligence has emerged as a pivotal component in military decision-making and operational efficiency. AI-driven systems now enhance data analysis, battlefield surveillance, and predictive analytics, offering military leaders the ability to make informed, data-backed decisions swiftly. This capability has led to the concept of "network-centric warfare," wherein real-time information is utilized to create a comprehensive understanding of the battlefield. AI-driven simulations and training programs have also improved the adaptability and readiness of forces, fostering a more agile response to evolving threats. Cyber warfare, a realm of non-kinetic operations, has become central to modern military strategies, broadening the definition of conflict beyond physical engagement. Cyber

technologies allow for the disruption of an opponent's command, control, communication, and intelligence (C3I) systems, weakening their ability to operate effectively. The integration of cyber capabilities into military doctrine marks a significant evolution in military art, where controlling the digital battlefield is as crucial as controlling physical terrain. Autonomous systems, including unmanned aerial vehicles (UAVs), robotic ground units, and naval drones, have introduced a new dimension to warfare. These systems minimize the need for human involvement in high-risk operations, reducing casualty rates and enabling continuous operation in hostile environments. The capacity for autonomous systems to function in "swarm" formations has the potential to overwhelm traditional defenses, marking a paradigm shift in both offensive and defensive strategies. Finally, precision-guided munitions have altered the nature of warfare by enhancing accuracy, reducing collateral damage, and minimizing resource expenditure.

These technologies contribute to a more ethical approach to military operations, aligning with contemporary expectations of minimizing civilian harm while increasing mission success rates. The integration of these technologies collectively redefines military art, demanding a reevaluation of strategic doctrines and a transformation in force structure. The necessity for cross-domain operation capabilities, involving land, sea, air, cyber, and space, requires militaries to adopt a multi-domain approach to warfare. Consequently, traditional hierarchies and rigid command structures are giving way to flexible, modular formations capable of dynamic adaptation.

In conclusion, new technologies are not merely tools but fundamental catalysts that reshape the philosophy of military art. They drive a shift from manpower-intensive strategies to knowledge-intensive and technologically sophisticated operations.

Understanding and adapting to these technologies is imperative for modern military forces to maintain a strategic advantage. As the pace of technological innovation accelerates, military art will continue to evolve, aligning with the complex demands of contemporary warfare.

### References

1. Akhundov R.G., Eldarov E.A. Special operations forces in modern conflicts // – Москва: Вестник науки и образования, – 2024. №6(149), – с. 16-20.
2. Axundov R.Q., Xüsusi təyinatlı bölmələrin icra etdiyi əməliyyatlar və onların tətbiqinin prinsip və xüsusiyyətləri // “Müasir radiotexniki silahlar” respublika elmi-praktik konfransın materialları – Bakı: MMU HETİ, – 12-13 mart, – 2024, – s.39-42.
3. Akhundov R. Basics of Special Forces Operations Planning // Current directions of development of information and communication technologies and control tools. Abstracts of the Fourteenth International Scientific and Technical Conference. – Kharkiv, Ukraine, – 25-26 April 2024, Vol 1, – p.12-13.
4. Axundov, R.Q. Azərbaycan Ordusunda radiasiya, kimyəvi və bioloji kəşfiyyatının əsasları // – Bakı: Hərbi bilik, – 2023. №4, – s. 16-20.
5. Axundov, R.Q. Radiasiya və kimyəvi təhdidlərdən mühafizənin vəziyyəti və inkişaf perspektivləri // – Bakı: Milli təhlükəsizlik və hərbi elmlər, – 2022. №3(8), – s. 68-77.

## **MOVEMENT DYNAMICS OF UNMANNED AIRCRAFT**

Bayramov A.A.<sup>1</sup>, Talibov A.M.<sup>1</sup>, Hashimov E.G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Control Systems, Baku, Azerbaijan

<sup>2</sup>Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

The observation of the enemy's troops in motion and especially the operative determination of their coordinates is one of the most important issues in the military field [1–5]. Large obstacles (forest massif, high hills, mountains, etc.) exacerbate this problem and make the use of unmanned aerial vehicles (UAVs) essential [6-8]. The application of UAV is very widespread in reconnaissance surveillance work. Therefore, the operative determination of the coordinates of moving objects is one of the most urgent issues.

The presented article deals with the issue of the flight dynamics of a quadruple UAV (4-UAV).

The flight aerodynamics of a quadcopter is analyzed and a mathematical model describing its movement in space is obtained. Taking into account the parameters of the prepared aircraft in this model, the flight dynamics of the 4-bladed UAV can be studied through the MATLAB program.

The structure of the electronic control system of the 4-UAV was developed in order to optimize the precise and operative determination of the coordinates of the enemy's troops and military equipment.

The issue of determining the coordinates of observed ground objects or enemy targets using video imagery in real time can be considered a perspective.

### **References**

1. Hashimov E. et al. Mathematical aspects of determining the motion parameters of a target by UAV //Advanced Information Systems. – 2023. – Т. 7. – №. 1. – p. 18-22.
2. Hashimov E. G., Huseynov B. S. Some aspects of the combat capabilities and application of modern UAVs //Baku:“National Security and military knowledges. – 2021. – №. 3. – p. 7.
3. Muradov S.A. et al. Determining the location of the UAV equipped with a homing device based on radio beacons //Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference. – 2023. – №. 6. – p. 54-56.
4. Hashimov E. G. et al. Application of relief digital model for combat operation planning //Military Knowledge. – 2015. – Т. 4. – p. 63-69.
5. Bayramov A. A., Hashimov E. G. The numerical estimation method of a task success of UAV reconnaissance flight in mountainous battle condition //Сучасні інформаційні системи. – 2017. – №. 1, № 2. – С. 70-73.
6. Hashimov E. G. et al. Development of the multirotor unmanned aerial vehicle //National security and military sciences. – 2017. – Т. 3. – №. 4. – p. 21-31.
7. Hashimov E. G., Maharramov R. R. Methods of effective detection of unmanned aerial vehicles //Проблеми інформатизації. Тези доповідей. – С. 18-19.11.
8. Hashimov E. G., Bayramov A. A. The flight dynamics of drones //National security and military sciences. – 2016. – Т. 2. – №. 3. – С. 11-16.

## **APPLICATION OF FUZZY SET THEORY ELEMENTS FOR DIAGNOSTICS OF ABSTRACT SOIL HORIZONS**

Hasanova S.A., Pashayev A.B.  
Institute of Control Systems, Baku, Azerbaijan

Soil classification remains one of the most controversial topics in the world soil science because of differences in the principles underlying it. As of today, many countries have developed and use their own national classifications. Since scientific classification facilitates successful investigation and proper use of soils, the issue arises of representation of one classification in another. Such classifications include, for instance, the soil classification of Australia (Australian Soil Classification, 2002), Azerbaijan (M.P. Babayev's classification, 2006), Russia (V.V. Dokuchaev's classification, 1977) and etc.

The foundation of the work on the creation of an international soil classification was laid back in the 1970s by Professor R. Dudal [1]. Afterwards, a consolidated program was developed, which was later named "World Reference Base for Soil Resources" (WRB) [2].

The main objective of WRB was the introduction of the latest achievements in soil science related to the study of global soil resources and their interrelationships. There is a certain number of soil parameters, by which a soil is placed in one class or another. However, the limits of measurement of these parameters are often approximate and unclear.

Based on this, **this article is devoted to studying** the possibility of using fuzzy technologies for soil diagnostics using for the World Reference Base for Soil Resources system.

It should be noted that, depending on the structural principle, different classifications use different parameters and use them in different sequences. The determining factor in soil diagnostics is genetic horizons. In the WRB system there are 37 of them. Moreover, most of them are specified by fuzzy measurement limits. Thus, sets of indicators are defined as the corresponding elements of fuzzy sets. Usually, when choosing the type of membership function, preference is given to forms that are simpler to calculate. A trapezoidal function is used to describe the membership function of a set of diagnostic soil parameters. This choice is based on the following reasoning:

- the numerical values of the parameters under consideration vary within certain intervals;
- accuracy of measurement of point values has errors;
- the boundaries of the intervals of values are points.

Using the parameter of soil pH (acidity) as an example, we analytically build a trapezoidal membership function (Fig. 1).

As a result, by applying fuzzy technology to the description of data, fuzzification of many indicators of diagnostic parameters was carried out and, using fuzzy inference rules, soil clustering was carried out according to the WRB system.

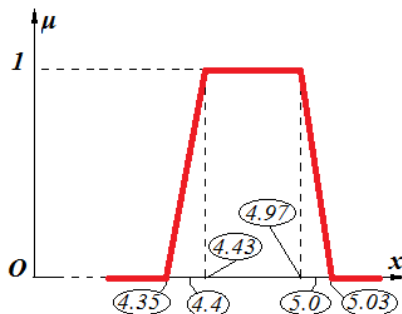


Figure 1

In this article also proposed a mechanism for fuzzifying multiple indicators of diagnostic parameters, and described an algorithm for a fuzzy inference system for identifying the values of the corresponding parameters in accordance with the rules of compositional inference.

The membership function was constructed for such indicators as "soil thickness", "organic residues", "root penetration depth", "technogenic inclusions", "thickness of the cryic horizon", "thickness of thin section", "thickness of the argic horizon". Thus, the effectiveness of the use of fuzzy technologies in soil diagnostics by the World Reference Base for Soil Resources is demonstrated.

#### References

1. IUSS Working Group WRB. "World Reference Base for Soil Resources". World Soil Resources Reports n. 103. Rome: FAO, 128 p., 2006.
2. IUSS Working Group WRB. "World Reference Base for Soil Resources 2014", update 2015, "International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps". World Soil Resources Reports No. 106. Rome: FAO, 198 p., 2015.

---

### MATHEMATICAL ASPECTS OF THE PROBLEM OF DIRECTING A MISSILE AT A MOVING TARGET

Huseynov B.S., Sabziev E.N.

National Defense University, Baku, Azerbaijan

Hashimov E.G.

Military Institute named after H.Aliev

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

Modern battles are characterized by decisiveness, high maneuverability and tension, as well as the use of new fighting methods [1–5].

During the battles, the use of conventional modern means of destruction by fire creates large losses and gaps in the enemy's battle formation in a short time. As a result of the research analysis, it was determined that it is possible to perform the combat task on time and with few losses by comprehensively and thoughtfully

planning the damage to the enemy by fire for artillery units, but one of the most important conditions for the performance of these tasks is the correct application of new Technologies [6–10]. The research work provides information on the continuous improvement of the combat quality of the means of damage by conventional fire used during modern battles, the factors influencing the increase of their accuracy, firing distance and damage efficiency.

Also, detection of enemy equipment whose current coordinates and speed of movement have been determined at a certain time, calculation of the probable trajectory of this equipment based on the intended military task of the enemy and the characteristics of the terrain, and taking into account the straight flight of an unguided rocket (artillery projectile) at this time, the issue of directing it to the target the development of the mathematical model is considered.

The purpose of the research is to mathematically solve the issue of directing an unguided missile to that target in order to destroy the enemy target by the technique that receives information about the detected target.

The scientific novelty of the research is the development of a mathematical model of guiding an unguided missile to a moving object.

As a result of the research, a mathematical solution for the destruction of the target (enemy equipment) with the help of an unguided missile, whose current coordinates and speed of movement have been determined, has been given.

### References

1. Piriyeu G. K. et al. Modelling of the battle operations //Monografiya, Herbi Nashriat”, Baku. – 2017.
2. Hashimov, E.G. et al. Application of relief digital model for combat operation planning / E.G. Hashimov, A.A. Bayramov, Y.A. Nasibov, R.R. Amanov // – Baku: Military Knowledge, – 2015. № 4, – p. 63–69.
3. Nasibov, Y.A. et al. Modelling of the rationally deployment of observing systems // -Kharkov: Advanced Information Sისტems. Volume 3, №2, 2019, p.10-13.
4. Bayramov A. A. et al. The detection of invisible objects on the terrain on the basis of GIS technology //Geography and nature sources. – 2016. – C. 124-126
5. Bayramov A. A. et al. Assessment of invisible areas and military objects in mountainous terrain //Defence Science Journal. – 2018. – T. 68. – №. 4. – p. 343.
6. Bayramov A. A. et al. SMART control system of systems for dynamic objects group //Bulgarska Voenna Misal. – 2018.
7. Hashimov E. G. et al. Development of the multirotor unmanned aerial vehicle //National security and military sciences. – 2017. – T. 3. – №. 4. – p. 21-31.
8. Piriyeu, H.K. et al. The Second Karabakh War: military-political and military-technical aspects // - Baku: Proceedings of the Military Institute named after Heydar Aliyev, - 2023. No. 1 (40). - p. 7-16.
9. Muradov S.A. et al. Determining the location of the UAV equipped with a homing device based on radio beacons //Modeling, Control and Information Technologies: Proceedings of International scientific and practical conference. – 2023. – №. 6. – p. 54-56.
10. Hashimov E. G., Huseynov B. S. Some aspects of the combat capabilities and application of modern UAVs //Baku:“National Security and military knowledges.–2021.– №. 3. – p. 14-24. <https://mod.gov.az/images/pdf/7440712d93276d13d09990c7a1e203ea.pdf>

## **MATHEMATICAL MODELING OF TACTICAL OPERATIONS**

Jahangirov V.A., Hashimov E.G., Valehov S.  
Military Institute named after H.Aliev, Baku, Azerbaijan

The basis of mathematical modeling is the manifestation of isomorphism, which means that combat activities are similar in form when they are quantitatively differentiated.

In mathematics, the study of one isomorphic system leads to the study of another isomorphic system. Due to isomorphism, it is possible to model another system with the help of one system. In mathematical modeling, instead of studying and investigating the real event (for example, a battle), the mathematical dependencies that describe them are investigated and investigated. The main requirement for mathematical models is the importance of recording all the main aspects and interactions of the considered phenomenon and refusing to study secondary aspects and relationships [1-4].

The model should be built to solve a specific research problem. Depending on the goals of the research, one or other aspects of the event, relationships can be primary or secondary. Attempts to create a universal model for solving a large number of different problems lead to such complexity that such models become practically useless.

In the article, the main processes that make up the mathematical models used to investigate tactical activities are explained, the classification of these models is given, and the characteristics of different models are considered. A mathematical form of the battle research model has been proposed. The dynamics of the battle have been reviewed.

The selected mathematical apparatus can be used when the number of surviving combat units is large, otherwise, it is not considered appropriate to use it. The analysis shows that the difference in mathematical models for multiple groups does not make a big difference to the dynamics of the battle.

The presented methods for evaluating the statistical equivalence and accuracy of modeling results do not complement the numerous methods available in the arsenal of mathematical statistics, but they are considered the most effective in terms of evaluating the results of modeled tactical activities of ground forces.

### **References**

1. PiriyeV G. K. et al. Modelling of the battle operations //Monografiya, Herbi Nashriat", Baku. – 2017.
2. Hashimov E. G. Destruction of enemy combat power in indeterminacy condition //Proc. of Vth International Scientific Technical conference "Modern development directions of data communication technology and control means. – 2015. – p. 23-24.
3. Hashimov E. G. et al. Application of relief digital model for combat operation planning //Military Knowledge. – 2015. – T. 4. – p. 63-69.
4. Hashimov E. et al. Mathematical aspects of determining the motion parameters of a target by UAV //Advanced Information Systems. – 2023. – T. 7. – №. 1. – C. 18-22.

## **ASSESSING MISSION ACHIEVEMENT IN AN INTEGRATED AIR DEFENSE SYSTEM**

Khudeynatov E.K., Hashimov E.G.  
National Defense University, Baku, Azerbaijan

The mission of an air defense system is to protect airspace and critical assets from enemy air attacks. Defining the mission involves translating the system's overarching goals into clearly defined objectives. This process requires a comprehensive understanding of the system's needs and requirements, task analysis, and consideration of stakeholder needs [1-5]. In contemporary air defense scenarios, calculating the effectiveness of various subsystems in achieving a mission's objectives is crucial for operational success. This can be represented through the **Mission Achievement (MA)** score, which quantifies how well the integrated subsystems perform in neutralizing threats.

The formula for MA is:

$$MA = \sum_{i=1}^n (M_0 \times E_i),$$

where  $M_0$  is the **Mission Objective**, representing the target or goal of the mission (e.g., neutralizing enemy drones); -  $n$  is the number of subsystems involved in the mission; -  $E_i$  represents the **Effectiveness** of each subsystem  $i$ , which contributes to the overall mission outcome. This formula allows for a systematic evaluation of how various subsystems interact to achieve a common goal. Below is an example that illustrates how this framework can be applied to an air defense mission involving multiple subsystems. The overall MA score indicating that the air defense system achieved **225%** of the mission objective. This result suggests a highly effective operation where the contribution of all subsystems not only fulfilled the original goal of neutralizing 10 drones but exceeded it. The MA score reflects the combined impact of radar detection, missile interception, and electronic warfare in enhancing the system's operational effectiveness.

### **References**

1. Roedler G., Adcock R., Business and Mission Analysis. [Electronic resource]/SEBoK,Url:[https://sebokwiki.org/wiki/Business\\_and\\_Mission\\_Analysis](https://sebokwiki.org/wiki/Business_and_Mission_Analysis)
2. Hashimov, E.G., Khudeynatov, E.K. Methodology for assessing the effectiveness of the air defense system // .– Poltava: Control, Navigation and Communication Systems. -2024. – vol. 1 (75). – pp. 21-27.
3. Bayramov A. A. et al. SMART control system of systems for dynamic objects group //Bulgarska Voenna Misal. – 2018.
4. Hashimov, E.G. and Khudeynatov, E.K. (2023), “The effectiveness of air defense system”, *Advanced trends in the development of information and communication technologies and management tools*, 13 NTC, Baku, Kharkiv, Zhylyna, vol. 1, pp. 17–18.
5. Khudeynatov, E.K., Hashimov, E.G. The integrated air defense model: enhancing national security // Problems of informatization. Proceedings of 11-th International Scientific and Technical Conference. Vol. 3. - Baku – Kharkiv – Bielsko-Biala: november 16 – 17, - 2023, -p.8-9. doi: <https://doi.org/10.32620/PI.23.t3>



## **CREATION OF 3D MODELS OF LOCATIONS BY PHOTOGRAMMETRY**

Talibov A.M.

Institute of Control Systems, Baku, Azerbaijan

Bayramov A.A.

Republican Seismic Survey Center, Baku, Azerbaijan

Hashimov E.G.

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

For the successful conduct of military operations and military staff exercises, the use of methods of geographic information systems (GIS) and photogrammetry plays a major role [1–3]. In the proposed work, using the photogrammetry method, the results of work on creating a 3D model of a selected area of 250 hectares are presented.

The survey was conducted using an unmanned aerial vehicle [4, 5] from a height of 125 meters, resulting in 341 photographs with a spatial resolution of 3-5 cm. Photogrammetric processing of the photographs and the creation of a 3D model of the terrain were carried out using the Bentley ContextCapture program. The resulting final photorealistic model was saved in the file formats “.3mx” and “.obj”. In addition, the orthophotoplan of the terrain was saved in the “.tiff” format.

### **References**

1. Bayramov A. A. et al. The detection of invisible objects on the terrain on the basis of GIS technology // *Geography and nature sources*. – 2016. – C. 124-126.
2. Bayramov A. A., Hashimov E. G. Assessment of invisible areas and military objects in mountainous terrain // *Defence Science Journal*. – 2018. – T. 68. – №. 4. – C. 343.
3. Nasibov Y.A. et al. Modelling of the rationally deployment of observing systems // -Kharkov: *Advanced Information Systems*. Volume 3, №2, 2019, p.10-13 . doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2019.2.02>
4. Hashimov E.G. et al. Application of relief digital model for combat operation planning // – Baku: *Military Knowledge*, – 2015. № 4, – p. 63–69.
5. Hashimov E. G. et al. Terrain orthophotoplanes making for military objects revealing // -Baku: *National security and military sciences*. – 2016, vol. 2, №. 4. – p. 14-20.

---

## **MATHEMATICAL ASPECTS OF CALCULATION OF TRANSPORT COSTS**

Talibov A.M.

Institute of Control Systems, Baku, Azerbaijan

Hashimov E.G., Hazarkhanov U.A.

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

At a time when automobile cargo transportation is widely used in the armed forces, it is of particular importance to determine the expenses spent on the work of automobiles for the purpose of making calculations and making decisions in various fields [1–6]. A methodology for calculation of 11 types of cost items was proposed for the calculation of transport costs in the military logistics process. Using the

expressions given in this methodology, a description of the mathematical formulation of the problem of calculation of transport costs in military cargo transportation and a block diagram of the algorithmic process were prepared.

**Case description:**

1) Enter  $Y_n, Q_y, D_{is}, D, k_4, Q_{xy}, n_a, Q_{cb}, N_{cb}, Q_{tire}, N_{tire}, n_t, Q_{at}, N_{at}, Q_{tx}, n_{tx1}, Q_{tx2}, Q_{mr}, n_{tx2},$  fuel lubricants,  $Q_{my}, Q_{ty}, Q_{py}$  values;

2) each operation (step) of the algorithm should be precise and clear, the result should be obtained, the result of the operation for arbitrary data. Since the input  $N_{cb}, N_{tire}, N_{at}, n_t, n_a, n_{tx1}, n_{tx2}$  values are located in the denominator in the calculation formula to satisfy the deterministic property of the algorithm, a calculation block in one branch to manage the condition of being equal to 0 ("cannot be divided by 0. Enter the values again"), the values are entered again, and with the other branch, we continue the mathematical formulation of the problem with a fully branching structure by moving to the calculation block;

3) let's determine (n) values of fuel consumption norms (Dis) and corresponding results (D) during the operation of automobile equipment in special conditions and enter  $D_{is}(i), D(i)$  in the form of an array. Based on the entered norm ( $D_{is}$ ), we determine the operational consumption (D) with a cycle algorithm;

4) after determining the results, we calculate the expressions:

$$Y_x = Y_n * Q_y * (1 + 0,01 * D_{is}) / 100; \quad X_{yx} = Y_n * (k_4 * Q_{xy}) / 10000;$$

$$A_x = n_a * Q_{cb} / N_{cb}; \quad T_x = n_t * Q_{tire} / (N_{tire} * (1 + 1/n_t));$$

$$A_{tx} = Q_{at} / N_{at}; \quad E_{tx} = Q_{tx} / (n_{tx1} + Q_{tx2} / n_{tx2});$$

$$E_{ot} = 2 * Q_{ot} / N_{at}; \quad E_{mr} = Q_{mr} / N_{at}.$$

5) according to the type of fuel-lubricant material (FLM) (gasoline or diesel) entered in the next step (in 1). In other words, we show in the form of a fully branching algorithm for performing a calculation block in both branches depending on the condition. If the condition  $FLM = \text{"gasoline"}$  is satisfied, then

$$M_{yx} = Y_n (2,7 * Q_{my}) / 10000,$$

$$T_{yx} = Y_n (0,4 * Q_{ty}) / 10000,$$

$$P_{yx} = Y_n (0,3 * Q_{py}) / 10000,$$

Otherwise

$$M_{yx} = Y_n (2,2 * Q_{my}) / 10000,$$

$$T_{yx} = Y_n (0,3 * Q_{ty}) / 10000,$$

$$P_{yx} = Y_n (0,2 * Q_{py}) / 10000.$$

6) in the next step, we collect the above results to get the price of  $X_{1km}$

$$Y_x + M_{yx} + T_{yx} + P_{yx} + X_{yx} + A_x + T_x + A_{tx} + E_{tx} + E_{ot} + E_{mr}.$$

7) as the final result, we print the  $X_{1km}$  result on the screen;

8) we bring the calculations to an end.

Since the values of  $Y_n, Q_y, D_{is}, D, k_4, Q_{xy}, n_a, Q_{cb}, N_{cb}, Q_{tire}, N_{tire}, n_t, Q_{at}, N_{at}, Q_{tx}, n_{tx1}, Q_{tx2}, Q_{at}, n_{tx2}, FLM, Q_{my}, Q_{ty}, Q_{py}$  are entered in this algorithm then the program will calculate automatically. During the construction of the block diagram of the algorithm, the writing " $D := D(i)$ " is read as the assignment of the value " $D(i)$ " to the variable " $D$ ". During the execution of the periodic algorithm, the variable " $D$ " can change its value in each period, and the last value of the variable is taken into account when performing the next operations.

### References

1. Piriyeв G. K. et al. Modelling of the battle operations. Monograph // -Baku: Herbi Nashriat. – 2017. -256 p.
2. Talibov A. M. et al. On the optimal placement of logistics centers //Baku: Informatics and Control Problems. – 2023. – №. 43. – p. 51-58.
3. Ваурамов А. А. et al. Математическая модель логистики технического снабжения в зонах военных действий //Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2019. – Т. 35. – №. 2. – С. 77-80.
4. Hashimov E. G. et al. Оптимізації та управління системами і процесами // Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління. – С. 4.
5. Талибов А. М., Гулієв Б. В. A method for assessing the military-economic indicators with the purpose of locating a logistics center for redeploying troops //Advanced Information Systems. – 2021. – Т. 5. – №. 2. – С. 152-158
6. Talibov A.M., Hashimov E.G. Vehicle transport cost calculation method / Current directions of development of information and communication technologies and control tools. Proceedings of 14-th International Scientific and Technical Conference Volume 2: sections 3-6. - Baku – Kharkov – Jilina, april 25 – 26, 2024. -p.107.

---

## AN OVERVIEW OF THE 3D PLASTIC RELIEF MAP TECHNOLOGY

Nasibov Y.A., Hasanov A.H.  
National Defense University, Baku, Azerbaijan

A large part of the state borders of Azerbaijan is made up of mountainous areas. Plastic relief maps and photo maps of the area with elevation, slope, etc. shows its topographical features in a precise and three-dimensional (3D) form. This feature allows commanders to better understand the tactical advantages and challenges of the terrain. Plastic relief maps and photo maps help to more accurately determine the location of enemy positions, roads, crossings and other strategic objects in mountainous areas. This capability gives the commander a decisive advantage over the enemy. In addition, as the terrain is visualized in detail on plastic relief maps and photo maps, commanders can choose safe and optimal routes and favorable positions. This allows to prevent enemy ambushes and traps. Geographic Information Systems (GIS) technology is used in various applications such as cartography, reconnaissance, battlefield management, spatial analysis of terrain, military installation management, and monitoring of possible terrorist activity [1–4]. 3D plastic relief map production technology is a technology developed based on Geographic Information System (GIS) technology. Today, this technology is used in the armies of Turkiye, Pakistan and Tanzania. A plastic relief map is a topographical map that is pre-printed on a plastic material and then formed with heat and air space (vacuum) in a mold so that the person using the map can see the heights in three dimensions [5]. In other words, a plastic relief map - the image of the map is printed on a plastic plate by means of a plotter and formed by a 3D terrain model and a thermal vacuum method [6]. Plastic relief map products are made for the

purpose of use in the military field, in training and teaching works, and in scientific research works. It is produced in different scales and any sizes according to its purpose and place of use. This technology consists of hardware, software, data, manufacturing technology and automation components. Plastic relief maps and photo maps allow you to see the topographical features of the area in three-dimensional (3D) form, to understand more easily the geographical difficulties that can be encountered in real conditions, and to simulate various tactical situations.

It is not so easy to describe the terrain on a map, unlike a terrain model. Because the relief is three-dimensional, and the map is two-dimensional. That is, the relief has a volume, and the map is a plane [6]. Plastic relief maps and photo maps have many advantages over terrain models made of foam plastic material. It takes about 25-30 days of labor to prepare a 12 sq.m model. Using 3D plastic relief map production technology, it is possible to prepare a plastic relief map and photo map of an area of 200 sq.m. within 48 hours. Production of plastic relief maps and photo maps in a short period of time ensures flexible response to tactical changes in combat conditions. In addition, unlike terrain models, plastic relief maps and photo maps are durable and resistant to water, scratches and other physical shocks and are used in difficult terrain conditions. Due to its light weight, it is easily carried by personnel. Also, its repeated use, durable and long-term use make it economically viable. In addition, plastic relief maps and photo maps, unlike terrain models, contain topographical accuracy as well as visuality.

In the article, 3D plastic relief map technology, its possibilities and capabilities are investigated and its role in strengthening the country's defense capability is studied. As a result, countries should not be dependent on any foreign country for mapping technology. The presence of this technology contributes to the strengthening of the country's defense capability and stability, ensuring national security and protecting national interests.

### References

1. Nasibov, Y. Military applications of Geographic Information System - ANALYSIS: [Electronic resource] // Polygon military-space technological magazine - Baku, - 2022. URL: <https://poliqon.az/cografii-informasiya-sistemini-herbi-tetbiqleri-tehlil/>
2. Nasibov, Y.A. et al. Modelling of the rationally deployment of observing systems // -Kharkov: Advanced Information Systems. Volume 3, №2, 2019, p.10-13 . doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2019.2.02>
3. Nasibov, Y.A., Bayramov, A.A., Hashimov, E.G. The supervisory control systems deployment in mountainous terrain// Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління. Матеріали 8- і міжнародної науково-технічної конференції.Полтава-Баку-Харків-Жиліна, 2018, с.3-4
4. Topography Textbook / Republic of Turkiye Land Forces Command, Military Academy Command – Ankara: – 2004. –Military Academy Printing House – 251 p.
5. Nasibov, Y. The map is the entrance card of the homeland: [Electronic resource] // Polygon military-space technological magazine - Baku, - 2022. URL: <https://poliqon.az/cis-mutexessisi-yasar-nesibov-xerite-vetenin-giris-kartidir/>
6. Mikayilov, K.F. Military Topography. Teaching materials / - Baku: Military Publishing House, - 2016. -335 p.

## **ON THE ISSUE OF DETERMINING THE OPTIMAL LOCATION OF PROSPECTIVE LOGISTICS CENTERS**

Talibov A.M.

Institute of Control Systems, Baku, Azerbaijan

Hashimov E.G., Hazarkhanov U.A.

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

Analysis of the current dynamics of Azerbaijan's economy shows an increase in storage, loading and unloading, distribution and terminal facilities and offers of services for storage, processing, packaging, distribution and management of products of wide demand in the near future, which necessitates the creation and development of a network of supporting logistics centers in Azerbaijan.

The paper examines the problem of optimal placement of logistics centers in the territory of the Republic of Azerbaijan (Fig.1), proposing the placement of the logistics center in the nodal points of transport corridors or near them, building a mathematical model of cost-effective placement of a logistics center, with an algorithm for its numerical solution.

The aim of the paper is to substantiate the relevance of the problem of optimal placement of logistics centers in the territory of the Azerbaijan Republic, to build a mathematical model of cost-effective placement of a logistics center on the basis of appropriate data and, based on this model, an algorithm for calculating transportation costs and arranging them in ascending order.

### **References**

1. Talibov A. M. et al. On the optimal placement of logistics centers //Baku: Informatics and Control Problems. – 2023. – №. 43. – p. 51-58.
2. Talibov A. et al. Optimal placement of logistics centers in the Republic of Azerbaijan //2nd International Conference on Problems of Logistics, Management and Operation in The East-West Transport Corridor (PLMO 2023).–Baku:–2023. –p.24-26.
3. Вахрамов А. А. et al. Математическая модель логистики технического снабжения в зонах военных действий //Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2019. – Т. 35. – №. 2. – С. 77-80.
4. Hashimov E. G. et al. Оптимізації та управління системами і процесами //Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління. – С. 4.
5. Талібов А. М., Гулієв Б. В. A method for assessing the military-economic indicators with the purpose of locating a logistics center for redeploying troops //Advanced Information Systems. – 2021. – Т. 5. – №. 2. – С. 152-158
6. Talibov A.M., Hashimov E.G. Vehicle transport cost calculation method / Current directions of development of information and communication technologies and control tools. Proceedings of 14-th International Scientific and Technical Conference Volume 2: sections 3-6. - Baku – Kharkov – Jilina, april 25 – 26, 2024. -p.107.
7. Piriyeв H.K. et al. Some aspects of optimization of control / Current directions of development of information and communication technologies and control tools. Proceedings of 14-th International Scientific and Technical Conf. Vol. 1: secti. 1, 2. -2024. -p.18-19.

## **QUANTUM COMPUTING FOR SOLVING NONLINEAR OPTIMIZATION PROBLEMS**

Zakaryayev Z.N.

<sup>1</sup>Military Institute named after Heydar Aliyev, Baku, Azerbaijan

Zakarya N.Z.

Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

Quantum computing is a new and promising field in information technology that promises to revolutionize the way complex problems are solved. In this work, we consider the application of quantum computing to solve nonlinear optimization problems. Nonlinear optimization is an important area of research with many applications in science, engineering, and industry. Classical optimization methods may encounter limitations in the case of complex, high-dimensional functions or functions with a large number of local minima. The efficiency and accuracy of these algorithms is compared with classical optimization methods on a number of test problems. The work also discusses the prospects for the development of quantum computing in the field of solving nonlinear optimization problems and possible ways for further research.

These characteristics make quantum algorithms an attractive tool for solving real-life optimization problems in various fields of science and technology. However, it should be noted that there are a number of challenges and limitations associated with the use of quantum algorithms in practice. These include limitations on the availability of quantum computing resources, as well as difficulties in implementing and adapting quantum algorithms for specific problems. Despite this, the prospects for the development of quantum computing in the field of nonlinear optimization remain very encouraging. Further research and development in this area can lead to the creation of new effective optimization methods and improvements in modern technologies, which, in turn, can have significant positive economic and social effects.

### **References**

1. Robert S. Sutor, *Dancing with Qubits: How quantum computing works and how it can change the world*, 2019, pp. 37-41.
2. Boneh D., Zhandry M. Quantum-secure message authentication codes, In *Proceedings of Eurocrypt*, 2013, pp. 592-608.
3. Jack D. Hidary, *Quantum Computing: An Applied Approach*, 2019, pp. 59-68.
4. Hashimov E. G., Bayramov A. A. Destruction of enemy combat power in indeterminacy condition //Proc. of Vth International Scientific Technical conference “Modern development directions of data communication technology and control means. – 2015. – C. 23-24.
5. Piriye H.K. et al. Some aspects of optimization of control / Current directions of development of information and communication technologies and control tools. *Proceedings of 14-th International Scientific and Technical Conference Volume 1: sections 1, 2. - Baku – Kharkov – Jilina, april 25 – 26, 2024. -pp.18-19.*

## **ABOUT THE APPLICATION OF GIS TECHNOLOGY IN THE MILITARY FIELD**

Hazarkhanov A.T., Hashimov E.G., Umudov S.U.  
Military Institute named after H.Aliyev, Baku, Azerbaijan

During the conduct of military operations, a situation may arise in which it is not possible to directly observe the enemy's ground targets, especially those located in mountainous areas [1-3]. In such cases, uncertainty arises in the information to be processed, and therefore the risk of making the wrong decision to destroy the targets increases. The optimal option for solving this problem - the problem of determining the 3D coordinate of the enemy target and the distance to it is the use of GIS technology [4-7].

The experience of modern battles and exercises clearly shows that the side that uses the terrain factors skillfully and applies weapons and equipment more effectively has a greater chance of success. GIS technology in the military field has great advantages in terms of time and accuracy in studying the observation conditions of the area. By using this technology, it is also possible to calculate the slope of the terrain of the areas close to the enemy, the calculation of visibility parameters, the regulation of the movement of equipment and manpower, as well as military and strategic planning. Possibilities of solving the above-mentioned issues are practically shown in the article.

Thus, a 3-dimensional model of a specific mountainous area selected as an example was built using GIS technology to study the observation conditions of the area. According to this model, the profile of the territory was extracted and the territory was mapped. Using ArcGis straight-line visibility analysis, it was investigated whether the visible and invisible areas up to the target point can be kept under control when viewed from the observation point.

### **References**

1. Nasibov, Y.A. et al. Modelling of the rationally deployment of observing systems // -Kharkov: Advanced Information Systems. Volume 3, №2, 2019, p.10-13.
2. Hashimov E.G. et al. "Determination of the bearing angle of unobserved ground targets by use of seismic location cells," *2017 International Conference on Military Technologies (ICMT)*, Brno, Czech Republic, 2017, pp. 185-188.
3. Bayramov A.A. et al. The supervisory control systems deployment in mountainous terrain/VIII Int.Conf."Modern development trends of ICT and control methods.–2018.–C. 3
4. Hashimov, E.G. et al. Application of relief digital model for combat operation planning // – Baku: Military Knowledge, – 2015. № 4, – p. 63–69.
5. Hashimov E. G. et al.Terrain orthophotoplanes making for military objects revealing //National security and military sciences. – 2016. – T. 2. – №. 4. – C. 14-20.
6. Hashimov E.G. et al. Terrain orthophotomap making and combat control// Proceeding of International Conf."Modern Call of Security and Defence".–2016.–T.19. p.68
7. Hashimov E., Bayramov A. A., Chalilov B. M. GIS technology and terrain orthophotomap making for military application //Journal of Defense Resources Management. – 2017. – T. 8. – №. 2. – C. 81-90.

## **МЕТОД ПЛАНУВАННЯ ЗАДАЧ В РОЗПОДІЛЕНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ З ВРАХУВАННЯМ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ МЕТАДАНИХ**

Семенов С.Г., Єнгалічев С.

Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця,  
Харків, Україна

Однією з ключових проблем розподілених інформаційних систем є ефективне планування задач, особливо коли метадані містять невизначеність через неякісну або неповну інформацію [1].

Метадані відіграють важливу роль у плануванні задач, оскільки вони визначають характеристики та вимоги кожної задачі. Невизначеність метаданих може бути спричинена недостатньою кількістю інформації, варіативністю умов виконання або неточними оцінками параметрів, що впливає на якість планування і розподіл ресурсів [2].

У контексті розподілених інформаційних систем, для врахування невизначеності можна використовувати різні підходи, такі як **методи нечіткої логіки**, **ймовірнісні моделі**, **евристичні алгоритми**, які враховують попередній досвід і дозволяють знаходити прийнятні рішення у складних умовах.

У доповіді запропонований метод планування, що базується на поєднанні евристичних підходів з адаптивною корекцією параметрів в режимі реального часу. Основні етапи методу включають:

1. **Попередню оцінку завантаження вузлів** з врахуванням нечітких значень.

2. **Розподіл задач** на основі ймовірнісної моделі для визначення найкращих варіантів.

3. **Динамічну корекцію плану** в залежності від змін умов та нових даних про ресурси.

Запропонований підхід дозволяє підвищити ефективність розподілу задач в умовах невизначеності та оптимізуючи використання ресурсів. Це особливо актуально для таких сфер, як хмарні обчислення, системи реального часу та обробка великих даних.

### **Список літератури**

1. Semenov, S., Yenhalychev, S., Pochebut, M. і Sitnikova, O. (2024) «Моделі опрацювання та логічного розмежування доступу до даних з огляду на різноманітність сутностей в інформаційних системах», Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості, (2)(28), с. 143–152. doi: 10.30837/2522-9818.2024.28.143.

2. S. Semenov, V. Lymarenko, S. Yenhalychev and S. Gavrilenko, "The Data Dissemination Planning Tasks Process Model Into Account the Entities Differentity," 2022 12th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Athens, Greece, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/DESSERT58054.2022.10018695.



## **МОДЕЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ДІАГНОСТИКИ СТАНУ ЗДОРОВ'Я ТВАРИН НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ІОТ**

Карлов Д.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна  
Семенов С.Г.

Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця,  
Харків, Україна

Завдяки поступовому розвитку технологій Інтернету речей (IoT), які дозволяють збирати, обробляти та аналізувати великі обсяги даних в режимі реального часу виявляється можливим розробка та впровадження інтелектуальної системи моніторингу та діагностики стану здоров'я тварин. Ця система дозволить здійснювати безперервний контроль фізіологічних показників тварин, що є важливим для забезпечення їх здоров'я та продуктивності в галузі сільського господарства [1].

Усталені методи контролю за станом здоров'я тварин є не завжди ефективними, що призводить до зниження продуктивності та виникнення захворювань у господарствах.

Традиційні методи, такі як візуальні огляди та періодичні аналізи, не дозволяють виявити проблему на ранніх етапах [2].

Впровадження інтелектуальної системи моніторингу та діагностики на основі IoT технологій дозволяє значно підвищити ефективність у галузі ветеринарії та тваринництва.

Основними перевагами таких систем є можливість раннього виявлення захворювань, зниження затрат на лікування та підвищення загальної продуктивності господарств.

У доповіді запропонована модель інтелектуального моніторингу та діагностики стану здоров'я тварин на основі технології IoT.

Отримані результати моделювання сприятимуть оптимізації управління тваринництвом та підвищенню загальної продуктивності галузі та можуть бути впроваджені у сільськогосподарських підприємствах для раннього виявлення ризиків для здоров'я тварин та зниження витрат на ветеринарне обслуговування.

### **Список літератури**

1. Sundmaeker, H., & Guillemin, P. Internet of Things: Architectures, Protocols, and Standards. (2020). Wiley, 370-370
2. Bhattacharya, A., De, D., & Bardhan, R.. Internet of Things in Agricultural Innovation and Security. (2020). Springer, 250-254

## **МНОГОКРИТЕРИАЛЬНИЙ ВІБОР АЛГОРИТМОВ СИСТЕМ УПРАВЛЕННЯ**

Кузнiченко В.М.

Національний аерокосмічний університет імені М. С. Жуковського  
"Харківський авіаційний інститут", Харків, Україна

В даний час серед методів вирішення завдань багатокритеріального вибору в умовах невизначеності велике поширення набули<sup>^</sup>

метод аналізу ієрархій (МАІ) [1],

методи теорії нечітких множин [2],

підхід заснований на теорії латентних змінних [3] та інші [4,5].

Кожен із зазначених методів має свої переваги та недоліки.

Зокрема, недоліками МАІ є обмеження на кількість об'єктів, що одночасно порівнюються, тривала за часом процедура парних порівнянь і припущення про взаємну незалежність критеріїв.

У зв'язку з цим у цій роботі розглянуто багатокритеріальний аналіз завдання вибору на основі нечіткої теорії прийняття рішень та процедур методу аналізу ієрархій.

Ці методи сьогодні можна вважати раціональними, оскільки умови, у яких проектувальники САУ:

Здійснюють вибір алгоритмів управління,

задовольняють умовам цих методів: інформація є неточною чи неповною;

вибір однієї альтернативи з кількох можна здійснити на основі не одного, а з множини критеріїв як кількісного, так і якісного характеру.

Завдання вибору слабо структуруються, оскільки вимагають обліку як якісних, так і кількісних аспектів, причому найчастіше якісні, мають тенденцію домінувати.

Показано, що метод нечітких множин поєднаний із процедурами методу аналізу ієрархії є одним із можливих методів найкращого багатокритеріального вибору ефективного алгоритму управління, оскільки умови, в яких проектувальники САУ здійснюють вибір алгоритмів управління, задовольняють умовам цих методів.

### **Список літератури**

1. Saaty, T.L. Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill. - 1980.
2. Zadeh, L.A. Fuzzy sets/ informatson and Control. – 1965, №8.- P.338 – 353.
3. Rasch Models: Foundations, Resent Developments, and Applications / Editors: G.H. Fischer, I.W. Molenaar. Springer, 1997.
4. Лапшин, В.І. Критеріальний метод аналітичної стохастичної процедури підтримки прийняття рішень / В.І. Лапшин, В.М. Кузнiченко, Т.В. Стеценко// Бізнес Інформ. - 2013. - №7. – С. 80-84.
5. Lootsma, F.A., Schuijt, H. The multiplicative AHP, SMART and ELECTRE in a common context//J. Multi-Criteria Decision Analysis. 1997. Vol. 6. P. 185–196.

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ СИСТЕМАХ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК»**

Кушнар'єв М.О.

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»,  
Харків, Україна

У контексті розвитку інформаційних технологій, концепція «Розумного будинку» відіграє важливу роль при забезпеченні комфорту, безпеки та енергоефективності житлових і комерційних приміщень.

Проте, існуючі рішення часто не в повній мірі відповідають вимогам користувачів, оскільки в більшості випадків використовуються фіксовані алгоритми автоматизації.

Це призводить до обмеженої гнучкості систем управління об'єктами класу «Розумний будинок» і неможливості їх адаптації до динамічної зміни умов експлуатації або специфічних потреб мешканців.

Застосування методів машинного навчання у «Розумному будинку» надає змогу створювати інтелектуальні системи, які можуть адаптуватися до поведінки користувачів і передбачати їхні потреби. Це відкриває перспективу забезпечення вищого рівню автоматизації, що може охоплювати не лише енергоефективність, але й безпеку, комфорт та, загалом, раціональне управління ресурсами об'єкту.

Зокрема, такі методи, як глибинне навчання та нейронні мережі, показали свою ефективність у різних аспектах управління «Розумним будинком», таких як<sup>^</sup> розпізнавання мови для голосових асистентів,

аналіз поведінкових даних для управління системами освітлення та клімат-контролю,

виявлення аномалій у системах управління безпекою «Розумного будинку».

Проте, існує низка проблем із забезпеченням належної якості даних та їх стандартизації, що ускладнює широке застосування машинного навчання у цій сфері.

У доповіді викладено підхід до застосування методів глибинного навчання, зокрема штучних нейронних мереж, при розробці систем «Розумний будинок».

В рамках цього підходу удосконалено процеси персоналізації, забезпечення енергоефективності, безпеки та зручності користування.

### **Список літератури**

1. Machine Learning-Based Cost-Effective Smart Home Data Analysis (<https://www.mdpi.com/2075-5309/13/9/2397>)
2. Application of Deep Learning and Intelligent Sensing in Smart Homes (<https://www.mdpi.com/1424-8220/24/3/953>)

## **ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ НАВЧАННЯ НАВИЧКАМ ВОДІННЯ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТА СПЕЦІАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ЗА РАХУНОК ВПРОВАДЖЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ**

Малюга А.І.

Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ»,  
Харків, Україна

Останніми роками в багатьох країнах світу постала проблема підвищення ефективності процесів, що пов'язані із набуттям особами, що навчаються водінню, навичок безпечної поведінки в умовах доволі напруженого дорожнього трафіку.

В Україні зазначена проблема доповнюється й необхідністю якнайскорішого оволодіння майбутніми водіями навичок з управління транспортними засобами, зокрема військового призначення, які мають низку особливостей (правостороннє розташування керма, та ін.).

Головним напрямом підвищення ефективності засобів навчання водіїв на сьогодні є використання спеціальних комп'ютерних систем у вигляді тренажерів. Функціонування таких тренажерів базується на принципах імітаційного моделювання [1].

Симулятор керування транспортним засобом являє собою макет кабіни з усім обладнанням, що забезпечує реалістичне відчуття процесу управління. Аудіальний канал тренажера надає змогу відтворювати звук вузлів та агрегатів автівки, що рухається, з урахуванням характеру дорожнього покриття та уклонів траси.

При цьому відрощовуються навички технічної діагностики поточного стану вузлів та агрегатів автомобіля.

Таким чином, описані вище тренувальні засоби завчання водіїв спрямовані, головним чином, на закріплення навичок правильної експлуатації автомобіля, і не надають змоги відпрацювання раціональних рішень в умовах складної дорожньої обстановки.

Отже, актуальним є завдання, що пов'язане із вдосконаленням існуючих тренажерів для навчання водіїв, шляхом їх доповнення засобами імітації ситуацій на дорозі, що виникають безпосередньо в процесі руху автомобіля.

У доповіді викладено опис спеціалізованих програмних засобів формування дорожньої обстановки із використанням технології віртуальної реальності. Методичною основою цих засобів є штучні нейронні мережі.

### **Список літератури**

1. Дуфанець І.Б., Зеленох О.М., Тимко А.М., Канчуга М.К. Компоненти методичної системи практичного курсу водія автомобільної техніки. *Інноваційна педагогіка*. 2023. Вип. 56. Т. 1. С. 64-70.

## **РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБЛІКУ ЗАКУПІВЕЛЬ У КАВ'ЯРНІ**

Рябуха С.О., Лещенко Ю.О.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Ведення обліку традиційними методами, в наші часи, може супроводжуватися великою кількістю помилок і недоліків в управлінні даними. Тому з'являється необхідність у автоматизації обліку закупівель, незалежно від його розміру та специфіки. З розвитком технологій, більшість компаній адаптуються до нових умов ринку та все частіше автоматизують ведення обліку, що дозволяє забезпечити конкурентні переваги, покращити ефективність управління та скоротити витрати.

Метою доповіді є подання розробки застосунку для автоматизації обліку закупівельної діяльності кав'ярні. За допомогою застосунку можна налагодити облік закупівель та продукції у кав'ярні, створювати та редагувати замовлення, вести базу даних постачальників, контролювати кошти, стежити за статистикою по необхідним позиціям, впровадити, за необхідністю, бонусну програму.

Також були додані: можливість ведення обліку залишків інгредієнтів, визначення мінімальних та максимальних запасів, автоматичне генерування замовлення на наповнення запасів з урахуванням попиту та прогнозів, облік температурного режиму зберігання продуктів, контролювання строку придатності і відстеження харчової безпеки від постачання до подачі готових страв.

Була реалізована інтеграція з касовими системами для автоматичного відстеження продажів, контролю оплат та обліку доходів і витрат, генерація фінансових звітів та аналіз фінансової діяльності. Розроблена архітектура включає серверну частину, клієнтську частину та базу даних, що забезпечує ефективну взаємодію між компонентами системи та дозволяє легко масштабувати застосунок. Інтерфейс користувача є інтуїтивно зрозумілим і зручним для користувачів, що дозволяє не витрачати багато часу на ознайомлення та навчання співробітників.

Для розробки застосунку були використані: мова програмування C#, СКБД MySQL, середовище MS Visual Studio, технологія ASP.NET Core.

Проведено детальне тестування застосунку з метою виявлення та виправлення помилок. За результатами тестування застосунку був доопрацьований і підготовлений до впровадження у робоче середовище.

Був проведений аналіз економічної ефективності розробленого застосунку та довів, що його впровадження дозволяє знизити витрати на облік закупівель, підвищити точність і оперативність обліку, а також покращити управління запасами у кав'ярні.

## **ПРОЦЕСИ ПЕРЕХОДУ НА ОМНІКАНАЛЬНУ АРХІТЕКТУРУ ОПЕРАТОРА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ**

Смідович Л.С., Рева О.А.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Телекомунікаційний сектор перебуває в процесі цифрової трансформації, що включає зміну технологій, IT-архітектури та бізнес-моделей. Одним із аспектів такої трансформації є перехід від традиційного багатоканального підходу взаємодії з клієнтами до омніканального. Специфікою телекомунікації є складність та гетерогенність інформаційної архітектури, що ускладнює перехід до архітектури, побудованої на сучасних принципах, зокрема відкриту цифрову архітектуру (ODA). Миттєвий перехід до нової архітектури є неможливим в силу масштабності та складності IT-інфраструктури.

**Метою доповіді** є аналіз стратегій та процесів переходу оператора телекомунікаційна омніканальну архітектуру. Відповідно до ODA Agile Lifecycle під час переходу до відкритої архітектури як проміжна ланка використовується проміжна архітектура міграції.

У рамках такого підходу та стратегій трансформації, описаних у [1], перехід до омніканальної архітектури можна забезпечити кількома способами. Розглянуто наступні стратегії:

паралельне розгортання нової омніканальної платформи, побудованої на принципах ODA, і поступове перенесення наявних каналів на нову платформу;

поступове розгортання нових компонентів омніканальної платформи та перехід на неї окремих процесів, пов'язаних із залученням клієнтів;

поступова заміна окремих успадкованих систем, пов'язаних із залученням клієнтів, на нові системи, які підтримують омніканальний підхід.

Кожен із зазначених підходів має свою специфіку, переваги та недоліки. Стратегія міграції повинна бути обрана залежно від наявної інформаційної архітектури, процесів залучення клієнтів, доступного бюджету проекту тощо.

Для великих операторів паралельне розгортання нової омніканальної інфраструктури в повному обсязі вимагає значних ресурсів, бюджету та часу до отримання перших результатів.

Тому для поступового переходу до нової омніканальної архітектури пропонується комбінована стратегія.

### **Список літератури**

1. Turkington, I. (2021), "Open Digital Framework, Open Digital Architecture. ITU-T". Virtual forum on The Role of Standards in Accelerating Digital Transformation for Cities and Communities, P. 42.

2. Smidovych, L., Davydovskyi, Y. (2022), "Analysis of the requirements for the telecom operator's information architecture and the processes of its transformation", Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries, No. 1 (19), P. 6–13.

## **РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПЛАНУВАННЯ ТА ВІДСТЕЖЕННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ ТРЕНУВАНЬ СПОРТСМЕНІВ**

Стойка Ф.В., Лещенко Ю.О.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Останнім часом все більше людей цікавляться здоровим способом життя та відвідують спортивні зали, але не завжди можуть вірно, без допомоги тренера або лікаря, сформуванню ефективну програму тренувань, що не зашкодить їх здоров'ю.

Невчасні або недостатні прийоми їжі та води, недостатня кількість сну або взагалі відпочинку, невірно розраховані спортивні навантаження та інші відхилення від здорового режиму життя, – призводять до стану постійної втоми, роздратованості, травм, порушенням сну, хвороб, що можуть потім вимагати складної діагностики та лікування.

Тому, спеціально для того, щоб користувачі могли стежити за своїм здоров'ям, постійно розробляються застосунки, з якими людям вести активний спосіб життя стає значно зручніше. Це стосується, навіть, тих випадків коли є деякі порушення здоров'я і необхідність відстеження показників або необхідність дотримуватись режиму прийому ліків. Вже існуючі застосунки виконують різні функції, в залежності від потреб користувача, та можуть надавати рекомендації, нагадування і, за необхідністю, викликати лікаря, тренера або відповідальну особу.

Метою доповіді є подання розробки застосунку для планування та відстеження індивідуальної програми тренувань спортсменів, що поєднує в собі зручність використання та функціональність для користувачів. При цьому важливим аспектом є не лише збір інформації про фізичну активність, але і її аналіз, візуалізація та надання корисних рекомендацій на основі отриманих даних.

Розробка застосунку для планування та відстеження індивідуальної програми тренувань спортсменів, має значний потенціал для поліпшення користувацького досвіду за рахунок інтеграції з іншими цифровими платформами та сервісами та може надавати розширені функції, такі як: соціальні мережі для підтримки мотивації, індивідуальні тренувальні програми та дієтичні плани.

При розробці застосунку були використані: мова проектування інформаційних систем UML, ERD, мова програмування Python, база даних SQLite3, середовище PyCharm, технологія Flask.

Проведено тестування системи для визначення її працездатності та надійності. Розроблений застосунок успішно впроваджений та використовується для відстеження виконання індивідуальної програми визначеної групи спортсменів.

## **МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ УПРАВЛІННЯ ЛОГІСТИЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ В ЦЕНТРАХ НАДАННЯ ГУМАНІТАРНОЇ ДОПОМОГИ**

Таранюк М.М., Малєєва О.В.

Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Ефективне управління логістичними процесами в центрах надання гуманітарної допомоги є важливою науковою та практичною задачею. Дослідження зосереджені на розробці моделей і методів, що забезпечують оптимізацію використання ресурсів та покращення координації при обмежених ресурсах і високому рівні невизначеності [1]. Сучасні виклики включають швидку мобілізацію матеріальних та людських ресурсів, забезпечення належного рівня звітності та управління інформаційними потоками.

Розробка математичних моделей та інформаційних технологій, які забезпечать оперативне прийняття рішень, дозволить підвищити ефективність логістичних процесів у центрах гуманітарної допомоги.

В результаті аналізу реальних даних з логістичних операцій, досліджено вплив змінних, таких як:

обсяги вантажів,

маршрути постачання,

рівень співпраці з іншими організаціями на прийняття рішень з управління вантажопотоками та ефективність гуманітарної допомоги в цілому.

Запропоновано архітектуру та функціонал інтегрованої інформаційної системи, що дозволить швидко реагувати на зміни в умовах нестабільного середовища [2].

Для моделювання логістичних процесів використовуються технології прогнозування та оптимізації, що базуються на методах системного аналізу та великих даних [3].

### **Список літератури**

1. Сидоренко І. П., Ткаченко В. А. Інформаційні системи та технології в управлінні логістикою. Логістика та управління ланцюгами постачання. 2021. Т. 5, № 2. С. 45–52. DOI: <https://oarp.nau.edu.ua/storage/2023/09/Zbirka-tez-dopovidej-Polit-FTML.pdf>

2. Петров С. В. Моделі планування ресурсів у кризових ситуаціях. Журнал аналітики та менеджменту. 2020. Т. 7, № 3. С. 27–34

3. Kovács G., & Spens K. M. "Relief Supply Chain Management for Disasters: Humanitarian Aid and Emergency Logistics." *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 2007, Vol. 37, No. 2, pp. 99-114. DOI: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09600030710734820/full/html>



## **РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ З ПІДБОРУ ЗАПАСНИХ ЧАСТИН ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТУ**

Губка О.С., Губка С.О.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
"Харківський авіаційний інститут", Харків, Україна

В даний час спостерігається зростання як виробництва автомобілів, так і кількості виробників автозапчастин. Перші декілька років експлуатації автомобілів проблем з підбором запасних частин та витратних матеріалів, зазвичай, не буває.

В цей час діє гарантійний період експлуатації автомобіля (приблизно від 2 до 5 років) і це вимагає від автовласника обслуговуватися на офіційних станціях технічного обслуговування (СТО) певного автовиробника.

Відповідно для підбору автозапчастин та витратних матеріалів в цей час використовується фірмове програмне забезпечення (ПЗ) автовиробника. Це програмне забезпечення неможливо офіційно отримати будь кому окрім фірмових СТО. До того ж це ПЗ здійснює підбір виключно оригінальних запасних частин та витратних матеріалів. Ці запчастини коштують від 50% до 200% дорожче ніж аналогічні запасні частини інших виробників, які, зазвичай, мають аналогічну якість, а іноді й ті самі запасні частини, що відрізняються тільки маркуванням [1-3].

**Метою доповіді** є автоматизація та прискорення процесів підбору автозапчастин для СТО.

Існує досить багато систем з підбору автозапчастин, але основним мінусом цих систем є повна або часткова відсутність інформації щодо експлуатаційних характеристик цих запчастин. Розроблений застосунок має окремі дані по кожній автозапчастині або виробнику з характеристиками якості продукту.

До того ж є можливість по цій характеристиці сортувати автозапчастини, що суттєво полегшує роботу спеціаліста з підбору автозапчастин на СТО. Система розроблена у вигляді веб-застосунку [4], тому є можливість працювати з ним як зі стаціонарних комп'ютерів, так і з мобільних пристроїв. Розрахунки показують, що швидкість підбору певних автозапчастин прискорюється від 2 до 5 разів.

### **Список літератури**

1. Підбір автозапчастин ресурсу Exist.ua. URL: <https://exist.ua/uk/zapchastyiny-dlja-to> (дата звернення: 30.10.2024).

2. Підбір автозапчастин компанії АТе. URL: <https://www.ate-brakes.com/ru-ru/servisy/prilozhenie-ate/> (дата звернення: 30.10.2024).

3. Підбір автозапчастин компанії Bosch. URL: <https://www.boschaftermarket.com/ua/uk/parts> (дата звернення: 30.10.2024).

4. Мельник Р. А. Програмування веб-застосунку (фронт енд та бек енд). Львів: Львівська політехніка, 2018. 248 с.

## **РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МОНІТОРИНГУ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ**

Боярська Т.М., Яшина О.С.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Актуальність дослідження моніторингу рухомих об'єктів зростає в умовах швидкого розвитку технологій і зростання населення в містах [1, 2]. Впровадження таких технологій комп'ютерного зору та алгоритмів машинного навчання сприяє створенню "розумних міст", де автоматизовані системи відеоспостереження та управління трафіком можуть суттєво поліпшити якість життя мешканців [3].

**Метою доповіді** є представлення основних аспектів розробки програмного забезпечення для моніторингу рухомих об'єктів, включаючи аналіз існуючих рішень, технологій та викликів у цій сфері. Об'єктом дослідження є процеси моніторингу рухомих об'єктів, а предметом – методи та інструменти автоматизованого моніторингу.

У рамках концептуального проектування додатку моніторингу рухомих об'єктів визначаються функціональне призначення та вимоги до додатку, структура додатку та основні компоненти, а також проектуються алгоритми роботи. Вибір інструментальних засобів включає аналіз технологій комп'ютерного зору, їх можливостей та обмежень, а також моделей нейронних мереж.

Перспективи розвитку технологій моніторингу виглядають позитивно завдяки новітнім дослідженням у галузі комп'ютерного зору. Очікується зростання використання штучного інтелекту для автоматизації процесів аналізу даних та інтеграції технологій Інтернету речей, що відкриває нові можливості для покращення безпеки та ефективності.

Таким чином, розробка програмного забезпечення для моніторингу рухомих об'єктів є актуальною. темою досліджень, яка має значний потенціал для поліпшення якості життя населення та підвищення рівня безпеки в суспільстві.

### **Список літератури**

1. Kumar, A., & Singh, R. (2018). A Review on Object Detection Techniques in Computer Vision. *International Journal of Computer Applications*, 182 (25), 1-6. DOI: <https://doi.org/10.5120/ijca2018917469>.
2. Zhao, Z., & Hsu, C. (2020). Real-time Object Detection and Tracking for Autonomous Vehicles. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 21(4), 1542-1552. DOI: <https://doi.org/10.1109/TITS.2019.2911954>.
3. Bhatia, S., & Kumar, S. (2019). Development of a Smart Traffic Monitoring System Using Image Processing Techniques. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 7(2), 123-130. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2018.11.001>.

## LOGICAL CONSISTENCY AND SIMILARITY DETECTION IN STUDENT CODE GRADING VIA FINGERPRINTS

Seliutin D.A., Yashyna O.S.

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

In computer science education, evaluating student code for logical coherence and recognizing patterns in submissions is essential for equitable grading and identifying potential plagiarism and lack of logical thinking [1]. Academic integrity is important when programming course enrollment rises. Code submission similarities must be recognized to prevent plagiarism, ensure fair evaluations, and assure ethical academic behavior. Teachers can give students focused feedback by pointing out anomalies in code, however, why not use distance learning systems to accept, verify, analyze and test students' code and start from the very basic approach - fingerprint comparison?

**The goal of this** review is to show benefits and drawbacks of various kinds of fingerprints and show the way how the main obstacles can be overcome by incorporating calculation and obfuscation approaches.

The examples of standard tasks for learning programming languages that are present in the review show the main pros and cons for different approaches used to identify code blocks. By generating a distinct "fingerprint" for each code submission derived on syntactic and semantic characteristics, we can effectively compare code structures while maintaining logical intent. The existing approaches employ a synthesis of hash-based methodologies and tree-based representations that make block identification fast and precise. However, the number of details [2] that is taken into account can easily break fingerprints and make them inaccurate at all. To overcome this problem the fingerprints should be based now only on a plain code that we got after preparation steps but rather be a form of intermediate code representation [3] that holds all code line details and be queryable at the same time to allow skipping some attributes to allow fuzzy code block recognition.

The potential advantages of utilizing fingerprints include the identification of copied code, which can aid in recognizing comparable works, hence streamlining the code verification process for educators and minimizing time expenditure and plagiarism detection efforts.

### References

1. Alhazami E. A., Sheneamer A. M. Graph-of-Code: Semantic Clone Detection Using Graph Fingerprints. *IEEE Transactions on Software Engineering*. 2023. vol. 49, no. 8, pp. 3972-3988. DOI: 10.1109/TSE.2023.3276780.
2. Abuhamad M., Abuhmed T., Mohaisen D., Nyang D. Large-scale and Robust Code Authorship Identification with Deep Feature Learning. *ACM Trans. Priv. Secur.* 2021. vol. 24, no. 4. article no. 35. DOI: 10.1145/3461666.
3. Yuan D., Fang S., Zhang T., Xu Z., Luo X. Java Code Clone Detection by Exploiting Semantic and Syntax Information From Intermediate Code-Based Graph. *IEEE Transactions on Reliability*. 2023. vol. 72, no. 2, pp. 511-526. DOI: 10.1109/TR.2022.3176922.

## **DIAGNOSTIC SOFTWARE OF INFORMATION SYSTEMS**

Dotsenko N.V.

Kharkiv National University of Urban Economy named after O.M. Beketova,  
Kharkiv, Ukraine

The current stage of development of measurement technology for diagnosis and condition monitoring of objects of different nature is characterized by an increasing complexity of tasks and intensive implementation of intelligent technologies in the measurement process [1].

The growth of complexity and high rates of development of computer systems, their introduction into all areas of activity determine the urgency of the problem of increasing their fault tolerance and survivability.

To reduce the time for determining the working capacity of technical objects and finding the place of failure in them, it is necessary to develop diagnostic support - a set of interrelated rules, methods, algorithms and tools necessary for diagnosing at all stages of the object's life cycle [2, 3].

The purpose of the report is to analyze the methods for developing diagnostic support for automated control systems.

The report discusses the features of the problem under consideration. It is shown that the development of diagnostic software is a difficult task, since the means of control and diagnostics must satisfy a number of most often conflicting requirements for speed, hardware costs, reliability of operation, etc.

Many problems:

finding minimal tests,

choosing the optimal composition of checks, etc.

are logical-combinatorial problems.

The complexity of classical algorithms and methods for solving these problems makes us look for new approaches and develop more efficient methods.

To reduce the complexity of developing diagnostic software, reduce the duration of the process, improve the quality of design, and reduce the cost of its development, the test program has been developed, which allows you to automate the process of developing diagnostic software, reduce development time and improve its quality by generating minimal test sequences and simplifying control schemes.

### **References**

1. Babak V. P. et al. Principles of construction of systems for diagnosing the energy equipment // Diagnostic Systems for Energy Equipments. – 2020. – P. 1-22.

2. Nikitaev V. G. et al. Approach to building knowledge bases in information-measuring systems diagnostics of acute leukemias //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2018. – Vol. 945. – No. 1. – P. 1 – 5.

3. Peleska J. Industrial–Strength Model–Based Testing–State of the Art and Current Challenges / J. Peleska // EPTCS 111, 2013. – P. 3 – 28.

## **ПОБУДОВА ВЕБЗАСТОСУНКА ПРОВЕДЕННЯ ІВЕНТ ПОСЛУГ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СХОВИЩ ДАНИХ INTERSYSTEMS IRIS**

Лещенко О.Б., Анікін А.М.

Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Будь-який ділового або приватний захід несе за собою величезні трудовитрати, оскільки захід є відповідальним завданням для співробітників і, відповідно, успіх його вирішення залежить від професіоналізму та досвіду організатора. Оцінка ефективності проведеного івенту допомагає зрозуміти, наскільки вкладені кошти окупилися, і наскільки результати відповідають поставленим цілям.

Проведення будь-якого івенту може включати послідовність робіт, які змінюються від забаганок замовника: розробка концепції заходу; підбір та бронювання майданчика для проведення івенту; запрошення гостей заходу; організаційна логістика (забезпечення транспорту, доставки всіх матеріалів та персоналу на майданчик заходу, тощо); організація харчування; підбір артистів та розважальних номерів; декорування приміщень заходу; технічне забезпечення заходу (світло, звук); замовлення виробництва потрібної брендованої продукції; підбір та тренінг персоналу для заходу; підготовка фото та відео-звітів, тощо. Кожна з цих робіт має свій сценарій, безпосередніх виконавців, обладнання, матеріали, фірми підрядники, тощо, які потрібно мати в достатній кількості для проведення замовленого івенту. В зв'язку з цим виникає задача по розробці вебзастосунка для організації та проведення івент послуг будь-якого формату.

**Метою доповіді** є дослідження технологій платформи InterSystems IRIS для розробки вебзастосунка для проведення івент послуг з використанням багатовимірних баз даних та сховищ інформації. В доповіді наводяться результати моделювання предметної області та аналіз особливостей використаних технологій. Розроблений вебзастосунок використовує СКБД, яка заснована на багатовимірній технології сховищ даних, що дозволяє обслуговувати тисячі конкуруючих користувачів. Високопродуктивна платформа InterSystems IRIS містить усі необхідні інструменти та можливості для швидкої розробки транзакційних, аналітичних та транзакційно-аналітичних застосунків [1], які скорочують затримки під час підготовки даних для аналізу та дозволяє в реальному часі отримувати корисну інформацію та використовувати її для ухвалення оперативних рішень.

### **Список літератури**

1. Лещенко, О. Б. Застосування технології DeepSee InterSystems для побудови багатовимірних баз даних і сховищ інформації [Текст] / О. Б. Лещенко, Ю. О. Лещенко. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. С. Жуковського "ХАІ", 2021. – 66 с

## **ALTERNATIVE GRAY CODES**

Yareshchenko V.

National University “Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic”, Poltava, Ukraine

The topical problem of reducing dissipated power in global communication lines while maintaining high performance is considered.

High switching activity leads to significant losses due to communication capacitances between long lines. They are one of the most energy-intensive components of an embedded system. The use of Gray codes not only reduces dynamic energy losses in the address bus, but also minimizes communication losses between closely spaced lines. However, the Gray code has low balance and a large number of bit switches [1, 2].

An analysis of known studies has shown that there are other codes that have the same characteristics as Gray codes.

This class of codes is called generalized (alternative, extended) Gray codes in the literature.

The properties of these codes are more accurately reflected by the name "codes with a unit distance". Unfortunately, mainly individual cases of codes are studied, and there is no general approach to their study [3, 4]

The methods of constructing alternative Gray codes, which allow reducing the number of switches on the buses, have been investigated.

The purpose of the article is to develop a method of constructing unit distance codes, to determine the types of code transformations, and to form a system of various typical representatives. Estimates of their number were obtained, characteristics were determined; catalogs of typical representatives were formed.

The application of the developed method will allow analyzing and selecting the codes with the best properties and, as a result, to obtain the best results from the point of view of network delays, energy costs and other constructive limitations for computer systems.

Examples of the use of catalogs of typical representatives in the construction of a code generator, which has a better balance compared to the Gray code, are given.

### **References**

1. Bittman D. et al. Optimizing Systems for Byte-Addressable NVM by Reducing Bit Flipping // FAST. – 2019. – P. 17-30.
2. Mittal S., Nag S. A survey of encoding techniques for reducing data-movement energy // Journal of Systems Architecture. – 2019. – V. 97. – P. 373-396.
3. Zhao Z., Wang Z., Min G., Cao Y. Highly-efficient bulk data transfer for structured dissemination in wireless embedded network systems // Journal of Systems Architecture. – 2017. – V. 72. – P. 19-28.
4. Taha, T. B., Barzinjy, A. A., Hussain, F. H. Nanotechnology and computer science: Trends and advances/ Memories-Materials, Devices, Circuits and Systems. – 2022. - Vol. 2. P. 100011.

**INFORMATION SYSTEM OF SUPPORT  
FOR DECISION-MAKING IN HUMAN RESOURCES MANAGEMENT  
IN A MULTI-PROJECT ENVIRONMENT**

Dotsenko N.V., Lutsiv Y.S.

Kharkiv National University of Urban Economy named after O.M. Beketova,  
Kharkiv, Ukraine

The need to implement project and program management in a period of uncertainty in an aggressive environment leads to the need to change human resource management paradigms, ensuring Agile transformation of human resource management processes in a multi-project environment [1]. Classical approaches to ensuring the formation and functioning of project teams are not effective when implementing projects during military operations, since in these conditions it is necessary to ensure team adaptation, redistribution of resources between projects, and flexible redistribution of functions of project team members in a multi-project environment.

A change in the existing pool of resources as a result of mobilization and evacuation processes, a change in the possibility of involving personnel in projects due to the loss of material and technical support (operational conditions) requires a flexible response. The lack of means of automating human resources management processes leads to the transfer of the burden to the project manager (project manager), who acts in a state of stress and can make subjective decisions. A critical factor is the time of decision-making to ensure the formation and functioning of the team.

The purpose of the report is to build an information system to support decision-making in the management of human resources in a multi-project environment, which would allow to ensure the formation and functioning of project teams under the given restrictions. The report discusses the issue of creating an information system that would allow for the formation and functioning of project teams under given limitations (time and resource), analysis of existing competency profiles, management of critical competencies, formation of project teams, provision of the change management process in human resource management, Agile transformation human resource management processes in a multi-project environment [2].

**References**

1. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) Seventh Edition and The Standard for Project Management. 2021.
2. Nataliia Dotsenko et al. Intelligent Information Technology for Providing Human Resources to Projects in a Multi-Project Environment. Conference paper IntelITSIS'2021: 2nd International Workshop on Intelligent Information Technologies and Systems of Information Security, pp. 12-23. March 24–26, 2021, Khmelnytskyi, Ukraine. Scopus <http://ceur-ws.org/Vol-2853/>

## **РОЗРОБКА СИСТЕМИ ГЕНЕРАЦІЇ ЧАТ-БОТІВ ДЛЯ TELEGRAM З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛЕЙ ГЕНЕРАТИВНОГО ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

Момот М.О., Шимко Д.І.

Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Розробка чат-ботів (ЧБ) стає надзвичайно актуальною в контексті сучасних вимог до зручності та швидкості обслуговування користувачів. ЧБ можуть: 1) для компаній надавати швидку та ефективну підтримку користувачам/покупцям, вирішуючи їх питання та проблеми у режимі реального часу; 2) у сфері освіти та тренування стати інтерактивними вчителями, які відповідають на питання студентів, надають додаткові матеріали та допомагають у засвоєнні нового матеріалу; 3) в сфері пошуку інформації вирішувати проблеми, якщо ЧБ здатні розпізнавати теми та відповідати на короткі запитання, ефективно фільтруючи велику кількість інформації та швидко знаходити необхідні відповіді. Автоматизовані ЧБ, засновані на штучному інтелекті (ШІ), стають справжніми інтелектуальними агентами, здатними розуміти природну мову та адаптуватися до потреб користувачів.

**Метою доповіді** є розробка системи генерації чат-ботів з використанням моделей генеративного штучного інтелекту з веб-інтерфейсом. У доповіді наведено перелік недоліків при генерації ЧБ; огляд сервісів та їх API (Telegram та OpenAI [1]), які використовуються для створення ЧБ з використанням моделей генеративного ШІ; описано комбінацію методів розділення датасетів на логічні частини за темами; сформовано опис функціонування різних аспектів системи у вигляді діаграм активностей та послідовності UML; підраховано вартість функціонування ботів. Для роботи системи була обрана не остання модель ChatGPT 4, або ChatGPT 4 turbo, а попередня ChatGPT 3.5 turbo, яка коштує у десятки разів дешевше, але не занадто помітно вирізняється при використанні у форматі чату (за заявами розробників). Для розробки проєкту були обрані технології Javascript + AJAX для front-end, PHP для back-end, MySQL – для бази даних. Окрім базового функціоналу, у проєкті використовуються сторонні бібліотеки PHP Smalot\PdfParser – для розшифровки pdf-файлів у текст, PHP danny50610/bpe-tokeniser – для підрахунку токенів в тексті, Javascript Highcharts – для відображення графіків. Описано реалізацію функціоналу адміністратора в режимах: витрат та списку створених ЧБ; додавання нових ЧБ, редагування загальних налаштувань ЧБ додаткових налаштувань системи; створення датасетів, перегляд реалізації їх структури та створення додаткового контекстування.

### **Список літератури**

1 Henry Habib. OpenAI API Cookbook: Build intelligent applications including chatbots, virtual assistants, and content generators. - Packt Publishing, 2024. - 192 p.



## **ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ТОВАРНИМИ ЗАПАСАМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОГО ПОПИТУ**

Лещенко О.Б., Пліско О.О.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна

Невизначеність попиту є одним із ключових факторів, що ускладнює оптимізацію управління запасами в централізованих системах постачання. Класичні моделі, такі як EOQ (економічний розмір замовлення) та ROP (точка повторного замовлення), хоча і є ефективними для стабільного попиту, не здатні враховувати раптові коливання, що може призводити до накопичення зайвих запасів або дефіциту товарів.

Сучасні методи, зокрема симуляція Монте-Карло, пропонують гнучкіший підхід до моделювання випадкових змін попиту. Це дозволяє знизити ризики та покращити управління запасами. Одним із перспективних напрямів є застосування метаевристичних алгоритмів, таких як Multi-Objective Grey Wolf Optimization (MOGWO), що забезпечують адаптивність управління в умовах нестабільного ринку [1].

**Метою доповіді** є представлення оптимізаційної моделі управління запасами, яка враховує невизначеність попиту і спрямована на мінімізацію загальних витрат на зберігання товарів та втрат, пов'язаних із дефіцитом. Комбінація MOGWO та симуляційних методів, таких як Монте-Карло, дозволяє підвищити точність прогнозування та адаптувати стратегії управління до динамічних змін ринку [2].

У доповіді наведено результати числових експериментів, що демонструють ефективність симуляції Монте-Карло в оцінці можливих сценаріїв змін попиту. Використання аналітики великих даних дозволяє створювати більш точні та адаптивні моделі оптимізації управління запасами [3].

Запропоновані підходи забезпечують стабільність функціонування системи постачання навіть в умовах високої ринкової волатильності. Це особливо важливо для компаній, які працюють у глобалізованих і динамічних ринкових умовах.

### **Список літератури**

1. Tan, N.D., Kim, H.-S., Long, L.N.B., Nguyen, D.A., You, S.-S. Optimization and inventory management under stochastic demand using metaheuristic algorithm. *PLoS ONE*, 2024, vol. 19, iss. 1, article no. e0286433. DOI: 10.1371/journal.pone.0286433.
2. Leepaitoon, S., & Bunterngchit, C. The Application of Monte Carlo Simulation for Inventory Management: a Case Study of a Retail Store. *International Journal of the Computer, the Internet and Management*, 2019, vol. 27, iss. 2, pp. 76–83. ISSN 0858-7027.
3. Seyedan, M., & Mafakheri, F. Predictive big data analytics for supply chain demand forecasting: methods, applications, and research opportunities. *Journal of Big Data*, 2020, vol. 7, article no. 53. DOI: 10.1186/s40537-020-00329-2.

## ОЦІНКА КОНТРАФКТИВ У МЕДИЧНИХ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАХ

Петров К.Е., Чалий Т.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Медичні бізнес-процеси (МБП) охоплюють різні аспекти надання медичних послуг, включаючи діагностику, лікування, реабілітацію та управління ресурсами.

Вони є документованим та формалізованим відображенням типових практик в сфері охорони здоров'я. Моделювання таких процесів створює умови для підвищення ефективності лікування та оптимізації витрат за рахунок стандартизації процедур, що, як наслідок, зменшує ризик помилок та дозволяє забезпечити якісну допомогу пацієнтам [1].

Проте типізація процесів може приводити до обмежень на час догляду за пацієнтом та доступ до персоналізованого лікування, що може зменшити можливості прийняття рішень у випадках складних або нетипових клінічних ситуацій. Тому при моделюванні бізнес-процесів доцільно використовувати контрафактичний підхід. Контрафакти задають альтернативні сценарії подій. Використання контрафактичного підходу в моделюванні медичних бізнес-процесів дозволяє оцінювати різні варіанти виконання процесів з метою оптимізації витрат і підвищення якості лікування, в особливості при обмеженнях на ресурси [2].

**Метою доповіді** є розробка підходу до оцінки контрафактів у медичних бізнес-процесах для формування альтернативних варіантів процесу лікування з різними витратами.

Запропонований підхід до оцінки контрафактів у медичних бізнес-процесах містить такі кроки: побудова базової моделі МБП; формування множини контрафактів; моделювання альтернативного варіанту МБП для кожного контрафакту; розрахунок показника ефективності для кожної альтернативної моделі МБП; ранжування альтернатив.

Підхід дає можливість вибрати найбільш ефективну альтернативу медичного бізнес-процесу на основі співвідношення витрат і результативності.

### Список літератури

1. Vanhaecht K., De Witte K., Sermeus W. The impact of clinical pathways on the organisation of care processes. PhD dissertation, KULeuven, 2007. 154 p.
2. Roese N.J., Epstude K. The functional theory of counterfactual thinking: New evidence, new challenges, new insights. *Advances in experimental social psychology*, 2017. Vol. 56. P. 1-79. <https://doi.org/10.1016/bs.aesp.2017.02.001>
3. Чалий С., Лещинський В., Лещинська І.О. Контрафактуальна темпоральна модель причинно-наслідкових зв'язків для побудови пояснень в інтелектуальних системах. *Вісник Національного технічного університету "ХПИ". Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології*, 2021, №2(6), С. 41-46. DOI: <https://doi.org/10.20998/2079-0023.2021.02.07>

## **ТЕМПОРАЛЬНИЙ ОПИС БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПОЧАТКОВОГО РІВНЯ ПРОЦЕСНОЇ ЗРІЛОСТІ**

Чала О.В., Богатов Є.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Бізнес-процеси (БП) представляють собою послідовності робіт, що забезпечують перетворення вхідних ресурсів у продукти або послуги, які мають цінність для клієнтів. Процесне управління підприємством базується на побудові та використанні моделей БП [1].

При впровадженні процесного управління виділяють п'ять рівнів зрілості: від початкового до рівня постійного покращення бізнес-процесів [2]. На початковому рівні зрілості БП є неформалізованими, а їх виконання повністю базується на знаннях та ініціативі виконавців. Для формалізації БП на початковому рівні процесної зрілості доцільно спочатку побудувати опис процесу на основі аналізу журналів подій, а потім використати цей опис для побудови процесної моделі [3]. Такий попередній опис БП може бути формалізований на основі виділення темпоральних залежностей між діями процесу, що дасть можливість встановити фактичний порядок виконання дій процесу у часі як необхідну умову для побудови моделі БП.

**Метою доповіді** є розробка підходу до побудови темпорального опису бізнес-процесів початкового рівня процесної зрілості для подальшого впровадження процесного управління.

Запропонований підхід до побудови темпорального опису бізнес-процесу включає такі етапи: формування темпоральних залежностей між парами станів бізнес-процесу; виділення темпоральних правил шляхом об'єднання однакових темпоральних залежностей; формування правил, що визначають послідовне та паралельне виконання дій процесу; побудова графу потоків робіт з урахуванням виділених темпоральних правил.

Запропонований підхід дає можливість з урахуванням фактичного порядку виконання робіт на підприємстві побудувати моделі БП за умови відсутності чітко визначених шаблонів виконання.

### **Список літератури**

1. Dumas M., La Rosa M., Mendling J., Reijers H.A. *Fundamentals of Business Process Management*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56509-4>
2. Dijkman R., Lammers S.V., de Jong A. Properties that influence business process management maturity and its effect on organizational performance. *Information Systems Frontiers*. 2016. Vol. 18. P. 717-734. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10796-015-9554-5>
3. Chalyi S., Bogatov I. Technology of automated construction of a business process prototype model based on pre-processing of event logs. *Bulletin of National Technical University KhPI Series System Analysis Control and Information Technologies*. 2020. P. 57-63. DOI: <https://doi.org/10.20998/2079-0023.2020.02.10>

## **ПОБУДОВА ДЕРЕВА РІШЕНЬ ДЛЯ ПОЯСНЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕМПОРАЛЬНИХ ПРАВИЛ**

Чалий С.Ф., Демент'єв А.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Інтелектуальні системи знайшли широке застосування для підтримки прийняття рішень в різних галузях - від медицини до промисловості. Проте складність алгоритмів машинного навчання приводить до того, що процес формування рішень стає непрозорим, а отже і незрозумілим для користувачів. В результаті знижується довіра до результатів роботи інтелектуальної системи та ускладнюється виявлення потенційних помилок у процесі формування рішення [1].

Для забезпечення прозорості та зрозумілості роботи інтелектуальних систем користувачі можуть отримати пояснення щодо процесу побудови рішень [2].

Такі пояснення мають враховувати як вхідні дані, такі і залежності між діями в процесі формування рішення.

Останні можуть бути відображені у аспекті часу з використанням темпоральних правил [3].

**Метою доповіді** є розробка підходу до побудови дерева рішень на основі темпоральних правил, що визначають можливі послідовності дій з тим, щоб отримати пояснення щодо процесу формування рішень в інтелектуальній системі.

Запропонований підхід містить наступні етапи: виділення темпоральних залежностей з журналу подій інтелектуальної системи; формування темпоральних правил на основі узагальнення темпоральних залежностей; розрахунок ваг темпоральних правил; формування дерева рішень для пояснень на основі зважених темпоральних правил.

Побудова пояснення виконується шляхом обходу дерева. Отримане пояснення враховує багатоваріантність процесу формування рішення в інтелектуальній системі та відображає динамічні зв'язки між діями у процесі отримання результату, оскільки темпоральні правила встановлюють лінійний порядок у часі для пар довірливих дій, що входять до складу даного процесу.

### **Список літератури**

1. Zhang Y., Chen X. Explainable Artificial Intelligence: A Comprehensive Review. *ACM Computing Surveys*. 2024. Vol. 56, No. 1. P. 1-42. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10462-021-10088-y>
2. Molnar C. Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable. Independently published. 2022. 2nd Edition.
3. Chalyi S., Leshchynskyi V. Method of constructing explanations for recommender systems based on the temporal dynamics of user preferences. *EUREKA: Physics and Engineering*. 2020. No. 3. P. 43-50. DOI: <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2020.001228>

## **ПРЕДСТАВЛЕННЯ УПОРЯДКОВАНOSTІ ВХІДНИХ ДАНИХ ПРИ ПОБУДОВІ ПОЯСНЕНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ СИСТЕМІ**

Чалий С.Ф., Кравченко Р.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Широкое використання інтелектуальних систем в останні роки пов'язано із вимогою щодо забезпечення прозорості процесу формування рішень такими системами на основі побудови та використання пояснень [1]. Зокрема, актуальною задачею є надання зрозумілих пояснень у галузях, пов'язаних із здоров'ям та безпекою людей, де помилкові рішення можуть привести до серйозних втрат [2].

Існуючі підходи до побудови пояснень зосереджуються переважно на виявленні ключових факторів впливу на отримані в інтелектуальній системі рішення, проте недостатньо уваги приділяють аналізу упорядкованості вхідних даних. Проте така упорядкованість може суттєво впливати на точність пояснення та на його інтерпретацію користувачем.

**Метою доповіді** є розробка підходу до представлення упорядкованості вхідних даних при побудові пояснень в інтелектуальній системі з використанням темпоральних правил.

Темпоральні правила дозволяють формалізувати знання про послідовність та взаємозв'язок у часі подій або станів цільового процесу. Такі правила можуть бути використані для представлення упорядкованості вхідних та проміжних даних, наприклад, для опису послідовності слів у вхідному реченні або порядку виконання дій у процесі прийняття рішень.

Запропоноване представлення містить множину темпоральних правил [3], що визначають упорядкованість для пар елементів вхідного набору даних. Правила визначають відношення лінійного порядку як для послідовних елементів вхідних даних, так і для елементів, між якими розміщені інші елементи. Вага правил визначає ступінь впливу упорядкованих пар вхідних даних на рішення інтелектуальної системи.

Використання темпоральних правил для представлення упорядкованості вхідних даних створює умови для підвищення точності пояснень за рахунок інформації про взаємне розташування елементів набору вхідних даних.

### **Список літератури**

1. Gunning D., Aha D.W. DARPA's explainable artificial intelligence (XAI) program. *AI Magazine*. 2019. Vol. 40(2). P. 44-58. DOI: <https://doi.org/10.1609/aimag.v40i2.2850>
2. Miller T. Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences. *Artificial Intelligence*. 2019. Vol. 267. P. 1-38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.artint.2018.07.007>
3. Чала О.В. Побудова темпоральних правил для представлення знань в інформаційно-управляючих системах. *Сучасні інформаційні системи*. 2018. Том 2, № 3. С. 54-59. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2018.3.09>.

## ДОПОВНЕННЯ ВХІДНИХ ДАНИХ У МЕНТАЛЬНІЙ МОДЕЛІ КОРИСТУВАЧА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

Чалий С.Ф., Лещинська І.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Інтелектуальні інформаційні системи формують рішення з використанням явних та неявних знань. Проте через складність алгоритмів машинного навчання, які використовуються в цих системах, процес прийняття рішень часто залишається незрозумілим для користувачів. Дана невідповідність може призводити до зниження довіри до результатів роботи інтелектуальної системи. Тому в таких системах використовуються пояснення [1]. Для забезпечення зрозумілості рішень доцільно узгоджувати пояснення з ментальними моделями користувачів, тобто їх внутрішніми уявленнями про роботу системи [2]. У процесі узгодження коригується набір вхідних даних для ментальної моделі користувача.

**Метою доповіді** є розробка підходу до доповнення вхідних даних у ментальній моделі користувача інтелектуальної системи для створення більш інформативних та зрозумілих пояснень.

Запропонований підхід полягає у використанні нерелевантних з точки зору користувача значень властивостей рішення інтелектуальної системи з тим, щоб встановити обмеження щодо множини допустимих рішень. Доповнення дає можливість уточнити бажане рішення з урахуванням вхідних даних, які не були враховані в початковій ментальній моделі користувача.

Наприклад, за допомогою рекомендаційної системи вирішується задача пошуку смартфона з певними характеристиками (розмір екрану, об'єм пам'яті, ціна). На основі аналізу відгуків інших покупців можна додати до ментальної моделі додаткові характеристики (нагрівання пристрою, недостатня тривалість автономної роботи), які відображають недоліки первинного вибору та не були враховані у ментальній моделі користувача.

Таким чином, запропонований підхід дозволяє враховувати потенційні негативні аспекти рішення та спрощує його вибір і застосування.

### Список літератури

1. Gunning D., Aha D.W. DARPA's explainable artificial intelligence (XAI) program. *AI Magazine*. 2019. Vol. 40(2). P. 44-58. DOI: <https://doi.org/10.1609/aimag.v40i2.2850>
2. Miller T. Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences. *Artificial Intelligence*. 2019. Vol. 267. P. 1-38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.artint.2018.07.007>
3. Чалий С., Лещинський В., Лещинська І.О. Контрфактуальна темпоральна модель причинно-наслідкових зв'язків для побудови пояснень в інтелектуальних системах. *Вісник Національного технічного університету "ХПИ". Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології*, 2021, №2(6), С. 41-46. DOI: <https://doi.org/10.20998/2079-0023.2021.02.07>

## **ПОЯСНЕННЯ ЛОКАЛЬНОГО РІВНЯ ДЕТАЛІЗАЦІЇ ДЛЯ ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ РІШЕНЬ В ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІЙ СИСТЕМІ**

Чалий С.Ф., Лещинський В.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Інтелектуальні інформаційні системи (ІС) широко використовуються для вирішення складних завдань, зокрема у таких галузях, як медицина, фінанси, промисловість.

Однак через застосування алгоритмів машинного навчання ці системи часто є непрозорими для користувачів, що може викликати недовіру до їх рішень та привести до ускладнення виявлення та виправлення неточностей у процесі побудови рішень [1].

Для підвищення прозорості роботи ІС важливо забезпечити користувачів зрозумілими поясненнями щодо процесу формування рішень [2]. Побудова пояснень є актуальною як для зовнішніх користувачів (кінцевих споживачів рішень), так і для внутрішніх користувачів (команди підтримки та аналітиків), які потребують глибшого розуміння ключових етапів даного процесу для поліпшення роботи інтелектуальної системи [3].

**Метою доповіді** є розробка моделі пояснення локального рівня деталізації для виявлення обмежень процесу формування рішення в інтелектуальній системі.

В доповіді представлено удосконалену модель пояснення на локальному рівні деталізації процесу формування рішення. Модель базується на інтеграції темпоральних залежностей, що визначають лінійну послідовність дій, у каузальні правила-обмеження, які задають обов'язкові дії (або послідовності дій) для всіх варіантів процесу формування рішення. Пояснення на основі каузальних правил дають можливість виявляти дії, які можуть обмежувати нормальне функціонування інтелектуальної інформаційної системи та призводити до некоректних рішень цієї системи.

Таким чином, використання темпоральних і каузальних залежностей дозволяє виявляти проблемні місця в процесі формування рішення і створити умови для підвищення ефективності роботи інтелектуальної системи

### **Список літератури**

1. Adadi A., Berrada M. Peeking inside the black-box: A survey on explainable artificial intelligence (XAI). *IEEE Access*. 2018. Vol. 6. P. 52138-52160. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2870052>
2. G Guidotti R., Monreale A., Ruggieri S., Turini F., Giannotti F., Pedreschi D. A survey of methods for explaining black box models. *ACM Computing Surveys (CSUR)*. 2018. Vol. 51, No. 5. P. 1-42. DOI: <https://doi.org/10.1145/3236009>
3. Chalyi S., Leshchynskyi V. Probabilistic counterfactual causal model for a single input variable in explainability task. *Advanced Information Systems*. 2023. Vol. 7, No. 3. P. 54-59.

## **МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АТАК НА МУЛЬТИСЕРВІСНІ МЕРЕЖІ**

Порошенко А.І., Коваленко А.А., Буслов П.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Застосування нейронних мереж у кібератаках на мультисервісні мережі наразі не є значущою загрозою для захисту даних, проте ця тенденція заслуговує на увагу. Технології штучного інтелекту, зокрема нейронні мережі, поступово інтегруються в методи кібератак, що може ускладнити виявлення та запобігання злочинним діям. Сучасні нейронні мережі, володіючи здатністю обробляти та аналізувати великі обсяги даних, можуть використовуватися для автоматизації атак та генерації підробленого мережевого трафіку, що може ускладнити передачу даних у мережі [1]. Вивчення механізмів, за допомогою яких нейронні мережі можуть імітувати легітимну поведінку, дозволить розробити ефективніші системи виявлення аномалій та захисту.

**Метою доповіді** є дослідження можливого використання нейронних мереж та штучного інтелекту для атак на мультисервісні мережі з метою удосконалення механізмів виявлення аномалій та захисту.

В доповіді наводяться результати аналізу потенційних загроз та сценаріїв використання нейронних мереж у кібератаках. Нейронні мережі можуть використовуватися для аналізу та оптимізації DDoS-атак, створення трафіку, який виглядає легітимним для систем IDS/IPS, а також для атак на алгоритми шифрування, атак на якість обслуговування мережі та аналізу поведінкових патернів користувачів у мультисервісних мережах. Наведені дані показують, що інтеграція штучного інтелекту в методи атак може значно підвищити їхню ефективність, що вимагає вдосконалення існуючих систем безпеки. Незважаючи на те, що спостерігається зростання популярності способів захисту мультисервісних мереж на основі використання нейронних мереж та штучного інтелекту [2], завжди з'являються нові засоби атак, тому лише постійний моніторинг та інновації можуть забезпечити надійний захист у цій безперервній боротьбі.

### **Список літератури**

1. Poroshenko, A. and Kovalenko, A. (2023) "Audio signal transmission method in network-based audio analytics system", *INNOVATIVE TECHNOLOGIES AND SCIENTIFIC SOLUTIONS FOR INDUSTRIES*, (4 (26), pp. 58–67. doi: 10.30837/ITSSI.2023.26.058
2. V. Bhatia, S. Choudhary and K. R. Ramkumar, "A Comparative Study on Various Intrusion Detection Techniques Using Machine Learning and Neural Network," 2020 8th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (Trends and Future Directions) (ICRITO), Noida, India, 2020, pp. 232-236, doi: 10.1109/ICRITO48877.2020.9198008.



## **МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ У СИСТЕМАХ ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ**

Волк М.О., Бугрій А.М., Брестовицький Р.М., Соробей Б.В., Журавель Д.С.  
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Хмарні обчислення сьогодні вважаються технологією, яка надає компаніям можливості динамічного управління ресурсами для досягнення оптимальних результатів з мінімізацією витрат. Системи хмарних обчислень можуть мати різні архітектури. Деякі дослідники підкреслюють переваги централізованих підходів до управління ресурсами, де сервер розподіляє ресурси між вузлами. Однак ці системи мають обмежену масштабованість і менш стійкі до збоїв. Інші дослідження підтримують автономне управління на рівні кожного вузла (децентралізовані системи), що підвищує масштабованість, але призводить до труднощів з координацією між вузлами, що може призвести до неефективного використання ресурсів [1].

Об'єднання централізованих і децентралізованих методів, як запропоновано в сучасних дослідженнях, дозволяє отримати переваги обох підходів, зокрема кращу стійкість та ефективність і призводить до гібридних рішень [2]. Крім цього, останні дослідження акцентують увагу на оптимізації енергоспоживання через адаптивне управління ресурсами [3]. Алгоритми, які враховують енергетичну ефективність, дозволяють зменшити витрати на електроенергію без втрати продуктивності.

**Метою доповіді** є розробка ефективних підходів до управління ресурсами в хмарних системах з акцентом на масштабованість, надійність і мінімізацію енергоспоживання. Основна ідея полягає у використанні гібридного підходу до управління ресурсами, який базується на централізованих та децентралізованих методах і забезпечує гнучкий розподіл обчислювальних завдань та ефективне використання ресурсів. Традиційні статичні підходи не враховують динамічні зміни навантаження, що призводить до затримок і високого енергоспоживання. Гібридне управління ресурсами включає централізовану координацію для великих завдань і децентралізоване обслуговування для менших запитів.

### **Список літератури**

1. Gorbachov V., Batiaa A., Ponomarenko O., Romanenkov Yu. Formal Transformations of Structural Models of Complex Network Systems. *The 9 IEEE International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies, DESSERT'2018*. Kyiv, Ukraine, 24-27 May, 2018. – P. 473-477. DOI: 10.1109/DESSERT.2018.8409175
2. Волк М.О., Курочкін В. С., Запорожченко А.П., Паронікян П.А. Гібридний метод розподілу ресурсів в хмарних системах. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2024, випуск 2(76), с. 70-83. DOI:10.26906/SUNZ.2024.2.070.
3. O. Mamchych, M.Volk. A unified model and method for forecasting energy consumption in distributed computing systems based on stationary and mobile devices. *Radioelectronic and Computer Systems*. [S.l.], Vol. 2024, No. 2, P.120-135. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2024.2.10>.

## МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ТУМАННИХ ТА КОРДОННИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Волк М.О., Бугрій А.М., Ковтун Є.В., Самойлов І.А., Зборовський М.М.  
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Останнім часом спостерігається значний еволюційний розвиток інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема перехід від окремих комп'ютерів до систем хмарних обчислень. Завдяки стрімкому розвитку телекомунікаційної галузі з'явилися потужні пристрої, які можуть підключатися до комп'ютерних мереж в будь-який час та створювати потоки великих даних. Одним з важливих кроків у цій еволюції є технологія 5G, яка не тільки підтримує бездротове підключення, але й призводить до розвитку застосувань, що потребують високої обчислювальної продуктивності у реальному часі. Водночас з цим, у зв'язку з великими обсягами даних, що надсилаються на обробку у хмару, виникає необхідність наблизити обчислювальні ресурси до кінцевого користувача. Це призвело до появи нових технологій, таких як Fog и Edge computing, які створюють проміжну ланку між розподіленими пристроями, хмарою та кінцевими користувачами [1]. Ці технології наближають обчислювальні послуги до пристроїв, що дозволяє значно зменшити затримки у порівнянні з традиційними хмарними рішеннями, розвантажити дата-центри та наблизити результати обчислень до конкретного користувача [2].

**Метою доповіді** є обговорення математичних моделей та методів моделювання систем туманних (fog) та кордонних (edge) обчислень з великою кількістю туманних пристроїв і мобільних вузлів обробки інформації.

Наразі існує завдання гнучкого налаштування мережевих параметрів, таких як кількість вузлів, швидкість передачі даних, моделі мобільних пристроїв та обчислювачів заданої потужності. Запропоновані рішення для симуляції являють собою інноваційну платформу для моделювання та управління туманними, кордонними обчисленнями та мобільними хмарними системами [3], які спрямовані на вирішення проблем ефективного використання обчислювальних ресурсів та підтримки обчислень у гетерогенних розподілених системах. Моделі враховують як дротові, так і бездротові мережі, що дає змогу відтворювати реальні сценарії туманних та кордонних обчислень з великими потоками даних.

### Список літератури

1. Bellavista P., Foschini L., Scotese D. Converging mobile edge computing, fog computing, and iot quality requirements. *Future Internet of Things and Cloud, 2017 IEEE 5th International Conference on*. IEEE. 2017. P. 313–320. DOI: 10.1109/FiCloud.2017.55
2. A. Singh. Fog and Edge Computing. *Amazon LLC*. 2021. 112p. ISBN: 9798725825428
3. O. Mamchych, M.Volk. A unified model and method for forecasting energy consumption in distributed computing systems based on stationary and mobile devices. *Radioelectronic and Computer Systems*. [S.l.], Vol. 2024, No. 2, P.120-135. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2024.2.10>.

## **МЕТОДИ РОЗПОДІЛУ РЕСУРСІВ У СИСТЕМАХ ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ**

Бугрій А.М., Волк Д.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

У доповіді представлено огляд методів управління ресурсами в хмарних середовищах із застосуванням машинного навчання. Сучасні дослідження сьогодні у цілому зосереджені на поєднанні енергоефективності, безпеки та передбачення навантаження, використовуючи методи машинного навчання для поліпшення управління ресурсами в хмарних середовищах [1]. Основною проблемою є неефективне розміщення віртуальних машин (VMP), що веде до перевитрат ресурсів і збільшення витрат енергії та підвищує експлуатаційні витрати дата-центрів. Актуальною задачею у даній області є підтримка динамічного балансу між ефективністю використання ресурсів і зниженням споживання енергії [2].

**Мета доповіді.** Основний акцент огляду сучасних підходів до управління ресурсами, включаючи моделі, що базуються на машинному навчанні і алгоритми для передбачення та розподілу навантаження, зроблено на міграцію VM для вирішення проблем перевантаження та недовантаження серверів, що дозволяє знижувати енергоспоживання і підвищувати використання обчислювальних ресурсів.

Моделі управління ресурсами на основі генетичних алгоритмів, роїв частинок і нейронних мереж дозволяють значно покращити продуктивність хмарних систем і знижувати енергоспоживання за рахунок динамічного управління робочим навантаженням. Використання методів машинного навчання дозволяє передбачати майбутні вимоги до ресурсів і оптимізувати їх розподіл у хмарних середовищах. Ефективне управління ресурсами в хмарних системах є ключовим для забезпечення стабільної роботи дата-центрів. Розвиток алгоритмів прогнозування та управління ресурсами дозволяє підвищити продуктивність, зменшити енергоспоживання і мінімізувати порушення угод про якість обслуговування (SLA)[3]. Майбутні дослідження мають зосередитися на вдосконаленні цих алгоритмів для мультихмарних середовищ.

### **Список літератури**

1. Chhabra S., Singh A.K. Dynamic Resource Allocation Method for Load Balance Scheduling Over Cloud Data Center Networks. *Journal of Web Engineering*. – 2021. Vol. 20, No. 8. P.2269-2284. DOI: <https://doi.org/10.13052/jwe1540-9589.2083>
2. Ivanisenko I., Volk M. Simulation methods for load balancing in distributed computing. *Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium*. Novi Sad, Serbia, September 27 – October 2. – 2017. – P.690-695. DOI: 10.1109/EWDTS.2017.8110078
3. Ruban I., Horenskyi H., Romanenkov Yu., Revenko D. Models of adaptive Integration of weighted interval Data in Tasks of predictive expert Assessment. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2022. – Vol. 5, No. 4 (119). – PP. 6-15. DOI: 10.15587/1729-4061.2022.265782.

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ БІЗНЕСУ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Дерев'янка К.А., Гук А.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Автоматизація бізнес-процесів за допомогою інформаційних технологій відіграє ключову роль у підвищенні ефективності та продуктивності організацій. Використання сучасних систем автоматизації дозволяє компаніям оптимізувати рутинні операції, скоротити витрати часу та ресурсів, а також мінімізувати людський фактор у процесах, таких як управління фінансами, облік, логістика та управління кадрами. ERP-системи (Enterprise Resource Planning) та CRM-системи (Customer Relationship Management) є прикладами технологій, які дозволяють інтегрувати всі аспекти бізнесу в єдину платформу, що спрощує управління та контроль [1]. Штучний інтелект (ШІ) та роботизована автоматизація процесів (RPA) є новими напрямками в автоматизації бізнесу. ШІ здатен аналізувати великі обсяги даних, виявляти закономірності та надавати рекомендації для прийняття управлінських рішень. RPA дозволяє автоматизувати рутинні завдання, такі як обробка документів, введення даних та управління базами даних, що значно підвищує ефективність роботи співробітників і знижує ризики помилок.[2]

**Метою доповіді** є аналіз сучасних інформаційних технологій, що використовуються для автоматизації бізнес-процесів, та оцінка їхнього впливу на ефективність і конкурентоспроможність організацій.

### **Список літератури**

1. Михайлов М.В. Системи ERP та CRM: Інтеграція бізнес-процесів для оптимальної продуктивності – Київ: Видавничий дім "Бізнес ІТ", 2023. – 133 с.
2. Вітасова О.М. ШІ та RPA в автоматизації бізнесу: Зниження витрат і людських помилок – Київ: Видавництво "Автоматизація", 2023. – 342 с. – (Техніка).

---

## **ХМАРНІ ОБЧИСЛЕННЯ В УПРАВЛІННІ ПІДПРИЄМСТВАМИ: ПЕРЕВАГИ ТА РИЗИКИ**

Лященко В.О., Гук А.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Хмарні обчислення стають невід'ємною частиною сучасного управління підприємствами, надаючи широкі можливості для оптимізації бізнес-процесів, зниження витрат та підвищення гнучкості. Використання хмарних платформ дозволяє підприємствам швидко масштабувати ресурси, автоматизувати процеси та забезпечити доступ до критично важливих даних з будь-якої точки світу. Це особливо важливо для підприємств, які прагнуть зменшити витрати на інфраструктуру та збільшити швидкість реагування на змінювані умови ринку [1]. Однак впровадження хмарних обчислень також несе певні ризики.

Основним з них є питання безпеки даних, оскільки зберігання конфіденційної інформації на сторонніх серверах може стати ціллю для кібератак. Іншим викликом є залежність від постачальників хмарних послуг, що може обмежувати контроль над інфраструктурою та даними підприємства [2]. Крім того, слід враховувати можливі правові обмеження, пов'язані з передачею та зберіганням даних у різних юрисдикціях, що може створювати додаткові труднощі для міжнародних компаній [3].

Метою доповіді є аналіз переваг і ризиків використання хмарних обчислень в управлінні підприємствами, а також визначення ключових аспектів, що впливають на успішність їх впровадження.

#### **Список літератури**

1. Сидоренко М.К. Хмарні технології в управлінні підприємствами: Швидкість і гнучкість – Київ: Видавничий дім "Інновації та бізнес", 2018. – 311 с.
2. Карпенко В.М. Безпека даних у хмарних обчисленнях: Виклики та рішення – Київ: Видавництво "Цифрова безпека", 2017. – 299 с.
3. Гаврилук О.С. Правові аспекти хмарних обчислень: Юрисдикційні обмеження та відповідність – Київ: Інститут правових досліджень, 2021. – 414 с.

---

## **ВИКОРИСТАННЯ МАШИНОГО НАВЧАННЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ**

Показій К.О., Тимошенко Д.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Машинне навчання (ML) активно інтегрується в сучасні системи управління, що відкриває нові можливості для автоматизації та підвищення ефективності управлінських процесів. Завдяки здатності ML алгоритмів аналізувати великі обсяги даних та виявляти закономірності, системи управління стають більш адаптивними і здатними до самонавчання, що дозволяє значно скоротити людський фактор і підвищити точність прийняття рішень [1].

Однією з основних переваг використання машинного навчання є можливість прогнозування подій на основі аналізу історичних даних. Це дозволяє менеджерам вчасно вживати необхідних заходів для оптимізації ресурсів, зниження ризиків та поліпшення продуктивності підприємства. Крім того, ML може бути використане для розробки систем підтримки прийняття рішень, які надають рекомендації на основі поточних умов і тенденцій, що підвищує оперативність та точність управлінських рішень [2]. Проте використання ML у системах управління має певні виклики, зокрема пов'язані з якістю даних, на яких базуються алгоритми. Некоректні або неповні дані можуть призводити до помилкових висновків, тому важливим є забезпечення високої якості даних та регулярного оновлення моделей. Також важливою є проблема "чорної скриньки" — складність інтерпретації рішень, прийнятих ML алгоритмами, що може ускладнити довіру до цих систем з боку користувачів [3].

**Метою доповіді є аналіз можливостей та викликів використання машинного**

навчання в системах управління, а також розгляд прикладів успішної інтеграції ML у різних сферах, таких як виробництво, логістика та фінансовий сектор.

### **Список літератури**

1. Олійник Б.І. Машинне навчання в менеджменті: можливості для автоматизації та прийняття рішень – Харків: Видавничий дім, 2013. – 301 с. – (Залізний тато).
2. Поліщук В.О. Прогнозна аналітика та оптимізація ресурсів за допомогою машинного навчання – Одеса: Книгарня, 2007. – 143 с. – (Освітні Технології).
3. Иванова О.М. Проблеми впровадження машинного навчання в системи управління – Суми: Книгарня, 2010. – 100 с. – (Освітні Технології).

---

## **МОДЕЛІ І МЕТОДИ ОЦІНКИ ПРОДУКТИВНОСТІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

Горбачов В.О., Холодний М.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Інженерну продуктивність можна розглядати як набір методів для підтримки розробки систем, орієнтованих протягом усього життєвого циклу. Традиційно більша частина розробки методів оцінки продуктивності була зосереджена на продуктивності апаратних і програмних систем. Сучасні методи оцінки продуктивності відносяться не лише до простих систем, але й до мереж систем, систем клієнт-сервер та інших прикладів складних систем. Сучасні методи оцінки продуктивності аналізують такі параметри продуктивності, як пропускну здатність, часу відгуку, використання, доступності, надійності, безпеки, масштабованості [1].

Мета роботи є оцінка продуктивності сервера базі даних. У ході виконання роботи було розроблено структурну модель взаємодії компонентів клієнт серверної моделі сайту і запропоновано вимоги до їх моделей системного рівня. Були реалізовані такі задачі дослідження: розроблена аналітичної моделі серверу БД, Проведена оцінка параметрів продуктивності аналітичної моделі серверу БД, експериментально визначені вузькі місця серверу БД, проведена оцінка параметрів продуктивності імітаційної моделі серверу БД. Реалізовано план обчислювального експерименту і проведено порівняльний аналіз ефективності сайту з використанням аналітичних і імітаційних методів моделювання на базі імітаційної системи GPSS. Аналіз графіків показав, що результати аналітичного і імітаційного моделювання практично збігаються. Результати цієї роботи можуть бути використані для прогнозування показників продуктивності в комп'ютерних мережах, перевірки достовірності інформації (або перевірки на несуперечливість), управління мережами в реальному масштабі часу.

### **Список літератури**

1. Томашевський В.М. Моделювання систем. –К.: Видавнича група BHV, 2005. – 352 с.: іл. ISBN 966-552-120-9

## **МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РЕНДЕРИНКУ В РЕАЛЬНОМУ ЧАСІ ДЛЯ 3D-ГРАФІКИ**

Пилипенко О.Р., Кравченко П.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Методи підвищення продуктивності рендерингу в реальному часі для 3D-графіки є одним з ключових аспектів розвитку сучасних комп'ютерних систем. Сучасні 3D-додатки, особливо відеоігри та візуалізація, потребують високої швидкості обробки для забезпечення плавного і реалістичного відображення графіки.

Одним з найбільш поширених методів для цього є використання оптимізації шейдерів та спрощення геометрії об'єктів [1]. Окрім цього, ефективне застосування різних технік освітлення, таких як попередньо обчислене освітлення або спрощені моделі освітлення, дозволяє значно зменшити навантаження на апаратне забезпечення [2].

**Метою доповіді** є дослідження методів підвищення продуктивності рендерингу в реальному часі, що дозволяють значно підвищити продуктивність і забезпечити кращу якість відображення графічного контенту без значного збільшення вимог до апаратних ресурсів.

У роботі представлено результати досліджень різних методів оптимізації, серед яких обмеження кількості полігонів, використання LOD (рівень деталізації) та адаптивне спрощення обробки тіней. Застосування цих методів дозволяє досягати значного збільшення швидкості рендерингу при мінімальному впливі на якість зображення, що робить їх ефективними рішенням.

Проведені експерименти демонструють, що ці техніки значно полегшують обчислювальне навантаження на графічний процесор, особливо в складних сценах з великою кількістю об'єктів. Використання LOD дає змогу знижувати рівень деталізації для віддалених об'єктів без втрати візуальної якості на близьких дистанціях, а спрощення тіней забезпечує оптимізацію обчислення світла та тіней у сценах з інтенсивним освітленням. У зв'язку з цим, актуальними стають подальші дослідження технік оптимізації, що поєднують ці методи для досягнення максимального результату при мінімальних ресурсних витратах.

### **Список літератури**

1. Barkovska, O., Shulinus, O., Rosinskiy, D., Lebodkin, Y., & Serdechnyi, V. (2023, September). Research on Model Rendering Performance in Blender 3D Using Massively Parallel Systems. In 2023 IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS) (pp. 1-5). IEEE.
2. Barkovska, O., Filippenko, I., Semenenko, I., Korniienko, V., & Sedlaček, P. (2023). Adaptation of FPGA architecture for accelerated image preprocessing. Radioelectronic and Computer Systems, (2), 94-106.

## **ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ СЛІВ ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ КОРИСТУВАЧА В СИСТЕМАХ ГОЛОСОВОЇ БІОМЕТРІЇ**

Бондаренко М.Е.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Сучасні рішення захисту даних та доступу базуються на біометричних ознаках людини. Одним з критерієм оцінки зручності використання системи є швидкість взаємодії користувача з системою. Чим довше триває процес ідентифікації, тим більше це може вплинути на зручність користування системою, особливо в ситуаціях, де час є критичним фактором, наприклад, у банківських операціях або доступі до медичної інформації. Оптимальна кількість слів, необхідних для ідентифікації, дозволяє скоротити час на автентифікацію без втрати надійності системи.

Знаходження балансу між кількістю слів і рівнем безпеки є ключовим завданням у системах голосової біометрії. Оптимальна кількість слів дозволяє забезпечити надійний рівень безпеки, водночас зберігаючи швидкість і зручність використання системи.

**Метою доповіді** є розробка методології визначення оптимальної кількості слів у голосовому зразку для забезпечення максимальної точності ідентифікації користувача при мінімізації часу верифікації в системах голосової біометрії.

Аналіз експериментальних даних демонструє, що оптимальна кількість слів для голосової ідентифікації коливається в межах 5-8 слів. При використанні меншої кількості слів знижується точність розпізнавання, при використанні більшої – зростає час верифікації.

Важливим є врахування кількості мофем. Більша кількість мофем дозволяє згладити вплив випадкових шумів та спотворень, які можуть виникнути під час запису голосу. Оптимальна кількість мофем для кожного слова склала в середньому 3-5 мофем.

### **Список літератури**

1. Бондаренко М. Е. Модель системи розпізнавання користувача за голосовою ідентифікацією, використовуючі короткі фрази / Максим Едуардович Бондаренко. // Одинадцята міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми інформатизації». – Баку – Харків – Бельсько-Бяла. – 2023 р. – С. 54.
2. Martovytskyi V., Sievierinov O., Liashenko O., Koltun Y., Liashenko S., Kis V., Sukhoteplyi V., Nosyk A., Konov D., Yevstrat D. (2022). Devising an approach to the identification of system users by their behavior using machine learning methods // Eastern European Journal of Enterprise Technologies, 3 (117), 2022, pp. 23–34. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259099>.
3. Behroozmand R. Effects of voice harmonic complexity on ERP responses to pitch-shifted auditory feedback / R. Behroozmand, O. Korzyukov, C. R. Larson // Clin Neurophysiol, 122. – 2011. – P. 2408-2417. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.04.019>



## **МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ СИНТЕТИЧНИХ ПІДРОБОК ГОЛОСОВИХ ЗАПИСІВ У СИСТЕМАХ ГОЛОСОВОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ**

Бондаренко М.Е.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

У сучасному світі, де технології стрімко розвиваються, технології deepfake стають новим викликом для систем голосової ідентифікації. Цей швидко зростаючий напрямок у галузі штучного інтелекту дозволяє не лише підробляти голоси людей, але й потенційно генерувати будь-які звукові сигнали. Це відкриває можливості для зловживань, створюючи імітації природних голосів, що може ускладнити визначення автентичності звукових даних та ускладнює відокремлення реальності від підробки. Для забезпечення надійності таких систем існують різні методи перевірки на автентичність голосових записів. Використовуючи методи формантного аналізу можна визначити унікальні характеристики мовлення, які притаманні людській мові. Використовуючи методи спектрального аналізу голосовий сигнал прораховує розподіл енергії на різних частотах, що індивідуально для кожного мовця й дозволяє уникнути роботизованих підробок.

**Метою доповіді** є проведення експерименту ідентифікації підробних голосових сигналів мовлення людини згенерованих інструментами штучного інтелекту. Для експерименту використані голосові сигнали згенеровані завдяки технологіям Text-to-Speech (TTS), Voice Conversion (VC), техніка сплайсингу і монтажу.

Результати експерименту показали, що ідентифікація підроблених голосових сигналів, згенерованих різними методами, є можливою, але ефективність розпізнавання залежить від використовуваної технології підробки. У подальших дослідженнях пропонується розробка комбінованих методів для підвищення точності ідентифікації синтетичних підробок голосових записів.

### **Список літератури**

1. Бондаренко М. Е. Розподілені системи голосової ідентифікації / Максим Едуардович Бондаренко. // XIV МНТК “Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління”. – Баку – Харків – Бельсько-Бяла. – 2024 р. – С. 86.
2. Behroozmand R. Effects of voice harmonic complexity on ERP responses to pitch-shifted auditory feedback / R. Behroozmand, O. Korzyukov, C. R. Larson // Clin Neurophysiol, 122. – 2011. – P. 2408-2417. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2011.04.019>
3. Martovytskyi V., Sievierinov O., Liashenko O., Koltun Y., Liashenko S., Kis V., Sukhoteplyi V., Nosyk A., Konov D., Yevstrat D. (2022). Devising an approach to the identification of system users by their behavior using machine learning methods // Eastern European Journal of Enterprise Technologies, 3 (117), 2022, pp. 23–34. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259099>.

## **ANALYSIS OF DYNAMIC ROUTING ALGORITHMS IN DECENTRALIZED NETWORKS**

Tkachov Vitalii, Chepurna Iryna  
Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

Decentralized networks, such as TOR, Freenet, and I2P, use dynamic routing methods that help ensure a high level of user anonymity by complicating the identification of the source and recipient of data.

The use of multi-level encryption, such as «onion» or «garlic» routing, further increases the security of these networks. At the same time, cryptographic processes can lead to delays in data transmission, which negatively affects the overall performance of the network.

The purpose of the work is aimed at the analysis of dynamic routing algorithms in decentralized networks to increase the efficiency of data transmission. In particular, attention is paid to the research of routing algorithms capable of achieving an optimal balance between anonymity, security and performance.

The integration of overlay and decentralized networks, as in the case of TOR, allows for a high level of security and adaptability of the network infrastructure. Each node in the TOR network can function as a server, which provides dynamic adaptation to changes in the network.

The use of overlay networks contributes to the protection of the physical infrastructure and ensures the scalability of the system [1, 2].

One of the key elements of TOR network optimization is the accurate measurement of the bandwidth of repeaters, which is used to balance the load and predict the network's ability to handle increased traffic [3].

Dynamic routing protocols such as OSPF, IS-IS, BGP, and ZRP are common in traditional networks. Scientific studies show that the use of OSPF and BGP protocols in TOR-type networks can improve the speed of data transmission and reduce delays [4].

### **References**

1. Kuchuk, N., Kovalenko, A., Tkachov, V., Kuchuk, H., & Rosinskiy, D. Predicting traffic anomalies in container virtualization. *Journal*, 2021, vol, 4(2), 446-460.
2. Tkachov, V., Kovalenko, A., Kharchenko, V., Hunko, M., Hvozdetzka, K. (2022, February). An Overlay Network Based on Cellular Technologies for the Secure Control of Intelligent Mobile Objects. In 2022 IEEE 16th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET) (pp. 584-589). IEEE
3. R. Jansen and A. Johnson, 'On the accuracy of tor bandwidth estimation,' in *International Conference on Passive and Active Network Measurement*, Springer, 2021, pp. 481–498.
4. Gaarder, A. (2023). Routing for a dark net overlay network (Master's thesis, NTNU).

## **ANALYSIS OF FAULT TOLERANCE ALGORITHMS IN MULTISEGMENT NETWORKS**

Тkachov Vitalii, Mikhnov Yevgen

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

Fault tolerance is a determining factor in the effective operation of multi-segment networks of medical institutions, which directly affects the stability of the provision of medical services. In modern conditions of high network load and potential threats, in particular, unauthorized access to medical data and power outages, there is a need to implement solutions capable of minimizing the risks of network infrastructure failures [1]. Such factors as delays in data transmission, a significant volume of information flows and disruptions in energy supply can negatively affect the timeliness and quality of medical care.

The purpose of the study is a comprehensive analysis of the factors that contribute to the occurrence of network failures, as well as an assessment of methods of ensuring fault tolerance of multi-segment networks of medical institutions, which will increase the reliability of data transmission, optimize the use of network resources, and protect the confidentiality of information. Achieving this goal involves the implementation of a comprehensive approach that includes load balancing and virtualization of network components aimed at ensuring high performance and security of the network infrastructure [2]. The results of scientific research in this direction indicate that the introduction of overlay networks allows for efficient distribution of network traffic under conditions of limited physical infrastructure, reducing the risk of overload and ensuring high stability and scalability of the system. The use of server clusters, implemented with the help of software, ensures uniform load distribution, effective backup of critical data and creation of alternative routes to maintain network stability in case of component failures [3, 4]. Thus, the application of these methods increases the fault tolerance of the infrastructure and ensures the necessary level of performance and security of the network system, especially under conditions of limited physical resources and possible power outages.

### **References**

1. T. Vitalii, B. Anna, H. Kateryna and D. Hrebenuk, «Method of Building Dynamic Multi-Hop VPN Chains for Ensuring Security of Terminal Access Systems,» 2020 IEEE PIC S&T, Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 613-618, doi: 10.1109/PICST51311.2020.9467953.
2. Огляд методів балансування навантаження в хмарних системах / Р.М. Минайленко, В.А. Резніченко, О.К. Коноплицька-Слободенюк, Л.І. Поліщук // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. – Кропивницький: ЦНТУ, 2021. – Вип. 51. – С. 188-194.
3. Malik, S. et al. «Intelligent Load-Balancing Framework for Fog-Enabled Communication in Healthcare.» *Electronics*, vol. 11, no. 4, 2022.
4. Kuchuk, N., Kovalenko, A., Tkachov, V., Rosinskiy, D., & Kuchuk, H. (2021). Predicting traffic anomalies in container virtualization. *Computer and Information Systems and Technologies*.

## **A METHOD FOR ENHANCING THE RESILIENCE OF MULTISEGMENT CORPORATE COMPUTER NETWORKS IN HEALTHCARE INSTITUTIONS**

Tkachov Vitalii, Mikhnov Yevgen  
Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

For multi-segment networks of modern medical institutions, a high level of network reliability is critically important for maintaining the quality of medical care. In conditions of limited resources and the possible destruction of infrastructure caused by military conflicts and natural disasters, there are risks of failures associated with interruptions in power supply, unauthorized access to confidential data due to cyber threats, as well as delays or loss of data due to overloading of network segments, which significantly affects the quality and possibility of providing medical services [1].

Ensuring continuous access to critical data requires the implementation of complex solutions to ensure fault tolerance of multi-segment networks [2]. The purpose of this work is to develop a method of increasing the fault tolerance of multi-segment networks in medical institutions, which requires the integration of physical and software solutions to ensure the stable operation of the network infrastructure.

According to scientific studies in this field, the emphasis is on reservation methods that provide duplication of network components, such as congestion routers, switches, and communication channels.

The application of load balancing for uniform distribution of traffic is also considered. The implementation of virtualization technologies and server clustering contributes to system scaling, reduces delays and downtime, and also reduces the overall load on the existing physical infrastructure. To ensure a high level of data protection and integrity, as well as reliable remote access between segments, it is advisable to use VPNs, which reduce the risks of unauthorized access to critical data and information leakage [3, 4].

The use of monitoring systems in multi-segment networks makes it possible to quickly respond to the detection of failures and warn of possible failures, which minimizes downtime and increases the speed of network recovery.

### **Список літератури**

1. Maltseva, I., Chernish, Y., Shtonda, R. (2022). Аналіз деяких кіберзагроз в умовах війни. Електронне фахове наукове видання «Кібербезпека: освіта, наука, техніка», 4(16), 37–44. <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2022.16.3744>

2. Лемешко О. В. Потоківі моделі та методи маршрутизації в інфокомунікаційних мережах: відмовостійкість, безпека, масштабованість : монографія / О. В. Лемешко, О. С. Єременко, О. С. Невзорова – Х. : ХНУРЕ, 2020. – 308 с. – ISBN 978-966-659-282-1

3. Hvozdetzka, K. P., Tkachov, V. M. (2021). Organization of teleworking via VPN technology.

4. Kovalenko, A., Kuchuk, H., Tkachov, V. (2021). Метод забезпечення живучості комп'ютерної мережі на основі VPN-тунелювання. Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць, 1(63), 90-95.

## **МЕТОДИ ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА ЇХ АКТУАЛЬНІСТЬ**

Семко В.В., Кравченко П.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Тестування програмного забезпечення – один з важливих етапів розробки, під час якого проводяться перевірки програмного забезпечення з метою виявлення помилок та дефектів. Воно дає можливість переконаватися, що додаток працює правильно та відповідає вимогам користувачів [1].

Використання сучасних методів тестування може бути критично важливим під час розробки програмного забезпечення, оскільки дозволяє виявляти більшість проблем ще на етапі розробки.

На сьогодні існує два основних підходи до тестування програмного застосування: ручний або автоматизований [2]. Вони є принципово різними, кожен з яких має свої переваги та недоліки. Однак для досягнення високої якості програмного забезпечення важливо комбінувати ці підходи з використанням різних методів тестування, які охоплюють усі аспекти функціональності застосування. До найпоширеніших методів тестування належать модульне тестування, інтеграційне тестування, системне тестування та тестування продуктивності. Комбінація різних методів тестування на кожному з етапів розробки забезпечує повноту перевірки та високу якість додатку.

**Метою доповіді** є дослідження сучасних методів тестування програмного забезпечення та їх актуальності в реаліях сьогодення. Розглянуто різні методи тестування, їх переваги та недоліки, а також отримано рекомендації для ефективного використання під час розробки.

В доповіді наводяться основні відомості про існуючі методи тестування, їх класифікацію, а також дані про їх застосування розробниками та тестувальниками програмного забезпечення [3].

Наведені дані показують, що найбільш використовуваними методами є функціональне тестування, тестування інтерфейсу та регресійне. Важливо також зазначити, що на сьогоднішній день існує набір методів, які в більшості випадків вважаються неефективними та рідко використовуються. До них можна віднести аутортингове тестування та так званий метод висіву помилок.

### **Список літератури**

1. Тестування програмного забезпечення: типи, види та застосування [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://foxminded.ua/testuvannia-prohramnoho-zabezpechennia/>.
2. Types of Software Testing [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.geeksforgoeks.org/types-software-testing/>.
3. What Software Test Approaches, Methods, and Techniques are Actually Used in Software Industry? [Електронний ресурс] / Laura Strazdiņa, Guntis Arnicans, Juris Borzovs та ін.]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://ceur-ws.org/Vol-2158/paper2.pdf>.

## **АКТУАЛЬНІСТЬ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ПРОГРАМНОГО МОНІТОРИНГУ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ НА ЕЛЕВАТОРНОМУ КОМПЛЕКСІ**

Мостовий А.В., Піскар'єв О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Елеваторні комплекси відіграють важливу роль у зберіганні та переробці зернових культур, однак для забезпечення їх безперебійної роботи необхідні ефективні методи моніторингу та технічного обслуговування.

Традиційні підходи до обслуговування обладнання, засновані на періодичних оглядах, часто не враховують реальний стан обладнання, що може призводити до простоїв, зниження продуктивності та додаткових витрат. Це створює актуальну потребу у впровадженні сучасних програмних рішень для моніторингу технічного стану обладнання в режимі реального часу [1].

**Метою доповіді** є огляд сучасних методів програмного моніторингу, що забезпечують можливість постійного збору та аналізу даних з сенсорів на обладнанні елеваторних комплексів. Використання інтернету речей (IoT) та аналітики великих даних дозволяє відстежувати ключові параметри, такі як вібрація, температура, навантаження на двигуни та інші показники, що характеризують стан техніки [2]. Ці дані обробляються в режимі реального часу, що дає змогу виявляти ознаки зносу чи потенційні несправності ще до їхнього критичного розвитку.

Алгоритми машинного навчання (МН) дозволяють прогнозувати можливі поломки на основі історичних даних про роботу обладнання.

Це дає змогу перейти до предиктивного обслуговування, коли ремонт виконується за необхідності, що знижує витрати і підвищує ефективність роботи комплексу.

Вдосконалення методів програмного моніторингу підвищує точність і швидкість реакції на несправності, зменшує ризик аварій і простоїв [3]. Це рішення дозволяє оптимізувати витрати, збільшити термін служби обладнання та підвищити надійність елеваторних комплексів, що є особливо важливим у сучасному аграрному виробництві.

### **Список літератури**

1. Елеваторна промисловість: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. Т. П. Фесун] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. – Київ, 2021. – 180 с.

2. І. О. Фурман Мікроелектронні засоби програмного керування. / І. О. Фурман, М. Л. Малиновський, В. Г. Джулгаков, О. М. Рисований, О. М. Піскар'єв та ін. - Харків: Факт, 2007. - 485 с.

3. Програмовані контролери для систем керування. Частина 2. Характеристики мікроконтролерів і ПЛК. Навчальний посібник [Текст] / Г.І. Загарій, Н.О. Ковзель, В.С. Коновалов та ін. - Х.: ХФІ "Транспорт України", 2022. - 264 с.

## **СУЧАСНІ МЕТОДИ ОПТИМІЗАЦІЇ РУХУ ПРОМИСЛОВИХ МОБІЛЬНИХ ПЛАТФОРМ**

Горохов Д.В., Піскаръов О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Оптимізація руху промислових мобільних платформ є ключовим фактором підвищення ефективності та безпеки на виробництвах і складах. Завдяки таким платформам можливо автоматизувати транспортування вантажів, зменшити витрати часу та підвищити точність операцій. Основні сучасні методи оптимізації руху включають побудову оптимальних маршрутів, уникнення зіткнень, адаптивне керування на основі штучного інтелекту (ШІ) та використання інтернету речей (IoT).

**Метою доповіді** є огляд сучасних методів оптимізації руху мобільних платформ, що стають важливим інструментом для автоматизації складських і виробничих процесів. Завдяки таким технологіям можливо досягати більшої продуктивності та безпеки, що сприяє ефективному використанню ресурсів і зниженню витрат [1].

Побудова оптимальних маршрутів здійснюється за допомогою алгоритмів, що дозволяють знаходити найкоротший шлях у статичному середовищі, та краще підходять для динамічних умов, у яких можливі зміни під час руху. Це дає змогу мобільним платформам обирати найефективніший шлях, навіть якщо розташування об'єктів змінюється в режимі реального часу [2].

Для забезпечення безпечного руху застосовуються системи уникнення зіткнень, оснащені лазерними сенсорами, камерами та ультразвуковими датчиками. Метод штучного потенціального поля додає додатковий рівень безпеки, формуючи навколо перешкод "відштовхувальні" зони, що дозволяє платформі змінювати траєкторію для уникнення зіткнень.

Адаптивне керування на основі ШІ та реактивні методи дозволяють платформам змінювати швидкість і траєкторію відповідно до умов, а інтеграція з IoT забезпечує моніторинг і контроль в реальному часі [3], підвищуючи продуктивність і безпеку операцій.

### **Список літератури**

1. Six companies shaping the future of automotive robotics [Електронний ресурс] // USA. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://builtin.com/robotics/automotivecars-manufacturing-assembly>.
2. Conceptual Bases of Robot Navigation Modeling, Control and Applications [Електронний ресурс] // USA. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.intechopen.com/books/advances-in-robot-navigation/conceptualbases-of-robot-navigation-modeling-control-and-applications>.
3. IoT based monitoring and control system for appliances [електронний ресурс]. – 2024. – режим доступу до ресурсу: <https://www.ripublication.com/acst18/acstv1.pdf>.

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ БПЛА**

Рудавін А.Є., Піскаръов О.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Ефективне керування безпілотними літальними апаратами (БПЛА) стає ключовим завданням, адже вони знаходять широке застосування в сільському господарстві, логістиці, інспекціях та обороні. Оптимізація системи керування підвищує точність та автономність БПЛА, а також дозволяє розширити їх можливості у складних й непередбачуваних умовах [1].

**Метою доповіді** є огляд перспективних напрямків - використання алгоритмів машинного навчання, що дозволяють БПЛА автономно аналізувати навколишнє середовище та приймати рішення у реальному часі. БПЛА зможуть на основі попередніх польотів обробляти дані з сенсорів, що допомагає їм краще орієнтуватися у просторі, уникати перешкод та адаптувати свою траєкторію. Використання нейронних мереж забезпечує швидке оброблення зображень і дозволяє БПЛА розпізнавати об'єкти, що сприяє безпечному виконанню польотів навіть у складних умовах.

Адаптивне управління є важливим компонентом вдосконаленої системи керування, що дозволяє БПЛА змінювати параметри польоту (швидкість, висоту, траєкторію) залежно від зовнішніх умов (вітер, температура). Це знижує енергоспоживання, оптимізує роботу та забезпечує стабільність і точність виконання завдань [2].

Інтеграція технологій інтернету речей (IoT) у систему керування БПЛА дозволяє створювати мережі, де кілька БПЛА взаємодіють, обмінюються даними та координують маршрути. Це розширює можливості для командних місій, підвищує безпеку польотів та уникнення конфліктів маршрутів.

Сучасні методи керування, такі як автономна навігація і нейромережеві алгоритми, роблять дрони більш самостійними у прийнятті рішень і знижують потребу у зовнішньому контролі [3].

Ці підходи підвищують точність, безпеку і розширюють сфери застосування БПЛА в автоматизованих системах. методів керування є перспективним напрямом, який сприяє розширенню сфери застосування БПЛА у сучасних автоматизованих системах.

### **Список літератури**

1. Теорія і практика застосування безпілотних літальних апаратів (дронів) – Київ: ЛІТЕРА, 2023. – 126 с. – (978-966-370-793-8).
2. Федосеева Н. А. Перспективні галузі застосування безпілотних літальних апаратів / Н. А. Федосеева. – 2019. – С. 26–29.
3. Бережний А. О. Методи та інформаційна технологія автоматизованого планування маршрутів польотів безпілотних літальних апаратів для підвищення ефективності пошуку об'єктів : дис. канд. техн. наук : 05.13.06 / Бережний А. О. – Харків, 2020. – 192 с.



## ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ АНОМАЛІЙ В ІТ-ІНФРАСТРУКТУРІ ЗА ДОПОМОГОЮ НН ТИПУ «ТРАНСФОРМЕР»

Михайліченко І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Сучасні корпоративні ІТ-інфраструктури вимагають стабільності, безперервної оптимізації та швидкої реакції на потенційні збої. Традиційні системи моніторингу не завжди можуть забезпечити необхідну автономність і самостійне коригування параметрів у режимі реального часу, що збільшує ризик зниження продуктивності та простоїв.

**Метою доповіді** є розробка автономної системи для виявлення аномалій, прогнозування потенційних проблем та оптимізації ресурсів у реальному часі. **В доповіді** наводяться результати вимірювань, які підтверджують, що запропонована система ефективно виявляє аномалії та коригує параметри ІТ-інфраструктури.



Рисунок 1 – Аномалії виявлені у CPU

На рис. 1 показано приклади аномалій у CPU навантаженні. Червоні крапки позначають точки з виявленими аномаліями, що відповідають критичним відхиленням від прогнозу. Система складається з таких основних компонентів: збір даних, тобто отримання метрик CPU, виявлення аномалій за допомогою моделей трансформера, оцінка ймовірності проблем, самоналаштування – автоматичне налаштування параметрів, корекція навантаження [1].

**Висновки:** запропонована автономна система на базі трансформерів здатна виявляти аномалії в реальному часі, прогнозувати можливі збої та автоматично коригувати параметри системи, забезпечуючи високу ефективність. Використання штучного інтелекту для моніторингу дозволяє значно знизити витрати на ІТ-підтримку, забезпечити стабільну роботу інфраструктури та підвищити ефективність використання ресурсів.

### Список літератури

1. Zhang Q., Yang L. T., Chen Z., Li P. A survey on deep learning for big data// Information Fusion. – 2018. – № 42. – С. 146-157.

## **РОЗШИРЕННЯ ФУНКЦІОНАЛУ СИСТЕМИ РОЗУМНИЙ БУДИНОК ДЛЯ ЛЮДЕЙ З ОБМЕЖЕНИМИ МОЖЛИВОСТЯМИ**

Перетяка Є.О., Барковська О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Винаходи сьогодення підвищують комфорт людства та рівень безпеки. Догляд за домашніми тваринами, вирішення екстрених ситуацій з побутовими приладами, керування охоронною системою, температурою та вологістю повітря [1] для великих приміщень раніше не видавалися можливими без фізичного втручання людини, а зараз це незалежний від користувача процес, який забезпечують системи розумного будинку, як невід'ємні частини сучасного життя, пов'язані із технологічним прогресом. Великі компанії (Аjax, Хiaomi, EcoFlow) створили власні системи з різним функціоналом. Наприклад, EcoFlow може перемикатися на різні джерела живлення та слідкує за кількістю використаної енергії, Аjax – запобігає виникненню екстрених ситуацій і має одну з найкращих охоронних систем, а Хiaomi - широкий спектр smart-приладів, інтеграцію з голосовими помічниками (Google assistant, Amazon Alexa). Аjax набагато дорожча за Хiaomi, та взагалі не гнучка у виборі електроживлення, як EcoFlow. В свою чергу у Хiaomi проблеми з конфіденційністю даних користувачів, а також наявні проблеми, пов'язані із залежністю від інтегрованого додатку Mi Home. Хоча EcoFlow і має ємні акумулятори, залежність від погодних умов робить основну перевагу – недоліком.

**Метою роботи** є розширення функціоналу систем «Розумний будинок» для забезпечення запобігання екстрених ситуацій, пов'язаних із захворюваннями серця, підвищення комфорту людей похилого віку та людей з обмеженими можливостями. Перевагами запропонованого рішення є комплексний підхід, який включає контроль біологічних показників людини, візуальне та аудіальне оцінювання стану користувача та віддалений аналіз команд, які можуть бути надані голосом, руками та очима задля виявлення перших ознак серйозних порушень роботи серця у людей похилого віку або тих, за ким потрібно виконувати віддалений контроль. Запропоноване рішення передбачає реакцію актуаторів на команди в різних модальностях, наприклад екстрений виклик швидкої медичної допомоги у випадку виявлення симптомів інфаркту міокарда [2]. В подальшому розвитку системи планується розширення на нові категорії людей з обмеженими можливостями і інтеграція зі службами порятунку.

### **Список літератури**

1. Liashenko, O., Barkovska, O., Al-Atroshi, C., Datsok, O., & Liashenko, S. (2019). Model of the work of the neurocontroller to control fuzzy data from the sensors of the climate control subsystem" smart house". International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering, 8(1), 70-74. doi: 10.30534/ijatcse/2019/1281.22019
2. Kumar, A., Sharma, S., Goyal, N., Singh, A., Cheng, X., & Singh, P. (2021). Secure and energy-efficient smart building architecture with emerging technology IoT. Computer Communications, 176, 207-217. <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2021.06.003>

## **СИСТЕМА ПІДТРИМКИ НАВІГАЦІЇ ЛЮДЕЙ ІЗ ВАДАМИ ЗОРУ У ТОРГІВЕЛЬНИХ ЦЕНТРАХ**

Лучко А.П., Сердечний В.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Доцільність аналізу навколишнього середовища, в якому перебуває людина із вадами зору, полягає в тому, що зорова система здорової людини дозволяє сприймати навколишні об'єкти, реагувати на них та взаємодіяти з ними, що є критично важливим для здійснення багатьох щоденних дій. Порушення органів зору призводить до зниження якості життя, особливо у великих містах із ускладненою навігацією, зниження незалежності та самостійності людини, а також до зниження рівня загальної безпеки. Тому задача створення роботизованих помічників зі штучним інтелектом або ж розробка технологічних рішень, які здатні забезпечити комфорт, безпеку, мобільність та незалежність, залишаються актуальними. В роботі [1] запропоновано створення системи інтелектуального асистування людям із вадами зору, яка, завдяки використанню методів штучного зору, здатна супроводжувати користувача на вулиці та вдома, аналізуючи вхідні дані високого ступеня гетерогенності.

**Метою даної роботи** є розширення функціоналу системи інтелектуального асистування людям із вадами зору для забезпечення безпечного відвідування офлайн торгових центрів, що сприяє розвитку більш інклюзивного та доступного суспільства та робить процес покупок комфортним для людей з обмеженими можливостями.

Додатковою функцією є визначення місцезнаходження користувача, що допомагає у плануванні маршрутів до шуканих місць призначення або до шуканих полиць із товарами у великих торговельних центрах. Визначити місцезнаходження користувача у ТЦ допомагає вбудований в інтелектуального асистента Bluetooth модуль, синхронізований із мобільним застосунком, який забезпечує доступ до інтерактивної цифрової карти (ЩК) ТЦ.

ЩК включає дані про розташування товарів та зону обслуговування, допомагаючи системі орієнтуватися в просторі. Bluetooth Beacon мітки магазину також є синхронізованими з інтелектуальним асистентом та передають інформацію про розташування торговельних рядів. Коли користувач проходить повз Bluetooth маяк, сигнал з мітки ідентифікується, передається до мобільного застосунку, де обробляється маршрут до шуканого об'єкта.

### **Список літератури**

1. Барковська, О., & Сердечний, В. (2024). Intelligent assistance system for people with visual impairments. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промісловості, (2 (28)), 6-16. <https://doi.org/10.30837/2522-9818.2024.28.006>
2. K. E. Jeon, J. She, P. Soonsawad and P. C. Ng, "BLE Beacons for Internet of Things Applications: Survey, Challenges, and Opportunities," in IEEE Internet of Things Journal, vol. 5, no. 2, pp. 811-828, April 2018, doi: 10.1109/IIOT.2017.2788449.

## **МЕТОДИ ОЦІНКИ НАПРЯМУ ПОГЛЯДУ ЛЮДИНИ В КОНТЕКСТІ LMS**

Ляпін Я.А., Барковська О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Дистанційне навчання – важлива складова навчальної системи України. Використання дистанційного навчання дозволяє забезпечувати здобувачів знань відповідним контентом, навіть у несприятливих умовах, таких як військовий стан. Для розробки і управління дистанційним навчанням існують відповідні інструменти, такі як системи управління навчанням (LMS) [1].

На даний момент, важливою особливістю дистанційного навчання є його адаптивність, що виражає міру у пристосованості системи до індивідуальних потреб здобувачів освіти. Використання технології стеження за поглядом та аналізу напрямку погляду [2] дозволяє впровадити додаткові елементи адаптивності в LMS, зокрема, аналіз погляду дозволить імплементувати автентифікацію за зовнішніми характеристиками користувачі, а також підлаштовувати під рівень знань контент для поглиблення знань в темах, де є необхідність.

**Метою дослідження** є аналіз методів оцінки напрямку погляду у системах управління навчанням та оцінка основних характеристик таких методів, а також створення додаткових особливостей і функціоналу системи контролю знань з використанням методів оцінки напрямку погляду.

Запропонована система повинна виявляти використання студентами гаджетів та стороннього контенту, забезпечувати студентів адаптивним контентом під час проходження курсів та забезпечувати достовірність рівня знань студентів.

Для цього буде створено систему, яка включатиме моніторинг та оцінку напрямку зору тестованого.

Також, для забезпечення належного рівня адаптивності, буде створено такі особливості як автентифікація за зовнішніми особливостями користувача, надання додаткового матеріалу під час проходження занять у залежності від індивідуальних потреб користувача.

### **Список літератури**

1. Pavlo Botnar, Olesia Barkovska, Yaroslav Liapin, Tetiana Muzyka, Ihor Ryndyk, "GAZE DIRECTION MONITORING MODEL IN COMPUTER SYSTEM FOR ACADEMIC PERFORMANCE ASSESSMENT. CIVIL LAW ASPECT" , Information Technologies and Learning Tools, 2024, Vol 99, №1, 63-75pp. <https://doi.org/10.33407/itlt.v99i1.5503>

2. Ляпін Я. А., Барковська О. Ю. Модель моніторингу напрямку погляду в системі комп'ютерного контролю знань. – 2023. <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/158bfa8b-1483-4b53-8d0b-d6b5c56ee068/content>

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ В СИСТЕМУ СУДДІВСТВА ШАХОВИХ ЗМАГАНЬ**

Швачич М.В., Барковська О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

На сьогодні відеонагляд на змаганнях з шахів ведеться з двома цілями: по-перше, щоб вирішувати суперечки між гравцями, а по-друге, щоб за шаховими подіями могли спостерігати глядачі зі всього світу [1]. Використання технологій для забезпечення чесності гри та виключення потенційного шахрайства стало вкрай важливим, але, при цьому, наведені технології не мають порушувати принципів приватності та етики по відношенню до гравців [2]. Враховуючи тривалість турнірів та природну необхідність відвідування туалету під час турнірів, питання спостереження за гравцем та виключення ним використання мобільних пристроїв або інших електронних підказок у наведеному місці стає актуальним питанням саме через неможливість встановлювати там камери відеоспостереження. Тобто дана зона має залишатися зоною без камер.

Актуальність проблеми підкреслює і нещодавній випадок під час командного чемпіонату Іспанії, де в туалеті знайшли телефон. Після короткого розслідування в використанні підказок звинуватили колишнього українського шахіста Кирила Шевченка, хоча сам він вину не визнає.

**Метою роботи є** розробка технологічного рішення, яке б забезпечило неможливість використання мобільних пристроїв або інших електронних підказок у будь-якій зоні проведення шахових турнірів, не порушуючи при цьому приватність та етичне ставлення до гравця.

Досягнення поставленої мети базується на встановленні датчиків виявлення мобільних пристроїв у зонах, де використання камер відеоспостереження є неможливим. Це створює баланс між захистом персональних прав і забезпеченням чесності.

Впровадження таких технологій підтримає довіру до результатів турнірів, допоможе забезпечити справедливість та прозорість змагань, знижуючи можливість виникнення підозр у шахрайстві. Подальшими кроками розвитку запропонованого технологічного рішення є диференціація електронних пристроїв, які необхідні гравцеві для підтримки здоров'я від пристроїв, які можуть бути розглянуті як допоміжні або шахрайські.

### **Список літератури**

1. Elharrouss, O., Almaadeed, N., & Al-Maadeed, S. (2021). A review of video surveillance systems. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 77, 103116. <https://doi.org/10.1016/j.jvcir.2021.103116>
2. Xu, Z. (2022). Human judges in the era of artificial intelligence: challenges and opportunities. *Applied Artificial Intelligence*, 36(1), 2013652. <https://doi.org/10.1080/08839514.2021.2013652>

## **МОДЕЛЬ АВТОМАТИЗОВАНОГО НАВАНТАЖУВАЛЬНОГО ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМНИХ ЗАСТОСУНКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

Романенко А.О., Барковська О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Навантажувальне тестування програмного забезпечення відіграє важливу роль сьогодні, бо забезпечує конкурентоздатність застосунків, гарантуючи їх роботу під високими навантаженнями. Дивлячись на більшість сервісів, котрі дають змогу проводити навантажувальне тестування, можна помітити, що більшість з них орієнтовані на довгий процес ручного написання тестових перевірок, що обмежує їхню ефективність. Використання методів ШІ, зокрема нейронних мереж, у навантажувальному тестуванні має значні переваги завдяки автоматичному виявленню дефектів, аналізу великих обсягів даних, визначенню закономірностей і потенційних проблем, а також дозволяє швидко запускати численні сценарії тестування, скорочуючи загальну тривалість тестового циклу [1].

Серед існуючих інструментів для навантажувального тестування можна виділити Gatling, Locust, BlazeMeter, Artillery, кб, Tsung тощо, однак їхня ефективність залежить від досвіду тестувальника та його кваліфікації в автоматизації, правильного складання тестових наборів і нездатності виконувати безперервне тестування.

**Метою роботи** є створення моделі автоматизованого навантажувального тестування програмних продуктів на основі методів ШІ для розширення функціоналу Apache JMeter, а також для аналізу продуктивності програмного забезпечення.

Основним результатом стане застосування комбінації генеративних та згорткових нейронних мереж для автоматизованого розпізнавання форм реєстрації/авторизації [2], генерації даних і побудови сценаріїв навантажувального тестування. Це дозволить покращити ефективність тестування та скоротити час виконання сценаріїв.

В даній роботі є великі перспективи як для підвищення точності нейронних мереж, що використовуються, для автоматичного розпізнавання складніших форм та інтерфейсів, так і для розробки адаптивної системи, яка б автоматично підлаштовувала сценарії навантажувального тестування під конкретні типи застосунків.

### **Список літератури**

1. Goericke S. The future of software quality assurance. – Springer Nature, 2020. – С. 257. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-29509-7>
2. Barkovska O. et al. Adaptation of FPGA architecture for accelerated image preprocessing //Radioelectronic and Computer Systems. – 2023. – №. 2. – С. 94-106. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2023.2.08>

## **МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВІДСТАНІ ДО ДЖЕРЕЛА ЗВУКУ В СИСТЕМІ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕМЕНТАМИ РОЗУМНОГО БУДИНКУ**

Курлаєв В.І., Барковська О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Голосове управління в "розумних будинках" забезпечує просту і зручну взаємодію користувачів із пристроями, але точність і швидкість реакції такої системи залежать від здатності коректно визначити місцезнаходження користувача в приміщенні [1]. Сучасні підходи до голосового управління можуть працювати недостатньо ефективно в умовах багатокімнатних просторів або за високого рівня шуму, що актуалізує розробку методів для визначення місцезнаходження джерела звуку, як важливого аспекту підвищення ефективності таких систем. Існуючі системи голосового управління найчастіше покладаються на хмарні сервіси, такі як Google Assistant або Amazon Alexa, які підтримують широкий спектр команд і інтеграцію з IoT-пристроями. Проте вони залежать від Інтернет-з'єднання, а їхні алгоритми не завжди здатні точно визначити місцезнаходження користувача в багатокімнатному приміщенні [2]. Це обмежує можливості адаптивного управління, а також знижує ефективність і надійність системи.

**Метою роботи є** розробка методу визначення відстані до джерела звуку для підвищення точності та ефективності голосового управління елементами розумного будинку.

Завдання дослідження включають аналіз існуючих методів позиціонування звуку для вибору оптимальних рішень, розробку математичної моделі для визначення відстані на основі часу прибуття звукових сигналів, дослідження можливостей реалізації методів Time of Arrival (ToA) і Time Difference of Arrival (TDoA) для застосування в умовах "розумного будинку"; розробку і тестування прототипу системи на базі платформи Arduino. Для досягнення поставлених цілей запропоновано використовувати метод TDoA, який дає змогу визначити відстань до джерела звуку на основі різниці часу прибуття звукового сигналу до двох і більше мікрофонів. Застосування цієї методики разом із програмною обробкою сигналу на платформі Arduino Uno дозволяє локалізувати користувача в приміщенні та керувати пристроями відповідно до його місцезнаходження. Очікується, що результати дослідження дозволять адаптувати систему до потреб користувача, автоматично активуючи пристрої відповідно до місця знаходження користувача, що підвищить загальний комфорт і ефективність взаємодії

### **Список літератури**

1. I. Mykhailichenko, H. Ivashchenko, O. Barkovska and O. Liashenko, "Application of Deep Neural Network for Real-Time Voice Command Recognition," 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916473.
2. Poroshenko, A., Kovalenko, A. (2023). Optimization of a basic network in audio analytics systems. *Advanced Information Systems*, 7(1), 23-28. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2023.1.04>

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ В РЕАБІЛІТАЦІЙНІЙ ОРТОПЕДІЇ**

Коробко В.Ю., Барковська О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Реабілітаційна ортопедія є важливим напрямком сучасної медицини, спрямованим на відновлення функціональних можливостей пацієнтів після травм чи захворювань опорно-рухового апарату. Застосування систем комп'ютерного зору значно покращує можливості аналізу дефектів та моніторингу стану пацієнтів під час реабілітації. Також подібні системи можуть вирішити ряд проблем оцінки стану рухового апарату, а саме: точність положення кінцівок, складність обробки великого обсягу даних та відстеження прогресу реабілітації [1].

**Метою доповіді** є порівняння різних підходів аналізу руху людини, та-ких як візуальний аналіз на основі маркерних та безмаркерних методів, а також методи, засновані на використанні акселерометрів, для аналізу ортопедичних дефектів опорно-рухового апарату.

В рамках даної роботи можна виділити наступні завдання: дослідження методів візуальної діагностики та за допомогою сенсорів. Серед методів візуальної діагностики розглянуті маркерні та безмаркерні підходи. Серед методів аналізу ходи за допомогою сенсорів розглянута можливість діагностики дефектів опорно-рухового апарату на основі акселерометрів.

В доповіді наводяться результати аналізу перелічених методів захвату руху. Аналіз маркерного підходу показав, що він має високу точність, але вимагає тривале налаштування та обмежує мобільність пацієнтів. Аналіз без-маркерних систем показав, що вони більш зручні та прості у використанні, що робить їх більш привабливими для масового використання, але вони менш точні в порівнянні з маркерними через залежність від навколишніх умов. Аналіз систем з використанням акселерометрів показав, що вони можуть забезпечити простий спосіб отримання даних і використовуватися в портативних пристроях моніторингу, але дані потребують додаткової обробки для повної інформації про рухи тіла. Для аналізу технологій комп'ютерного зору було обрано бібліотеки OpenCV, MediaPipe та Tensor-Flow. OpenCV є гнучкою бібліотекою для аналізу зображень та відео, але для конкретних задач вона потребує достатньо великої вибірки даних для точних результатів. MediaPipe є простою у використанні бібліотекою, яка надає багато готових рішень і забезпечує швидку обробку відео в реальному часі. Бібліотека TensorFlow дозволяє складати більш складні моделі розпізнавання дефектів опорно-рухового апарату.

### **Список літератури**

1. Barkovska, O., Oliinyk, D., Sorokin, A., Zabroda, I., & Sedlaček, P. (2024). A system for monitoring the progress of rehabilitation of patients with musculoskeletal disorder. *Advanced Information Systems*, 8(3), 13-24. doi: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.3.02>



## **МЕТОДИ ОБРОБКИ ГНУЧКИХ ГОЛОСОВИХ ЗАПИТІВ В АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМАХ КЕРУВАННЯ ЗАВДАННЯМИ**

Давидов Я.А., Барковська О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Автоматизовані системи керування завданнями (АСК) отримали значне поширення в різних галузях для покращення ефективності та зручності в управлінні проєктами та робочими процесами [1]. Одним із основних напрямків вдосконалення цих систем є інтеграція голосових асистентів, які дозволяють користувачам взаємодіяти з системою через голосові команди. Однак сучасні технології обробки голосових запитів стикаються з певними обмеженнями, пов'язаними з точністю розпізнавання складних запитів, різноманітністю формулювань та індивідуальними особливостями мовлення користувачів. Додатковою складністю є наявність фонових шумів та зайвих акустичних артефактів в аудіоряді, що аналізується [2].

**Метою доповіді** є дослідження нових методів обробки гнучких голосових запитів для автоматизованих систем управління завданнями, які можуть забезпечити високу точність, гнучкість та адаптивність в різних умовах експлуатації.

Розробка таких підходів націлена на підвищення ефективності функціонування АСК, розширення їх доступності для більшої кількості користувачів та можливість адаптації до індивідуальних особливостей мовлення.

В доповіді розглянуто сучасні технології розпізнавання та обробки мовлення, зокрема автоматичне розпізнавання мовлення (ASR), обробки природної мови (NLP) та генерації природної мови (NLG). Розглянуто методи глибокого навчання, зокрема нейронні мережі LSTM та трансформери (BERT,GPT), які здатні обробляти запити в реальному часі та підвищувати точність розпізнавання складних команд.

Таким чином, запропонований під-хід до обробки гнучких голосових запитів в автоматизованих системах керування завданнями сприяє створенню адаптивної взаємодії, що враховує природну різноманітність мовлення користувачів та забезпечує інтеграцію з ін-шими програмами для підвищення загальної ефективності.

### **Список літератури**

1. Mykhailichenko, I., Ivashchenko, H., Barkovska, O., & Liashenko, O. (2022, October). Application of deep neural network for real-time voice command recognition. In 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek) (pp. 1-4). IEEE. DOI: 10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916473

2. Barkovska, Olesia, and Anton Havrashenko. "Research of the impact of noise reduction methods on the quality of audio signal recovery." Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті 29.3 (2024): 57-65. DOI: <https://doi.org/10.18664/iksz.v29i3.313606>

## **МАРКЕРИ ПТСР ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ**

Заброда І.С., Барковська О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Україна під час повномасштабного вторгнення переживає складні часи, що сповнені стресовими факторами, які спричинені надзвичайними та екстремальними подіями. Надзвичайно травматичні події можуть спровокувати розвиток посттравматичного стресового розладу (ПТСР), який є складним станом та потребує кваліфікованої допомоги. Але через постійні обстріли не всі можуть звернутися за професійною діагностикою.

Тому для дослідження поширеності ПТСР у цивільних осіб застосовують аналіз маркерів ПТСР, для чого використовують методи інтелектуального аналізу. В DSM-5 наведені симптоми ПТСР, такі як згадування про подію, яку людина пережила, спогади, фізіологічна реактивність, порушення когнітивних процесів, зміни в збудженні та реактивності нервової системи. [3] Маркери умовно можна поділити на групи: інформаційні (записи в медичних картках (діагнози, скарги), локації проживання, події і т.д, які зберігаються у вигляді структурованих або неструктурованих БД зі слів людини); візуальні (поведінкові фактори, напрямок погляду, аналіз мікросаккаду, мідріазу, розміру та послідовності руху зіниць, rPPG, EEG, аналіз мікровиразів обличчя, зміни емоцій, як реакція на подразник); акустичні (акустичні характеристики голосу, зміна швидкості мови, гучності та тональності).

Методи штучного інтелекту, зокрема, штучного зору, можуть бути застосовані для виявлення візуальних маркерів та для подальшої навігації людини до профільного лікаря. Варто зазначити, що для виявлення деяких візуальних маркерів необхідно використовувати спеціалізовані пристрої, наприклад, окулометри для аналізу розміру зіниці.

**Метою роботи** є створення системи детектування проявів ПТСР в навчальних закладах на основі обраних маркерів, таких, як регіон проживання (інформаційний), реакції очей, мідріаз (візуальний), інтонація голосу (акустичні). Ключовим елементом системи є інтелектуальна модель, яка буде виявляти візуальні та аудіальні маркери.

### **Список літератури**

1. Barkovska, O., Axak, N., Rosinskiy, D., & Liashenko, S. (2018, May). Application of mydriasis identification methods in parental control systems. In 2018 IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT) (pp. 459-463). IEEE. Doi: 10.1109/DESSERT.2018.8409177

2. Система визначення ризиків розвитку ПТСР під час дистанційного навчання з використанням згорткових нейронних мереж. Doi: 10.30837/IYF.PCEIP.2024.021

3. American Psychiatric Association (2013). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5). Washington, D.C: American Psychiatric Association. ISBN 978-0-89042-554-1, ISBN 978-0-89042-555-8.

## **МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ СИСТЕМ СТИСНЕННЯ ВІДЕОДАНИХ**

Ігнат'єв О.О., Барковська О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Стиснення відеоданих є важливим завданням у сучасних системах передачі інформації, де основними вимогами є забезпечення високої якості передачі, мінімізація затримок та зменшення обсягу переданих даних. Незважаючи на прогрес у цій галузі, існує потреба у вдосконаленні методів оцінювання з метою підвищення точності та відповідності вимогам різних телекомунікаційних мереж.

Сучасні методи оцінювання якості стиснення відео базуються на кількох об'єктивних метриках, таких як PSNR, SSIM і VMAF, кожна з яких має свої унікальні характеристики та сфери застосування.

Загальна оцінка методів показує що PSNR популярний завдяки своїй простоті, але його оцінка часто не корелює з тим, як людина сприймає якість. SSIM, на відміну від PSNR, точніше передає якість зображення завдяки акценту на структурній подібності, однак він теж має обмеження у випадках специфічного контенту. VMAF, хоча й є складнішою у розрахунку метрикою, забезпечує найточнішу оцінку для широкого спектра контенту завдяки поєднанню різних методів оцінювання, що робить його оптимальним вибором для професійних цілей [1-3].

**Метою роботи** є підвищення точності прогнозування втрат якості в реальному часі на основі методів машинного навчання, зокрема нейронних мереж. Наприклад, регресійні моделі можуть навчитися передбачати SSIM або VMAF на основі певних параметрів відео та мережеских умов. Крім того, інтеграція алгоритмів машинного навчання дозволяє знизити навантаження на мережу, забезпечуючи при цьому високу якість відео в реальному часі.

Прогнозування якості за допомогою регресії має наступне математичне обґрунтування: нехай  $Q(t)$  — очікувана якість у момент часу  $t$  (метрика VMAF чи SSIM), а  $P$  — набір параметрів стиснення. Модель машинного навчання намагається знайти функцію  $f(P, N)$  де  $N$  — стан мережі:  $Q(t) = f(P, N)$ . Такі моделі здатні адаптуватися під зміни у мережеских умовах та параметрах відео, знижуючи втрати якості.

### **Список літератури**

1. Image Quality Assessment: Unifying Structure and Texture Similarity / K. Ding та ін. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. 2020. С. 1. URL: <https://doi.org/10.1109/tpami.2020.3045810>.

2. Efficient image structural similarity quality assessment method using image regularised feature / Y. Li та ін. *IET Image Processing*. 2020. Т. 14, № 16. С. 4401–4411. URL: <https://doi.org/10.1049/iet-ipr.2019.1570>.

3. Video Multimethod Assessment Fusion (VMAF) on 360VR Contents / M. Orduna та ін. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*. 2020. Т. 66, № 1. С. 22–31. URL: <https://doi.org/10.1109/tce.2019.2957987>.

## ТЕХНОЛОГІЧНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ЗАХИСТУ МОДУЛЬНИХ ПРОТЕЗІВ

Бухарова Л.Д., Барковська О.Ю.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Ідея розроблення технології медичної допомоги, які можуть бути застосовані на етапі реабілітації військовослужбовців та цивільних, які отримали хірургічні патології в результаті воєнних дій на території нашої країни, обґрунтовується прикрою статистикою, яка говорить що кількість ортопротезованих пацієнтів та тих, що потребують протезування та подальшої фізичної та психологічної реабілітації, значно зросла за цей час (по допоміжні засоби реабілітації станом на червень 2023 року звернулися 58852 людини, з них протезували 20737 осіб).

Для покращення процесу реабілітації та соціально-психологічної адаптації ортопротезованих військовослужбовців та цивільних, які отримали хірургічні патології в результаті воєнних дій на території нашої країни, існують розроблені медичні комплексні програми, направлені на відновлення фізіологічних функцій людини та скорішого повернення до нормального життя, але соціальна та психологічна реабілітація покладена на спеціаліста в області психології [1].

Нааявність великої кількості людей, які потребують протезування внаслідок воєнних дій, нещасних випадків чи захворювань, підкреслюють актуальність задачі та подальшого вдосконалення існуючих реабілітаційних програм.

**Метою роботи** є розробка підсистеми захисту модульних протезів, яка забезпечить автоматичне створення захисних та декоративних накладок на протезовані кінцівки. Ця розробка здатна подовжити строк працездатності модулів протезу, покращити естетичний вигляд протезованих кінцівок, що сприятиме прискоренню соціально-психологічної адаптації пацієнтів.

Запропонована підсистема захисту модульних ортопедичних протезів є прикладом об'єднання кількох компонентів, які пов'язує компонент побудови 3D моделі накладки на протез, що реалізована на основі використання кастомізованої генеративної НМ для генерування персоналізованої 3D моделі накладки на протез, враховуючи антропометричні параметри здорової кінцівки, заміри протезу, а також побажання пацієнта щодо дизайну виробу для створення моделі тривимірного об'єкту [2]. Основною наукоємною задачею рішення є кастомізація GAN (Generative Adversarial Networks) для генерування тривимірної моделі за точно визначеними параметрами.

### Список літератури

1. Anderson, C. B., Wurdeman, S. R., Miller, M. J., Christiansen, C. L., & Kittelson, A. J. Development of a physical mobility prediction model to guide prosthetic rehabilitation. *Prosthetics and orthotics international*. 2021. Т. 45, №3. С. 268-275. DOI: 10.1097/PXR.0000000000000001
2. Бухарова Л. Д., Партика С. О., Решетников К. Д. Формат GLB у концепції доповненої реальності. *Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління* : міжн. наук.-техн конф. 2024. С. 112.

## **РОЛЬ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН В СИСТЕМАХ ОБРОБКИ ВЕЛИКИХ ДАНИХ**

Ботнар П.Д., Янковський О.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

З ростом обсягів великих даних (Big Data) виникає потреба у високоефективних методах їх обробки та аналізу. Традиційні підходи часто стикаються з обмеженнями щодо масштабованості, безпеки та швидкості обробки. Використання блокчейн технологій у контексті великих даних дозволяє забезпечити не лише надійну децентралізовану обробку [1], але й створює можливості для спільного використання ресурсів, обміну даними та координації зусиль між різними учасниками, що відповідає принципам відкритої науки (open science practices ) та принципам управління даними FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable), зокрема щодо інтеоперабельності та повторного використання даних.

Актуальність теми полягає в тому, що інтеграція блокчейну у процеси аналізу великих даних може суттєво підвищити ефективність систем у сферах людської діяльності, де безпека, точність і стійкість систем є ключовими [2]. Існуючими прикладами сумісного використання технології блокчейну та BigData аналізу, які підсилюють один одного, є фінансові системи, системи розумного міста, енергетичні системи, системи кібербезпеки, електронного голосування та юридичні системи.

**Мета дослідження** полягає у розробці моделі та методів розподіленої обробки та аналізу великих даних з використанням технології блокчейну.

Вимогами до розробленої в результаті дослідження моделі розподіленої обробки великих даних є підвищення надійності, точності і безпеки обробки даних. Для досягнення наведеної вимоги запропоновано метод імплементації блокчейн-рішень у розподілену систему обробки даних із дотриманням ефективного розподілу навантаження при масштабуванні системи, що дозволяє збільшити продуктивність обробки даних в блокчейн-середовищі.

Подальшим шляхом розвитку дослідження є проведення експериментів на реальних даних в сфері геоінформаційних технологій, призначенням якого є оцінка ефективності запропонованої моделі в порівнянні з існуючими рішеннями за такими показниками, як точність отриманих результатів, підтримка форматів даних, енергоефективність, механізми управління доступом, вартість розгортання і підтримки.

### **Список літератури**

1. Zarrin, J., Wen Phang, H., Babu Saheer, L., & Zarrin, B. (2021). Blockchain for decentralization of internet: prospects, trends, and challenges. Cluster Computing, 24(4), 2841-2866. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2023.100575>
2. Xiao, Y., Zhang, N., Lou, W., & Hou, Y. T. (2020). A survey of distributed consensus protocols for blockchain networks. IEEE Communications Surveys & Tutorials, 22(2), 1432-1465. DOI: 10.1109/COMST.2020.2969706

## **IN SEARCH OF THE PERFECT ALGORITHM: THE INSOLUBLE RIDDLE OF COMPUTER TECHNOLOGY**

Bielytskyi D.M., Yeromina N.S.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

Ponomarenko O.M.

Educational and Scientific Institute “Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy” of V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

An ideal algorithm is a theoretical concept that represents the highest form of computing process capable of performing tasks with minimal resource consumption and high versatility. **The purpose of the report** is to analyze the concept of an ideal algorithm. **The report** will discuss the criteria for achieving an ideal algorithm.

The main criteria for ideal algorithm are minimal execution time, low memory consumption, ease of implementation, versatility, adaptability and stability, and for encryption algorithms, the highest level of security.

Attempts to combine these requirements in a single algorithm face key limitations: fast algorithms often need more resources, while memory-efficient methods may be slower. Single-threaded algorithms suit limited devices, while multi-threaded ones are better for powerful systems. Additionally, the pursuit of versatility can reduce efficiency or accuracy for certain tasks [1].

Examples of algorithms that try to get closer to the concept of the ideal are sorting algorithms such as QuickSort and TimSort. QuickSort is known for its fast execution speed due to its  $O(n \log n)$  time complexity in the average case, but it is not stable and requires a significant amount of memory when processing large data sets. This makes it less suitable for tasks where it is important to preserve the relative order of identical elements. TimSort, which combines merge and insert approaches, offers stability and adapts well to partially sorted arrays. However, it has a more complex implementation and may be slower on unsorted data than QuickSort, highlighting trade-offs between speed, stability, and adaptability. Analyzing existing methods—sorting, greedy algorithms, and multithreading—demonstrates the challenges in developing a universal algorithm [2].

However, modern approaches, such as artificial intelligence and quantum computing, open up new perspectives, allowing algorithms to adapt to real-time tasks and use parallel computing. While the concept of the perfect algorithm remains elusive, it is driving improvements in methods that bring algorithms closer to versatility and optimality in the face of increasingly complex data and computing platforms.

### **References**

1. Chronaki K. Exploiting asymmetric multi-core systems with flexible system software : doctoral thesis. 2018. 138 p. URL: <http://hdl.handle.net/10803/664032>.
2. Combining Preference Elicitation with Local Search and Greedy Search for Matroid Optimization / N. Benabbou et al. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*. 2021. Vol. 35, no. 14. P. 12233–12240. URL: <https://doi.org/10.1609/aaai.v35i14.17452>.

## **WAYS OF ACHIEVING FAULT TOLERANCE OF HETEROGENEOUS INFORMATION SYSTEMS UNDER CONDITIONS OF EXTERNAL INFLUENCE**

Frolov D.Y.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

The concept of fault tolerance in relation to the functioning of information systems is the key indicator of reliability [1]. As a rule, classical information systems that can be described using tuple mathematics are rare. Instead, in practice, heterogeneous information systems are created. They have properties of other systems, including technical.

At the planning stage of information systems, it is important to consider the factors that affect their fault tolerance. For heterogeneous information systems, these factors may include the redundancy of critical nodes, duplication of functional capabilities, etc.

For example, work [2] considers a method for ensuring the guaranteed provision of digital services in similar systems. The authors propose technological principles to maintain a satisfactory level of the indicator of the stability of the information environment. However, this approach in the conditions of heterogeneous information systems does not consider the problems of external influence on such systems.

**The purpose of this report** is to review the ways of achieving fault tolerance of heterogeneous information systems under conditions of external influence. Within this study, specific methods such as redundancy, clustering, and dynamic architecture reconfiguration of heterogeneous information systems are examined and their critical analysis was performed. This analysis reveals that the primary differences in these approaches to achieving fault tolerance lie in the complexity of their implementation. Secondly, the uncertainty in the dynamic behavior of individual nodes within a heterogeneous information system can lead to a shortage of time needed to solve quasi-local optimization tasks. Consequently, this publication is devoted to the use of an adaptive approach that provides quasi-optimal solutions at each stage of the life cycle of these information systems.

The research was conducted based on the resource provision of the Information and Computing Center of KhNURE.

### **References**

1. Копиця А. А. Відмовостійкість процесів в розподілених системах / А. А. Копиця, І. А. Штих // *Радіоелектроніка та молодь у ХХІ столітті* : матеріали 27-го Міжнар. молодіж. форуму, 10–12 травня 2023 р. – Харків : ХНУРЕ, 2023. – Т. 4. – С. 145–146.
2. Коваленко А.А. Метод забезпечення живучості комп'ютерної мережі на основі VPN-тунелювання / А.А. Коваленко, Г.А. Кучук, В.М. Ткачов // *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*. – Полтава: ПНТУ, 2021. – Т. 1 (63). – С. 90-95. – doi:<https://doi.org/10.26906/SUNZ.2021.1.090>.

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ CVRPTW

Бондаренко К.В., Іващенко Г.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Задача маршрутизації транспорту з обмеженням місткості та часовими вікнами (CVRPTW, Capacitated Vehicle Routing Problem with Time Windows) є одним із поширених завдань комбінаторної оптимізації, що має ряд практичних застосувань у сфері транспорту та логістики. Завдання полягає у побудові оптимальних маршрутів, які використовують парк транспортних засобів для обслуговування набору клієнтів, з урахуванням додаткових обмежень.

Мета завдання полягає у мінімізації кількості використовуваних транспортних засобів, загальної пройденої відстані та часу на перевезення [1]. Через NP-складність задачі CVRPTW для її вирішення застосовуються наближені алгоритми, які дозволяють знаходити близькі до оптимальних рішення з меншими вимогами щодо обчислювальних ресурсів [2].

**Метою роботи** є проведення порівняльного аналізу існуючих наближених підходів для вирішення CVRPTW. Розглянуто використання генетичного алгоритму, алгоритму мурашиних колоній, жадібного алгоритму, табу-пошуку та імітації відпалу.

Проведене дослідження показало, що генетичні алгоритми ефективно використовуються для вирішення складних завдань з великою кількістю параметрів та обмежень, що призводить до необхідності дослідження великого простору можливих рішень. Недоліком використання генетичних алгоритмів є можливість потрапляння при глобальному пошуку до локальних оптимумів, що може бути вирішено використанням імітації відпалу, який може враховувати ймовірність прийняття гірших рішень при динамічних і змінних умовах задачі. Для великих систем з необхідністю адаптації до змін у середовищі у режимі реального часу доцільне використання мурашиного алгоритму. Табу-пошук дозволяє уникати локальні мінімуми, враховувати історію рішень та забезпечувати роботу у динамічних та складних умовах. Жадібна евристика при вирішенні комбінаторних задач не враховує глобальну картину маршрутів, але є доцільним її використання у гібридних підходах, у комбінації з іншими розглянутими методами, такими як генетичні алгоритми.

### Список літератури

1. Goel R., Maini R. Vehicle routing problem and its solution methodologies: a survey. *International Journal of Logistics Systems and Management*. 2017. Т. 28, № 4. С. 419–435. DOI: <https://doi.org/10.1504/IJLSM.2017.087786>
2. Oladimeji S. A Comparative Analysis of Search Algorithms for Solving the Vehicle Routing Problem. *Optimization Algorithms - Classics and Recent Advances*. 2023. Т. 3. С. 1–30. DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.112067>.



## **АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ГЕНЕРАЦІЇ ЛАБІРИНТІВ**

Вітко В.О., Іващенко Г.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

У зв'язку з швидким розвитком ігрової індустрії актуальності набуває проблема опису ігрових світів у вигляді математичних моделей, для подальшого використання в процесі розробки ігрових програмних застосунків. Ігровий світ зазвичай містить окремі локації, кожна з яких можна представити у вигляді лабіринту, де стінами будуть усі місця, куди гравцеві шлях заборонено. Лабіринти також використовуються в робототехніці як тестові середовища для алгоритмів навігації та пошуку шляхів. Навчання роботів орієнтуватися в лабіринтах сприяє підвищенню їхньої автономності та покращує можливості самоуправління та адаптації. У сфері інженерії лабіринти часто виступають моделями для вирішення задачі оптимізації складних систем, таких як дорожні мережі, шляхи прокладання ліній електропередачі та каналізації. Для забезпечення різноманіття ігрових локацій, тестових середовищ для робототехніки та інших галузей, у яких доцільно використання лабіринтів, необхідним є вирішення проблеми їх генерації.

Кожен лабіринт може бути описаний за допомогою теорії графів і характеризується такими властивостями, як розмір, форма, кількість розвилок, кількість гілок та їх середня довжина. Існує багато способів генерації лабіринтів, які мають різну ефективність в залежності від типу лабіринту [1]. Деякі методи генерації можна поєднувати в залежності від особливостей поставленого завдання, для отримання переваг гібридних підходів [2].

**Метою доповіді** є аналіз ефективності використання алгоритмів генерації лабіринтів. Процес генерації полягає у створенні структури, що складається з шляхів і стін, та може використовуватися в різних галузях, включаючи розробку ігрових застосунків, навчання, робототехніку та дослідження алгоритмів пошуку шляху. Реалізовано програмний застосунок з використанням мови програмування C# та технології Unity, який дозволяє проводити аналіз і порівняння лабіринтів, створених за допомогою обраних алгоритмів, а також вимірювати час, витрачений на їх генерацію. Розглянуті такі підходи, як алгоритм бінарного дерева, алгоритм Олдоса-Бродера, алгоритм Еллера, а також гібридні варіанти цих алгоритмів.

### **Список літератури**

1. Hiraoka T., Nonaka H., Tsurunari Y. A high-speed method for generating labyrinth images using smoothing filters with different window sizes. *ICIC Express Letters*. 2019. Т. 12, № 8. С. 711–717. DOI: <https://doi.org/10.24507/icicel.13.08.711>
2. Yang K., Lin S., Dai Y., Li W. Optimization and comparative analysis of maze generation algorithm hybrid. *Applied and Computational Engineering*. 2024. Т. 79. С. 20–33. DOI: <https://doi.org/10.54254/2755-2721/79/20241082>.

## **МОДЕЛЬ НА ОСНОВІ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЧАСОВИХ РЯДІВ ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИХ ДАНИХ**

Гуренко Д.М., Іващенко Г.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Актуальність задачі прогнозування поширення захворювань у людському суспільстві значно зросла в останні роки, зокрема через пандемію COVID-19. У сучасних умовах швидкої зміни епідеміологічної ситуації особливо важливо мати інструменти, що дозволяють швидко та достатньо точно передбачати тенденції зміни рівня захворюваності. Це дозволяє знизити навантаження на систему охорони здоров'я, оптимізувати медичні ресурси, контролювати поширення серед населення інфекційних захворювань і вчасно реагувати на потенційні спалахи.

Поширеним засобом прогнозування тенденцій є використання штучних нейронних мереж [1], зокрема рекурентних нейронних мереж (RNN), які стали популярним інструментом для прогнозування часових рядів завдяки здатності враховувати часові залежності та зв'язки в вихідних даних. В свою чергу часові ряди епідеміологічних даних про поширення захворювань характеризуються наявністю тенденції, що відповідають довгостроковим змінам у суспільстві, наприклад, підвищенню обізнаності про здоров'я або у наслідок вакцинації.

Наявність довготривалих залежностей в даних ускладнює їх прогнозування [2], тому використання штучних нейронних мереж, здатних враховувати нелінійні залежності та вплив зовнішніх чинників при побудові короткострокових прогнозів, є доцільним.

**Метою роботи** є побудова та аналіз роботи ефективної моделі на основі рекурентної штучної нейронної мережі для прогнозування часових рядів даних про поширення захворювань.

Дослідження виявило нестационарний характер часових рядів вихідних даних, що потребує адаптивності моделі до змінних патернів. В умовах змін, таких як сезонні сплески захворюваності, можливість донавчання моделі в режимі реального часу покращує точність прогнозів. Розроблена модель заснована на RNN та при відповідних налаштуваннях параметрів роботи забезпечує високу ефективність вирішення задачі короткострокового прогнозування часових рядів епідеміологічних даних.

### **Список літератури**

1. Іващенко Г.С., Понамарьов В.О., Холев В.О. Короткострокове прогнозування нестационарних часових рядів з використанням моделей MLP та LSTM. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2023. Т.1, № 71. С. 91–95. DOI: <http://dx.doi.org/10.26906/SUNZ.2023.1.091>.
2. Hyndman R., Athanasopoulos G. *Forecasting: principles and practice*. *OTexts*. 2013. 292 с. ISBN: 978-0987507105.

## **КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ БУДИНКУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗАСОБІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ**

Зубенко Д.Р., Іващенко Г.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

У сучасному будівництві та управлінні житловими та комерційними приміщеннями підтримка певного мікроклімату має важливе значення для забезпечення комфортних умов проживання та роботи. Для цього необхідно ефективно керувати температурою та вологістю повітря, рівнем вентиляції, що дозволяє забезпечити комфорт мешканців та оптимізувати енергоспоживання. В останні роки розвиток технологій інтернету речей (Internet of Things, IoT) та засобів штучного інтелекту надав можливість створювати інтелектуальні системи керування, що здатні адаптувати свою роботу відповідно до змін навколишніх умов [1].

Застосування машинного навчання у системах керування мікрокліматом дозволяє будувати прогностичні моделі, які враховують велику кількість факторів, таких як зовнішня температура, вологість, кількість людей у приміщенні та інформацію щодо їх звичок. За допомогою таких моделей можна оптимізувати роботу систем опалення, вентиляції та кондиціонування (HVAC), автоматично налаштовуючи їх на підтримання комфортних умов у режимі реального часу.

Це не лише підвищує рівень комфорту для мешканців, але й дозволяє суттєво зменшити енергоспоживання [2].

**Метою роботи** є розробка комп'ютерної системи керування мікрокліматом на основі технологій машинного навчання для підвищення ефективності підтримання комфортних умов у приміщеннях. Система аналізує часові ряди температури та вологості з урахуванням зовнішніх факторів, використовує отримані прогностичні значення для автоматичної регуляції роботи HVAC-систем до фактичного настання прогнозованих змін мікроклімату, що зменшує коливання його параметрів. Дотримання сталих значень температури та вологості зменшує витрати енергії на підтримку потрібних значень показників мікроклімату в процесі керування. Запропонована система інтегрується з IoT-сенсорами та використовує методи машинного навчання, такі як штучні нейронні мережі, зокрема, LSTM, для точного короткострокового прогнозування змін мікроклімату.

### **Список літератури**

1. Abbasimehr H., Paki R. Improving time series forecasting using LSTM and attention models. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*. 2021. Т. 13. С. 673–691. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12652-020-02761-x>
2. Bouquet P., Jackson I., Nick M., Kaboli A. AI-based forecasting for optimised solar energy management and smart grid efficiency. *International Journal of Production Research*. 2023. Т. 62, № 7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2023.2269565>

## ВИКОРИСТАННЯ СИНТЕТИЧНИХ ДАНИХ ДЛЯ ЗАДАЧ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ

Ващенко К.С., Іващенко Г.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Класифікація та розпізнавання об'єктів на зображеннях є актуальним завданням у різноманітних областях, таких як інформаційна безпека, медицина та контроль дорожнього руху.

Поширеним підходом вирішення задач обробки зображень є використання засобів на основі машинного навчання, таких як штучні нейронні мережі, робота яких передбачає достатню кількість вихідних даних для формування навчальної вибірки. Підготовка тренувального набору ускладнена через необхідність врахування різноманіття можливих локацій для об'єкту розпізнавання, що супроводжується значними часовими та ресурсними витратами.

Особливою проблемою в умовах реально світу є ситуації, коли зібрати датасет неможливо через вимоги конфіденційності чи дотримання морально-етичних норм [1].

Можливим вирішенням недостатнього обсягу навчальної вибірки може бути використання моделювання для генерації даних, у яких імітуються реальні локації для об'єктів розпізнавання. Такі програмні застосунки тривимірної комп'ютерної графіки, як Autodesk Maya чи Houdini пропонують 3D-анімацію та візуалізації для створення анімованих об'єктів, що також може бути застосовано при генерації датасету [3]. Використовуються приклади оточуючого середовища, що притаманне об'єкту розпізнавання, з подальшим рендерінгом загального зображення для доповнення навчального набору. Завдяки цьому, реальні фото та відео матеріали для прикладів локації можуть бути замінені штучними.

**Метою доповіді** є аналіз ефективності використання синтетичного датасету у складі навчальної вибірки штучної нейронної мережі (модель на основі RCNN) для вирішення задач розпізнавання та класифікації об'єктів на зображеннях. Використання згенерованих даних не потребує додаткових витрат та вирішує проблеми нестачі або повної відсутності тренувального набору через обмежений доступ до реальних даних.

### Список літератури

1. Rudenko O., Bezsonov O., Vashchenko K., Rutska S. Synthetic Dataset Generation for Efficient Neural Network Training. *Proceedings of the 7th International Conference on Computational Linguistics and Intelligent Systems*. 2023. Т. 3387. С. 146–159. DOI: <https://ceur-ws.org/Vol-3387/paper12.pdf>
2. Chen R. The development of 3D city model and its applications in urban planning. *19th International Conference on Geoinformatics*. 2011. С. 1–5. DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/GeoInformatics.2011.5981007>

## **АВТОМАТИЗАЦІЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ BIG DATA ТА МАШИННОГО НАВЧАННЯ**

Щолкін М. М., Єрошенко О.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

У сучасному, динамічному бізнес-середовищі автоматизація управлінських рішень стала невід'ємною складовою для збереження конкурентоспроможності компаній. Застосування технологій Big Data та машинного навчання (ML) відкриває нові можливості для аналізу та прийняття рішень. Завдяки автоматизованому машинному навчанню (AutoML), користувачі без спеціальних знань можуть легше створювати аналітичні моделі, знижуючи потребу в експертній підтримці. AutoML автоматично налаштовує моделі, що дозволяє скоротити час на розробку прототипів та швидше впроваджувати рішення у сфері бізнес-аналітики. Це робить аналітичні інструменти доступнішими для ширшого кола користувачів, особливо для малого та середнього бізнесу, який не завжди має можливість найняти штатних аналітиків.

Незважаючи на те, що AutoML досягає результатів, які можуть зрівнятися з ручними налаштуваннями, для досягнення максимальної точності все ж потрібна експертна підтримка, через те що навчена людина обирає біль вдалі та точні стратегії. Інтеграція Big Data з IoT та цифровими двійниками дозволяє створювати більш гнучкі й адаптивні моделі управління. Цифрові двійники допомагають моделювати та передбачати розвиток ланцюгів постачання, що сприяє зниженню витрат і підвищенню швидкості реакції на зміни ринку. Це дає змогу швидко реагувати на коливання попиту, адаптувати виробничі процеси, оптимізувати логістику та роботу з постачальниками. Обробка великих обсягів даних і їх інтеграція у управлінські процеси залишається викликом, що потребує грамотного балансу між технологіями та людською експертизою. Впровадження автоматизації управлінських рішень на базі Big Data та машинного навчання суттєво впливає на бізнес, підвищуючи ефективність і продуктивність. Повна автоматизація поки що залишається недосяжною: людський фактор продовжує відігравати ключову роль у стратегічному плануванні та адаптації до змін. Лише гармонійне поєднання технологій і людського досвіду забезпечує найкращий підхід до управління у сучасному бізнесі.

### **Список літератури**

1. Schmitt M. Automated machine learning: ai-driven decision making in business analytics. SSRN electronic journal. 2022. URL: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4151621> (date of access: 25.10.2024).
2. Prasol I., Dovnar O., Yeroshenko O. Method of Diagnostic Parameters Analysis and Software Features. 2022 *IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2022. Pp. 716-719.

## **ДЕЯКІ ПИТАННЯ АДАПТИВНОЇ ЕЛЕКТРОСТИМУЛЯЦІЇ НЕРВОВО-М'ЯЗОВОГО АПАРАТУ ЛЮДИНИ**

Єрошенко О.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна  
Бабич М.Г.

Харківський радіотехнічний фаховий коледж, Харків, Україна

На сьогоднішній день актуальними завданнями є визначення параметрів впливу та синтез сигналів електроміостимуляції із заданими терапевтичними властивостями на основі розроблених критеріїв.

Електроміостимуляція повинна бути заснована на узгодженні параметрів стимулу з фізіологічними характеристиками м'язів, що стимулюються. Об'єктивним діагностичним показником функціонального стану м'язових груп є параметри електроміографічного (ЕМГ) сигналу.

У зв'язку з цим доцільно розробляти лікувально-діагностичні комплекси, що передбачають оцінку функціонального стану нервово-м'язового апарату методом електроміографії, синтез сигналів електроміостимуляції, адекватних індивідуальному стану м'язових груп, контроль ефективності терапевтичного впливу.

Основним завданням, від вирішення якої залежить ефективність електроміостимуляційної терапії, є вироблення критеріїв формування стимулюючої дії. Проведені дослідження виявили доцільність використання як критерій синтезу стимулюючого сигналу амплітудні та частотні параметри сумарної електроміограми стимульованого м'яза, отримані в результаті частотно-часової обробки ЕМГ-сигналу та відбивають функціональний стан м'язової тканини.

В доповіді наводяться результати розробленого методу адаптивного управління міостимулюючими властивостями сигналу впливу на основі аналізу амплітудно-частотних характеристик сумарної електроміограми м'яза, що стимулюється та технічне забезпечення апарату електроміостимуляції, що функціонує відповідно до даного методу.

### **Список літератури**

1. Prasol I., Dovnar O., Yeroshenko O. Method of Diagnostic Parameters Analysis and Software Features. 2022 *IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2022. Pp. 716-719.
2. Prasol I., Dovnar O., Yeroshenko O. Method of diagnosing some diseases of the neuro-muscular system and features of data processing in software. *Technology Audit and Production Reserves*. 2023. №1(69). Pp. 20-25. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2023.273848>
3. Yeroshenko O., Prasol I. Simulation of the electrical signal of the muscles to obtain the electromiosignal spectrum. *Technology Audit and Production Reserves*. 2022. №2 (2(64)). Pp. 38–43. doi: <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.254566>

## **ДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ВІРТУАЛЬНИХ З'ЄДНАНЬ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖ**

Гуцько М.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Туманні та хмарні обчислення набувають все більшої ваги в сучасних інформаційних технологіях, змінюючи підходи до зберігання, обробки та доступу до даних.

Вони пропонують гнучкість і масштабованість, які дозволяють організаціям оптимізувати витрати на ІТ-інфраструктуру та підвищити продуктивність[1].

Використання туманних обчислень відкриває нові можливості для інтеграції з'єднань у різних середовищах, оскільки дані передаються через мережу комп'ютерів. Серйозною задачею є вирішення питання обробки даних на краю мережі чи в хмарному середовищі. Від цього залежить часові затримки отримання інформації, а також постає питання енергоефективності системи в цілому[2].

**Метою доповіді** є дослідження часових затримок при передачі даних у хмарних та туманних обчисленнях та розробка математичних моделей, що дозволять враховувати ключові параметри, які впливають на ці затримки.

У ході дослідження було розглянуто, як відстань до вузла передачі даних та поточне навантаження мережі впливають на коефіцієнт часової затримки ( $L$ ). Збір даних з сенсорів виявлення вологості та температури показав, що на передачу інформації в хмару може впливати ряд факторів, зокрема кількість одночасних з'єднань ( $F$ ) та відстань до вузла ( $D$ ).

Виявлено, що за умов значного навантаження та відстаней значення коефіцієнта часової затримки  $L$  перевищує 2.0, що робить використання хмарної обробки менш ефективним.

Результати вимірювань часових затримок у різних умовах демонструють залежність цього коефіцієнта від відстані до вузла та завантаження мережі.

Дані показують, що підвищення затримок відбувається з наростанням значень параметрів  $F$  і  $D$ , що свідчить про необхідність використання методів моніторингу та оптимізації ресурсів для забезпечення стабільної продуктивності таких мереж.

### **Список літератури**

1. Глибинна інтеграція хмарних та туманних обчислень : тези / М.А. Гуцько, В. М. Ткачов : Вісник Херсонського національного технічного університету 4(87), 2023. – 252 с.
2. M. Hunko, V. Tkachov, A. Kovalenko, and H. Kuchuk, “Advantages of fog computing: A comparative analysis with cloud computing for enhanced edge computing capabilities,” in 2023 IEEE 4th KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), pp. 1–5, IEEE, 2023.

## **МЕТОД ПРОГНОЗУВАННЯ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ОСНОВІ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

Грибовська В.А., Знайдюк В.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Величезне зростання попиту на електроенергію в усьому світі призвело до багатьох проблем, пов'язаних з ефективним використанням електроенергії, що, як наслідок, створює складні завдання для споживачів електроенергії всіх рівнів – від домогосподарств до об'єктів великих компаній [1]. Більшість із цих проблем можна подолати шляхом точного прогнозування попиту на електроенергію.

Крім того, відповідальність за баланс включає фінансовий механізм на основі штрафів, що спричиняє додаткові витрати за неправильно оцінене споживання, що перевищує дозволені межі дисбалансу.

**Метою доповіді** є розробку методу прогнозування споживання електроенергії на основі штучних нейронних мереж [2].

В якості набору даних про споживання електроенергії використовувався загальнодоступний набір даних, яке містить дані з погодинними інтервалами. Отримані дані вимірюються за період понад 2 роки, а потім поділяються на чотири сезони, тому для кожного сезону розробляються різні моделі.

Розглядаються п'ять різних мережевих структур (звичайний RNN, LSTM, GRU, двонаправлений LSTM, двонаправлений GRU) для п'яти різних значень горизонту, тобто вхідних даних (один день, два дні, чотири дні, один тиждень, два тижні).

Індекси продуктивності, такі як середня абсолютна відсоткова помилка (MAPE), середньоквадратична помилка (RMSE), середня абсолютна помилка (MAE) і середня квадратична помилка (MSE), використовуються для отримання якісних і кількісних порівнянь між отриманими моделями [3]. Результати показують, що модифікації рекурентних нейронних мереж працюють набагато краще, ніж звичайні рекурентні нейронні мережі. Найкращі характеристики мають структури GRU та двонаправлений LSTM.

### **Список літератури**

1. Корнієнко, Є., Ляшенко, О. і Торба, А. (2023) «Метод керування системою генерації електроенергії з використанням бездротових технологій», Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості, (2(24), с. 80–89. doi: 10.30837/ITSSI.2023.24.080.
2. Ляшенко О.С. Методи федеративного навчання для оптимізації розподілених систем. Ляшенко О.С., Нго За Фат., Назарова І.О // Проблеми інформатизації Тези доповідей одинадцятій міжнародній науково-технічній конференції (16 – 17 листопада 2023 року) Том 3. С. 102
3. Olu-Ajayi, R.; Alaka, H.; Sulaimon, I.; Sunmola, F.; Ajayi, S. Machine Learning for Energy Performance Prediction at the Design Stage of Buildings. Energy Sustain. Dev. 2022, 66, 12–25.



## **МОДЕЛІ ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТУ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ МІКРОМЕРЕЖ**

Демиденко Д.В., Колтун Ю.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Сучасні електроенергетичні системи стикаються з численними викликами, такими як захист довкілля, зростання глобального попиту на електроенергію, високі вимоги до надійності та чистоти енергії, а також обмеження у плануванні. З метою розвитку в напрямку екологічної та інтелектуальної енергетики централізовані генеруючі потужності поступово замінюються меншими, розподіленими джерелами енергії [1]. Це приводить до формування концепції мікромереж, які можуть функціонувати як єдина керована система та розглядатися як кластери навантажень і розподілених енергоресурсів, включаючи відновлювані джерела та системи зберігання енергії.

**Метою доповіді** є розробка оптимізаційних моделей енергоменеджменту для забезпечення ефективної роботи мікромереж. Запропоновані моделі охоплюють управління розподіленими енергоресурсами, що сприяє економічному та сталому розвитку таких систем. Вони враховують низку факторів: експлуатаційні витрати розподілених генераторів, вартість викидів традиційних джерел енергії, максимальне використання відновлюваних джерел, витрати на деградацію літій-іонних батарей, стимули для реагування на попит і витрати на відключення навантаження. Окрім того, розроблено комплексну модель для стандартизації процесів у реальних енергетичних системах.

Щоб підвищити ефективність запропонованої моделі, можливо застосувати нейронні мережі для обробки великих обсягів даних, передбачення поведінки системи та оптимізації управління енергоресурсами в режимі реального часу. Використання нейронних мереж дозволяє моделі швидко адаптуватися до змін у системі, підвищуючи надійність і стабільність мікромережі [2]. Це також сприяє оптимальному розподілу енергетичних ресурсів, мінімізуючи експлуатаційні витрати та покращуючи інтеграцію відновлюваних джерел у загальну енергетичну систему.

### **Список літератури**

1. Корнієнко, Є., Ляшенко, О. і Торба, А. (2023) «Метод керування системою генерації електроенергії з використанням бездротових технологій», СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОМИСЛОВОСТІ, (2)(24), с. 80–89. doi: 10.30837/ITSSI.2023.24.080.
2. Vyshnivskiy Daniil Система оцінка пози людини з використанням алгоритмів глибокого навчання / Daniil Vyshnivskiy, Oleksii Liashenko, Nataliia Yeromina // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2023. – Т. 2 (72). – С. 75-79. – doi:<https://doi.org/10.26906/SUNZ.2023.2.075>.

## **МЕТОДИ ЗБІЛЬШЕННЯ ДАНИХ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ КОНТРОЛЬОВАНОГО НАВЧАННЯ ПРИ ВИЯВЛЕННІ КІБЕРАТАК**

Омельченко В.В., Знайдюк В.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Зростаюча складність кібератак вимагає розробки передових систем виявлення, здатних точно ідентифікувати та пом'якшувати потенційні загрози. Загрози для даних класифікуються на витік даних і порушення даних, які відрізняються головним чином за наміром розкриття [1]. Витік даних, як правило, є ненавмисним розкриттям через людську помилку або вразливість системи, тоді як порушення даних — це навмисна атака, спрямована на викрадення інформації.

**Метою доповіді** є запропонувати підхід, що вирішує критичну проблему виявлення кібератак за допомогою комплексного підходу, який включає створення реалістичного, але незбалансованого набору даних, що моделює різні типи кібератак.

В доповіді розглянуто внутрішні обмеження, пов'язані з незбалансованими даними, проводилось дослідження численних методів доповнення даних, щоб підвищити ефективність навчання моделі та забезпечити надійну продуктивність у різних сценаріях атак. По-перше, створено детальний набір даних, який відображає реальні умови мережевих вторгнень, імітуючи низку типів кібератак, гарантуючи, що він втілює типові дисбаланси, які спостерігаються під час справжніх загроз кібербезпеці. Згодом ми застосували декілька методів розширення даних, зокрема SMOTE та ADASYN, щоб усунути перекосяк у розподілі класів, забезпечивши таким чином більш збалансований набір даних для навчання моделей машинного навчання з наглядом. Оцінка цих методів у різних моделях, таких як випадкові ліси та нейронні мережі, демонструє значні покращення можливостей виявлення. Крім того, аналіз також поширюється на дослідження важливості ознак, надаючи критичне розуміння того, які атрибути найбільш суттєво впливають на прогнозні результати моделей. Це не тільки покращує інтерпретативність моделей, але й допомагає уточнювати процеси розробки функцій і вибору для оптимізації продуктивності.

### **Список літератури**

1. Liashenko Oleksii Модель та методи виявлення широкомасштабної атаки в середовищі iot / Oleksii Liashenko, Ihor Velykodnyi, Vasyi Znaidiuk, Oleh Zhurylo // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2024. – Т. 1 (75). – С. 127-132. – doi:<https://doi.org/10.26906/SUNZ.2024.1.127>.

2. Ляшенко О.С. Методи федеративного навчання для оптимізації розподілених систем. Ляшенко О.С., Нго За Фат., Назарова І.О // Проблеми інформатизації Тези доповідей одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції (16 – 17 листопада 2023 року) Том 3. С. 102

## **МЕТОДИ ФЕДЕРАТИВНОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ АНАЛІТИКИ ДАНИХ В ТУМАННИХ СИСТЕМАХ**

Башилов В.С., Горбачов В.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Fog Computing – це сфера, яка розвивається, і спрямована на вирішення основних недоліків хмарних обчислень, таких як: проблеми конфіденційності, прихований відгук і витрати на пропускну здатність. Туманні вузли (ТВ) інкапсулюють обчислення, зберігання та мережеві служби в одній платформі. ТВ знаходяться в Fog Layer, проміжному програмному забезпеченні, яке є посередником між хмарними та периферійними пристроями, ближче до периферійної сторони, щоб обчислювальні завдання спрямовувалися до периферійних пристроїв.

**Метою доповіді** є запропонувати методи федеративного навчання (FL) як структуру машинного навчання (ML) [1] для сценарію розподіленої аналітики даних, щоб не було потреби в передачі даних. Запропоновано доцільність застосування Active Learning (AL) в об'єднаній структурі, щоб зменшити витрати на маркування вручну.

В доповіді досліджено проблему гетерогенності даних у FL [2], яка виникає через незбалансований розподіл даних між розподіленими пристроями або упереджені схеми вибірки даних, наприклад, активний семплер.

Це має важливе теоретичне та практичне значення, оскільки в реальному житті дані часто є незалежними та однаково розподіленими. Це кидає виклик навчальному процесу моделі, вимагаючи ретельного розгляду швидкості навчання та стратегій агрегування, які слід застосовувати.

FL залишає більшу частину обчислювального навантаження на периферійні пристрої, залишаючи на сервері лише прості арифметичні операції. Запропоновано нову структуру, яка є більш гнучкою для змінного розподілу обчислювальних ресурсів і застосовна до сценаріїв, коли обчислювальних ресурсів пристроїв недостатньо для реалізації завдання. Кількісно визначено умову нижньої межі, щоб виконати повну реконструкцію за допомогою багатощарового перцептрона (MLP) і згорткової нейронної мережі (CNN).

### **Список літератури**

1. Olu-Ajayi, R.; Alaka, H.; Sulaimon, I.; Sunmola, F.; Ajayi, S. Machine Learning for Energy Performance Prediction at the Design Stage of Buildings. *Energy Sustain. Dev.* 2022, 66, 12–25
2. Ляшенко О.С. Методи федеративного навчання для оптимізації розподілених систем. Ляшенко О.С., Нго За Фат., Назарова І.О // Проблеми інформатизації Тези доповідей одинадцятій міжнародній науково-технічній конференції (16 – 17 листопада 2023 року) Том 3. С. 102

## **ПІДХОДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ДАНИХ ПРИ ОБРОБЦІ ЗА ДОПОМОГОЮ ТУМАННИХ ОБЧИСЛЕНЬ**

Журило О.Д., Ляшенко О.С.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Fog computing (FC) є розподіленою архітектурою, яка наближає обчислювальні ресурси та сервіси до джерел даних, що дозволяє знизити затримки, підвищити ефективність обробки даних та загальну продуктивність системи. Ця обчислювальна модель продемонструвала перспективи для задоволення сучасних вимог до обчислень.

Проте існує низка викликів для її повноцінного впровадження, зокрема забезпечення надійності та безпеки.

**Метою доповіді** є визначення ключових вимог для впровадження FC. У результаті були сформульовані чотири основні вимоги: низька затримка і швидка реакція; масштабованість і управління ресурсами; відмовостійкість і резервування; конфіденційність і безпека даних.

Для досягнення низької затримки і швидкого відгуку пропонуються методи граничного кешування, аналізу в реальному часі та прийняття рішень, а також мобільні граничні обчислення.

Масштабованість і управління ресурсами можна забезпечити через федерацію на периферії, віртуалізацію, контейнеризацію та оркестрацію крайових ресурсів. Відмовостійкість та резервування досягаються за рахунок механізмів резервного копіювання та відновлення, реплікації даних і планів аварійного відновлення; тут перспективним є використання системи залишкових номерів (RNS).

Для безпеки та конфіденційності даних важливими є надійні методи автентифікації, авторизації, управління доступом, а також сучасні технології повністю гомоморфного шифрування (FHE) і системи обміну секретами (SSS).

Для ефективної інтеграції Fog computing із сучасними мережевими інфраструктурами необхідно розробити адаптивні алгоритми розподілу навантаження та балансування трафіку. Ці алгоритми повинні враховувати змінні обчислювальні потужності на периферійних вузлах, динамічні умови мережевого середовища, а також забезпечувати мінімізацію затримок при передачі даних.

Використання методів машинного навчання і штучного інтелекту дозволить удосконалити процеси адаптації системи до змінних навантажень та підвищити її загальну продуктивність, забезпечуючи надійність і високу якість обслуговування в реальному часі.

### **Список літератури**

1. Журило, О. і Ляшенко, О. (2024) «Архітектура та системи безпеки IoT на основі туманних обчислень», СУЧАСНИЙ СТАН НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОМИСЛОВОСТІ, (1(27)), с. 54–66. doi: 10.30837/ITSSI.2024.27.054.

## **МОДЕЛІ НА ОСНОВІ РЕКУРЕНТНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМАХ**

Ляшенко О.С., Нго За Фат, Колтун Ю.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Сучасні розподілені обчислювальні системи стикаються з проблемами прогнозування та управління навантаженням для забезпечення надійної роботи, мінімізації затримок і оптимального розподілу ресурсів [1].

Рекурентні нейронні мережі (RNN) є ефективним інструментом для обробки послідовних даних та прогнозування часу затримок, завдяки їхній здатності зберігати інформацію про попередні стани.

RNN використовуються для прогнозування поведінки систем, оптимізації ресурсів і запобігання перевантаженням шляхом точного передбачення затримок [2].

У цій доповіді розглядається застосування RNN для прогнозування затримок у розподілених системах, що дозволяє уникати перевантажень і покращувати розподіл ресурсів.

Рекурентні нейронні мережі відрізняються від традиційних нейронних мереж тим, що вони містять зворотні зв'язки, які дозволяють зберігати інформацію про попередні стани в довгих послідовностях даних.

Це дозволяє RNN ефективно працювати з послідовними та часовими даними, такими як історичні значення затримок, що робить їх придатними для прогнозування.

Основними перевагами використання RNN у прогнозуванні затримок є:

- адаптація до довгих послідовностей даних: RNN здатні аналізувати довгі часові ряди, зберігаючи контекст інформації, що важливо для точних передбачень;
- обробка залежностей у часі: завдяки здатності враховувати попередні стани, RNN виявляють патерни у часових рядах, що дозволяє ефективніше передбачати затримки.

**Метою доповіді є** впровадження вдосконалених моделей на базі архітектур, таких як LSTM (Long Short-Term Memory) та GRU (Gated Recurrent Units), що усувають проблеми, пов'язані з тривалою залежністю у стандартних RNN, що робить їх ще більш ефективними для довгих послідовностей.

Для прогнозування затримок у розподіленій системі використовується архітектура LSTM, яка обробляє дані про затримки та навантаження, щоб передбачити ймовірність затримок у майбутньому. Процес побудови моделі можна описати наступним чином:

- збір та підготовка даних: необхідно зібрати дані про затримки, включаючи інформацію про навантаження на мережу, час обробки запитів, стан ресурсів. Дані сегментуються на часові ряди;
- створення та навчання моделі LSTM: на основі зібраних даних формується модель LSTM, яка вчиться визначати закономірності в часі.

Модель використовує збережену інформацію про попередні стани, щоб передбачати затримки на основі поточних умов;

– валідація та оцінка моделі: модель перевіряється на нових наборах даних, щоб оцінити точність прогнозування затримок. Також корегуються гіперпараметри для досягнення оптимальної точності.

– інтеграція в систему: після налаштування модель інтегрується у розподілену систему. RNN постійно отримує дані від системи і забезпечує своєчасне прогнозування.

Випробування такої системи на реальних даних показало, що використання LSTM дозволяє зменшити затримки та уникнути пікових навантажень на 20-30% за рахунок передчасного управління ресурсами.

Також в доповіді розглянуті переваги та виклики при використанні запропонованої моделі.

Основними перевагами є:

– висока точність прогнозування: RNN виявляють складні закономірності в даних, що дозволяє забезпечувати точніші передбачення затримок;

– масштабованість: модель RNN адаптується до різних розподілених систем, налаштовуючи її під специфіку конкретних завдань.

В якості викликів та завдань, які потрібно вирішувати в майбутньому це:

– необхідність великого обсягу даних – навчання моделей RNN потребує значної кількості історичних даних для забезпечення точної роботи;

– обчислювальні ресурси – навчання складних моделей RNN, особливо в режимі реального часу, може вимагати значних обчислювальних ресурсів, що є особливо важливим у масштабних розподілених системах.

**Висновки.** Рекурентні нейронні мережі, і зокрема LSTM, є ефективними інструментами для прогнозування затримок у розподілених обчислювальних системах.

Вони дозволяють знизити ризик перевантаження, забезпечити безперебійну роботу системи та оптимально розподіляти ресурси.

Завдяки їхній здатності обробляти послідовні дані, RNN дозволяють не лише передбачати майбутні затримки, але й впроваджувати заходи, які допомагають зменшити навантаження на систему.

### Список літератури

1. Ляшенко О.С. Методи федеративного навчання для оптимізації розподілених систем. Ляшенко О.С., Нго За Фат., Назарова І.О // Проблеми інформатизації Тези доповідей одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції (16 – 17 листопада 2023 року) Том 3. С. 102

2. Корнієнко, С., Ляшенко, О. і Торба, А. (2023) «Метод керування системою генерації електроенергії з використанням бездротових технологій», Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості, (2(24), с. 80–89. doi: 10.30837/ITSSI.2023.24.080.

## **МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ АНАЛІЗУ ТРАФІКУ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ПРОГРАМ-ВИМАГАЧІВ ПЛАТФОРМИ ANDROID**

Ляшенко О.С., Ступаренко Р.Ю., Знайдюк В.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

У сучасну цифрову епоху використання пристроїв Android широко поширене в різних секторах. Кіберзлочинці неминуче пристосовуються до нових технологій безпеки та використовують ці платформи для використання вразливостей у цілях, таких як викрадення конфіденційних і особистих даних користувачів. Це може призвести до фінансових втрат, дискредитації, програм-вимагачів або розповсюдження інфекційного шкідливого програмного забезпечення та інших катастрофічних кібератак. Через те, що програми-вимагачі шифрують дані користувача та вимагають викуп в обмін на ключ дешифрування, це один із найруйнівніших типів шкідливого програмного забезпечення [1]. Наслідки атак програм-вимагачів можуть варіюватися від втрати важливих даних до зриву бізнес-операцій і значної грошової шкоди.

**Метою доповіді** є дослідження методів штучного інтелекту (ШІ), а саме машинне навчання (ML) для виявленні атак програм-вимагачів Android. Проте моделі ансамблю та моделі глибокого навчання (DL) не були достатньо вивчені [2]. Тому в цьому дослідженні ми використовували методи на основі ML і DL для створення ефективних, точних і надійних моделей для двійкової класифікації. Для навчання та тестування моделей використовувався загальнодоступний набір даних від Kaggle, що складається з 392035 записів із безпечним трафіком і 10 різними типами атак програм-вимагачів Android. Було проведено два експерименти. В експерименті 1 були використані всі функції набору даних. У експерименті 2 використовувалися лише 19 найкращих функцій. Розгорнуті моделі включали дерево рішень (DT), машину опорних векторів (SVM), k-найближчий сусід (KNN), ансамбль (DT, SVM і KNN), нейронну мережу прямого зв'язку (FNN) і таблицю мережу уваги (TabNet). Загалом експерименти дали чудові результати. DT перевершує інші з точністю 96,21%, точністю 98,21% і показником F1 98,35%. Тоді як, з точки зору найвищого відклику, SVM досяг 100%.

### **Список літератури**

1. Ekta and U. Bansal, "A Review on Ransomware Attack," *2021 2nd International Conference on Secure Cyber Computing and Communications (ICSCCC)*, Jalandhar, India, 2021, pp. 221-226, doi: 10.1109/ICSCCC51823.2021.9478148.
2. Martovytskyi, V., Sievierinov O., Liashenko, O., Koltun, Y., Liashenko, S., Kis, V., Sukhotepli, V., Nosyk, A., Konov, D., & Yevstrat, D. (2022). Devising an approach to the identification of system users by their behavior using machine learning methods . *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(3 (117), 23–34. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259099>

## МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ПЕРСОНАЛОМ ІТ КОМПАНІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ КЛІТИННИХ АВТОМАТІВ

Цірульніков Д.В., Міхаль О.П., Знайдюк В.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Моделювання інформаційної системи управління персоналом (ІСУП) для ІТ-компанії, має низку складностей, пов'язаних з технічними, організаційними та людськими факторами [1]. ІТ-компанії зазвичай мають багаторівневі системи управління, включаючи менеджмент різних рівнів (керівники команд, відділів і компанії). Кожен рівень може мати власні показники та вимоги, що ускладнює моделювання всієї структури одночасно.

Використання клітинних автомати (КА) можуть стати основою для створення динамічної моделі управління персоналом в ІТ-компанії, яка дозволить моделювати та аналізувати процеси найму, плинності кадрів, розвитку навичок співробітників та їх взаємодії в робочому середовищі. Моделювання змін у поведінці працівників, таких як їх мотивація, рівень стресу чи продуктивність, є складним завданням. Кожен співробітник взаємодіє з іншими в команді по-різному, і ці взаємодії мають бути адекватно описані в моделі. Використання КА дозволяє описати ці взаємодії через стани клітинок і правила переходу, але розробка цих правил вимагає глибокого аналізу та налаштування [2].

**Метою доповіді** є побудова математичної моделі та правил переходу між станами, що дозволить в повній мірі врахувати всі особливості функціонування інформаційної системи.

В доповіді наводяться основні процеси моделювання. Також детально розглянуто модель клітинного автомата, яка використана для моделювання прогресу співробітників через системи тренінгів та розвитку навичок. Співробітник (клітинка) змінює свій стан в залежності від доступу до освітніх ресурсів і взаємодії з іншими клітинами (іншими співробітниками). Застосування клітинних автоматів у моделюванні процесів управління персоналом ІТ-компанії дозволяє створити адаптивну систему, яка динамічно реагує на зміни в поведінці співробітників, продуктивності та задоволеності роботою.

### Список літератури

1. Danylenko Daryna Метод прийняття рішення при відборі (рекрутингу) персоналу на основі нечітких когнітивних карт / Daryna Danylenko, Vitalii Martovytskyi, Lukashov Sergiy, Rosinskiy Dmytro, Vladislav Sukhoteplyj // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2021. – Т. 2 (64). – С. 39-49. – doi:<https://doi.org/10.26906/SUNZ.2021.2.039>.
2. V. Diachenko and O. Mikhal, "Biologically Inspired Cell Structure Model on Resource Cellular Automata," 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek), Kharkiv, Ukraine, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/KhPIWeek57572.2022.9916448



## **МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ**

Тухтаров В.Б., Міхаль О.П., Крюкова І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Надійність комп'ютерних систем є ключовим аспектом їх успішного функціонування в різних галузях, від промислових додатків до систем штучного інтелекту.

Традиційні методи забезпечення надійності передбачають інженерні рішення на етапах розробки та тестування. Однак, розвиток методів машинного навчання (ML) відкриває нові можливості для підвищення надійності комп'ютерних систем на всіх етапах їх життєвого циклу [1].

Розглядаючи методи машинного навчання можна виділити основні класи: кероване, некероване та підкріплювальне навчання. У керованому навчанні моделі навчаються на основі історичних даних про системні збої, поведінку системи перед та після відмов. Найбільш поширені алгоритми: Random Forest, логістична регресія, нейронні мережі. Некероване навчання застосовується для виявлення аномалій, коли дані про попередні відмови обмежені або відсутні. Алгоритми, що використовуються:

- кластеризація (K-means, DBSCAN),
- метод головних компонент.

Методи підкріплювального навчання дозволяють системам адаптуватися до змінних умов в реальному часі. Вони ефективні для управління динамічними системами, такими як розподілені обчислювальні системи або мережі з багатьма вузлами. Алгоритми підкріплювального навчання, такі як Q-learning або Deep Q-networks (DQN), можуть автоматично вибирати дії для мінімізації ризиків збоїв та максимізації продуктивності системи.

**Метою доповіді** є детальний аналіз методів машинного навчання які використовуються для забезпечення надійності комп'ютерних систем.

В доповіді пропонуються нові інструменти для забезпечення надійності комп'ютерних систем, зокрема через прогнозування збоїв, виявлення аномалій та самовідновлення систем.

Використання нейронних мереж та методів підкріплювального навчання дозволяє створювати більш гнучкі та адаптивні системи, що забезпечують високий рівень надійності в умовах зростаючої складності сучасних обчислювальних платформ.

### **Список літератури**

1. Martovytskyi, V., Sievierinov O., Liashenko, O., Koltun, Y., Liashenko, S., Kis, V., Sukhoteplyi, V., Nosyk, A., Konov, D., & Yevstrat, D. (2022). Devising an approach to the identification of system users by their behavior using machine learning methods . Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3(3 (117), 23–34. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259099>

## **СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ДЛЯ РОЗПОДІЛЕНИХ СИСТЕМ ОБРОБКИ ДАНИХ**

Радченко І.В., Міхаль О.П., Знайдюк В.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Розподілені конвеєри обробки даних дозволяють компаніям скоротити час, необхідний для виробництва моделей, сприяючи прискоренню інновацій і проривам у багатьох сферах. Моніторинг має вирішальне значення для забезпечення працездатності та оптимальної роботи цих систем.

Сучасні платформи аналізу даних часто стикаються з обмеженнями, коли мова йде про адаптацію до змін як у програмі, так і в базовому потоці даних, зазвичай не в змозі оновити окремі компоненти запущених конвеєрів без необхідності перезавантаження або простою. Крім того, вони не враховують, що джерела даних можуть змінюватися протягом періоду використання.

**Метою доповіді** є запропонувати схему розробки системи моніторингу для розподілених систем обробки даних, яка полегшує проектування та розгортання таких конвеєрів [1].

В доповіді була визначена архітектура програмного забезпечення для системи моніторингу, і шляхом перегляду та порівняння доступних інструментів з відкритим вихідним кодом була запропонована можлива реалізація визначеної архітектури. Було помічено, що моніторинг сильно залежить від конкретного випадку використання, природи проблеми, формату даних і типу моделі, серед інших факторів. Проте запропонована архітектура може слугувати основою для розробки системи моніторингу для систем, з незначними деталями реалізації, що відрізняються залежно від кожної конкретної проблеми та контексту.

Щоб забезпечити узгодженість під час оновлень, система включає автоматичні формальні методи перевірки, такі як програмування обмежень і планування ШІ [2]. Ці методи прозоро перевіряють оновлення, забезпечуючи бажану поведінку. Поєднуючи здатність вносити зміни з масштабованою інфраструктурою та механізмами перевірки, система усуває обмеження існуючих платформ аналізу даних і надає комплексне рішення для науковців і компаній, які займаються аналізом даних.

### **Список літератури**

1. Kovalenko A. Розподіл ресурсів багатофазної системи обробки великих даних при високоінтенсивному вхідному потоці / А. Kovalenko, Н. Kuchuk, Lyashenko О. // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2019. – Т. 3 (55). – С. 115-119. – doi:<https://doi.org/10.26906/SUNZ.2019.3.115>.
2. Ляшенко О.С. Методи федеративного навчання для оптимізації розподілених систем / О.С. Ляшенко, Нго За Фат., І.О. Назарова // Проблеми інформатизації: тези доповідей одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції, 16-17.11.2023. – Черкаси-Баку- Бельсько-Бяла, 2023, Т. 3: Секція 4. – С. 102.

## **ПРОЄКТУВАННЯ МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ОБРОБКИ ВЕЛИКИХ ДАНИХ В МЕДИЧНИХ УСТАНОВАХ**

Ляшенко О.С., Великан О.В., Волк Д.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

В сучасному світі з кожним роком збільшується об'єми інформації яка пов'язана з станом здоров'я людини, для якісного моніторингу використовують інформаційні системи призначені для збирання, зберігання, обробки та аналізу даних, пов'язаних з діагностикою, лікуванням та управлінням медичними процесами.

Впровадження сучасних методів обробки даних у медичні інформаційні системи значно покращує якість обслуговування пацієнтів, підвищує ефективність медичних послуг та знижує витрати на охорону здоров'я.

Основними методами обробки даних є класифікація, кластеризація, прогнозування, а також аналіз великих даних і машинне навчання.

**Метою доповіді** є побудова моделі інформаційної системи обробки великих об'ємів інформації з використанням згорткових нейронних мереж (ЗНМ) [1].

Система обробки медичних великих даних з використанням ЗНМ призначена для автоматичного аналізу великого обсягу медичних зображень (КТ, МРТ, рентгенівські знімки) для підтримки діагностики, виявлення патологій і моніторингу ефективності лікування. ЗНМ будучи надзвичайно ефективними для аналізу зображень, забезпечують високу точність і автоматизацію обробки цих даних.

В доповіді розглянуто алгоритми та моделі для покращення точності [2]. Для підвищення продуктивності використовуються додаткові алгоритми: трансферне навчання, застосовується для переналаштування попередньо навченої ЗНМ, що дозволяє використовувати вже накопичені знання для розв'язання аналогічних завдань; ансамблеві моделі, для комбінування декількох ЗНМ для отримання більш точних прогнозів; сегментація зображень для більш детального аналізу зображень, що дозволяє розділити об'єкт на сегменти і виділити патологічні зони.

### **Список літератури**

1. Shah, N., Mirchandani, G., & інші. (2024). Mastering Machine Learning, Deep Learning, and Convolutional Neural Networks: Deep Learning Demystified: Strategies for Effective Neural Network Implementation.

2. Vyshnivskiy Daniil Система оцінка пози людини з використанням алгоритмів глибокого навчання / Daniil Vyshnivskiy, Oleksii Liashenko, Nataliia Yeromina // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2023. – Т. 2 (72). – С. 75-79. – doi:<https://doi.org/10.26906/SUNZ.2023.2.075>.

## **ІДЕНТИФІКАЦІЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ ІЗ ЗНАРЯДДЯМ ПРИ ВИКОНАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ РОБІТ**

Ляшенко С.О., Фесенко А.М., Криворучко О.М.  
Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

Продуктивність машинних агрегатів зазвичай визначається експлуатаційними властивостями машин і режимами їхньої роботи. Як свідчить досвід експлуатації машинних агрегатів, зростання енергонасиченості тракторів не дає пропорційного приросту продуктивності агрегатів і призводить до збільшення витрати палива на одиницю виконаної роботи.

Підвищення продуктивності агрегатів за збільшенням потужності тракторного двигуна відбувається завдяки посиленню його тягового зусилля та через збільшення робочої швидкості агрегатів, що супроводжується зростанням питомої витрати палива.

Для підвищення ефективності техніко-технологічних показників роботи тракторного агрегату було визначено шляхи оптимізації технічних та технологічних складових роботи агрегату [1, 2].

**Метою доповіді** є оптимізація енергоефективних складових роботи тракторного агрегату при виконанні сільськогосподарських операцій по обробці землі шляхом ефективної ідентифікація процесу функціонування агрегату.

**В доповіді** визначено ефективність енергетичної складової роботи тракторного агрегату шляхом ідентифікація процесу функціонування агрегату машини.

В роботі було розроблено модель процесу роботи агрегату машини з урахуванням роботи системи задньої навіски агрегату з системою регулювання зусилля. Для аналізу системи було побудовано математичну модель функції системи: трактор-знаряддя-грунт, що визначає фізичні зв'язки та взаємозалежності між окремими підсистемами системи. На основі цієї моделі була розроблена і реалізована в середовищі Matlab/Simulink імітаційна модель. У блоці оцінки розраховано показники ефективності за прийнятими критеріями. Для оцінки процесу враховували техніко-експлуатаційні параметри трактора, тип і параметри знаряддя, властивості ґрунту [2, 3].

### **Список літератури**

1. Шуляк М. Л. Оцінка ефективності роботи МТА при роботі двигуна на різних швидкісних режимах та різних видах палива. *Вісник ХНТУСГ. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтно-виробничстві*. Харків : ХНТУСГ, 2011. Вип. 110. С. 327–332.
2. Gipser, M. FTire—The tire simulation model for all applications related to vehicle dynamics. *Int. J. Veh. Mech. Mobil.* 2007, 45, 139–151.

## **РОЗРОБКА ДЕТАЛЬНОЇ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ КОЛІСНОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО АГРЕГАТУ**

Ляшенко С.О., Фесенко А.М., Коновод Д.Ю.  
Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

Концепція інтелектуального землеробства, яка передбачає використання таких технологій як штучний інтелект і робототехніка, для підвищення ефективності сільськогосподарських операцій, останнім часом привернула значний дослідницький інтерес.

Крім того важливою складовою сільськогосподарських робіт є енергоефективність роботи механізованих та електрифікованих агрегатів [1, 2].

**Метою доповіді** є розробка детальної імітаційної моделі колісного електричного сільськогосподарського агрегату, яка включала б різні моделі при виконанні сільськогосподарських робіт.

З цією метою це дослідження представляє новий підхід до моделювання компактного всюдихода (ATV) розміром з електричний колісний сільськогосподарський агрегат-акумулятор, який тягне знаряддя.

Імітаційна модель включає моделі трансмісії, взаємодії шини з ґрунтом і моделі агрегатів.

Модель шина-ґрунт включає складний рельєф. Підхід моделювання було використано для створення імітаційної моделі типового електричного сільськогосподарського агрегату [1, 3].

**В доповіді** представлено новий підхід імітаційного моделювання колісного електричного сільськогосподарського агрегату розміром із квадроцикл, який тягне знаряддя на деформованому рельєфі.

Загалом результати продемонстрували важливість урахування характеристик місцевості та робочого навантаження при проектуванні електричних сільськогосподарських агрегатів.

### **Список літератури**

1. Самородов В. Б., Кожушко А. П., Пелипенко Є. С. Аналіз розвитку сучасних трансмісій колісних тракторів. *Вісник національного технічного університету «ХПІ»* : зб. наук. праць. Сер. *Автомобіле-та тракторобудування*. 2015. № 8 (1117). С. 26-32.
2. Holtz, D.; Singh, A.; Megiveron, M. Tire-soil modeling for vehicle reollover over sloped compressible terrains. In Proceedings of the ASME 2014 International Design Engineering Technical Conferences & Computer and Information in Engineering Conference, Buffalo, NY, USA, 17–20 August 2014.
3. Ляшенко С.О. Нейромережевий метод прогнозування за допомогою динамічного перцептрону. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України»*. Харків. Вип. 57. Т.2.-2007. - С.122-127.

## МЕТОД СТЕГАНОАНАЛІЗУ НА ОСНОВІ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Чепурних М.А., Бологова Н.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Сучасні методи прихованої передачі даних, зокрема в цифрових зображеннях, відео та аудіо, спричиняють виклики для забезпечення безпеки інформації в комп'ютерних мережах. У зв'язку з цим, дослідження та розробка ефективних методів стеганоаналізу, здатних виявляти приховану інформацію в медіафайлах, є актуальною науковою проблемою [1].

Однією з ключових складових її вирішення є створення моделей на основі нейронних мереж, здатних з високою точністю визначати наявність стеганографічного контенту. Висока складність методів приховання інформації у цифрових даних вимагає нових підходів до автоматизованого аналізу медіафайлів, у тому числі для аналізу зображень, що використовуються у мережевій комунікації.

**Метою дослідження** є розробка методу стеганоаналізу, який дозволить виявляти приховані дані в цифрових медіафайлах, зокрема візуальних, за допомогою глибоких нейронних мереж, враховуючи складність сучасних стеганографічних методів [2].

**У доповіді наведено** результати експериментального тестування розробленої моделі на наборах зображень із прихованою інформацією. Результати вказують, що на здатність виявлення стеганографічного контенту впливають особливості алгоритму приховання даних, наприклад, метод маніпуляції з менш значущими бітами (LSB), використання змін у дискретному косинусному перетворенні (DCT), а також параметри візуальної інформації, такі як розмір та формат зображення.

Дослідження доводить ефективність методу, заснованого на згорткових нейронних мережах (CNN), який здатен автоматично виділяти ключові ознаки стеганографічних змін у зображеннях.

Використання нейронних мереж для стеганоаналізу підвищує точність виявлення прихованого контенту, забезпечуючи при цьому автоматичну адаптацію під різні формати і методи приховання даних.

Це відкриває перспективи для впровадження подібних моделей у системи інформаційної безпеки з метою протидії несанкціонованій передачі даних через мережу.

### Список літератури

1. Ruban, Igor, et al. "Digital image authentication model." *Advanced Information Systems* 5.1 (2021): 113-117. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.1.16>
2. G. Liashenko, A. Astrakhantsev and V. Chernikova, "Network steganography application for remote biometric user authentication," *2018 IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Kyiv, Ukraine, 2018, pp. 326-330, doi: 10.1109/DESSERT.2018.8409153.

## **МЕТОД УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ НА ОСНОВІ ПІДКРІПЛЕННЯ НАВЧАННЯ ПРИ ФОРМУВАННІ ІНВЕСТИЦІЙНОГО ПОРТФЕЛЯ**

Аргунов В.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Управління ризиками є критичним компонентом при формуванні інвестиційного портфеля. Застосування підкріпленого навчання в управлінні ризиками дозволяє адаптивно регулювати інвестиційні стратегії та приймати рішення на основі змін ринку, що значно покращує ефективність і стабільність портфеля [1]. Однією з важливих складових вирішення цієї задачі є розробка моделей на основі алгоритмів підкріпленого навчання, які здатні в режимі реального часу оптимізувати ризик і дохідність інвестиційного портфеля, використовуючи історичні дані та поточні ринкові умови. Це дозволяє моделювати різні сценарії ринку, прогнозувати їх і відповідно коригувати склад портфеля, забезпечуючи стійкість до ринкових флуктуацій.

**Метою доповіді** є розробка методу управління ризиками на основі підкріпленого навчання, який дозволить зменшити ризики інвестиційного портфеля, водночас оптимізуючи його дохідність.

У доповіді наведено результати моделювання процесу управління ризиками для інвестиційного портфеля з використанням методу Q-навчання та його варіантів. Дані показують, що на ефективність управління ризиками суттєво впливають глибина навчання моделі, вибір коефіцієнтів винагороди за досягнення цільових показників портфеля та прогнозовані ринкові коливання. Використання підкріпленого навчання для управління ризиками забезпечує швидку адаптацію портфеля до змін ринкових умов, зменшує кількість ризикових позицій та підвищує загальну прибутковість інвестицій.

Підхід на основі підкріпленого навчання забезпечує високий рівень гнучкості та адаптивності в управлінні ризиками інвестиційного портфеля в умовах волатильного та швидкозмінного ринку. Завдяки можливості автоматичного аналізу та коригування стратегії залежно від зміни ринкових умов, даний метод дозволяє значно знизити ризиковість портфеля та одночасно підвищити його дохідність. Особливо ефективним є застосування таких методів в умовах високої невизначеності, коли традиційні підходи до управління ризиками стають малоефективними або не забезпечують належної швидкості реагування на зміни. Додатково, метод підкріпленого навчання надає можливість використовувати різні показники ризику як цілі для оптимізації. Це дозволяє управляти не лише сукупним рівнем ризику портфеля, а й ризиками окремих активів або груп активів, що входять до його складу.

### **Список літератури**

1. Martovytskyi, Vitalii, et al. "Developing a risk management approach based on reinforcement training in the formation of an investment portfolio." *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 122.3 (2023).

## **МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ АТАК НА BGP-МАРШРУТИЗАЦІЮ ЗІ СТОРОНИ КЛІЄНТА**

Чухлебов І.Я., Ільїна І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Атаки на протокол граничного шлюзу (BGP) є серйозною загрозою для стабільності та безпеки Інтернету. Вони дозволяють зловмисникам перехоплювати або перенаправляти інтернет-трафік, що призводить до втрати конфіденційності, зниження доступності ресурсів та підвищення ризиків кібербезпеки для клієнтських систем.

Зокрема, маршрутизаційні атаки, такі як BGP-хайджекінг та маніпуляція маршрутами, спрямовані на підрив функціонування мереж і потребують ефективних засобів виявлення.

Використання методів машинного навчання для моніторингу та аналізу аномалій у BGP-трафіку є перспективним напрямом для протидії таким атакам [1-3].

**Метою дослідження** є розробка методу виявлення аномалій у BGP-маршрутизації зі сторони клієнта на основі машинного навчання, який дозволить швидко ідентифікувати підозрілі зміни в маршрутах.

**Результати дослідження** демонструють, що методи машинного навчання здатні забезпечити високу точність виявлення аномалій у BGP-маршрутизації, зокрема в умовах нових видів атак, які не були відомі на момент навчання. Виявлено, що запропонований підхід здатний оперативно ідентифікувати підозрілі маршрути, що дозволяє знизити ризик успішної атаки на маршрутизацію.

Використання машинного навчання для виявлення атак на BGP-маршрутизацію зі сторони клієнта є ефективним засобом підвищення кібербезпеки мереж. Модель забезпечує надійний контроль і раннє виявлення аномалій, що сприяє захисту телекомунікаційних систем від загроз BGP-маніпуляцій.

### **Список літератури**

1. Ruban, I., V. Martovytskyi, and N. Lukova-Chuiko. "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 (2018): 302-309.
2. Martovytskyi, Vitalii, et al. "DEVISING AN APPROACH TO THE IDENTIFICATION OF SYSTEM USERS BY THEIR BEHAVIOR USING MACHINE LEARNING METHODS." *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 117.3 (2022). DOI: [10.15587/1729-4061.2022.259099](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259099)
3. V. Martovytskyi, I. Ruban, H. Lahutin, I. Ilina, V. Rykun and V. Diachenko, "Method of Detecting FDI Attacks on Smart Grid," *2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T)*, Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 132-136, doi: 10.1109/PICST51311.2020.9468005.



## **МОДЕЛЬ ГЕНЕРАЦІЇ АТАК І МАРКУВАННЯ НАБОРІВ ДАНИХ ПРО АТАКИ ДЛЯ СИСТЕМ ВИЯВЛЕННЯ ВТОРГНЕНЬ**

Пасічнюк Р.Р., Ільїна І.В., Мартовицький В.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Системи виявлення вторгнень (IDS) відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки інформаційних систем. Високий рівень складності та динамічність кібератак потребують створення та використання достовірних наборів даних, які б містили різноманітні типи атак і мали високу якість маркування.

Традиційні набори даних, що використовуються для навчання IDS, часто не відображають сучасні методи атак і недостатньо марковані.

**Метою доповіді** є розробка моделі генерації атак для створення та маркування реалістичних наборів даних, призначених для підвищення точності систем виявлення вторгнень.

Результати дослідження показують, що використання генеративної моделі для створення та маркування наборів даних забезпечує високу точність і реалістичність моделювання атак.

Це значно підвищує ефективність систем виявлення вторгнень, зокрема в умовах нових і складних типів атак. Висока якість генерації і маркування дозволяє системам виявлення вторгнень краще ідентифікувати аномальні патерни, що відповідають сучасним загрозам, мінімізуючи частоту помилкових спрацьовувань і збільшуючи адаптивність до динамічних змін у поведінці кіберзагроз.

Розробка та застосування моделей генерації атак із точним маркуванням даних є важливим напрямом для підвищення якості систем виявлення вторгнень.

Завдяки можливості створення реалістичних сценаріїв атак система навчання отримує достатню кількість актуальних даних для побудови надійних моделей, які можуть ефективно працювати в умовах сучасних загроз. Висока якість маркування, що враховує класифікацію та особливості кожного типу атаки, сприяє вдосконаленню алгоритмів IDS, дозволяючи їм точніше розрізнати різні види вторгнень і зменшувати частоту помилкових спрацьовувань.

### **Список літератури**

1. Ruban, I., V. Martovytskyi, and N. Lukova-Chuiko. "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 (2018): 302-309.
2. Martovytskyi, Vitalii, et al. "DEVISING AN APPROACH TO THE IDENTIFICATION OF SYSTEM USERS BY THEIR BEHAVIOR USING MACHINE LEARNING METHODS." *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 117.3 (2022). DOI: [10.15587/1729-4061.2022.259099](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259099)

## МЕТОД ВИЯВЛЕННЯ АТАК З ВІДМОВОЮ В ОБСЛУГОВУВАННІ НА ОСНОВІ МАШИННОГО НАВЧАННЯ

Брестовицький Р.М., Ільїна І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Атаки з відмовою в обслуговуванні (DoS) та розподілені атаки (DDoS) є одними з найбільш поширених загроз для сучасних комп'ютерних мереж, здатних знизити продуктивність мережевих ресурсів або повністю блокувати їх.

З розвитком мережевих технологій, а також збільшенням обсягу даних, що циркулюють у мережах, традиційні методи виявлення атак з відмовою в обслуговуванні стають менш ефективними [1-3]. Одним із перспективних підходів для виявлення та протидії таким атакам є використання методів машинного навчання.

**Метою дослідження** є розробка методу виявлення DoS-атак на основі машинного навчання, що дозволяє ідентифікувати аномальні патерни у мережевому трафіку, викликані подібними атаками.

В доповіді наводяться результати роботи різних методів машинного навчання.

З результатів можна зробити висновок, що методи машинного навчання надають можливість підвищити точність і швидкість виявлення атак з відмовою в обслуговуванні, а також знизити кількість хибних спрацювань порівняно з класичними методами. Методи здатні виявляти аномалії в реальному часі, що є критично важливим для протидії DoS-атакам у високонавантажених мережах.

Використання методів машинного навчання для виявлення атак DoS забезпечує високий рівень надійності і дозволяє оперативно реагувати на загрози в умовах реального часу. Розробка і впровадження таких методів є актуальним напрямом для захисту сучасних телекомунікаційних мереж від кіберзагроз.

### Список літератури

1. Ruban, I., V. Martovytskyi, and N. Lukova-Chuiko. "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 (2018): 302-309.
2. Martovytskyi, Vitalii, et al. "DEVISING AN APPROACH TO THE IDENTIFICATION OF SYSTEM USERS BY THEIR BEHAVIOR USING MACHINE LEARNING METHODS." *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 117.3 (2022). DOI: [10.15587/1729-4061.2022.259099](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.259099)
3. V. Martovytskyi, I. Ruban, H. Lahutin, I. Пина, V. Rykun and V. Diachenko, "Method of Detecting FDI Attacks on Smart Grid," *2020 IEEE International Conference on Problems of Infocommunications. Science and Technology (PIC S&T)*, Kharkiv, Ukraine, 2020, pp. 132-136, doi: 10.1109/PICST51311.2020.9468005.

## **МОДЕЛЮВАННЯ МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ РІЗНОСТІ ФАЗ ЗАСОБАМИ МОВИ PYTHON**

Васильєв О.Ю., Філіппенко О.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

В сучасних радіотехнічних системах важливою задачею є швидке й точне обчислення різниці фаз між сигналами. Це використовується для визначення локалізації джерела радіовипромінювання.

Найпоширенішим методом є обчислення різниці фаз на основі швидкого перетворення Фур'є (ШПФ), що забезпечує високу точність і низьку затримку. Апаратна реалізація таких алгоритмів на ПЛІС (FPGA) або ASIC часто необхідна для досягнення високих вимог щодо продуктивності та роботи в реальному часі. Однак на початковій стадії розробки вигідно здійснювати моделювання й тестування алгоритмів цифрової обробки сигналів на програмному рівні. Попереднє моделювання дозволяє оцінити ефективність алгоритмів і оптимізувати їх перед впровадженням на технологічній платформі систем на кристалі.

**Метою роботи** є проведення моделювання та попереднього аналізу алгоритмів обробки сигналів та обчислення фазових характеристик з використанням Python як ефективного інструменту попереднього аналізу. Python із його численними бібліотеками, є зручним для такого моделювання. Наприклад, бібліотека `numpy` забезпечує швидкі математичні обчислення, зокрема ШПФ, а `matplotlib` дозволяє візуалізувати результати.

Обчислення різниці фаз з використанням ШПФ полягає у визначенні фазового зсуву між сигналами, що надходять від кількох антен. У Python це можна реалізувати через перетворення сигналу в частотну область із подальшою оцінкою фазових зсувів. Такий підхід є гнучким і дозволяє швидко виявляти потенційні недоліки алгоритму. Використання Python також зручно для моделювання додаткових ефектів, таких як шуми, стохастичні сигнали або будь-яке інше спотворення сигналів, що важливо для відтворення умов наближених до реальних.

Під час переходу до апаратної реалізації слід враховувати обмеження обладнання, зокрема розрядність чисел, формат подання даних, частоту дискретизації та використання пам'яті для проміжних результатів. У Python ці обмеження не беруться до уваги, оскільки моделювання виконується без обмежень на розрядність і ресурси.

### **Список літератури**

1. Lyons, R.G. (2022). *Understanding Digital Signal Processing* (3rd ed.). Pearson. ISBN 9780137582228.
2. Шкіль О. С., Рахліс Д. Ю., Філіппенко І. В., Корнієнко В. Р., Рожнова Т. Г. Автоматизоване проєктування вбудованих систем цифрового оброблення сигналів на платформі SoC. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2024. № 1 (27). С. 72–82. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2024.27.192>

## **АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ЗРОШЕННЯ**

Сидоренко С.П., Філіппенко О.І.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Зміни клімату спричиняють аномальні температурні коливання та зміління водних ресурсів, що, зокрема в Україні, негативно впливає на сільське господарство. Зменшення водних ресурсів і зростаючий попит на воду в аграрній сфері вимагають ефективного управління водокористуванням [1]. Оптимізація використання водних ресурсів у сільському господарстві стає важливою науковою та практичною проблемою.

Розв'язання цієї проблеми досягається шляхом впровадження автоматизованих систем зрошення на базі мікроконтролерів, що працюють із сенсорами вологості ґрунту та метеорологічними даними, які враховують потреби конкретних агрокультур і особливості ґрунтів. Мікроконтролерні системи отримують та обробляють дані про погодні умови, стан ґрунту і рівень вологості в реальному часі [2]. Це дозволяє автоматично адаптувати режим зрошення відповідно до поточних умов і мінімізувати втрати води, зберігаючи при цьому продуктивність сільськогосподарських угідь.

**Метою доповіді** є дослідження запропонованих методів, алгоритмів і структурних рішень для автоматизованої системи зрошення на основі мікроконтролерів, що забезпечують оптимізацію водокористування в умовах зміни клімату.

У доповіді розглядаються особливості функціонування мікроконтролерних систем зрошення та структура алгоритмів, що регулюють подачу води відповідно до вологості ґрунту та кліматичних умов. Розроблено підхід до оптимізації витрат води за допомогою мікроконтролерів, які збирають та обробляють дані, отримані від сенсорів і метеорологічних станцій. Запропоновано алгоритми, що забезпечують автоматичне коригування режиму зрошення на основі поточних кліматичних умов та ґрунтових характеристик.

Застосування запропонованих рішень дозволяє точно дозувати кількість води відповідно до потреб агрокультури. Такий підхід сприяє стійкості аграрного сектора до кліматичних змін, забезпечуючи ефективне використання водних ресурсів і стабільність виробництва.

### **Список літератури**

1. Laura García, Lorena Parra, Jose M. Jimenez, Jaime Lloret, Pascal Lorenz. "IoT-Based Smart Irrigation Systems: An Overview on the Recent Trends on Sensors and IoT Systems for Irrigation in Precision Agriculture." MDPI Sensors, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/s20041042>.
2. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). "Special Report on Climate Change and Land: Chapter 5: Food Security." 2019. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781009157988.007>.

## **МОДЕЛЮВАННЯ СЕНСОРНИХ МЕМС-КОМПОНЕНТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПАКЕТУ MATLAB/SIMULINK**

Шкіль О. С., Мошунов Д.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки. Харків, Україна

Одним з науково-технічних напрямів, що стрімко розвиваються на мікрорівні, є мікросистемна техніка і мікроелектромеханічні системи (МЕМС), які створюються на основі мікросистемної техніки. МЕМС являють собою інтегровані пристрої, які виконані за технологією виготовлення інтегральних мікросхем і мікрообробки.

Процес проектування і аналіз результатів поведінкового моделювання компонентів МЕМС передбачає широке використання сучасних засобів автоматизованого проектування, у тому числі і програмного пакету Matlab. Matlab/Simulink дозволяє створювати моделі динамічних об'єктів і сприяти скороченню часу проектування та підвищенню якості створення певних моделей і моделювання визначених процесів [1]. Використання середовища Simulink є зручним при моделюванні систем, що можуть складатися із поєднаних окремих функціональних пристроїв.

**Метою доповіді** є розробка імітаційної моделі інерційного МЕМС-сенсора, процедури моделювання МЕМС-акселерометрів в рухомих об'єктах з використанням пакету Matlab/Simulink.

Проаналізовано механічну схему та принцип дії осьового МЕМС-акселерометра, отримано диференціальне рівняння динаміки лінійного акселерометра. Здійснено аналіз електричної моделі ємнісного акселерометра, отримано формули електричних ємностей конденсаторів акселерометра [2]. Здійснено моделювання електромеханічної моделі МЕМС-акселерометра в середовищі Matlab Simulink.

Розглянуто процедури моделювання акселерометрів. Розроблено Simulink–модель механічної системи акселерометра та на її основі імітаційну модель механічного компонента ємнісного МЕМС-акселерометра з використанням середовища Matlab/Simulink. На основі створеної моделі було проведено поведінкове моделювання чутливого елемента ємнісного МЕМС-акселерометра, отримано графіки залежностей, що підтверджують динамічні характеристики МЕМС-акселерометра.

### **Список літератури**

1. Михайло Лобур, Михайло Мельник. Основи мікросистемних пристроїв; навчальний посібник. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2016. – 258 с. Доступ: <https://cad.lpnu.ua/picture/project/b3.pdf>.
2. Andrabi Z. and Gupta K. A. Study and Analysis of Materials for Design of MEMS Capacitive Accelerometer. / Z. Andrabi and K. A. Gupta. // 2018 3rd IEEE International Conference on Recent Trends in Electronics, Information & Communication Technology (RTEICT), Bangalore, India, 2018. – P. 2183-2187. DOI: [10.1109/RTEICT42901.2018.9012505](https://doi.org/10.1109/RTEICT42901.2018.9012505)

## МОДЕЛІ ЕФЕКТИВНОГО СИНТЕЗУ НА ПЛІС

Ратушний І.В., Філіпенко І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Сучасні технології синтезу цифрових пристроїв на програмованих логічних інтегральних схемах (ПЛІС) ставлять високі вимоги до ефективності, швидкодії та оптимізації апаратних ресурсів, що робить такі платформи важливим інструментом для розробки високопродуктивних обчислювальних систем [1].

Прогресивні підходи до синтезу на ПЛІС дозволяють створювати цифрові пристрої з високою продуктивністю і водночас забезпечувати енергозбереження та економічне використання апаратних ресурсів. Такі пристрої відіграють значну роль у широкому спектрі додатків – від вбудованих систем до наукових досліджень і промислової автоматизації. Забезпечення збалансованої продуктивності, мінімізація споживання енергії та оптимізація площі кристала є основними завданнями для інженерів, які проектують цифрові схеми.

Для цього важливо розробляти і використовувати моделі синтезу, що враховують різні критерії ефективності та допомагають створювати надійні і економічно вигідні апаратні рішення. Такий підхід особливо актуальний для високопродуктивних додатків, де необхідно підтримувати високу швидкість без значного збільшення апаратних витрат.

**Метою доповіді** є створення ефективних моделей синтезу цифрових схем на ПЛІС, а саме шифраторів, які забезпечують оптимальне поєднання продуктивності, енергозбереження та економічного використання апаратних ресурсів для різноманітних цифрових додатків.

У рамках цього дослідження було розглянуто сучасні підходи до побудови різних типів шифраторів, їхні часові характеристики та методи оптимізації, що забезпечують мінімізацію затримок і оптимізацію критичних шляхів.

Дослідження спрямоване на підвищення надійності та швидкодії цифрових пристроїв, а також на розвиток методологій ефективного синтезу з використанням профілів оптимізації в середовищі розробки Quartus Prime.

### Список літератури

1. Шкіль О. С., Рахліс Д. Ю., Філіпенко І. В., Корнієнко В. Р., Рожнова Т. Г. Автоматизоване проектування вбудованих систем цифрового оброблення сигналів на платформі SoC. Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості. 2024. № 1 (27). С. 72–82. DOI: <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2024.27.072>
2. Yaloveha V., Hlavcheva D., Podorozhniak A. Usage of convolutional neural network for multispectral image processing applied to the problem of detecting fire hazardous forest areas. *Сучасні інформаційні системи*. 2019. Т. 3, № 1. С. 116–120. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2019.1.19>.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ З РУКОПИСНИМ ТЕКСТОМ**

Шупилюк М.В., Мартовицький В.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Аналіз рукописного почерку проводиться різноманітними методами, зокрема і методами машинного навчання. Під час аналізу почерку ведеться робота з зображеннями з рукописним текстом.

Методи попередньої обробки зображення націлені на виправлення, фільтрацію, нормалізацію, бінаризацію або покращення зображення, це в свою чергу підвищує їх придатність для подальшого аналізу. Ці методи, засновані на традиційних методах обробки зображень, використовуються для полегшення вирішення подальшої проблеми класифікації, виявлення або сегментації [1].

Метою роботи є дослідження методів попередньої обробки зображень з рукописним текстом.

Автори [2] розглядають впливовість вибору методу перетворення кольорових зображень у градації сірого та причини його застосування.

Головними причинами використання цього методу є спрощення алгоритму, зменшення необхідних обчислювальних ресурсів та зменшення обсягу необхідних навчальних даних.

Для вирішення проблеми виділення об'єктів з фону використовуються методи бінаризації.

В роботі [3] розглядається метод заточування долини (valley sharpening), метод різницевої гістограми (difference histogram) та пропонується алгоритм автоматичного визначення порогу для бінаризації зображень у градаціях сірого.

В результаті роботи було проведено дослідження методів попередньої обробки зображень.

Також були розглянуті проблеми, які пов'язані з попередньою обробкою зображень, що виникають під час роботи з зображеннями рукописного тексту.

### **Список літератури**

1. Salvi M., Acharya U R., Molinari F., Meiburger K. M. The impact of pre- and post-image processing techniques on deep learning frameworks: A comprehensive review for digital pathology image analysis. *Computers in Biology and Medicine*. 2020. Vol. 128. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.compbimed.2020.104129>.
2. Kanan K., Cottrell G. W. Color-to-Grayscale: Does the Method Matter in Image Recognition?. *PLoS One*. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0029740>.
3. N. Otsu. A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms. *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern.* 1979. Vol. 9, No. 1. P. 62–66. DOI: <https://doi.org/10.1109/TSMC.1979.4310076>.

## MEASURES FOR COMPLEX NETWORKS ANALYSIS

Ponomarenko O., Gorbachov V.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

Characteristics of the real networks cannot be explained by random connectivity [1]. Real networks can contain community structure, power law degree distributions, hubs and other structural features. Measurements can be used for analysis, recognition and synthesis of complex networks. They are capable to express the most relevant topological features [1].

Many real networks have thousands of vertices, so network visualization cannot help in network analysis. In this case measures can be used to understand the network characteristics [2].

The goal of the work is to study the measures for complex networks analysis.

In [3] authors propose a framework to investigate a change of properties in different types of networks. This approach allows to generate the network models such as random, small-world and scale-free. In the work authors analyze measures such as average shortest path, global clustering coefficient, closeness and betweenness centrality for generated networks. In this experiment properties of different network models were compared. The paper analyzes the influence of network structure on its properties.

In [4] authors propose a package for analysis of networks and network algorithms. Package provides an ability to calculate network measures such as shortest paths, degree distribution, clustering coefficient, and betweenness centrality. Also, package provides a possibility to generate graphs such as directed graphs, simple graphs, and graphs with parallel edges and self-loops. Analysis of network structure can be conducted, and network measures can be calculated using this tool.

In this work the measures for complex networks analysis were investigated. The framework for networks properties change investigation was considered. The package for network structure analysis and network measures calculation was considered.

### References

1. Costa L. da F., Rodrigues F. A., Traverso G., Villas Boas P. R. Characterization of complex networks: A survey of measurements. *Advances in Physics*. 2007. Vol. 56. DOI: <https://doi.org/10.1080/00018730601170527>
2. Newman M. *Networks: An Introduction*, Oxford University Press, 2010.
3. Ashraf A., Budka M., Musial K. NetSim – The framework for complex network generator. *Procedia Computer Science*. 2018. Vol. 126. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.289>
4. Hagberg A. A., Schult D. A., Swart P. J. Exploring Network Structure, Dynamics, and Function Using NetworkX. *Proceedings of the 7th Python in Science Conference*. 2008. DOI: <https://doi.org/10.25080/TCWV9851>



## **АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИБОРУ КОМПОНЕНТІВ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ ЛОКАЛЬНИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МЕРЕЖ**

Житник В.Ю., Усов О.О., Харченко Н.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Використання інформаційних технологій у сучасному світі дає низку безперечних переваг: підвищення ефективності процесів управління, обробки та передачі даних. У світі неможливо уявити велику організацію, що не застосовує нові інформаційні технології, починаючи з автоматизації окремих робочих місць і до побудови корпоративних розподілених інформаційних систем.

Проте, розвиток обчислювальних мереж, їх ускладнення, складна взаємна інтеграція і водночас відкритість, призводять до появи якісно нових загроз, збільшення кількості зловмисників, що мають потенційну можливість впливу на систему.

В даний час для забезпечення інформаційного захисту потрібна розробка не просто окремих механізмів захисту, а реалізація системного підходу, що включає комплекс взаємопов'язаних заходів (використання технічних та програмних засобів, нормативно-правових актів, організаційних заходів, морально-етичних заходів протидії тощо). Комплексний характер захисту є наслідком комплексних дій зловмисників, які прагнуть будь-якими засобами видобути важливу для них інформацію [1].

**Метою доповіді** є створення концепції програмного комплексу, що на основі аналізу мережі дозволить формувати оцінку захищеності мережі.

В доповіді наводяться результати роботи програмного комплексу, що включає модулі:

- моніторингу мережі автономного та серверного режиму [2];
- формування оцінки захищеності мережі, на основі бази правил та методів нечіткої логіки;
- створення пакету засобів захисту та їх налаштувань для забезпечення захищеності корпоративної мережі на заданому рівні.

Використання програмного комплексу дозволить за прийнятний для користувача, адміністратора та інженера з безпеки час зменшити шкоду від впливу можливої загрози на ресурси, що захищаються, або запобігти порушенню інформаційної безпеки.

### **Список літератури**

1. Cheswick W.R. , Bellovin S.M. , Rubin A.D. Firewalls and Internet Security. USA: Addison-Wesley, 2003. 435 p.
2. Петров А. А. Модель выбора оптимального состава системы защиты информации в компьютерных сетях / А. А. Петров // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. - 2013. - № 15(1). - С. 166-171. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSUNU\\_2013\\_15\(1\)\\_29](http://nbuv.gov.ua/UJRN/VSUNU_2013_15(1)_29).

## **ВИКОРИСТАННЯ ПЛАТФОРМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ У СУЧАСНИХ ІНФОКОМУНІКАЦІЯХ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ МЕРЕЖ**

Дубоград Д.Д., Колтун Ю.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків Україна

Нейронні мережі (НМ) та штучний інтелект (ШІ) на цей час стають ключовими інструментами, що застосовуються практично у всіх сферах життя сучасного суспільства, у тому числі і для оптимізації інфокомунікаційних систем (ІК). Застосування НМ дозволяє підвищити надійність передачі даних, мінімізувати можливості виникнення аварійних ситуацій та втрати даних та підвищити можливості адаптивного управління трафіком [1]. При цьому використання ШІ у НМ дозволяє збирати і швидко аналізувати великі обсяги інформації про ІК у реальному часі та самостійно запобігати аварійним ситуаціям [2].

**Метою доповіді** є аналіз різних платформ нейронних мереж в аспекті застосування їх штучного інтелекту у функціоналі сучасних інфокомунікаційних систем для оптимізації їх параметрів і характеристик у режимі реального часу.

Наприклад, така конвергенція НМ та ІК дозволить автоматично знаходити альтернативний маршрут передачі даних у разі виникнення перевантажень, перенаправляючи трафік на канали, які менш завантажені, або попередити про можливий несанкціонований доступ і автоматично застосувати алгоритми для попередження витоку даних [2].

В доповіді аналізуються платформи НМ декількох компаній, які надають інструментарій на основі ШІ. А саме: платформа Google Cloud AI – для оптимізації мережних комунікацій, також аналізується функціонал платформ Qualcomm AI Engine та Ericsson AI-based Network Management – для підвищення надійності бездротових мереж і для автоматизації управління інфокомунікаційними системами.

Крім того, у доповіді аналізується функціонал платформи GNU Radio фреймворку, що надає змогу моделювати та розгортати високоефективні реальні радіосистеми. Зокрема ця платформа надає чудову масштабованість і велику бібліотеку стандартних алгоритмів, що оптимізована для широкого спектру застосувань у інфокомунікаційних системах [3].

### **Список літератури**

1. Fei Hu. "Network Innovation through OpenFlow and SDN. Principles and Design" - CRC Press; 1st edition (February 18, 2014) – 520 p.
2. Thomas D. Nadeau and Ken Gray. "SDN Software Defined Networks" - O'Reilly Media, September 7, 2013. - 382 p.
3. GNU Radio. A Toolkit for Software Radio [Електронний ресурс] / GNU Radio. – 2024. – Режим доступу: <https://www.gnuradio.org/>.

## **ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ**

Кузьмін А.А., Колтун Ю.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Сучасні телекомунікаційні мережі характеризуються зростанням кількості користувачів та складністю реалізації управління мережними ресурсами. Для забезпечення ефективної роботи таких систем все частіше застосовуються технології машинного навчання (ML), що дозволяють оптимізувати параметри мережі, зокрема такі, як: пропускна здатність, часові затримки передачі і обробки пакетів, параметри енергоспоживання, тощо. Інтеграція ML у процес функціонування мереж з метою оптимізації їх параметрів та підвищення ефективності управління ними дозволяє мінімізувати ручне втручання та підвищити якість обслуговування користувачів (QoS) [1].

**Метою доповіді** є дослідження методів застосування інструментів машинного навчання для аналізу та оптимізації параметрів телекомунікаційних мереж, а також аналіз алгоритмів щодо підвищення ефективності управління мережею в умовах змінних навантажень та обмежених ресурсів. Особлива увага приділяється розробці адаптивних рішень, які можуть враховувати динамічні зміни в умовах функціонування мережі у реальному часі, що дозволить підвищити її продуктивність та стабільність роботи.

В доповіді розглядаються методи оптимізації параметрів телекомунікаційних мереж із застосуванням технологій машинного навчання. Наведені результати показують, що використання, наприклад, методу ML, що заснований на алгоритмах навчання з підкріпленням (reinforcement learning), дозволяє здійснювати автоматичну адаптацію налаштувань мережних параметрів до змін навантаження, забезпечуючи потрібні вимоги до QoS [2]. Виявлено, що ключовими факторами, що впливають на ефективність цих алгоритмів, є динаміка трафіку, пропускна здатність каналів та завантаженість мережі. Зокрема, в цьому контексті більш актуальними є методи прогнозування функціональних процесів у мережі на основі історичних даних та поведінкових моделей трафіку, що допомагає у кращому прогнозуванні можливих проблем та у їх вирішенні [3]. Також узагальнено зазначено, що всі розглянуті методи ML мають свої особливості, переваги та недоліки. Тому вибір найкращого метода для оптимізації параметрів телекомунікаційної мережі буде залежати від її обладнання, структури та послуг, що надаються кінцевим користувачам.

### **Список літератури**

1. Wang J., Liu F., Wang Z. "Energy Efficient Machine Learning Algorithms for Network Optimization" – Elsevier, 2018. – 150 p.
2. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. "Deep Learning" – MIT Press, 2016. – 284 p.
3. Chen M., Zhang W., Li Y. "Artificial Intelligence in Telecommunication Networks" // IEEE Network, 2020. Vol. 34, Issue 5. – P. 34 - 40.

## **ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ ЗАХИСТУ ПЕРСОНАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ**

Бондар Н.О., Колтун Ю.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Сучасний надінтенсивний та динамічний рівень розповсюдження, використання та інтеграції штучного інтелекту (ШІ) з інформаційними продуктами та технологіями вимагає формування та дотримання жорстких вимог та обмежень, щодо захисту персональної інформації. Основною проблемою є доступність персональної інформації для вбудованих засобів ШІ, необмежене зростання об'ємів даних, збережених у цифровому вигляді, що підвищує ризики щодо безпеки, обмеження доступу та приватності. Інформаційна інфраструктура повинна повністю відповідати міжнародним стандартам та місцевому законодавству країни клієнта та користувача [1, 2].

**Метою доповіді** є аналіз переваг, обмежень, особливостей та зростаючої ролі ШІ в обробці персональної інформації. Також ґрунтовно аналізуються основні поняття захисту персональних даних, обґрунтовуються підходи до планування, побудови, використання, аудиту безпеки приватної інформації, що зберігається, обробляється чи надається користувачами у процесі використання засобів штучного інтелекту [3].

В доповіді аналізуються процеси створення опорної бази необхідних положень міжнародного та українського законодавства щодо регуляції захисту персональних даних. Обговорюються можливі ризики роботи методами ШІ. Пропонується приклад практичного використання хмарного сервісу безпеки на основі машинного навчання на платформі веб-сервісу AWS Macie. Загалом вся робота має на меті формування цілісного підходу та планування використання штучного інтелекту, що у підсумку має призвести до підвищення якості обробки даних, покращення взаємодії інформаційної інфраструктури з користувачем та рівня відповідності сучасним правовим вимогам. Зокрема зазначено, що тільки комплексні рішення на базі ШІ з дотриманням принципів безпеки доступу до ресурсів та приватності, в змозі забезпечити технічні та договірні заходи, які необхідні для захисту приватної інформації.

### **Список літератури**

1. Regulation (EU)2016/679 of the European Parliament and of the Council of 27 April 2016 on the protection of natural persons with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data, and repealing Directive 95/46/EC (GDPR), OJ L 119, 4 May 2016. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj>.
2. Directive 95/46/EC Of The European Parliament And Of The Council of 24 October 1995 «On the protection of individuals with regard to the processing of personal data and on the free movement of such data» // Official Journal. – L 281, 23/11/1995. – P. 31–50.
3. Daniel E. Geer, Complexity Is the Enemy, IEEE Security and Privacy, Vol. 6, No. 6, November/December 2008.

## **ПАКЕТНА СТЕГАНОГРАФІЯ ТА ОБ'ЄДНАНИЙ СТЕГОАНАЛІЗ В JPEG**

Нарватов О.П., Бологова Н.М.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Сучасні методи прихованого передавання інформації в цифрових мережах набувають важливого значення для забезпечення конфіденційності та захисту даних [1].

Одним із таких методів є пакетна стеганографія, яка дозволяє приховувати повідомлення в параметрах мережевих пакетів, а також візуальна стеганографія, зокрема для зображень у форматі JPEG. Ефективне виявлення прихованої інформації в таких даних потребує нових підходів, що здатні точно визначати факт наявності стеганографічного сигналу та його характеристик.

**Метою дослідження** є розробка об'єданого стегоаналізу для JPEG-зображень, що дозволяє виявляти приховану інформацію за допомогою пакетної стеганографії, враховуючи специфіку цього формату.

У доповіді наводяться експериментальні результати досліджень, що показують ефективність різних підходів до виявлення прихованих даних у JPEG-зображеннях. Зокрема, були використані методи аналізу гістограм коефіцієнтів дискретного косинусного перетворення (DCT) та застосування нейронних мереж для покращення точності виявлення.

На локальні флуктуації параметрів стеганографічних зображень впливають такі фактори, як розмір повідомлення, метод вбудовування, а також рівень стиснення зображення.

Дослідження показали, що інтеграція кількох методів стегоаналізу дозволяє отримати вищу точність порівняно з використанням одного окремого методу.

Це досягається шляхом застосування ансамблевих підходів та глибокого навчання, які аналізують багатовимірні характеристики зображень.

Поєднання пакетної стеганографії та об'єданого стегоаналізу в JPEG-зображеннях є перспективним напрямом для подальших досліджень у сфері інформаційної безпеки.

Використання сучасних методів машинного навчання дозволяє значно підвищити ефективність виявлення прихованих повідомлень, що робить дані підходи важливими для застосування у реальних системах захисту інформації.

### **Список літератури**

1. Ruban, Igor, et al. "Digital image authentication model." *Advanced Information Systems* 5.1 (2021): 113-117. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.1.16>
2. G. Liashenko, A. Astrakhantsev and V. Chernikova, "Network steganography application for remote biometric user authentication," *2018 IEEE 9th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, Kyiv, Ukraine, 2018, pp. 326-330, doi: 10.1109/DESSERT.2018.8409153.

## **ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ОПЕРАЦІЙНИХ СИСТЕМ З ВІДКРИТИМ КОДОМ**

Цуканов Є.Є., Сорокін А.Р., Дяченко Д.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Безпека операційної системи (ОС) має першочергове значення для забезпечення цілісності, конфіденційності та доступності комп'ютерних систем і даних [1].

Проведений системний аналіз представляє всебічне дослідження багатогранної сфери безпеки ОС, спрямоване на покращення розуміння, виявлення проблем і пропонування ефективних рішень.

**Метою доповіді** є аналіз засобів підвищення рівня безпеки операційних систем з відкритим кодом, зокрема в контексті забезпечення конфіденційності, цілісності та доступності даних.

Дослідження спрямоване на виявлення актуальних загроз та розробку практичних рекомендацій для підвищення захисту від кіберзагроз.

В роботі розглянуті методи контролю доступу, а саме:

RBAC (Role-Based Access Control) – надає можливість управління доступом на основі ролей користувачів, кожна роль має обмежений доступ до системних ресурсів, зменшуючи ризик несанкціонованих дій;

SELinux (Security-Enhanced Linux); AppArmor – механізми обмеження доступу до системних файлів та процесів на основі політик безпеки. Вони дозволяють ізолювати процеси, запобігаючи доступу до критично важливих ресурсів.

Також запропоновано використання модулів виявлення та запобігання вторгненням (IDS/IPS): Snort і Suricata – відкриті системи для моніторингу трафіку та виявлення загроз. IDS дозволяє виявляти аномальну активність, а IPS здатен блокувати підозрілі з'єднання в реальному часі; OSSEC – IDS для моніторингу системних журналів та виявлення аномалій в активності користувачів і системи [2].

Ці методи є фундаментальними для забезпечення безпеки в операційних системах з відкритим кодом і надають змогу створювати стабільні та захищені середовища для зберігання та обробки даних.

### **Список літератури**

1. Журило, О., Ляшенко, О. (2024) «Архітектура та системи безпеки IoT на основі туманних обчислень», Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості, (1(27), с. 54–66. doi: 10.30837/ITSSI.2024.27.054.
2. Ляшенко О. С. Система виявлення вторгнень в мережі / О. С. Ляшенко, Д. О. Гольцев, К. С. Мельникова // Проблеми інформатизації : тези доповідей восьмої міжнародної науково-технічної конференції, 26-27.11.2020. – Черкаси: ЧДТУ; Х.: НТУ «ХП»; Баку: ВА ЗС АР; Бельсько-Бяла: УТІГН; ДП «ПД ПКНДІ АП», 2020, Т. 1: секції 1-3. – С. 107.

## **ЗАСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВЗАЄМОДІЇ ПРОГРАМ В РОЗПОДІЛЬНИХ СИСТЕМАХ**

Бондар І.І., Міхаль О.П., Дяченко В.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

У сучасних розподільних системах ефективна взаємодія між програмними компонентами має критичне значення для забезпечення надійності, масштабованості та продуктивності системи в цілому [1].

Програмні компоненти, які можуть працювати в різних середовищах і на різних фізичних або віртуальних платформах, повинні ефективно обмінюватися даними та координувати свої дії, незважаючи на відстань або відмінності у технічних характеристиках.

**Метою доповіді** є аналіз та систематизація сучасних засобів для підвищення ефективності взаємодії між програмами у розподілених системах, зокрема на прикладі мікросервісної архітектури та API Gateway. У рамках дослідження розглянуто механізми зниження затримок, масштабованості, надійності та безпеки, а також наведено приклади реалізацій і основні виклики впровадження цих технологій.

API Gateway є основним компонентом для управління і оптимізації комунікацій у мікросервісних і розподілених архітектурах. Він виступає як єдина точка входу для клієнтів, об'єднуючи доступ до різних мікросервісів через один інтерфейс. Це дозволяє уникнути надмірного мережевого трафіку, знижує затримки при передачі даних та спрощує маршрутизацію запитів. Мікросервісна архітектура передбачає поділ монолітних програм на невеликі незалежні сервіси, кожен з яких виконує конкретну функцію та може розроблятися і розгортатися окремо. Кожен мікросервіс зазвичай працює в автономному контейнері, що дозволяє розробникам легко масштабувати, оновлювати та тестувати компоненти незалежно один від одного. Це підходить для великих розподілених систем, де різні частини програми потребують різних обчислювальних ресурсів або часто змінюються.

Основною перевагою API Gateway є спрощення управління мікросервісами, але цей компонент може також стати вузьким місцем у системі.

У разі несправності API Gateway усі сервіси, до яких звертаються через нього, можуть стати недоступними для клієнтів. Тому для підвищення надійності часто застосовуються резервні сервери Gateway, а також методи відмовостійкості, такі як «blue-green deployment» і «canary release».

### **Список літератури**

1. Kovalenko A. Розподіл ресурсів багатофазної системи обробки великих даних при високоінтенсивному вхідному потоці / А. Kovalenko, Н. Kuchuk, Lyashenko O. // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2019. – Т. 3 (55). – С. 115-119. – doi:<https://doi.org/10.26906/SUNZ.2019.3.115>.

## **МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТЕХНІКИ З ДОПОМОГОЮ MATLAB**

Ляшенко С.О., Байдужний В.В.

Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

Сільськогосподарські трактори є машинами, які споживають багато палива та забруднюють ґрунт/повітря; Таким чином, запровадження нових стійких технологій, таких як гібридизація, може бути дуже впливовим на розробку електричних гібридних сільськогосподарських тракторів. Ці транспортні засоби поєднують класичний двигун внутрішнього згоряння з електричною машиною.

**Метою доповіді** є розробка та оцінка ефективності гібридної моделі для сільськогосподарських тракторів з метою зниження споживання палива та зменшення викидів вуглекислого газу, що сприятиме екологічній стійкості та підвищенню енергоефективності у сільському господарстві [1].

Для моделювання системи підвищення енергоефективності сільськогосподарських тракторів з використанням електричних гібридних технологій використовувався MATLAB, що дозволяє побудувати модель, що охоплює ключові елементи системи силового агрегату трактора. Основні параметри та налаштування запропонованої моделі, це послідовна конфігурація, ДВЗ генерує електроенергію для зарядки батареї або живлення електродвигуна. Також використовується наступна модель управління, для підвищення енергоефективності можна реалізувати стратегію енергоменеджменту, що визначає оптимальну роботу ДВЗ і електродвигуна для мінімізації витрат палива та викидів.

Це реалізовано через контролер на основі логіки з використанням методів оптимізації.

Симуляція робочого завдання, дозволяє створити сценарій, що імітує реальні умови сільськогосподарської роботи, наприклад, рух трактора з причепом-пресом для обмотування та пресування соломи. Це завдання включає змінне навантаження, що дозволяє перевірити енергоефективність та продуктивність кожної конфігурації.

На основі моделі можна визначити оптимальну конфігурацію та параметри гібридної системи для забезпечення мінімізації викидів та зниження витрат палива. Модель також дозволить провести подальші експерименти щодо інших сільськогосподарських завдань та різних типів гібридних установок.

### **Список літератури**

1. Diachenko, V., Liashenko, O., Mikhal, O., & Umanets, M. (2021). INTELLIGENT APPROACHES TO ORGANIZING REMOTE QUALITY CONTROL OF STORAGE OF GRAIN PRODUCTS. *Advanced Information Systems*, 5(4), 96–102. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.4.13>



## **ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТРАКТОРІВ**

Ляшенко С.О., Бобрусь Т.М

Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

Питання енергоефективності є критичним у сільському господарстві, де трактори використовуються інтенсивно, часто в умовах великої витрати палива. Оптимізація енергоспоживання дозволяє не тільки знизити фінансові витрати на пальне [1], але й сприяє зменшенню викидів шкідливих речовин, що відповідає сучасним екологічним стандартам і підходам до сталого розвитку.

**Метою доповіді** є розробка інформаційної моделі, яка спрямована на підвищення енергоефективності використання тракторів під час виконання сільськогосподарських робіт.

Застосування такої моделі дозволить оптимізувати витрати енергії під час роботи техніки, знижуючи операційні витрати та екологічний вплив на навколишнє середовище.

В доповіді запропонована інформаційна модель енергоефективності в якій використовуються дані про роботу тракторів у різних умовах, зокрема швидкість руху, навантаження на двигун, вид та стан ґрунту, атмосферні умови тощо. Інформаційна модель розроблена з використанням наступних підходів.

Збір і обробка даних, який включає збір даних про витрати пального, параметри навантаження і продуктивності тракторів. Всі дані надходять з сенсорів на тракторах, а також з інших джерел інформації.

Аналіз факторів впливу, визначаються ключові фактори, що впливають на витрати енергії. Зокрема, розглядаються параметри двигуна, трансмісії, обертів та швидкісного режиму.

Моделювання та оптимізація, на основі зібраних даних будується модель, що дозволяє прогнозувати енергоспоживання в залежності від умов роботи. Використовуються методи машинного навчання та регресійного аналізу для точного прогнозування.

Валідація та випробування моделі, відбувається перевірка результатів моделі на реальних даних для підтвердження її точності та ефективності.

Запропонована інформаційна модель може стати основою для систем моніторингу та управління енергоспоживанням сільськогосподарської техніки, надаючи можливість сільськогосподарським підприємствам знижувати витрати та покращувати екологічні показники виробництва.

### **Список літератури**

1. Шуляк М. Л. Оцінка ефективності роботи МТА при роботі двигуна на різних швидкісних режимах та різних видах палива. *Вісник ХНТУСГ. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтноувиробництві*. Харків : ХНТУСГ, 2011. Вип. 110. С. 327–332.

## **PERSPECTIVES ON DEEP LEARNING IN PREDICTION AND OPTIMIZATION TASKS IN URBAN PLANNING AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT**

Romanenkov Yu., Svitenko H.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

The relevance of geospatial analysis and forecasting is increasing due to the growth of spatial data and its importance for strategic decision-making in a multitude of domains. The examination of spatial patterns facilitates the formulation of sustainable development strategies and the optimal utilization of resources at the municipal and national levels [1].

The application of deep learning methods has the potential to enhance the efficiency of geospatial analysis, as they facilitate the automated processing of large data sets and enable the identification of intricate spatial and temporal dependencies [2]. Furthermore, they facilitate spatial forecasting, incorporating dynamic variables such as weather patterns or demographic shifts that conventional analytical techniques often struggle to process [3]. Recurrent models and reinforcement learning approaches facilitate not only forecasting but also optimization of decisions in real time, thereby providing the adaptability and accuracy required for modern spatial planning and management.

The objective of this report is to provide an overview of the current state of development of deep learning methods and tools for addressing geospatial analysis challenges.

The report examines the principal approaches employed to process spatial data, including convolutional, recurrent, and graph neural networks. The primary domains of application encompass natural disaster forecasting, sustainable urban development, analysis of animal migration processes, and optimization in agriculture. The integration of deep learning in these domains can enhance forecast precision and management efficacy, which is crucial for contemporary spatial analysis.

### **Список літератури**

1. Methods in the spatial deep learning: current status and future direction / B.Mishra, A. Dahal, N. Luintel, B. Ghimire. // *Spatial Information Research*. – 2022. – №30(2). – PP. 215–232. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41324-021-00425-2>.
2. Statistical Deep Learning for Spatial and Spatiotemporal Data / C. Wikle, A. Zammit-Mangion. // *Annual Review of Statistics and Its Application*. – 2023. – №10(1). – PP. 247–270. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev-statistics-033021-112628>.
3. Complexification methods of interval forecast estimates in the problems on short-term prediction / Yu. Romanenkov, M. Danova, V. Kashcheyeva, O. Bugaienko, M. Volk, M. Karminska-Belobrova, O. Lobach // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2018. – Vol. 3, No. 3 (93). – PP. 50-58. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2018.131939>.

## **ОЦІНЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КРИТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЛОГІСТИЧНО-ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ**

Пусан А.М., Романенков Ю.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Ризики діяльності логістично-виробничих підприємств [1] в сучасній Україні відображають критичні умови їх функціонування. Традиційні підходи до управління такими об'єктами, які були ефективні за умов сталої економіки, стрімко втрачають свою ефективність та потребують активного адаптування до жорстких або навіть жорстоких умов функціонування.

З іншого боку тренд цифровізації та впевнене зростання якості інструментів Big Data Analytics вказують напрямок вдосконалення систем управління логістично-виробничими системами. В сучасних умовах моніторинг та реагування на зміни критичних показників зовнішнього середовища стають не менш важливими за управління внутрішніми параметрами логістично-виробничих систем. Однак інформація щодо таких показників, на відміну від внутрішніх, доступна, як правило, від декількох джерел, але в різних «форматах».

**Метою доповіді** є формалізація задач моніторингу та комплексування критичних показників зовнішнього середовища функціонування логістично-виробничих систем з метою забезпечення робастності та адаптивності таких систем. В процесі досягнення поставленої мети передбачається адаптація відомих методів комплексування даних [2] до різних форм даних в залежності від ступеню їх невизначеності [3].

Таким чином, може буде сформовано методичне забезпечення контуру моніторингу системи управління логістично-виробничою системою, яке шляхом вирішення задачі предиктивного оцінювання динамічних характеристик критичних показників зовнішнього середовища логістично-виробничих систем дає змогу релевантно реагувати на зміни умов функціонування таких систем.

### **Список літератури**

1. Анікін Г.О., Набока Р.М. Еволюція функцій логістичної діяльності виробничих підприємств. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. 2020. № 3 (74). С. 241-248 (DOI:10.35546/kntu2078-4481.2020.3.31).
2. Романенков Ю.А., Варганян В.М., Ревенко Д.С. Комплексирование прогнозных оценок в системе мониторинга показателей состояния бизнес-процесса. *Системы управления, навигации та зв'язку*. 2014. № 2(30). С. 79-86.
3. Yu. Romanenkov, M. Danova, V. Kashcheyeva, O. Bugaienko, M. Volk, M. Karminska-Belobrova, O. Lobach. Complexification methods of interval forecast estimates in the problems on short-term prediction. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 3, No. 3 (93). PP. 50-58 (DOI: 10.15587/1729-4061.2018.131939).

## ЦИФРОВА СЕРВІСНА КНИЖКА ДЛЯ АВТОМОБІЛЯ

Олефір М.О., Єрошенко О.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Цифрова трансформація в автомобільній індустрії зумовила необхідність створення нових інструментів для обліку та планування технічного обслуговування автомобілів.

Традиційні паперові сервісні книжки мають низку недоліків, пов'язаних із зручністю використання, втратою даних та доступом до історії обслуговування.

Це зумовлює актуальність розробки цифрової сервісної книги, що забезпечить збереження всієї інформації про обслуговування автомобіля в одному додатку на базі Android із застосуванням мови програмування Kotlin [1-4].

Метою доповіді є розробка мобільного додатка, що забезпечить ведення електронної сервісної книги автомобіля. Додаток має на меті полегшити облік технічних даних, дозволити зберігання інформації у зручному форматі та інтегруватися з хмарними сервісами для доступу з різних пристроїв [5-6]. У доповіді наведено результати розробки архітектури додатка, реалізації основних функцій, таких як облік технічного обслуговування, нагадування про планові роботи, додавання фото- та текстових нотаток. Представлено порівняльний аналіз продуктивності та зручності використання додатка.

Отримані результати свідчать про ефективність застосування Kotlin для створення функціональних мобільних додатків, орієнтованих на автомобільний сервіс..

### Список літератури

1. Jemerov D., Isakova S. Kotlin in Action. *Manning Publications*, 2017.
2. Phillips B., Stewart K. Android Programming: The Big Nerd Ranch Guide (Kotlin Edition). *Big Nerd Ranch*, 2019.
3. Fedorchenko V., Yeroshenko O., Shmatko O., Kolomiitsev O., Omarov M. (2024). Password hashing methods and algorithms on the .NET platform. *Advanced Information Systems*. 2024. Т. 8, № 4. Р. 82–92. <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.4.11>
4. Саранчук Д.А., Єрошенко О.А. Розробка сайту ремонтних робіт dream space remodelers. *Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління: тези доповідей 14 міжнародної науково-технічної конференції 25-26 квітня 2024 року*. Баку, Харків, Жиліна. 2024. С. 95.
5. Ткачов В. М., Гальченко К. Р., Коваленко А. А., Єрошенко О. А. Критерії вибору стандарту безпроводної передачі даних у високомобільних комп'ютерних мережах. *Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць*. 2021. Т. 4 (66). С. 63-68. DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2021.4.063>
6. Prasol I., Dovnar O., Yeroshenko O. Method of Diagnostic Parameters Analysis and Software Features. *2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPIWeek)*. 2022. P. 716-719.

## **PROPOSALS FOR DETECTING OBJECTS IN THE STREAMING VIDEO OF COMPUTER VISION OF AN UNMANNED AERIAL VEHICLE USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY**

Kolomiitsev O.V., Rudakov I.S., Biesova A.O., Mosiichuk A.M.

National Technical University

“Kharkiv Polytechnical Institute”, Kharkiv, Ukraine

Komarov V.O.

Kruty Heroes Military Institute of Telecommunications

and Information Technology Kyiv, Ukraine

Today, artificial intelligence (AI) has become a key technology offering solutions to intricate challenges across numerous sectors and domains of society, including object recognition.

AI technology enables computers to analyse and recognise selected objects in streaming video, which provides opportunities for the development of autonomous unmanned aerial vehicle (UAV) systems.

Highly accurate recognition of selected objects in streaming video in real time increases the speed of making the right decision and responding to different circumstances.

Thus, the development of proposals for detecting objects in the UAV's computer vision streaming video using AI technology is an urgent scientific and technical task.

**The aim of the report is** to develop software for detecting objects in the UAV computer vision streaming video using AI technology.

The report analyses the known models and methods for object recognition based on computer vision.

The algorithm and software with AI elements for UAV computer vision are presented.

### **References**

1. Коломійцев О.В., Дмитрієв О.М., Комаров В.О., Катунін А.М., Рудаков І.С., Помогаєв І.В., Барвінок Р.Д., Стригун В.В., Телевна Т.П., Братко В.В. Особливості застосування нейронної мережі у системі керування групою безпілотних літальних апаратів. *ГРААЛЬ НАУКИ: міжнар. наук. журнал.* – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2024. – No 43. – С. 322-334. DOI 10.36074/grail-of-science.06.09.2024.

2. Коломійцев О.В., Комаров В.О., Катунін А.М., Колодій О.П., Помогаєв І.В., Сапон В.І., Кравченко В.Л., Рудаков І.С., Бесова А.О., Мосійчук А.М. Пропозиції щодо розробки програмного забезпечення для виявлення людей на цифрових аерофотознімках та потоковому відео комп'ютерного зору безпілотного літального апарату. *ГРААЛЬ НАУКИ: міжнар. наук. журнал.* – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2024. – No 45. – С. 411-420. DOI 10.36074/grail-of-science.01.11.2024.

## **PROPOSALS FOR THE APPLICATION OF A NEURAL NETWORK TO CONTROL A GROUP OF ‘SMART’ DRONES**

Kolomiitsev O.V., Rudakov I.S., Biesova A.O.

National Technical University

“Kharkiv Polytechnical Institute”, Kharkiv, Ukraine

Kuleshov O.V., Kalachova V.V., Klivets S.I., Kuleshova T.V.

Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine

Recently, there has been a significant breakthrough in the development of unmanned aerial vehicles and the creation of ‘smart’ drones that can independently solve tasks (detect necessary objects and monitor them, etc.).

The main features of smart drones are: the use of artificial intelligence to detect necessary objects (using an intelligent system, the drone scans the area and finds the necessary objects), automatic capture of necessary objects (the drone operator only needs to select an object from the list of objects detected by the drone system and confirm its tracking by pressing a button on the control panel), etc.

However, the issue of managing a group of ‘smart’ drones has not been fully resolved.

Thus, the application of a neural network to control a group of ‘smart’ drones is an urgent scientific and technical task.

**The aim of the report is** to develop proposals for the application of a neural network to control a group of ‘smart’ drones.

The report analyses the known types of neural networks and algorithms for their training.

Their features and principles of application are considered. The activation functions and their impact on the functioning of neural networks are revealed. The neural network for assessing the general state of a group of drones and the quality of communication between them is presented.

### **References**

1. Коломійцев О.В., Дмитрієв О.М., Комаров В.О., Катунін А.М., Рудаков І.С., Помогаєв І.В., Барвінок Р.Д., Стригун В.В., Телевна Т.П., Братко В.В. Особливості застосування нейронної мережі у системі керування групою безпілотних літальних апаратів. *ГРААЛІ НАУКИ: міжнар. наук. журнал.* – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2024. – No 43. – С. 322-334. DOI 10.36074/grail-of-science.06.09.2024.

2. Коломійцев О.В., Комаров В.О., Катунін А.М., Колодій О.П., Помогаєв І.В., Сапон В.І., Кравченко В.Л., Рудаков І.С., Бесова А.О., Мосійчук А.М. Пропозиції щодо розробки програмного забезпечення для виявлення людей на цифрових аерофотознімках та потоковому відео комп’ютерного зору безпілотного літального апарату. *ГРААЛІ НАУКИ: міжнар. наук. журнал.* – Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2024. – No 45. – С. 411-420. DOI 10.36074/grail-of-science.01.11.2024.

## DEVELOPMENT OF INTELLECTUAL MONITORING SYSTEM FOR FORESTRY

Liu An, Podorozhniak A., Liubchenko N.

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine

Forestry management is a complex task that requires the use of modern methods and innovative solutions.

One such solution is the use of smart technologies for continuous monitoring in the interests of forestry [1, 2].

By using such solutions, forestry managers can gain a deeper understanding of forest ecosystems and make more informed decisions about forest management.

The aim of the work is to develop an intelligent monitoring system for forestry with components of artificial intelligence analysis, which can be used to analyze the current state of forest areas and its temporal changes.

It is proposed to use the results of satellite multispectral imagery using deep learning models based on convolutional neural networks (to recognize certain types of vegetation cover and the state of the forestry area) [3] and U-Net models (to recognize temporal changes in the state of the forestry area) [4] in the implementation of the intelligent monitoring system.

The obtained results are proposed to be used as an element of the decision support system for forestry management.

The purpose of further research is to adapt the developed software product for use with various satellite and unmanned multispectral imaging systems.

### References

1. Liubchenko N. Usage of intelligent methods for multispectral data processing in the field of environmental monitoring / A. Podorozhniak, N. Liubchenko, M. Kvochka, I. Suarez // *Advanced Information Systems*, 2021, vol. 5, no. 3, pp. 97 – 102. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2021.3.13>.
2. Podorozhniak A.O. Metod intelektualnoi obrobky multyspektralnykh zobrazhen [The method of intellectual multispectral image processing] / A.O. Podorozhniak, N. Yu. Liubchenko, O.D. Lagoda // *Sistemi obrobki informatsii* [Information processing systems], Kharkiv: KhU PS, 2015, vol. 10, no. 135, pp. 123-125. – URL: [https://scholar.google.com/scholar?as\\_q=Metod+intelektualnoi+obrobky+multyspektralnykh+zobrazhen&as\\_occt=title&hl=en&as\\_sdt=0%2C31](https://scholar.google.com/scholar?as_q=Metod+intelektualnoi+obrobky+multyspektralnykh+zobrazhen&as_occt=title&hl=en&as_sdt=0%2C31).
3. Yaloveha V. Performance comparison of CNNs on high-resolution multispectral dataset applied to land cover classification problem / V. Yaloveha, A. Podorozhniak, H. Kuchuk, N. Garashchuk // *Radioelectronic and Computer Systems*, 2023, no. 2 (106), pp. 107 – 118. DOI: <https://doi.org/10.32620/reks.2023.2.09>.
4. Podorozhniak A. of U-Net and LinkNet with different encoders for reforestation detection / A. Podorozhniak, D. Onishchenko, N. Liubchenko, D. Grynov // *Advanced Information Systems*. – Kharkiv: NTU "KhPI". – Vol. 8, No.1. – 2024. – pp. 80 – 85. DOI: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2024.1.10>.

## **РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО ІНТЕРНЕТ-МАГАЗИНУ ТОВАРІВ ДЛЯ ЕКЗОТИЧНИХ ТВАРИН**

Змієвська І.В., Подорожняк А.О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
Харків, Україна

На сьогодні в Україні люди мало інформовані про якісний та відповідальний догляд за екзотичними тваринами (хом'яки, папуги, пацюки та багато інших, що є екзотичними тваринами).

Більшість таких тварин приречені на самотнє життя, утримання в неправильних умовах, що створюють їм дискомфорт та не дають виконувати своє природне призначення.

Однак, якщо в магазині де купують цих тварин буде блог із корисною інформацією про догляд та створення якісних умов для життя таких тварин, а також окремий чат бот щодо прихистку екзотичних покинутих тварин, це може частково вирішити проблему [1].

Метою розробки є покращення умов життя екзотичних тварин шляхом використання блогу та інтелектуального чат-боту в інтернет магазині для екзотичних тварин.

Ключовими технологіями розробки пропонованого проекту плануються: JS React, Express & Node JS, MongoDB, api. ChatGPT, api.telegram.

Перевагою пропонованого продукту є збільшення відвідуваності сайту (це є перевагою для розміщення рекламних постів на сайті).

Крім цього, чим більше людей будуть знати про цей інтернет-магазин, тим більше людей будуть інформовані про правильний догляд за екзотичними тваринами, а це і є головна мета проекту.

Перспективами розвитку пропонованого продукту є можливе розширення функціоналу сайту [2, 3], додавання нових розділів (наприклад: благодійність, рекомендовані ветеринарні клініки для екзотичних тварин тощо).

### **Список літератури**

1. Баранівська Т. У Києві запрацював чат-бот для прилаштування тварин, *Суспільне Київ*, 17 серпня 2023. [Електронний ресурс] URL: <https://suspihne.media/kyiv/552977-u-kievi-zapracuvav-cat-bot-dla-prilastuvanna-tvarin/>
2. Podorozhniak A., Oliinyk V., & Liubchenko N. Research application of the spam filtering and spammer detection algorithms on social media and messengers. *Proceedings 2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology*, 07-10 October 2024, Kharkiv, Ukraine, 2024, pp. 1-4.
3. Podorozhniak A., Liubchenko N., Oliinyk V., & Roh V. Strategies for Filtering Unwanted Comments in Social Media. *Advanced Information Systems*, 2023, vol. 7, iss. 3, pp. 60-66. – Available at: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2023.3.09> .



## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИЙ МАРКЕТПЛЕЙС ОСВІТНІХ КУРСІВ**

Хома Д.М., Подорожняк А.О.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

Маркетплейс збирає різноманітні освітні курси в одному місці, що полегшує користувачам пошук, але вони мають ряд проблем та недоліків, які впливають як на студентів, так і на викладачів [1].

Однією з таких проблем є непопулярність та недосвідченість українських ентузіастів, які хочуть викласти свій курс, іншими є складність пошуку потрібних курсів та забезпечення курсів якісними практичними завданнями для повноцінного засвоєння навчального матеріалу [2, 3].

Метою розробки є забезпечення доступу до якісних курсів та конструктора для створення власних курсів на одному маркетплейсі, що також надаватиме інструменти для людей які прагнуть швидко вчитися за допомогою асистента з використанням технологій штучного інтелекту.

Ключовими технологіями розробки пропонованого проекту плануються: Django, DRF, Redis, Celery, Cachelot, PostgreSQL, AWS, Docker.

Перевагою пропонованого продукту є забезпечення простого, інтуїтивно зрозумілого пошуку та доступу до якісних курсів і конструктора для створення власних курсів.

Перспективами розвитку пропонованого продукту є такі:  
подальша інтеграція отримання комісійних за власні курси,  
розширення функціоналу в конструкторі курсів (різні види завдань),  
планування занять,  
отримання ліцензії для видачі сертифікатів,  
використання аналітики для розуміння поведінки користувачів,  
покращення платформи на основі отриманих даних,  
можливість партнерства з університетами та навчальними центрами для створення сертифікованих курсів,  
партнерство з ІТ компаніями для проведення курсів підвищення кваліфікації.

### **Список літератури**

1. Majjate H., Bellarhmouch Y., Jeghal A., Yahyaouy A., Tairi H., & Zidani K. A. Personalized course recommender system based on multiple approaches: a comparative analysis, *Studies in Computational Intelligence*, 2024, vol. 1166, pp. 285-294. – Available at: [https://doi.org/10.1007/978-3-031-65038-3\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-031-65038-3_22)

2. Podorozhniak A., Oliinyk V., & Liubchenko N. Research application of the spam filtering and spammer detection algorithms on social media and messengers. *Proceedings 2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology*, 07-10 October 2024, Kharkiv, Ukraine, 2024, pp. 1-4.

3. Podorozhniak A., Liubchenko N., Oliinyk V., & Roh V. Strategies for Filtering Unwanted Comments in Social Media. *Advanced Information Systems*, 2023, vol. 7, iss. 3, pp. 60-66. – Available at: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2023.3.09>.

## МЕСЕНДЖЕР ЧАТ-БОТ ДЛЯ ОНЛАЙН ЗАМОВЛЕНЬ У ЗАКЛАДІ ХАРЧУВАННЯ

Кійко А.А., Подорожняк А.О.

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна

У сучасному світі цифровізація проникає у всі сфери життя, і індустрія харчування не є винятком.

Замовлення їжі через онлайн-сервіси стає не тільки модною тенденцією, але й необхідністю в умовах швидкого темпу життя. Люди дедалі частіше обирають зручні способи отримання їжі, уникаючи черг та зайвих контактів, особливо в постпандемічний період, коли безконтактні рішення стають пріоритетом [1].

Telegram як платформа для замовлення їжі є особливо привабливою, оскільки він уже має величезну аудиторію по всьому світу, що забезпечує легкий доступ до великої кількості потенційних клієнтів [2, 3].

Основною метою розробки Telegram-бота для доставки їжі є створення зручного та доступного рішення для автоматизації процесу замовлення їжі. Бот повинен забезпечити максимально спрощену та комфортну взаємодію між користувачем та закладом харчування.

Цей інструмент допоможе користувачам швидко знаходити потрібні страви, робити замовлення без зайвих кроків і отримувати інформацію про статус доставки в режимі реального часу.

Ключовими технологіями розробки пропонованого проекту плануються: Python, Aiogram, PostgreSQL, APIs для платіжних систем та систем доставки.

Перевагою пропонованого продукту є забезпечення простого, інтуїтивно зрозумілого шляху для пошуку, замовлення та доставки замовлень у закладі харчування.

Перспективами розвитку пропонованого продукту є інтеграція з іншими платформами, впровадження алгоритмів машинного навчання для системи рекомендацій, підтримка голосових команд, мультимовність.

### Список літератури

1. Chaidrata A., Shafeeu M. I., Chew S. K., Chen Z., Cham J. S., & Bahrin K. Intent Matching based Customer Services Chatbot with Natural Language Understanding, *2021 5th International Conference on Communication and Information Systems, ICCIS 2021*, 2021, Chongqing. – Available at: <https://doi.org/10.1109/ICCIS53528.2021.9646029>

2. Podorozhniak A., Oliinyk V., & Liubchenko N. Research application of the spam filtering and spammer detection algorithms on social media and messengers. *Proceedings 2024 IEEE 5th KhPI Week on Advanced Technology*, 07-10 October 2024, Kharkiv, Ukraine, 2024, pp. 1-4.

3. Podorozhniak A., Liubchenko N., Oliinyk V., & Roh V. Strategies for Filtering Unwanted Comments in Social Media. *Advanced Information Systems*, 2023, vol. 7, iss. 3, pp. 60-66. – Available at: <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2023.3.09>.

## DEVELOPMENT AND RESEARCH EXTENSION FOR SMART GROUPING OF BROWSER TABS

Taran N., Podorozhniak A.

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine

Modern web browsers support tab functionality for opening various URLs. It may happen that some users do not close open tabs after they finish browsing the web, but instead prefer to open a new tab for each new URL.

Currently, almost all web browsers support 50 or more tabs open simultaneously. In this situation, it will be very inconvenient for users to navigate to the necessary tabs that are relevant to the current browsing context while browsing the web [1].

The purpose of this work is to develop a browser extension that allows to organize site tabs into virtual groups in various ways, including using artificial intelligence [2], preview them through screenshots, and search, sort, and share tabs.

To interact with artificial intelligence, it was decided to use OpenAI technologies. I had to conduct several experiments to identify the most optimal way to use AI models.

The gpt-3.5-turbo, gpt-4, gpt-4o and gpt-4o-mini models were taken for consideration, each of them has its own pros and cons. So, gpt-3.5-turbo has the same intelligence level as gpt-4o-mini, but costs more, gpt-4o has a higher level of intelligence than gpt-4o-mini and costs more, and gpt-4 has an intelligence level higher than gpt-4o, but costs significantly more.

Unlike mini, gpt-4o model supports structure output. Structured Outputs is a feature that ensures the model will always generate responses that adhere to your supplied JSON Schema, so you don't need to worry about the model omitting a required key, or hallucinating an invalid enum value [3]. For this purpose, the project uses Zod – a TypeScript-first schema declaration and validation library.

As a result, the gpt-4o and gpt-4o-mini models were chosen for the program, which will be used depending on the type of task.

Optimal system instruction prompts for models that produce the most accurate results have also been developed.

### References

1. Dipin K. P. User Friendly Tab Management in Web Browsers / K. P. Dipin, J. Bose, S. Pal // 2019 16th IEEE Annual Consumer Communications & Networking Conference (CCNC), Las Vegas, NV, USA. – 2019. – pp. 1-4, doi: 10.1109/CCNC.2019.8651881.
2. Podorozhniak A. Research application of the spam filtering and spammer detection algorithms on social media and messengers / A. Podorozhniak, N. Liubchenko, V. Oliinyk, V. Roh // Advanced Information Systems, 7(3). – 2023. – pp. 60-66, doi: 10.20998/2522-9052.2023.3.09.
3. Structured Outputs. OpenAI Platform Docs [Electronic resource] – Available at: <https://platform.openai.com/docs/guides/structured-outputs/introduction>.

## **OPTICAL METHODS FOR DETECTING EXPLOSIVE OBJECTS USING AUTONOMOUS UNMANNED SYSTEMS**

Skorlupin O., Podorozhniak A.

National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Ukraine

Optical methods for detecting explosive materials in unmanned aerial vehicles (UAVs) have significant potential to enhance safety during various operations, including military missions, humanitarian demining, and search and rescue operations. With advancements in computer vision and deep learning technologies, optical systems have become crucial components of autonomous solutions, offering high accuracy and real-time threat detection [1].

Modern optical methods rely on the use of various types of cameras, such as RGB cameras, infrared (IR) cameras, and multispectral cameras. RGB cameras analyze the shape, texture, and color of objects in the visible spectrum [2]. IR cameras, on the other hand, detect objects based on thermal radiation, making them particularly effective in low-light conditions or for identifying hidden objects. Multispectral cameras allow for the analysis of the spectral properties of materials, significantly improving the accuracy of explosive material identification [3].

Deep learning, especially the use of convolutional neural networks (CNNs), plays a key role in these detection systems. Trained on large datasets, these networks can accurately classify objects based on their visual characteristics. One of the most effective architectures for real-time object identification is YOLO (You Only Look Once), which simultaneously determines the location and type of objects in an image, offering high-speed data processing-critical for use in autonomous systems.

In conclusion, optical methods for detecting explosive materials show great promise for improving the efficiency of autonomous UAV systems. Future research should focus on combining these methods with other sensor technologies to increase adaptability to diverse environmental conditions.

### **References**

1. Podorozhniak A. O., & Skorlupin O. V. Analysis of Methods and Technologies for Detecting Explosive Objects and Subsequent Humanitarian Demining. *2023 XVII International Scientific and Practical Conference of Master's and PhD Students 'Theoretical and Practical Research of Young Scientists*, 2023, p.42. – [Electronic resource] – Available at: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/72720>.
2. Schumann O., Hahn M., Fuchs E., Dickmann J., & Wöhler C. Semantic Segmentation on Radar Point Clouds. *2018 21st International Conference on Information Fusion (FUSION)*, Cambridge, UK, 2018, pp. 2179-2186, doi: 10.23919/ICIF.2018.8455344.
3. Rangel A., Ruiz F., Pedraza C., Vega F., Prado L., & Mansoori M. Integrating Statistical Methods and Machine Learning Classifiers for Accurate Landmine Detection Using Ground Penetrating Radar A-scan Signals. *2024 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation and INC/USNC-URSI Radio Science Meeting (AP-S/INC-USNC-URSI)*, Firenze, Italy, 2024, pp. 349-350, doi: 10.1109/AP-S/INC-USNC-URSI52054.2024.10686069.

## **МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ КОЛІС БРОНЬОВАНИХ МАШИН**

Гречіхін А.О., Давиденко В.В., Чалапко В.В.

Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",  
Харків, Україна

Застосування індивідуальних електроприладів дозволяє досягти значного підвищення маневреності та прохідності колісних броньованих машин, особливо при русі пересічною місцевості та в умовах обмеженого огляду.

Проте, впровадження таких складних і інноваційних систем вимагає ретельного аналізу, моделювання та випробування, щоб забезпечити їх ефективність, надійність і безпеку в реальних умовах застосування [1]. Імітаційне моделювання є потужним інструментом, який дозволяє досліджувати динаміку руху колісних броньованих машин із індивідуальним електроприводом, розробляти та оптимізувати алгоритми управління, а також проводити віртуальні випробування у різних умовах, включаючи екстремальні ситуації та різні типи дорожнього покриття [2]. Це дозволяє значно скоротити час і витрати на розробку та впровадження нових технологій, підвищити їх якість і надійність [3].

Метою дослідження є розробка та аналіз ефективності різних алгоритмів керування індивідуальним електроприводом. Ці алгоритми дозволяють оптимізувати розподіл крутних моментів коліс залежно від умов руху, підвищуючи прохідність і керованість колісних броньованих машин на різних типах поверхні, а також зменшуючи енергоспоживання та знос компонентів трансмісії. Розглядаються як класичні алгоритми, засновані на принципах роботи механічних диференціалів, так і більш складні адаптивні алгоритми, що враховують зчипні властивості коліс і динаміку руху колісних машин. Проводиться аналіз стану безпеки руху колісних броньованих машин, досліджується вплив їх характеристик на стійкість і керованість, а також розробляють рекомендації щодо підвищення безпеки експлуатації колісних броньованих машин із індивідуальним електроприводом коліс.

### **Список літератури**

1. Herasimov, S., Borysenko, M., Roshchupkin, E. et etc. Spectrum Analyzer Based on a Dynamic Filter. *J Electron Test.* 2021 № 37. Pp. 357–368. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10836-021-05954-0>.
2. Shmatko O., Herasymov S., Lysetskyi Y. and etc. Development of the automated decision-making system synthesis method in the management of information security channels. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies.* 2023. № 6(9) (126). Pp. 39–49. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.293511>.
3. Herasymov S., Soroka V., Milevskyi S. and etc. Development of a Method for Measuring small Nonlinear Distortions of Periodic Electrical Signals. *International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT).* 2022. Pp. 49-52. DOI: <https://doi.org/10.1109/ISMSIT56059.2022.9932685>.

## **РОЗРОБКА ТА ТЕСТУВАННЯ ВЕБ-ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ ПОШУКУ АВТОМОБІЛЬНИХ ПОПУТНИКІВ**

Рябов О.В., Гейко Г.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
Харків, Україна

В наш час подорожі залишаються однією з найпопулярніших форм відпочинку. Веб-сайти для пошуку попутників допомагають знайти партнерів для подорожі, що зменшує витрати на подорож та робить її більш цікавою та безпечною.

Внаслідок того, що більшість сервісів по пошуку попутників для подорожей працюють лише у великих містах, через це люди, які знаходяться в селах або маленьких містах, не можуть ними користуватися.

Метою доповіді є розробка веб-застосунку для пошуку попутників для подорожей.

Процес пошуку зі сторони водія полягає у створенні та розміщенні оголошень, які містять інформацію про маршрут, час поїздки, ціну за поїздки та кількість вільних місць, а зі сторони пасажира – у пошуку існуючих поїздок.

Програмний продукт розроблено з використанням мов програмування C#, HTML/CSS, JavaScript в середовищі розробки Microsoft Visual Studio.

Особливістю розробленого веб-застосунку є його зрозумілий та простий дизайн, кросбраузерність і можливість працювати з різними операційними системами, а також використання тривірневої архітектури:

- у презентаційному рівні знаходиться інтерфейс користувача, який містить веб-сторінки та інші елементи, які відображаються на екрані;
- у логічному рівні знаходиться бізнес-логіка застосунку;
- рівень доступу до даних відповідає за роботу з базою даних.

Це надає можливість швидкого розширення функціоналу веб-сайта у майбутньому.

Архітектуру побудовано з використанням структури MVC на мові C#, що забезпечує ефективніше використання коду, прискорює розробку та забезпечує більшу впевненість в якості програмного забезпечення [1, 2].

При розробці програмного продукту виконано тестування його продуктивності при різній кількості одночасних запитів користувачів, а також перевірена коректність роботи інтеграцій із картографічною системою для побудови маршрутів.

### **Список літератури**

1. Learn to Code [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.w3schools.com> / (дата звернення 30.09.2024).
2. Eloquent JavaScript / Marijn Haverbeke. – No Start Press, 2014. – 676 p.

## **СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЗМІНОГО СТРУМУ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ**

Заповольський М.Й., Мезенцев М.В., Оліфір М.В.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
Харків, Україна

Покращення якісних показників системи керування можливо за допомогою сучасних методів автоматичного керування, одним з яких є метод на основі нечіткої логіки [1, 2].

Використання замість стандартного ПД- регулятора, регулятора на базі нечіткої логіки, дає можливість покращити якісні та динамічні характеристики системи керування електроприводу.

Особливо це важливо для систем керування електроприводами з використанням методів векторного управління, яке є найбільш точним та більш економічним [1].

**Метою доповіді** є побудова математичних моделей з використанням методів нечіткої логіки для електроприводів з асинхронними двигунами та проведення порівняльного аналізу за допомогою моделювання динамічних характеристик, відносно систем керування, які побудовані на основі стандартних ПД-регуляторів.

При дослідженні розглянута структурна схема системи керування з використанням нечіткого контролера регулювання швидкості обертання ротора тягового двигуна електроприводу на основі моделі векторного управління і системи керування з використанням ПД-регулятора. Вона включає блоки: диференціювання; інтегрування; нечіткий контролер; векторного управління; асинхронний двигун. Для реалізації алгоритму керування використовується сигнали: помилки, сигнал пропорційний похідній сигналу помилки, сигнали на виходах блоків інтегрування та нечіткого контролера, сигнали пропорційні швидкості обертання ротора і швидкості завдання. Формування вихідного сигналу контролера здійснюється на основі ряду нечітких правил.

Дослідження систем керування з використанням різного роду функцій приналежності нечіткого контролера проведено шляхом моделювання в середовищі пакету MATLAB підтвердило можливість та ефективність їх використання для проектування регуляторів.

### **Список літератури**

1. Yatsko, S. Comprehensive approach to modeling dynamic processes in the system of underground rail electric traction / S. Yatsko, B. Sytnik, Y. Vashchenko, A. Sidorenko, B. Liubarskyi, I. Veretennikov, M. Glebova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – № 1/9 (97). – P. 48-574.
2. Заповольський М.Й. Дослідження системи керування електропередачі дизель-поїзда та уточнення її структури / М.Й. Заповольський, М.В. Мезенцев, В.В. Скороделов // Системи управління, навігації та зв'язку. – Випуск 1(53). Полтава. 2019. С. 55-59.

## **РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІЗУ ТЕХНОЛОГІЙ РОЗРОБЛЕННЯ ВЕБ - ЗАСТОСУНКІВ В ПОВСЯКДЕННОМУ ЖИТТІ ЛЮДИНИ**

Верещак А.Г., Заполовський М.Й.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
Харків, Україна

Веб-застосунки в наш час є невід'ємною частиною життя [1, 2]. Вони забезпечують доступ до інформації, дозволяють виконувати різноманітні завдання та полегшують взаємодію людей та швидкий доступ до сервісів, таких як онлайн-банкінг, електронна комерція, навчальні платформи та соціальні мережі. Крім того, веб-застосунки можуть використовуватися для керування різними пристроями та системами. У поєднанні з іншими технологіями, веб-застосунки сприяють глобальній автоматизації, що значно підвищує рівень зручності та ефективності в житті людини.

**Метою доповіді** є результати аналізу технологій для реалізації веб-застосунку, який поєднує у собі функції для контролю важливих сфер повсякденного життя, таких як фінансовий облік, збереження важливої текстової інформації, облік задач для термінового рішення.

Для рішення задач фінансового обліку пропонується застосунок Money Pro, що призначений для контролю витрат та доходів, який має досить широкий спектр можливостей. Для створення та зберігання заміток-програмний продукт Microsoft OneNote, який надає користувачам достатньо широкі можливості по управлінню текстовою інформацією. Мовою розмітки передбачається використання мову HTML, вона відповідає за розташування у документі текстів, зображень, мультимедійних файлів або таблиць. Мовою для стилізації зовнішнього вигляду документу, що написаний за допомогою мови розмітки - мову CSS.

Для написання програм для обліку задач термінового рішення - використання мови JavaScript. Мова підтримує не тільки прототипну парадигму програмування, а й інші, такі як: декларативна, функціональна та імперативна.

З появою платформи Node.js вона стала універсальною і може використовуватися для реалізації клієнтської та серверної частини програмного продукту на більшості мобільних платформ, у тому числі для розробки застосунків на операційні системи Android та iOS.

Результати аналізу дають основу щодо прийняття рішень, який передбачає вибір технології на основі заданих користувачем вимог для проектування веб-застосунків.

### **Список літератури**

1. 1. Matt Frisbie. Professional JavaScript for Web Developers, 5th. ISBN: 978-1-3941-9321-9.
2. 2. Barry Wellman, Caroline Haythornthwaite. The Internet in Everyday Life. Oxford: Blackwell Publishers, Fall 2002.



## **СУЧАСНІ РІШЕННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ У СФЕРІ РОЗУМНИХ БУДИНКІВ**

Молчанов Г.І.

Національний технічний університет «ХПІ», Харків, Україна

Розумні будинки стали все більш поширеним явищем в сучасному світі, де технології Інтернету речей (ІоТ) [1] забезпечують зручність, комфорт і ефективність в повсякденному житті. Проте, ефективне керування розумним будинком вимагає розробки інтелектуальних систем керування, які здатні адаптуватись до потреб користувачів і оптимізувати енергоспоживання. Розумний будинок, на основі нейронної мережі може аналізувати, прогнозувати та приймати рішення на основі зібраних даних про звички та поведінку користувачів, а також інформації про стан середовища. Це дозволяє забезпечити оптимальне керування системами освітлення, опалення, вентиляції та інших пристроїв, забезпечуючи комфорт, енергоефективність і безпеку.

**Метою доповіді** є проведення огляду існуючих рішень у сфері розумних будинків, а також дослідження використання нейронних мереж у системах керування, структуру та принцип роботи нейронних мереж, функції активації та алгоритми навчання нейронних мереж. Проведено огляд сучасних рішень та технологій, визначено потенційні області застосування нейронних мереж у керуванні розумним будинком, а також розглянуто переваги та недоліки використання нейронних мереж у системах розумних будинків. Розробка прототипу та аналіз системи розумного будинку, яка базується на нейронній мережі та може функціонувати автономно без доступу до хмарних сервісів.

### **Список літератури**

1. Smart Home Market Size, Share & Growth [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/smart-homes-industry>

---

## **СИСТЕМИ ЗБЕРІГАННЯ ДАНИХ НА ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВАХ**

Даценко С.С., Кучук Н.Г.

Національний технічний університет «ХПІ», Харків, Україна

В якості систем зберігання даних на промислових підприємствах найчастіше застосовуються системи, що називаються базами даних реального часу (БДРЧ) [1]. Ці системи відрізняються від більше традиційних систем управління базами даних (СУБД) тим, що ці системи мають високу швидкість виконання операцій, пов'язаних із записом, читанням і виправленням даних, що зберігаються, оптимізовані на роботі з високошвидкісним апаратним забезпеченням і дозволяють працювати з величезними об'ємами даних у рамках однієї бази даних (БД).

Бази даних реального часу повинні враховувати наступні аспекти: паралельна обробка, БДРЧ повинна забезпечувати паралельну обробку даних з різних джерел, розподільність, логічна узгодженість даних, тимчасова узгодженість, черговість і обробка операцій, управління потоками введення/виведення і чергами обробки даних. Усі операції БДРЧ відносяться до трьох наступних типів запитів : запис даних у БД; читання даних з БД; оновлення змісту БД. Також операції БДРЧ мають різні міри якості обслуговування для різних операцій і пристроїв у рамках промислових систем

#### Список літератури

1. Nichols, M. E. Applications for satellite positioning technology in the construction industry / M. E. Nichols // Proceedings of Position, Location and Navigation Symposium — PLANS '96. — 1996. — PP. 15–18. — DOI: 10.1109/PLANS.1996.509050.

---

### БІ-КРИТЕРІАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРИ РОЗПОДІЛІ РЕСУРСІВ

Андрусенко Ю.О., Кучук Н.Г.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Багатокритеріальна оптимізація зазвичай знаходить набір рішень, відомий як оптимальна множина Парето [1]. Одне рішення може бути дуже хорошим щодо споживання енергії, тоді як інше рішення може бути дуже добрим щодо доходу.

Мета доповіді – вибрати найбільш адекватне рішення та отримати набір компромісних рішень, які є гарним наближенням до фронту Парето. Двома важливими характеристиками хорошої багатокритеріальної методики є збіжність до фронту Парето і різноманітність максимально повної вибірки фронту. Рішення є оптимальним щодо Парето, якщо ніяке інше рішення не покращує його з погляду всіх цільових функцій. Будь-яке рішення, яке не входить у фронт, може вважатися менш якісним, ніж ті, що до нього входять.

Вибір між рішеннями, що входять у фронт Парето, залежить від переваг системи. Якщо один критерій вважається більш важливим, ніж інший, то перевага надається тим рішенням, які близькі до оптимальних за кращим критерієм, навіть якщо значення вторинного критерію не є одними з кращих.

Часто результати розв'язання багатоцільових завдань порівнюються візуальним спостереженням простору рішень. Більш формальний та статистичний підхід використовує метрику покриття домінування множини [2]: дано дві множини рішень  $i$  , метрика  $SC(A, B)$  обчислює частку рішень на, які слабо домінують над рішеннями  $A$ :

$$SC(A, B) = \frac{|\{b \in B; |\exists a \in A: a \leq b\}|}{|B|}$$

Метричне значення  $SC(A, B) = 1$  означає, що всі рішення  $B$  домінують  $A$ , тоді як  $SC(A, B) = 0$  означає, що жоден член  $B$  не домінується  $A$ . Таким чином, чим більше значення  $SC(A, B)$ , тим краще фронт Парето  $A$  по відношенню до

В. Оскільки оператор домінування не є симетричним,  $SC(A,B)$  не обов'язково дорівнює  $SC(B,A)$ , і для того, щоб зрозуміти скільки рішень А покривається В і навпаки необхідно обчислити як  $SC(A,B)$ , так і  $SC(B,A)$ .

#### **Список літератури**

1. Kokilavani, T., Amalarethinam, D. G. Load balanced min-min algorithm for static meta-task scheduling in grid computing // International Journal of Computer Applications. – 2011. – Т. 20. – №. 2. – С. 43-49.
2. Kuijl A., Emmerich M. T. M., Li H. A novel multi-objective optimization scheme for Grid resource allocation // Proceedings of the 6th international workshop on Middleware for grid computing. – 2008. – С. 1-6.

---

## **ДОСЛІДЖЕННЯ СПОЖИВЧОГО І ПРОМИСЛОВОГО ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ**

Сирадоев А.О., Можаяв О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

У сучасному світі технології Інтернету речей набирають все більших обертів. Так, у 2023 році світовий ринок Інтернету речей активно зростає, кількість підключених пристроїв IoT досягла 16,7 млрд., що в 2 рази перевищує населення Землі.

Метою доповіді є аналіз можливостей та завдання сучасних систем Інтернету речей. Зокрема, відмічена роль Інтернету речей у сучасному світі, наведені темпи його зростання та розширення сфери застосування. Також наведена класифікація Інтернету речей, що поділяє його на дві великі категорії – споживчий Інтернет речей і промисловий (індустріальний) Інтернет речей, головна відмінність між якими полягає в галузі застосування.

Проведено порівняння споживчого і промислового Інтернету речей, зокрема по таким характеристикам, як надійність та ціна помилки, складність алгоритмів, швидкість обробки інформації, безпека, обсяги даних, що збираються, схеми впровадження та особливості трафіку.

Обґрунтовані необхідність динамічного підходу до виділення еластичних хмарних обчислювальних ресурсів системам промислового Інтернету речей та необхідність в розробці методу короткочасного прогнозування трафіку промислового Інтернету речей, що набуває еластичної властивості.

#### **Список літератури**

1. Naveen, S., & Kounte, M. R. (2019). Key Technologies and challenges in IoT Edge Computing. 2019 Third International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC).
2. Mouradian, C., Naboulsi, D., Yangui, S., Glitho, R., Morrow, M., & Polakos, P. (2018). A comprehensive survey on Fog Computing: State-of-the-Art and Research challenges. IEEE Communications Surveys and Tutorials, 20(1), 416–464.

## **ОБЛІК ДЕФОРМУЮЧИХ СПОТВОРЕНЬ У МОДЕЛЯХ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ**

Міщенко Д.О., Можаяєв О.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Потенційна користь від обліку деформуючих спотворень у моделях розпізнавання образів пов'язана з тим, що об'єкти реального світу, відображені на зображеннях, мають тенденцію до того, щоб переміщатися, змінювати розміри, повертатися та спотворюватися від кадру до кадру. Існуючі моделі розпізнавання образів, що враховують у собі або засновані на обліку таких спотворень, можна розділити на великі групи:

- еластичні моделі розпізнавання образів, які порівнюють зображення як у вмісті, а й близькості розташування їх окремих частин до певним позиціям на зображенні чи щодо друг друга [1];

- статистичні моделі, що аналізують близькість зображень на основі знаходження найбільш ймовірної деформації, необхідної для їх перетворення [2].

### **Список літератури**

1. Jensen, O. H. Implementing the Viola-Jones Face Detection Algorithm / O. H. Jensen. – DK-2800 Kongens Lyngby, Denmark: Technical University of Denmark Informatics and Mathematical Modelling, 2018. – 36 p.

2. Steyvers M. Morphing Techniques for Manipulating Face Images / M. Steyvers // Behavior Research Methods, Instruments, & Computers. – 2019. – Vol. 31(2). – P. 359-369.

---

## **ДОСЛІДЖЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ТА ОСНОВНИХ ПРИНЦИПІВ CRM-СИСТЕМ**

Філоненко А.М.

Національний технічний університет «ХПІ», Харків, Україна

CRM-системи направлені на збирання, зберігання та структурування максимальної корисної кількості інформації про клієнта для подальшого її аналізу та використання при взаємодії [1].

Ідеологічно основою функціонування CRM-системи є централізована БД, що обслуговує весь процес взаємовідносин із клієнтами усім його етапах. З огляду на це найбільш поширеною реалізацією, що забезпечує максимально ефективну організацію, є реалізація з використанням клієнт-серверного принципу взаємодії [2]. Програма зазвичай реалізована у формі «тонкого» клієнта, тобто користувачі отримують доступ до інформації, що зберігається в централізованій базі даних за допомогою веб-браузера. Причому це можуть бути як внутрішні, так і зовнішні по відношенню до компанії користувачі. Аналітична частина функціоналу CRM-сервера може включати дві складові частини: СУБД для зберігання та базової обробки інформації та інструменти OLAP. Для реалізації функціональної логіки на серверній частині використовується серверні реалізації програм, такі як ASP,

JSP. Існує кілька варіантів розгортання інфраструктури CRM-систем. Однією з форм функціонування CRM-систем є форма оренди із забезпеченням супутніх послуг, таких як резервування даних та забезпечення гарячого відновлення.

#### **Список літератури**

1. Балик Н.Р., Мандзюк В.І. Бази даних MySQL: Навчальний посібник. – Тернопіль: Навчальна книга – Богдан, 2010. – 160 с.
2. Гайна Г.А. Основи проектування баз даних: Навчальний посібник / Г.А. Гайна. – К. : КНУБА, 2005. – 204 с.

---

## **A MULTICORE COMPUTER SYSTEM FOR PERFORMING PARALLEL CALCULATIONS**

Gorbachov V., Harajli H.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

Modern parallel computer systems have a different structural organization [1]. The emergence of multicore processors creates the basis for the massive use of parallel processing due to the use of powerful multicore processors in PCs. Multicore processors are characterized by the organization of cache memory, the number of cores, and the core communication system. The basis of a parallel program for PCs is a process (thread). A program that is represented through threads can be executed on multiple processors (cores). Flow programming is carried out using special software tools provided by parallel programming languages and libraries.

The work is related with multicore parallel computer systems. Analyze of hardware and software of modern multicore parallel computer systems is presented.

Mathematical model of process behavior in multicore parallel computer systems is development. Model provides to describe processes and process interaction. Use model allows to reduce the time of program development and to improve the quality parallel program for multicore parallel computer systems.

In this work, the primary focus was on parallel computing. A portable application for performing matrix operations was developed during the work. Parallelization helped increase the speed of the program. Dart was chosen as the programming language, offering capabilities for building cross-platform applications and parallelizing tasks using isolates and asynchronous operations. Through the experiments, it was found that this approach is not universal and shows the highest efficiency only for tasks that meet specific requirements. Dart-based parallelization lags behind OpenMP, but the ability to run the application and perform computations on almost any device is a notable advantage. Dart has been rapidly developing and gaining popularity in recent years, so it is likely that more efficient parallelization tools will emerge over time, further improving the performance of programs.

#### **References**

1. Newman M., Networks: An Introduction, Oxford University Press, 2010. ISBN: 9780191594175, <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780199206650.001.0001>

## **DEVELOPMENT OF A METHOD FOR SYNTHESISING MODELS OF REAL-TIME SOFTWARE SYSTEMS**

Kuchuk N., Shyman A., Shyman M.  
National Technical University «KhPI», Kharkiv, Ukraine

The development of a method for synthesising models of real-time software systems is based on the use of generalised Petri nets to describe the dynamics of computer systems [1]. Typically, models of such systems are built by analysing the workload and processing the sequence of events that occur in processes. However, traditional approaches based on the static structure of the source code or tracing the actions of a real system have certain disadvantages: they may contain irrelevant routes that do not correspond to the actual behaviour of the system, and require extensive data storage. To solve these problems, we propose a method for synthesising network models capable of compactly describing the time processes that take place in a PCRF, ensuring that the details of the model match the operating system and its load. The method of constructing Petri nets using stochastic-deterministic time networks involves a five-stage approach, including collecting information about events, identifying key states and representing them in the form of an event graph. This allows tracking the probabilistic relationships between events, making it possible to identify cause and effect relationships. The method also supports hierarchical modelling and working with different levels of detail, making it suitable for assessing the performance and efficiency of a PCRF in real time.

### **References**

1. Jieshi Shen, et al. "SysML State Diagrams to Petri Net for System Behavior Analysis," 2020.

---

## **АЛГОРИТМ ПРИСКОРЕНОЇ ОБРОБКИ ВЕЛИКИХ ДАНИХ: СУЧАСНІ ПІДХОДИ**

Показій К.О., Тимошенко Д.О.  
Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Зі зростанням обсягів даних, що генеруються в різних галузях, виникає потреба в ефективних алгоритмах для їхньої обробки. Традиційні методи обробки даних часто не справляються з сучасними вимогами швидкості та масштабованості, що зумовлює необхідність розробки нових підходів до прискореної обробки великих даних. Одним із таких підходів є використання паралельних обчислень та кластерних систем, які дозволяють одночасно обробляти великі обсяги інформації, розподіляючи навантаження між кількома процесорами або серверами [1]. Сучасні алгоритми прискореної обробки великих даних також активно використовують технології машинного навчання та штучного інтелекту для автоматизації обробки і аналізу даних. Наприклад, алгоритми глибинного навчання можуть бути застосовані для

класифікації, кластеризації та виявлення аномалій у великих масивах інформації. Ці методи допомагають знижувати складність і час обробки, забезпечуючи більш точні та ефективні результати [2]. Іншим важливим напрямком є оптимізація обробки даних у реальному часі, що особливо актуально для потокових даних. Алгоритми обробки потокових даних використовують механізми буферизації та обробки на льоту, щоб забезпечити миттєву реакцію на зміни вхідних даних. Це має критичне значення в таких сферах, як фінансові ринки, інтернет-реклама та системи моніторингу [3].

**Метою доповіді є** розгляд сучасних підходів до прискореної обробки великих даних, зокрема паралельних обчислень, застосування штучного інтелекту та оптимізації обробки даних у реальному часі, а також аналіз практичних прикладів їхнього використання в різних галузях.

#### **Список літератури**

1. Ткачук Г.В. Паралельні обчислення та великі дані: нова ера обробки даних – Харків: Видавничий дім, 2002. – 154 с. – (Харківська книгарня).
2. Савченко Н.В. Глибоке навчання для аналізу великих даних: підвищення швидкості та точності – Львів: Українське видання, 2010. – 290 с. – (Дніпротех).
3. Бондар В.В. Обробка даних у реальному часі: алгоритми та підходи до потокових даних – Балаклея: Будинок книжок, 2018. – 142 с. – (Залізний тато).

---

## **FUZZING TESTING OF WEB APPLICATIONS**

Pyrozhenko S., Kuchuk N.

Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine

Web applications are a widely used online tool that operates within the global Internet and is designed to organize business processes, sell goods and services, distribute information, and communicate with users. Web applications can act as application services responsible for interaction with information systems around the world, and also provide user interface functionality for administration and access to data by users within the Internet [1]. Tools for designing and developing information systems based on web applications can simplify the process of creating complex web applications. However, developing a high-quality and reliable application is a complex and multifaceted process that requires an in-depth understanding of the principles of interaction between not only functional but also software components responsible for a specific set of actions within the program. Incorrect understanding of this process inevitably leads to the emergence of various errors that pose a threat to the integrity of data and contribute to the loss of confidential information [2]. To solve these problems, a strategy of testing applications for software errors is used.

#### **References**

1. Brooks S. Handbook of Markov Chain Monte Carlo / Brooks S., A. Gelman, G. L. Jones, Xi Meng. – Boca Raton: CRC Press, 2021. – 592 p.

## **ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА АНАЛІЗУ ПОКАЗНИКІВ ПРИ РЕАБІЛІТАЦІЇ СПОРТСМЕНІВ**

Білич Ю.Є., Філіппенко І.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

Інтенсивні навантаження в спорті часто призводять до травм, які вимагають ефективної реабілітації для повернення спортсмена до активної діяльності. Однією з головних проблем у процесі відновлення є відсутність точного й оперативного контролю фізіологічних показників спортсмена. Це обмежує можливості персоналізації реабілітаційних програм, що підвищує ризики повторних травм або затримки у відновленні.

**Метою доповіді** є розробка інтелектуальної системи моніторингу та аналізу фізіологічних показників, яка дозволить автоматизувати збір даних у реальному часі й надавати рекомендації щодо коригування реабілітаційних процесів. Така система використовує дані з носимих пристроїв, що включають монітори частоти серцевих скорочень та рівня кисню в крові.

У роботі розглядаються сучасні підходи до використання алгоритмів машинного навчання для аналізу зібраних даних. На основі отриманих результатів пропонується створення прогнозних моделей, які допоможуть оптимізувати терміни відновлення спортсменів та забезпечити персоналізовані рекомендації з реабілітації. Для збору та обробки даних було розроблено інтелектуальну систему на базі мікроконтролера ESP32, оснащеного датчиком пульсу MAX30102. Дана система дозволяє безперервно збирати дані про частоту серцевих скорочень та рівень кисню в крові, аналізувати їх за допомогою алгоритмів машинного навчання і в реальному часі формувати рекомендації щодо навантажень для спортсмена. Використовується саме апаратна платформа ESP32, для забезпечення необхідної обчислювальної потужності для роботи з великими обсягами даних і підтримує передачу інформації через Wi-Fi, що робить систему придатною для віддаленого моніторингу. Датчик MAX30102 надає можливість точної реєстрації фізіологічних показників, що є критично важливим для персоналізації процесів реабілітації.

Проведені дослідження свідчать про значний потенціал впровадження інтелектуальних систем у медичну практику для поліпшення якості обслуговування спортсменів.

Подальший розвиток цієї технології передбачає інтеграцію з існуючими медичними інформаційними системами та можливість застосування в інших областях медицини.

### **Список літератури**

1. Петров І. О., Коваленко А. Сучасні підходи до аналізу фізіологічних показників спортсменів. Сучасна спортивна медицина. 2021. С. 45-48.
2. Іванов П. М., Шевченко О. І. Використання штучного інтелекту в реабілітаційних процесах. Медицина майбутнього. 2020. С. 12-16.



## **ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ДАНИХ І КЕРУВАННЯ ДЛЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ МЕРЕЖ SMART GRID**

Бовчалоук С.Я., Демченко Є.В.

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна  
Бовчалоук Н.І.

Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна

В останній час у багатьох технологічно розвинених країнах світу спостерігаються глобальні зміни у підходах до побудови і вдосконалення енергетичних мереж. З одного боку зростають потужності джерел генерування енергії, з іншого – частина цих потужностей часто є розосередженими малопотужними «зеленими» джерелами, продуктивність яких сильно залежить від багатьох факторів.

Для якісної інтеграції таких елементів, що можуть виконувати функції розподіленої генерації, акумулювання і споживання енергії до мережі, сформульовано підхід, що отримав назву «Smart Grid» – інтелектуальні мережі, метою якої є забезпечення надійної, високоефективної, економічної та сталої системи постачання електроенергії [1, 2].

**Метою доповіді** є аналіз технологій обробки даних і керування в мережах Smart Grid, та формування підґрунтя для реалізації елементів такої обробки на базі керуючих пристроїв з паралельною архітектурою.

У [3] сформульовано вимоги і напрямки удосконалення керуючих структур з паралельною архітектурою, для створення сучасних ПЛІС ПЛК ПД, з розширеними функціональними можливостями, що відкривають шлях для побудови систем керування і обробки даних на їх базі не тільки для систем критичного застосування, але і для інтелектуальних мереж. Такі особливості керуючих пристроїв з паралельною архітектурою як відсутність залежності часу обробки вхідних даних і формування команд керування від кількості входів-виходів, а також реалізація функцій нечіткого логічного висновку, дозволяють пропонувати подібні структури для побудови ефективних і надійних елементів систем обробки даних і керування в мережах Smart Grid.

### **Список літератури**

1. Бовчалоук С. Я. Перспективи побудови інтелектуальних мереж SMART GRID базі ПЛІС-технологій / С. Я. Бовчалоук, С. О. Тимчук, І. О. Фурман [та ін.] // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2017. – №5 (134). – С. 80–85.

2. Stanislav Bovchaliuk. The Architecture of Fuzzy Logic Automat of Parallel Action for the Intelligent Smart Grid Networks / S. Bovchaliuk, S.Tymchuk, S. Shendryk, V. Shendryk // New Technologies, Development and Application III. NT 2020. Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 128. Springer, – 2020. – P. 462–468.

3. Бовчалоук С. Я. Визначення напрямків розвитку керуючих пристроїв з паралельною архітектурою на базі ПЛІС / С. Я. Бовчалоук, О. М. Піскар'юв, С. С. Радченко, [та ін.] // Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць. – Полтава: ПНТУ, 2023. – Випуск 1 (71). – С. 69-72. ISSN 2073-7394.

## **ПРИСКОРЕННЯ ХМАРНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ДЛЯ ЗАПИТІВ СИСТЕМИ ІН ТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ**

Кожевніков Г.К., Третьякова Д.Є.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,  
Харків, Україна

З появою в IoT середовищах можливості обчислень на периферії та у тумані стало можливим використання концепції розподілених систем при виконанні хмарних обчислень для запитів системи Інтернету речей, що сприяло перенесенню низки обчислень із хмарного шару на нижні шари [1]. Однак це також створило деякі нові проблеми для оптимізації процесу обчислень у випадку, коли програми, що базуються на контейнерах, повинні бути організовані на оптимальній інфраструктурі розгортання [2]. Сучасні IoT-застосунки, налаштовані на розподілені обчислення, вимагають розгортання програмних компонентів на кількох шарах IoT, починаючи з реальних датчиків та відеокамер, які виробляють потоки даних до хмарних центрів обробки даних, де виконується комплексний аналіз наданої інформації [3].

У доповіді представлені результати досліджень та розробки методу, який може використовуватися для вибору оптимальної інфраструктури розгортання засосунків IoT та інтегруватися в існуючі інструменти розробки програмного забезпечення. Метод орієнтований на забезпечення високого рівня якості при обчисленнях у «Edge-to-Fog-to-Cloud» континуумі, шляхом задоволення критерію якості, заданого при визначенні оптимальної обчислювальної інфраструктури.

Результати, отримані у процесі проведення дослідження ефективності запропонованого методу, дозволили зробити висновки щодо його працездатності. Розроблене рішення орієнтується як на необхідні властивості застосунків, так і на вимоги щодо виконання QoS постачальниками інфраструктури, зіставляє ці властивості та виконує розрахунки, щоб сформувати список ранжування доступних інфраструктур розгортання. Результатом є список ранжирування інфраструктур розгортання, який перевіряється за допомогою логіки PCTL.

Запропонований метод не обмежується атрибутами нефункціональних вимог, що розглядаються у дослідженні. Він може бути додатково розширеним за рахунок реалізації додаткових дисфункцій для ефективного задоволення вимог до якості будь - якого іншого мікросервісу IoT.

### **Список літератури**

1. Liu, L., Chen, H., Xu, Z. (2022). SPMOO: A Multi-Objective Offloading Algorithm for Dependent Tasks in IoT Cloud-Edge-End Collaboration. Information, 13, 75. doi: <https://doi.org/10.3390/info13020075>
2. Chalapathi, G.S.S., Chamola, V., Vaish, A., Buyya, R. (2022). applications of edge and fog computing: A review and future directions. Advances in Information Security, 83, 293–325. doi: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-57328-7\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-57328-7_12)
3. Qayyum, T., Trabelsi, Z., Waqar Malik, A., Hayawi, K. (2022). Mobility-aware hierarchical fog computing framework for Industrial Internet of Things. Journal of Cloud Computing, 11(1), 72. doi: <https://doi.org/10.1186/s13677-022-00345-y>

## УЧАСНИКИ КОНФЕРЕНЦІЇ (секція 4)

Abdullayeva A. .... 8	Jahangirov V.A. .... 15	Shyman M. .... 142
Akhundov R.G. .... 9	Kalachova V.V. .... 126	Skorlupin O. .... 132
Arif qızı N. .... 7	Khudeynatov E.K. 16	Svitenko H. .... 122
Babayev S.M. .... 9	Klivets S.I. .... 126	Talibov A.M. .... 11
Bayramov A.A. .... 11	Kolomiitsev O.V. . 125	..... 17
Bayramov A.A. .... 17	..... 126	..... 21
Bielytskyi D.M. .... 78	Komarov V.O. .... 125	Taran N. .... 131
Biesova A.O. .... 125	Kuchuk N. .... 142	Tkachov V. .... 58
..... 126	..... 143	..... 59
Chepurna I. .... 58	Kuleshov O.V. .... 126	..... 60
Dotsenko N.V. .... 36	Kuleshova T.V. .... 126	Umudov S.U. .... 23
Dotsenko N.V. .... 39	Liu An ..... 127	Valehov S. .... 15
Frolov D.Y. .... 79	Liubchenko N. .... 127	Yareshchenko V. .. 38
Garayev M.F. .... 6	Lutsiv Y.S. .... 39	Yashyna O.S. .... 35
Gorbachov V. .... 112	Mamedov I. .... 8	Yeromina N.S. .... 78
..... 141	Mikhnov Ye. .... 59	Zakarya N.Z. .... 22
Harajli H. .... 141	Mikhnov Ye. .... 60	Zakaryayev Z.N. .. 22
Hasanov A.H. .... 19	Mosiichuk A.M. ... 125	Андрусенко Ю.О. 138
Hasanova S.A. .... 12	Nasibov Y.A. .... 19	Анікін А.М. .... 37
Hashimov E.G. .... 6	Pashayev A.B. .... 12	Аргунов В.В. .... 103
..... 7	Pashayeva Y. I. .... 7	Бабич М.Г. .... 86
..... 9	Podorozhniak A. ... 127	Байдужний В.В. .. 120
..... 11	..... 131	Барковська О.Ю. 66
..... 13	..... 132	..... 68
..... 15	Ponomarenko O. ... 78	..... 69
..... 16	..... 112	..... 70
..... 17	Pyrozhenko S. .... 143	..... 71
..... 21	Romanenkov Yu. .. 122	..... 72
..... 23	Rudakov I.S. .... 125	..... 73
Hazarkhanov A.T. . 23	..... 126	..... 74
Hazarkhanov U.A. 17	Sabziev E.N. .... 13	..... 75
..... 21	Seliutin D.A. .... 35	..... 76
Huseynov B.S. .... 13	Shyman A. .... 142	Башилов В.С. .... 91

Білич Ю.Є. .... 144	Грибовська В.А. .. 88	Іващенко Г.С. .... 80
Бобрусь Т.М. .... 121	Губка О.С. .... 33	..... 81
Бовчалюк Н.І. .... 145	Губка С.О. .... 33	..... 82
Бовчалюк С.Я. .... 145	Гук А.С. .... 52	..... 83
Богатов Є.О. .... 43	..... 52	..... 84
Бологова Н.М. .... 102	Гунько М.А. .... 87	Ігнат'єв О.О. .... 75
..... 117	Гуренко Д.М. .... 82	Ільїна І.В. .... 104
Бондар І.І. .... 119	Давиденко В.В. ... 133	..... 105
Бондар Н.О. .... 116	Давидов Я.А. .... 73	..... 106
Бондаренко К.В. .. 80	Даценко С.С. .... 137	Карлов Д. .... 25
Бондаренко М.Е. . 56	Демент'єв А.М. ... 44	Кійко А.А. .... 130
..... 57	Демиденко Д.В. .. 89	Коваленко А.А. ... 48
Ботнар П.Д. .... 77	Демченко Є.В. .... 145	Ковтун Є.В. .... 50
Боярська Т.М. .... 34	Дерев'яно К.А. .. 52	Кожевніков Г.К. . 146
Брестовицький Р. 106	Дубограй Д.Д. .... 114	Колтун Ю.М. .... 89
..... 49	Дяченко В.О. .... 119	..... 93
Бугрій А.М. .... 49	Дяченко Д.О. .... 118	..... 114
..... 50	Єнгаличев С. .... 24	..... 115
..... 51	Єрошенко О.А. ... 85	..... 116
Буслов П.В. .... 48	..... 86	Коновод Д.Ю. .... 101
Бухарова Л.Д. .... 76	..... 124	Коробко В.Ю. .... 72
Васильєв О.Ю. .... 107	Житник В.Ю. .... 113	Кравченко П.О. ... 55
Ващенко К.С. .... 84	Журавель Д.С. .... 49	..... 61
Велікан О.В. .... 99	Журило О.Д. .... 92	Кравченко Р.В. ... 45
Верещак А.Г. .... 136	Заброда І.С. .... 74	Криворучко О.М. 100
Вітко В.О. .... 81	Заполовський М. . 135	Крюкова І.В. .... 97
Волк Д.М. .... 51	..... 136	Кузніченко В.М. . 26
..... 99	Зборовський М.М. 50	Кузьмін А.А. .... 115
Волк М.О. .... 49	Змієвська І.В. .... 128	Курлаєв В.І. .... 71
..... 50	Знайдюк В.Г. .... 88	Кучук Н.Г. .... 137
Гейко Г.В. .... 134	..... 90	..... 138
Горбачов В.О. .... 54	..... 95	Кушнар'єв М.О. . 27
..... 91	..... 96	Лещенко О.Б. .... 37
Горохов Д.В. .... 63	..... 98	..... 41
Гречіхін А.О. .... 133	Зубенко Д.Р. .... 83	Лещенко Ю.О. .... 29

Лещенко Ю.О. .... 31	Омельченко В.В. . 90	Ступаренко Р.Ю., 95
Лещинська І.О. .... 46	Пасічнюк Р.Р. .... 105	Таранюк М.М. .... 32
Лещинський В.О. 47	Перетяка Є.О. .... 66	Тимошенко Д.О. . 53
Лучко А.П. .... 67	Петров К.Е. .... 42	..... 142
Ляпін Я.А. .... 68	Пилипенко О.Р. ... 55	Третьякова Д.Є. .. 146
Ляшенко О.С. .... 92	Піскарьов О.М. ... 62	Тухтаров В.Б. .... 97
..... 93	..... 63	Усов О.О. .... 113
..... 95	..... 64	Фесенко А.М. .... 100
..... 99	Пліско О.О. .... 41	..... 101
..... 100	Подорожняк А.О. 128	Філіпенко І.В. .... 110
..... 101	..... 129	..... 144
..... 120	..... 130	Філіппенко О.І. ... 107
..... 121	Показій К.О. .... 142	..... 108
Лященко В.О. .... 52	..... 53	Філоненко А.М. .. 140
Малєєва О.В. .... 32	Порошенко А.І. ... 48	Харченко Н.А. .... 113
Малюга А.І. .... 28	Пусан А.М. .... 123	Холодний М.О. ... 54
Мартовицький В. 105	Радченко І.В. .... 98	Хома Д.М. .... 129
..... 111	Ратушний І.В. .... 110	Цірульніков Д.В. 96
Мезенцев М.В. .... 135	Рева О.А. .... 30	Цуканов Є.Є. .... 118
Михайліченко І. .. 65	Романенко А.О. ... 70	Чала О.В. .... 43
Міхаль О.П. .... 96	Романенков Ю.О. 123	Чалапко В.В. .... 133
..... 97	Рудавін А.Є. .... 64	Чалий С.Ф. .... 44
..... 98	Рябов О.В. .... 134	..... 45
..... 119	Рябуха С.О. .... 29	..... 46
Міщенко Д.О. .... 140	Самойлов І.А. .... 50	..... 47
Можаєв О.О. .... 139	Семенов С.Г. .... 24	Чалий Т.В. .... 42
..... 140	..... 25	Чепурних М.А. ... 102
Молчанов Г.І. .... 137	Семко В.В. .... 61	Чухлебов І.Я. .... 104
Момот М.О. .... 40	Сердечний В.С. ... 67	Швачич М.В. .... 69
Мостовий А.В. .... 62	Сидоренко С.П. ... 108	Шимко Д.І. .... 40
Мошунов Д.О. .... 109	Сирадоев А.О. .... 139	Шкіль О.С. .... 109
Нарватов О.П. .... 117	Смідович Л.С. .... 30	Шупилюк М.В. ... 111
Нго За Фат ..... 93	Соробей Б.В. .... 49	Щолкін М. М. .... 85
Олефір М.О. .... 124	Сорокін А.Р. .... 118	Янковський О.А. 77
Оліфір М.В. .... 135	Стойка Ф.В. .... 31	Яшина О.С. .... 34

## ОРГАНІЗАЦІЇ, ЯКІ ПРИЙНЯЛИ УЧАСТЬ У КОНФЕРЕНЦІЇ

*Азербайджанська національна авіаційна академія, Баку, Азербайджан*  
*Азербайджанський державний аграрний університет; Гянджа, Азербайджан*  
*Азербайджанський державний педагогічний університет, Баку, Азербайджан*  
*Азербайджанський державний університет нафти та промисловості, Баку, Азербайджан*  
*Азербайджанський економічний університет UNЕС, Баку, Азербайджан*  
*Азербайджанський технічний університет, Баку, Азербайджан*  
*Азербайджанський технологічний університет, Баку, Азербайджан*  
*Азербайджанський університет будівництва та архітектури, Баку, Азербайджан*  
*Бакинський державний університет, Баку, Азербайджан*  
*Бакинський інженерний університет, Баку, Азербайджан*  
*Бакинський слов'янський університет, Баку, Азербайджан*  
*Військовий науково-дослідний інститут, Баку, Азербайджан*  
*Військовий інститут імені Гейдара Алієва, Баку, Азербайджан*  
*Військовий інститут зв'язку та інформаційних технологій імені Героїв Крут Київ, Україна*  
*Головне управління ДСНС України в Полтавській області, Полтава, Україна*  
*Головне управління ДСНС України в Херсонській області, Херсон, Україна*  
*Гуманітарна міжнародна організація The Halo Trust, Київ, Україна*  
*Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України, Київ, Україна*  
*Державний біотехнологічний університет, Харків, Україна*  
*Інститут військового управління Національного університету оборони, Баку, Азербайджан*  
*Інститут освіти Азербайджанської Республіки, Баку, Азербайджан*  
*Інститут радіаційних проблем, Баку, Азербайджан*  
*Інститут систем управління Азербайджанської Національної академії наук, Баку, Азербайджан*  
*Національна авіаційна академія, Баку, Азербайджан*  
*Національна академія Національної гвардії України, Харків, Україна*  
*Національне аерокосмічне агентство, Баку, Азербайджан*  
*Національний авіаційний університет, Київ, Україна*  
*Національний аерокосмічний університет імені М. Є. Жуковського "Харківський авіаційний інститут", Харків, Україна*  
*Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна*  
*Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна*  
*Національний університет оборони Азербайджанської республіки, Баку, Азербайджан*  
*Національний університет "Одеська політехніка", Одеса, Україна*  
*Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна*  
*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, Дніпро, Україна*  
*Республіканський центр сейсмозвідки, Баку, Азербайджан*  
*Сумгаїтський державний університет, Сумгаїт, Азербайджан*  
*Університет технологій і гуманітарних наук, Бельсько-Бяла, Польща*  
*Харківський національний університет внутрішніх справ, Харків, Україна*  
*Харківський національний економічний університет ім. Саймона Кузнеця, Харків, Україна*  
*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків, Україна*  
*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, Україна*  
*Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна*  
*Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна*  
*Харківський радіотехнічний фаховий коледж, Харків, Україна*

## **ДЛЯ НОТАТОК**

## ЗМІСТ

Том 1: секції 1, 2, 3

Том 2: секція 4

Секція 4 Комп’ютерні методи і засоби інформаційних технологій  
та управління ..... 6

Том 3: секція 5, 6, 7

Учасники конференції (секції 1, 2, 3) ..... 147

Організації, які прийняли участь у конференції ..... 150

---

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

## ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИЗАЦІЇ

Тези доповідей  
одинадцятої міжнародної науково-технічної конференції  
(21 – 22 листопада 2024 року)  
Том 2: секція 4

Відповідальна за випуск *Н. Г. Кучук*  
Технічний редактор *І. А. Лебедева*  
Коректор *В. В. Богомаз*  
Комп’ютерне складання та верстання *Н. Г. Кучук, І. Ю. Петровська*

Адреса оргкомітету: вул. Кирпичова, 2, Харків, 61002, Україна  
НТУ «ХП», Вечірній корпус, кімната 314  
тел. +38 (057) 707 61 65

Підписано до друку 14.11.2024                      Формат 60 × 84/16  
Ум.-вид. арк. 9,5.                      Тираж 100 пр.                      Зам. 1114-24/2

Віддруковано з готових оригінал-макетів у цифровій друкарні Impress  
61002, м. Харків, вул. Пушкінська, 56, тел. + 38 (057) 714-52-11  
e-mail: [irina@impress.biz.ua](mailto:irina@impress.biz.ua)