www.konferenciaonline.org.ua

Міжнародна наукова інтернет-конференція

Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення

Випуск 97

ISSN 2522-932X

Google Scholar

AKADEMIA NAUK STOSOWANYCH
WYŻSZA SZKOŁA ZARZĄDZANIA I ADMINISTRACJI W OPOLU

13-14 березня 2025 р.

м. Тернопіль, Україна – м. Ополе, Польща
2025

УДК 001 (063)

Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення (випуск 97)*:* матеріали Міжнародної наукової інтернет-конференції, (м. Тернопіль, Україна, м. Ополе, Польща, 13-14 березня 2025 р.) / редкол. : О. Патряк та ін. ГО "Наукова спільнота", WSZIA w Opolu. Тернопіль : ФО-П Шпак В.Б. 2025. 102 с. – ISSN 2522-932X

Збірник доповідей підготовлено за матеріалами Міжнародної наукової інтернет-конференції (випуск 97) 13-14 березня 2025 р. на сайті www.konferenciaonline.org.ua

Оргкомітет ГО Наукова спільнота:
Патряк Олександра Тарасівна, кандидат економічних наук, ЗУНУ;
Шевченко (Огінська) Анастасія Юріївна, кандидат економічних наук, директор ТОВ «Школа для майбутнього» (ThinkGlobal Ternopil);
Назарчук Оксана Михайлівна, доктор філософії (Ph.D.), ДВНЗ «Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана»;
Гомотюк Оксана Євгенівна, доктор історичних наук, професор, ЗУНУ;
Біловус Леся Іванівна, доктор історичних наук, кандидат філологічних наук, професор, ЗУНУ;
Ребуха Лілія Зіновіївна, доктор педагогічних наук, кандидат психологічних наук, професор, ЗУНУ;
Недошитко Ірина Романівна, кандидат історичних наук, доцент, ЗУНУ;
Стефанишин Олена Василівна, кандидат історичних наук, доцент, ЗУНУ;
Яблонська Наталія Мирославівна, кандидат філологічних наук, старший викладач, ЗУНУ;
Рудакевич Оксана Мирославівна, кандидат філософських наук, ЗУНУ;
Русенко Святослав Ярославович, аспірант, Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка.

Тексти матеріалів конференції подаються в авторській редакції. Відповідальність за точність, достовірність і зміст поданих матеріалів несуть автори. Всі роботи ліцензується відповідно до Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Автори зберігають авторське право, а також надають збірнику право першого опублікування оригінальних наукових статей на умовах ліцензії Creative Commons Attribution 4.0 International License, що дозволяє іншим розповсюджувати роботу з визнанням авторства твору та першої публікації в цьому збірнику.

Наша адреса: Оргкомітет МНІК "Конференція онлайн"
а/с 797, м. Тернопіль 46005
тел. моб. 068 366 0 525
e-mail: inetkonf@ukr.net

URL Інтернет-конференції: http://www.konferenciaonline.org.ua/
ISSN 2522-932X

© ГО "Наукова спільнота" 2025

© Автори статей 2025

***Andrii Smetiukh**, postgraduate,*
Lviv Polytechnic National University, AI Department, Ukraine

***Orest Bilas**, candidate of technical sciences,*
Lviv Polytechnic National University, AI Department, Ukraine
ORCID: 0000-0002-2606-928X

ADVANCEMENTS IN LSTM-BASED TRAFFIC OPTIMIZATION: A REVIEW OF METHODOLOGIES, APPLICATIONS, AND FUTURE DIRECTIONS

Internet address of the article on web-site:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2137/

Urban traffic congestion, a critical challenge exacerbated by rapid urbanization, demands innovative solutions for real-time prediction and adaptive management. Long Short-Term Memory (LSTM) networks have revolutionized traffic optimization by outperforming traditional statistical models like ARIMA and SVM, achieving over 95% accuracy in spatiotemporal forecasting. This review highlights cutting-edge methodologies, including hybrid architectures (e.g., GCN-LSTM) and attention mechanisms (e.g., NTAM-LSTM), which reduce prediction errors by 30% and MAE to 0.401. Applications span dynamic route planning, air traffic conflict prediction (<3% error), and adaptive signal control systems that reduce peak-hour delays by 25%. Despite their success, challenges such as scalability, data heterogeneity, and real-time processing persist. Emerging solutions like edge computing, multi-modal data fusion, and reinforcement learning integration are poised to address these limitations. By synthesizing advancements and future directions, this work underscores LSTM's transformative role in building efficient, sustainable transportation networks.

1. Introduction

Urbanization and population growth have intensified traffic congestion, costing economies billions annually in lost productivity and fuel waste. Traditional traffic prediction models, such as ARIMA and SVM, struggle to capture the non-linear, dynamic nature of traffic patterns due to their inability to model long-term temporal dependencies and spatial heterogeneity. For instance, ARIMA's linear assumptions fail to account for sudden disruptions like accidents, while SVM's reliance on kernel functions limits scalability in large networks.

2. Methodologies and Advancements

2.1 Core LSTM Networks: LSTM networks excel in traffic prediction by resolving the vanishing gradient problem through input, output, and forget gates [1], [2]. These gates regulate information flow, enabling the model to retain critical

historical data—such as rush-hour patterns—over extended sequences. Recent innovations focus on hybrid architectures:

GCN-LSTM: Combines graph convolutional networks (GCNs) with LSTMs to model road networks as graphs, where nodes represent intersections and edges denote road segments. GCNs extract spatial dependencies (e.g., congestion spillover effects), while LSTMs capture temporal trends. Article [3] demonstrated a 95.2% R^2 score and 30% error reduction in urban traffic datasets.

CNN-LSTM: Integrates CNNs for grid-based spatial feature extraction (e.g., traffic heatmaps) with LSTMs for time-series analysis, achieving 93% accuracy in highway traffic forecasting.

2.2 Attention Mechanisms and Bidirectional LSTMs: Attention mechanisms dynamically prioritize influential features, such as flow volume or peak-hour anomalies. The NTAM-LSTM model uses a neural temporal attention module to assign adaptive weights to traffic variables, reducing MAE to 0.401 in network traffic prediction [4]. Bidirectional LSTMs (BiLSTMs) further enhance robustness by processing data in forward and reverse sequences, capturing dependencies from past and future contexts [5].

2.3 Transformer-LSTM Fusion: Emerging frameworks integrate transformers—known for their self-attention capabilities—with LSTMs to handle multi-scale temporal patterns. For example, transformer-LSTM models improve prediction horizons for weekly traffic trends while maintaining hourly accuracy.

3. Applications in Traffic Optimization

3.1 Dynamic Route Planning: LSTM-based systems integrated with routing algorithms (e.g., A*) provide real-time congestion updates, enabling drivers to bypass bottlenecks. In Singapore's Intelligent Transport System, such models reduced average commute times by 18% during peak hours by analyzing historical GPS data and real-time sensor inputs.

3.2 Air Traffic Management: LSTM models predict flight conflicts by analyzing airspace density, velocity, and weather data. The LSTM framework described in [6] was developed for en-route airspace management, achieving a 2.8% error rate in conflict prediction. This application is critical for high-traffic corridors, such as European airspace, where delays cost €1.4 billion annually.

3.3 Adaptive Traffic Signal Control: LSTM-driven signal systems adjust green-light durations based on predicted traffic volumes. In a pilot study in Los Angeles, adaptive signals reduced intersection delays by 25% and idling emissions by 15%, showcasing environmental benefits.

4. Challenges and Mitigation Strategies

4.1 Scalability and Real-Time Processing: Processing terabytes of data from IoT sensors and cameras in real-time remains a bottleneck. Edge computing decentralizes computation, enabling local data processing at traffic nodes. For example, NVIDIA's Metropolis platform uses edge-based LSTMs to optimize traffic flow in smart cities.

4.2 Data Quality and Heterogeneity: Noisy or incomplete data from disparate sources (e.g., GPS, loop detectors) hinder model generalization. Techniques like

generative adversarial networks (GANs) synthesize realistic traffic data, while federated learning preserves privacy by training models on decentralized datasets.

4.3 External Factor Integration: Unpredictable events (e.g., accidents, protests) require probabilistic modeling. Ensemble methods combining LSTMs with Bayesian networks improve robustness to outliers, as demonstrated in New York City's traffic incident management system.

5. Future Directions

5.1 Hybrid Models with Reinforcement Learning (RL): RL-LSTM frameworks can optimize traffic signals dynamically. For instance, DeepMind's collaboration with Istanbul reduced bus delays by 40% using RL-driven LSTM models.

5.2 Multi-Modal Data Fusion: Integrating V2X communication, drone surveillance, and social media feeds enriches contextual awareness. In Barcelona, X (formerly Twitter)data on public events improved congestion prediction accuracy by 12%.

5.3 Ethical and Sustainable AI: Addressing data privacy concerns and energy consumption is critical. Quantum computing and spiking neural networks offer pathways for energy-efficient LSTM training.

6. Conclusion

LSTM networks have redefined traffic optimization through unparalleled spatiotemporal modeling. Hybrid architectures, attention mechanisms, and edge computing address current limitations, while RL and multi-modal integration promise scalable, adaptive solutions. Collaboration between policymakers, engineers, and AI researchers is essential to translate these innovations into real-world impact. As urbanization accelerates, LSTM-based systems will remain pivotal in creating resilient, sustainable transportation ecosystems.

References:

1. Льовкін, В. (2024). Особливості програмування алгоритмів і структур даних при прогнозуванні автомобільного трафіку. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 331 (1), 252-258. https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-331-38
2. Льовкін, В. М. (2023). Моделі прогнозування автомобільного трафіку на основі LSTM при розробці прикладних програм. *Технічна інженерія*, (2 (92), 152-157. https://doi.org/10.26642/ten-2023-2(92)-152-157
3. Wu, Zhizhu & Huang, Mingxia & Zhao, Aiping & lan, Zhixun. (2021). Traffic prediction based on GCN-LSTM model. Journal of Physics: Conference Series. 1972. 012107. 10.1088/1742-6596/1972/1/012107
4. Zhao Z., Chen W., Wu X., Chen P. C. Y., and Liu J., LSTM network: a deep learning approach for short-term traffic forecast, *IET Intelligent Transport Systems*. (2017) 11, no. 2, 68-75, https://doi.org/10.1049/iet-its.2016.0208, 2-s2.0-85015163282.

5. Abduljabbar, R.L., Dia, H. & Tsai, PW. Development and evaluation of bidirectional LSTM freeway traffic forecasting models using simulation data. *Sci Rep* 11, 23899 (2021). https://doi.org/10.1038/s41598-021-03282-z
6. Lyu, W., Zhang, H., Wan, J., & Yang, L. (2021). Research on Safety Prediction of Sector Traffic Operation Based on a Long Short Term Memory Model. *Applied Sciences*, 11 (11), 5141. https://doi.org/10.3390/app11115141

***Oleksii Pysarchuk**, Doctor of Technical Sciences, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine*
ORCID: 0000-0001-5271-0248

***Yurii Mironov**, PhD student, National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine*
ORCID: 0000-0002-2291-5864

APPROACHES TO FEATURE EXTRACTION FOR CHROMOSOMAL DATA PROCESSING

Internet address of the article on web-site:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2123/

Automation of karyotyping (chromosomal image processing) is a broad and relevant application domain that introduces a variety of complex scientific and applied problems, some of which have not been fully solved to date. Related research [1-3] indicates that approaches chromosome identification and classification powered by neural networks show great promise, but offer inconsistent results for chromosomes with altered structure because structural abnormalities are diverse and cannot be adequately represented in training image datasets.

Therefore, the task of developing a technological basis for analyzing chromosome images that would allow identifying abnormal chromosomes is relevant. The first step towards developing such a technological basis is a feature extraction algorithm that reflects the logical structure of the chromosome. Individual images of chromosomes have been chosen as an input format (fig. 1).

Fig. 1. A pair of human chromosomes 10

In the cytogenetic laboratories, unautomated karyotyping process consists of comparing each individual chromosome to ideograms – schematic images of "ideal" chromosomes. Each type of chromosome (1, 2, …, 22, X, Y) has its corresponding ideogram. By matching image of patient's chromosome to a certain ideogram, chromosome can be categorized as a chromosome of a certain type.

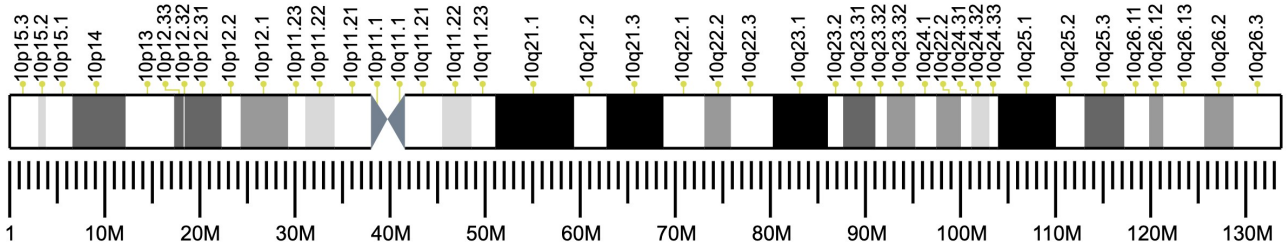


Fig. 2. Human chromosome 10 ideogram

Thus, the process of identification of a single chromosome consists of a comparison between structure of a chromosome and structure of an ideogram. Both of these structures can be expressed as a sequence of bands, where each band has properties "length" and "color". Each chromosome type has a distinct combination of such bands. So, in order to perform an extraction of logical features from a chromosome image, one would need to extract information about such structure.

Similar approaches have been proposed in the past [4], and they base upon extracting a medial axis of a chromosome and obtaining a color profile throughout this medial axis. However, this approach has two flaws: 1) known skeletonization algorithms do not guarantee image skeleton to be a single line with two ends (fig. 3); 2) it is up to debate which algorithm should be used for identifying "black" and "white" bands on a chromosome due to low contrast of images.

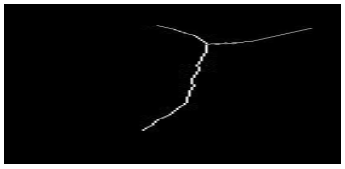


Fig. 3. Improper skeletonization result

Flaw 1 can be bypassed using geometric transformation (fig. 4). After that, a skeletonization algorithm is applied.

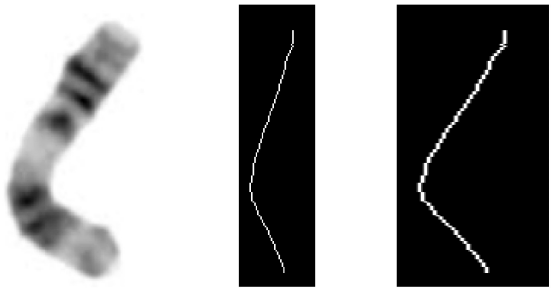


Fig. 4. Extraction of medial axis using geometric transformation

Flaw 2 has been addressed using adaptive thresholding binarization, converting grayscale chromosome image into an image consisting only of white and black pixels. As a result, a color profile of binarized image can be extracted (fig. 5). It can be expressed as a list of numbers with possible values 0 (black) and 255 (white).

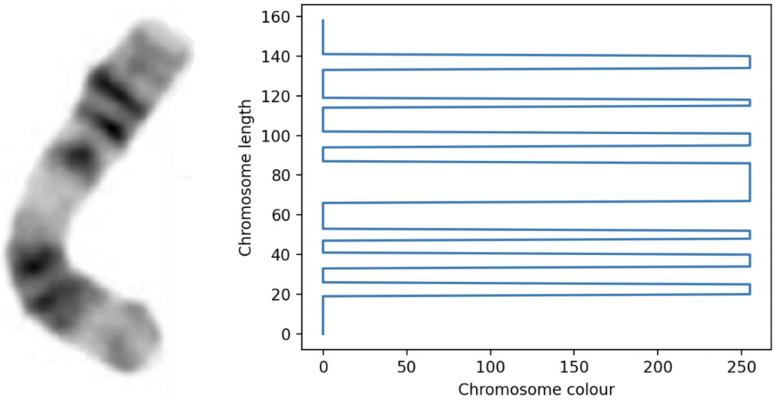


Fig. 5. Chromosome color profile extraction

To measure the efficiency of a proposed approach, a dataset of 36 chromosome images has been used. Dataset consists of 3 chromosome types, 12 images for each. In order to prove the potential of the proposed approach, its performance has been compared to VGG16. This neural network for feature extraction has been chosen because of its versatility and common usage. Rand index has been used to measure the clustering efficiency, comparing similarity between expected and computed clusters [5]. Results of such a comparison can be observed in table 1.

Table 1. Proposed algorithm efficiency measurement

Algorithm	Rand score
VGG16	0.49523809523809526
Proposed algorithm	0.6444444444444445

As can be seen, the proposed algorithm offers +15% accuracy increase comparing to a commonly used feature extraction tool. This can be explained by the fact that proposed method extracts logical features out of chromosomal image instead of hierarchical features extracted by VGG16. Therefore, complex geometry of chromosomal objects has a lesser effect on precision comparing with common methods.

Thus, proposed approach to chromosomal feature extraction shows some promise. Further research should be focused on introducing new methods of chromosome color extraction and effective thresholding binarization algorithm.

References:
1. Wu Y., Yue Y., Tan X., Wang W., Lu T. End-To-End Chromosome Karyotyping with Data Augmentation Using GAN. *25th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, Athens, Greece, 2018;
2. Vajen, B., Hänselmann, S., Lutterloh, F., Käfer, S., Espenkötter, J., Beening, A., Bogin, J., Schlegelberger, B., Göhring, G. Classification of fluorescent R-Band metaphase chromosomes using a convolutional neural network is precise and fast in generating karyograms of hematologic neoplastic cells. *Cancer genetics*. 2022. Vol. 260-261. P 23-29;
3. Moradi, M., & Setarehdan, S.K. New features for automatic classification of human chromosomes: A feasibility study. *Pattern Recognit. Lett*. 2006. Vol. 27, P. 19-28;
4. Pysarchuk, O., Mironov, Y. Chromosome Feature Extraction and Ideogram-Powered Chromosome Categorization. *Advances in Computer Science for Engineering and Education. ICCSEEA 2022. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*. 2022. Vol 134. Springer, Cham;
5. Scikit-learn, (n.d.). Rand score. Retrieved Jan 4, 2024, from https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sklearn.metrics.rand_score.html.

***Гріщенко Костянтин Сергійович**, аспірант*
кафедри обчислювальної техніки,
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
ORCID: 0009-0008-9251-0222

***Писарчук Олексій Олександрович**, доктор технічних наук,*
професор кафедри обчислювальної техніки,
Національний технічний університет України
"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"
ORCID: 0000-0001-5271-0248

МЕТОД РОЗПОДІЛУ ЗАМОВЛЕНЬ НА ВИРОБНИЦТВО ДЛЯ BIGDATA СИСТЕМ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2126/

Актуальність

В умовах глобального дефіциту ресурсів та зростаючої популярності концепцій бережливого виробництва, з урахуванням швидкої трансформації потреб і цілей в промисловості, виникає необхідність створення ефективних математичних моделей і технологій для оптимального розподілу ресурсів. Підвищення продуктивності та точності розв’язання задач з великою розмірністю вхідних даних сприятиме розширенню можливостей інформаційних систем. Це, у свою чергу, дозволить впроваджувати

автоматизовані підходи до управління ресурсами в компаніях та організаціях, де раніше такі рішення були недоступні через недостатню продуктивність існуючих технологій.

Вступ

Розподіл обмежених ресурсів є класом оптимізаційних задач, спрямованих на знаходження точки максимального або мінімального значення цільової функції в межах визначеного обмеженнями простору. Ці задачі мають ключове значення для управління складними системами. Виділення таких задач у самостійну наукову дисципліну – "Дослідження операцій" – було здійснено ще у 1951 році [3], що заклало фундамент для подальших досліджень у сфері математичного моделювання планування, логістики та розподілу ресурсів.

Сучасні підходи до оптимізації

1. Жадібні алгоритми, метод гілок і границь.
2. Методи цілочисельного лінійного та нелінійного програмування.
3. Методи динамічного програмування.
4. Алгоритми машинного навчання та навчання з підкріпленням.

Запропонований підхід

Ключовим обмеженням існуючих точних підходів є недостатня масштабованість для застосування в BigData системах. У цього явища є головна причина – експоненційний ріст часу розрахунку в залежності від вхідних даних. Спираючись на класичні математичні моделі [1] пропонується метод їх масштабування з ціллю зменшення кількості змінних, значення яких необхідно знайти.

Метод полягає в ітеративному розв’язку базової оптимізаційної моделі для виокремленої підмножини вхідних даних. Для управлінням розміром вхідних даних, що обробляються на кожній ітерації вводиться параметр BATCH_SIZE.

Кроки алгоритму:

1. Відповідно до значення введеного параметру BATCH_SIZE вибирається кількість замовлень з вхідного масиву.
2. Формується модель програмування обмеженнями [4], для не розподілених замовлень вносяться змінні, для уже розподілених – константи.
3. Знаходиться рішення доступними алгоритмами розв’язку цілочисельних лінійних задач, до прикладу Or-Tools.
4. Знайдені значення змінних оптимального рішення зберігаються в окрему структуру.
5. Якщо є нерозподілені замовлення повертаємось на крок 1.

Запропонований метод поєднує в собі переваги жадібного алгоритму і точного підходу [2]. Це дозволяє розв’язувати задачі великої розмірності за прийнятний час спираючись при цьому на критерії оптимізації, а не виключно на евристику. Збереження переваги в гнучкості моделювання і висока продуктивність відкривають можливість до застосування даного підходу в

BigData системах. Крім того метод подібний за способом застосування і перевагами з звичним для цього типу систем підходом пакетної обробки даних.

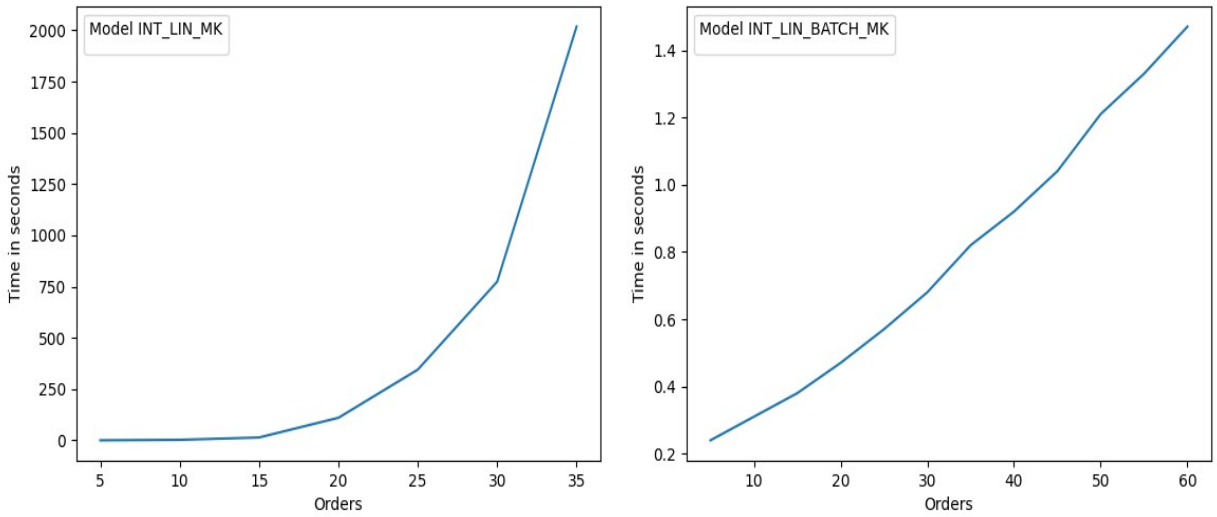


Рис. 1 – Порівняно продуктивності базового методу і запропонованого

Часу розрахунку зростає лінійно в залежності від розміру вхідних даних що продемонстровано графіком. Демонструється прискорення понад 2000 раз відносно базового підходу для вхідних даних розмірністю в N = 35 замовлень і BATCH_SIZE = 5, що пояснюється експоненційною складністю алгоритму застосованого на кроці 3. В описаному випадку базовий алгоритм викликається 7 раз, тоді як в базовому підході 1, але для всіх вхідних даних відразу. Негативною стороною є неможливість гарантувати оптимальність рішення, але ступінь відхилення оптимуму буде меншим ніж для жадібних алгоритмів.

Література:

1. Applegate D., Cook W. A Computational Study of the Job-Shop Scheduling Problem // ORSA Journal on Computing. – 1991. – № 3 (2). – С. 149-156. DOI: 10.1287/ijoc.3.2.149.
2. Even G., Naor J. S., Rao S., Schieber B. Divide-and-conquer approximation algorithms via spreading metrics // Journal of the ACM. – 2000. – № 47 (4). – С. 585-616. DOI: 10.1145/347476.347478.
3. Morse P. M., Kimball G. E. Methods of Operations Research. – New York: Technology Press of MIT and John Wiley & Sons, 1951.
4. Pysarchuk O., Baran D., Mironov Y., Pysarchuk I. Algorithms of statistical anomalies clearing for data science applications // System Research and Information Technologies. – 2023. – № 1. – С. 78-84. DOI: 10.20535/SRIT.2308-8893.2023.1.06
5. Wallace M. Practical applications of constraint programming // Constraints. – 1996. – № 1. – С. 139-168. DOI: 10.1007/BF00143881.

***Дубчак Леся Орестівна**, кандидат технічних наук,*
доцент, Західноукраїнський національний університет
ORCID: 0000-0003-3743-2432

***Васильків Надія Михайлівна**,*
кандидат технічних наук, доцент,
Західноукраїнський національний університет
ORCID: 0000-0002-4247-7523

***Богатирчук Владислав Олександрович**, аспірант,*
Західноукраїнський національний університет

***Заблоцький Микола Миколайович**, аспірант,*
Західноукраїнський національний університет

***Хміль Володимир Андрійович**, аспірант,*
Західноукраїнський національний університет

СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ В ГАЛУЗІ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2122/

Вступ. Сучасні тенденції досліджень у галузі відновлюваної енергетики в Україні та світі характеризуються активним впровадженням інноваційних технологій, стратегічними ініціативами та значними інвестиціями, спрямованими на забезпечення сталого розвитку та енергетичної безпеки.

У світовому масштабі спостерігається стійке зростання використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Основними компонентами «зеленої» енергетики є гідроенергія, сонячна та вітрова енергія. Зокрема, у 2023 році частка ВДЕ у загальному прирості енергетичних потужностей досягла 86%, що свідчить про поступову відмову від традиційних невідновлюваних джерел [1]. Азійський регіон, особливо Китай, демонструє найбільший приріст потужностей у цій сфері.

Інноваційні технології, такі як штучний інтелект та прогнозування, активно інтегруються у відновлювану енергетику, підвищуючи ефективність сонячних та вітрових електростанцій. Це дозволяє оптимізувати кількість необхідних панелей або турбін та точно прогнозувати виробництво електроенергії [2]. Крім того, розробляються ефективні системи зберігання енергії для забезпечення стабільності постачання навіть при коливаннях попиту та пропозиції.

Розвиток відновлюваної енергетики в Україні. Україна активно впроваджує заходи для розвитку відновлюваної енергетики. У 2024 році уряд затвердив план на суму 20 мільярдів доларів США, спрямований на збільшення частки ВДЕ в енергетичному балансі країни до 27% до 2030 року [3]. Цей

план передбачає додаткове введення близько 10000 МВт нових генеруючих потужностей, зокрема через будівництво об'єктів потужністю від 5 до 700 МВт, які планується ввести в експлуатацію до кінця 2027 року.

Окрім того, Україна досліджує можливості розвитку водневої енергетики. У 2023 році представники Держенергоефективності взяли участь у Всесвітньому водневому саміті в Роттердамі, де обговорювалися перспективи впровадження водневих технологій. На базі робочої групи в Міністерстві енергетики України була розроблена Воднева стратегія, яка враховує значний потенціал країни у виробництві «зеленого» водню [4].

Розвиток «зеленої» енергетики є одним з передових напрямків розвитку України як перспективний шлях відновлення держави після війни.

Наукові дослідження та інновації в Україні. Наукові установи Національної академії наук України (НАН України) активно займаються дослідженнями у сфері енергетики, зокрема відновлюваної. Аналіз тенденцій розвитку цих досліджень показує, що основні напрями відповідають світовим трендам, з акцентом на створення стійких енергетичних систем на основі безвуглецевих технологій та ВДЕ [4]. Особлива увага приділяється розробці ефективних систем довгострокового акумулювання електроенергії, що є ключовим елементом для інтеграції ВДЕ в енергетичну систему країни.

Одним із перспективних напрямків є розробка гібридних систем, які поєднують фотогальванічні елементи з іншими технологіями для максимального використання сонячного спектра. Наприклад, дослідження [5] пропонує систему, що комбінує фотогальванічні елементи з тепловими системами на основі наноструктурованих електродів, що дозволяє підвищити загальну ефективність перетворення сонячної енергії.

Зі збільшенням частки ВДЕ в енергетичних системах виникають нові виклики, пов'язані зі стабільністю та надійністю мереж. Дослідження [6] аналізує сценарії для енергосистем з високою часткою ВДЕ, підкреслюючи важливість технологій, таких як високовольтні лінії постійного струму (HVDC), мікромережі та віртуальні електростанції, для забезпечення стабільності та гнучкості систем.

Високий рівень інтеграції ВДЕ в електричні мережі супроводжується технічними викликами, такими як зниження інерції системи, підвищена невизначеність та зниження якості електроенергії. У статті [7] розглядаються ці виклики та пропонуються сучасні технології, включаючи нові стратегії управління, оптимізаційні методи, системи зберігання енергії та обмежувачі струму короткого замикання, для їх подолання.

Пандемія COVID-19 вплинула на глобальні енергетичні тенденції, підкресливши важливість енергоефективності та впровадження енергозберігаючих технологій. Дослідження [8] аналізує роль цифрових інструментів, таких як Інтернет енергії (IoE) та автономні енергосистеми, у підвищенні енергоефективності в постпандемічному світі.

Є безліч інших досліджень, котрі висвітлюються у провідних публікаціях науковців України.

Висновки. Сучасні дослідження у галузі відновлюваної енергетики як у світі, так і в Україні, спрямовані на інтеграцію інноваційних технологій, розширення використання ВДЕ та забезпечення енергетичної безпеки. Україна, маючи значний потенціал у цій сфері, активно впроваджує стратегії та інвестує у розвиток «зеленої» енергетики, що сприяє її інтеграції у глобальний енергетичний простір.

Література:

1. Федорчук В. В. Аналіз світових трендів розвитку «зеленої» енергетики // Економіка і організація управління. 2025. С. 79-86. DOI: https://doi.org/10.31558/2307-2318.2024.4.8
2. Лобунець Л. Г. Аналіз тенденцій розвитку досліджень у галузі енергетики, які виконують установи НАН України // Наука та наукознавство. 2024. С. 55-63. DOI: https://doi.org/10.15407/sofs2021.02.055
3. Ukraine approves $20 billion plan to increase renewable energy production by 2030 // Reuters. 2024. URL: https://www.reuters.com/sustainability/ukraine-approves-20-bln-plan-increase-renewable-energy-production-by-2030-2024-08-13/
4. Водневий тренд: Україна досліджує новітні підходи до розвитку водневої енергетики // Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. URL: https://saee.gov.ua/news/vodnevii-trend-ukrayina-doslidzuje-novitni-pidxodi-do-rozvitku-vodnevoyi-energetiki
5. Nishchenko, M.M., Shevchenko, M.A., Tsapko, E.A., Frolov, A.A., Frolov, G.A., Sartinska, L. L., & Blanovsky, A. I. (2020). Hybrid system for solar energy conversion with nano-structured electrodes. arXiv preprint arXiv:2012.14473.
6. Collados-Rodríguez, C., Antolí-Gil, E., Sánchez-Sánchez, E., Girona-Badia, J., Albernaz Lacerda, V., Cheah-Mañe, M., ... & Gomis-Bellmunt, O. (2023). Definition of scenarios for modern power systems with a high renewable energy share. Global challenges, 7(4), 2200129.
7. Alam, M. S., Al-Ismail, F. S., Salem, A., & Abido, M. A. (2020). High-level penetration of renewable energy sources into grid utility: Challenges and solutions. IEEE access, 8, 190277-190299.
8. Strielkowski, W., Gorina, L., Korneeva, E., & Kovaleva, O. (2023). Energy-saving technologies and energy efficiency in the post-pandemic world. arXiv preprint arXiv:2312.11711.

Іщенко Руслан Миколайович,
кандидат фізико-математичних наук, доцент,
Національний транспортний університет, Київ
ORCID: 0000-0003-0158-4020

***Гупало Арсеній Юрійович**, студент 4-го курсу,*
Національний транспортний університет, Київ
ORCID: 0009-0008-1495-7328

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ЗАХИСТУ АКУСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2118/

Вступ. Наявність надійної системи захисту інформації – одна з необхідних умов успішного та ефективного функціонування об’єкту інформаційної діяльності підприємства, установи, закладу вищої освіти тощо. Під час розробки і побудови моделі процесу захисту інформації необхідно враховувати усі можливі види загроз інформації та методи і засоби захисту системи від зазначених загроз [1, с. 16]. Модель процесу захисту інформації повинна бути досить загальною, щоб описувати реальні дії з урахуванням їх складності. Необхідно відзначити, що кожна модель створюється для конкретної мети і вирішення конкретного завдання. Отже, *мета* даної роботи полягає у розробці структурно-функціональної моделі процесу захисту акустичної інформації на об’єкті інформаційної діяльності.

Результати дослідження. За характером підходу до моделювання об'єкта захисту моделі поділяються на структурні, функціональні та інформаційні [2, с. 197]. Структурне моделювання – це створення і дослідження моделі, структура якої подібна до структури об'єкта, що моделюється. Функціональна модель відображає сукупність виконуваних системою функцій. Запропонована у роботі модель процесу захисту стосується акустичної інформації, що розповсюджується на об’єкті інформаційної діяльності (див. рис. 1).

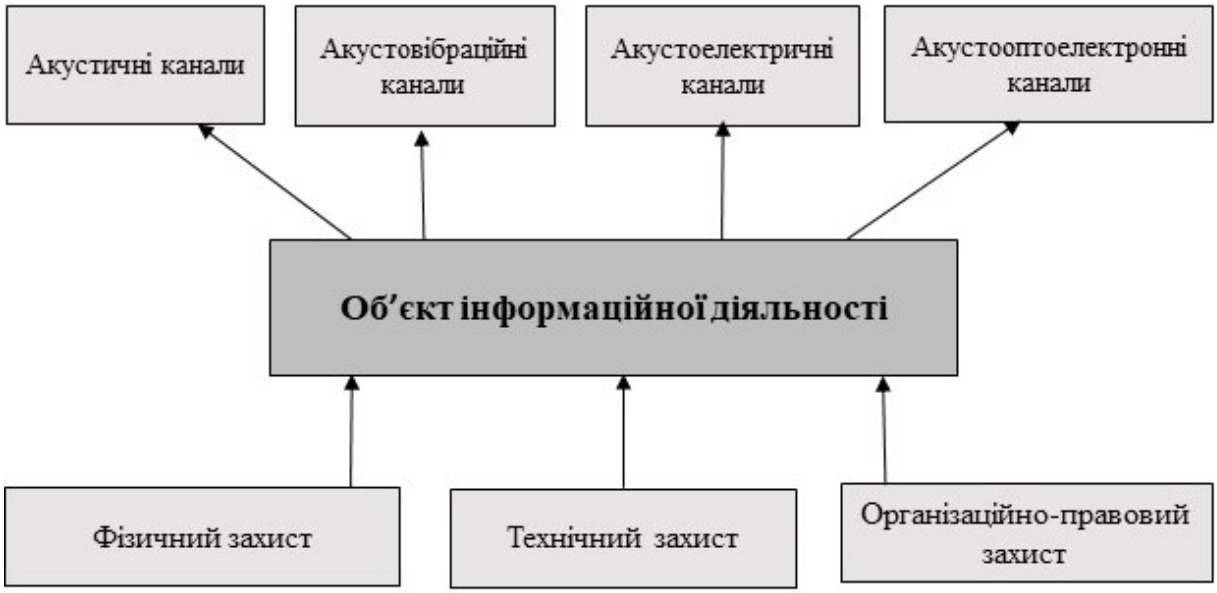


Рисунок 1 – Структурно-функціональна модель процесу захисту акустичної інформації

До *технічних каналів витоку акустичної інформації* належать наступні: акустичний, акустовібраційний, акустоелектричний та акустооптоелектронний. Відповідно, для забезпечення процесу захисту акустичної інформації використовуються методи і засоби фізичного, технічного й організаційно-правового захисту.

Під *фізичним захистом* інформації розуміють сукупність організаційних заходів, інженерно-технічних засобів і дій підрозділів охорони для запобігання диверсіям, розкраданням носіїв конфіденційної інформації та інших матеріальних засобів на об'єктах інформаційної діяльності підприємства чи організації. Завдання фізичного захисту наступні: запобігання випадкам несанкціонованого доступу до об'єктів; своєчасне виявлення несанкціонованих дій на території підприємства чи організації; затримання осіб, причетних до підготовлення або вчинення диверсії, розкрадання носіїв конфіденційної інформації або інших матеріальних цінностей підприємства чи організації.

Заходи *технічного захисту* інформації спрямовані на запобігання витоку даних через фізичні середовища та технічні пристрої. До них належать методи, що дозволяють мінімізувати або повністю усунути загрози несанкціонованого доступу до акустичної інформації. До основних принципів технічного захисту відносяться наступні: ідентифікація потенційних загроз, тобто аналіз середовища для виявлення можливих каналів витоку акустичної інформації; зменшення вразливості приміщень, тобто використання звукоізоляційних матеріалів, антивібраційних конструкцій та пристроїв для запобігання прослуховуванню; застосування засобів маскування, тобто створення умов, за яких підслуховування стає технічно неможливим; контроль і моніторинг середовища, тобто виявлення та нейтралізація загроз за допомогою спеціальних детекторів і систем виявлення записувальних пристроїв [3, с. 510].

Методи *організаційно-правового захисту* інформації спрямовані на заходи та дії, що повинні здійснювати посадові особи в процесі створення й експлуатації системи для забезпечення заданого рівня безпеки інформації.

Висновки. Таким чином, запропонована структурно-функціональна модель процесу захисту акустичної інформації поєднує технічні канали витоку акустичної інформації, що виникають на об'єкті інформаційної діяльності, та методи, засоби і заходи фізичного, технічного й організаційно-правового захисту, спрямовані на унеможливлення витоку інформації зазначеними каналами. З використанням зазначеної моделі та системного підходу може бути розроблена комплексна система захисту акустичної інформації.

Список використаних джерел:

1. Качинський А. Б. Структурно-функціональна модель системи забезпечення інформаційної й інформаційно-психологічної безпеки. *Доповіді Національної академії наук України*. 2023. № 1. С. 16-23.
2. Клочкова Д. Ю., Пшеничних С. В. Класифікація моделей систем захисту інформації. *Міжнародна науково-технічна конференція «Інформаційно-комунікаційні технології та кібербезпека (ІКТК-2023)»*. Харків, Україна. 7-8 грудня 2023 р. С. 196-197.
3. Інформаційна безпека: *навчальний посібник* / Ю. Я. Бобало, І. В. Горбатий, М. Д. Кіселичник та ін.; за заг. ред. Ю. Я. Бобала, І. В. Горбатого. – Львів: Львівська політехніка, 2019. – 580 с.

***Качмарський Олекса Ігорович**, аспірант,*
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ
ORCID: 0009-0001-0241-5678

***Науковий керівник: Голуб Белла Львівна**,*
кандидат технічних наук, доцент,
Національний університет біоресурсів і природокористування України

ВИЗНАЧЕННЯ ФАЗИ РОСТУ ПШЕНИЦІ ЗА ШКАЛОЮ ВВСН ЗА ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2134/

ВВСН – це міжнародна шкала для визначення фенологічних фаз росту і розвитку рослин, яка забезпечує єдину систему класифікації для різних культур. Вона охоплює 100 фаз, де 0 відповідає насінині, а 99 – повністю дозрілій культурі. Для зернових, зокрема пшениці, точне визначення фаз росту є критично важливим, оскільки від цього залежать терміни агротехнічних заходів,

зокрема внесення добрив, засобів захисту рослин та визначення оптимального часу збирання врожаю [1].

Традиційно фенологічні стадії визначаються агрономами шляхом візуального спостереження. Однак цей підхід має низку обмежень: він є трудомістким, залежить від рівня підготовки спеціаліста та може бути суб’єктивним [2]. Крім того, зміни клімату та нестабільність погодних умов спричиняють варіації у розвитку культур, що ускладнює прогнозування фаз росту. Тому виникає потреба у більш точних, стандартизованих та автоматизованих методах моніторингу посівів.

Використання штучного інтелекту (ШІ) та комп’ютерного зору для визначення фаз росту пшениці дозволяє значно підвищити ефективність агротехнологій. Завдяки аналізу великої кількості зображень нейромережі можуть автоматично класифікувати фазу розвитку рослини, що робить процес оцінки об'єктивним та масштабованим. Крім того, поєднання ШІ з метеорологічними та супутниковими даними може забезпечити більш точне прогнозування розвитку культури.

Попри високу перспективність автоматизованого визначення фаз росту, на сьогодні існує обмежена кількість досліджень, які стосуються класифікації фенологічних стадій пшениці за шкалою BBCH із використанням штучного інтелекту. Одним із таких є дослідження, проведене Wikifarmer, у якому розглядається використання ШІ для прогнозування фаз росту пшениці з метою оптимізації агротехнічних заходів. Дослідження базується на моделюванні розвитку звичайної пшениці (Triticum aestivum L.) за допомогою систем підтримки прийняття рішень (DSS), що використовують агрометеорологічні показники. Зокрема, у роботі аналізуються накопичені теплові одиниці (Growing Degree Days, GDD) та фотоперіод для прогнозування стадій росту за шкалою BBCH. Тестування моделі на шести різних ділянках в Італії показало точність прогнозування 66%, особливо для критичних фаз, таких як вихід у трубку (BBCH 41) та цвітіння (BBCH 65), що є визначальними для внесення добрив та пестицидів [3].

Для класифікації фаз росту пшениці за шкалою BBCH за допомогою комп’ютерного зору пропонується наступний підхід:

1. Збір даних: Отримання великої кількості зображень пшениці на різних фазах росту. Важливо, щоб знімки охоплювали різні кути огляду та умови освітлення.

2. Анотація даних: Кожне зображення має бути підписане або позначене відповідно до конкретної фази BBCH.

3. Розробка моделі:

◦ Використання методів виявлення об'єктів, таких як **Contour Detection** або **YOLO**, для ідентифікації окремих рослин.

◦ Навчання глибокої нейронної мережі, зокрема згорткових нейронних мереж (**CNN**), для розпізнавання фази розвитку.

4. Валідація та тестування: Оцінка точності моделі на тестових наборах, корекція помилок та оптимізація параметрів.

5. Впровадження: Інтеграція моделі у систему моніторингу, яка в реальному часі буде аналізувати зображення полів та визначатиме поточну фазу росту пшениці.

Висновок

Використання ШІ для визначення фаз росту пшениці за шкалою ВВСН є перспективним напрямком, що може значно підвищити ефективність сільськогосподарських практик. Однак, існуючі дослідження демонструють недостатньо високу точність класифікації, що вказує на необхідність подальшого вдосконалення моделей.

Подальші розробки у цій сфері сприятимуть впровадженню інноваційних технологій в аграрний сектор, забезпечуючи стале виробництво та продовольчу безпеку.

Література:

1. Фази розвитку зернових за ВВСН та оптимальні періоди догляду. *SuperAgronom*. URL: https://superagronom.com/cards/fazi-rozvitku-zernovih-za-bbch-ta-optimalni-peri-id28835
2. Фази розвитку зернових і процес формування врожаю. *Agronom*. URL: https://www.agronom.com.ua/fazy-rozvytku-zernovyh-i-protses-formuvannya-vrozhayu
3. Vignati A. AI-Powered Wheat Growth Prediction Using the BBCH Scale for Better Crop Management. *Wikifarmer*. 2025. URL: https://wikifarmer.com/library/en/article/ai-powered-wheat-growth-prediction-using-the-bbch-scale-for-better-crop-management

***Коваленко Євгенія Віталіївна**, студент,*
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, Харків

***Науковий керівник: Євсєєв Олексій Сергійович**,*
кандидат економічних наук, доцент,
Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця

ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ВІРТУАЛЬНИХ ВИСТАВОК

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2114/

Віртуальні виставки – це нові потенційні можливості для культурних інституцій, які претендують на поширення зміст одного з найкреативніших своїх продуктів: тимчасової виставки. Досвід з кінця 90-х років і до сьогодні демонструє, що віртуальна виставка завжди варта інвестицій, адже це чудова презентація для будь-якої установи, а також дає нове життя контенту, який захований у каталогах.

Віртуальні виставки (ВВ) не лише дозволяють зберегти контент і зробити його доступним для ширшої аудиторії, а й відкривають нові формати взаємодії з відвідувачами. Однією з ключових переваг ВВ є можливість створення адаптивного контенту, що змінюється залежно від інтересів користувача. Наприклад, завдяки інтеграції зі штучним інтелектом можна рекомендувати певні експонати на основі поведінки відвідувача. Крім того, ВВ є чудовим рішенням для збереження та архівування експозицій. У той час як фізичні виставки мають обмежений період існування, їхні віртуальні аналоги можуть залишатися доступними десятиліттями.

Новітні технології значно розширили можливості ВВ. Зокрема, доповнена реальність (AR) дозволяє поєднати цифровий та фізичний простір, надаючи можливість взаємодії з віртуальними об'єктами в реальному середовищі. Так само важливою технологією є і віртуальна реальність (VR). Вона дозволяє користувачам повністю зануритися у виставковий простір, переміщуючись між експонатами у форматі 3D. Значну роль у розвитку ВВ відіграють також технології штучного інтелекту (AI). Вони дають змогу створювати персоналізовані екскурсії, аналізувати поведінку відвідувачів і навіть автоматично генерувати текстові чи аудіогіди. Таким чином, віртуальні виставки поступово стають більш розумними та інтерактивними. Хоча ВВ у минулому критикували за їхню неспроможність передати досвід реального сприйняття, вони надають користувачам можливість розуміти, відкривати, навчатися і робити не менше, ніж фізичні виставки. Можливість взаємодіяти з різними формами медіа (текстом, зображенням, аудіо, звуком, відео, елементами доповненої та віртуальної реальності) на одній сторінці, повертатися, переглядати, перекладати і читати текст, адаптований для різних груп користувачів, рівнів знань і потреб, а також занурення у вдало створені тематичні ігри тощо – усе це разом сприяє глибшому розумінню, усвідомленню й засвоєнню матеріалу порівняно з фізичними виставками. Тож ВВ більше не сприймаються як тимчасова мода, а стали важливим логічним доповненням і розширенням фізичних виставок.

Для створення віртуальних виставок і зменшення витрат ресурсів на їх розробку були створені спеціальні інструменти та системи, які дозволяють створювати віртуальні виставки в кількох версіях, використовуючи однаковий контент. Серед найвідоміших таких систем: ViEx System, Norfolk System і ARCO. Усі ці системи мають спільну особливість: вони дозволяють створювати кілька версій однієї виставки для різних контекстів шляхом розділення контенту та його презентації. Однак кожна з цих систем має свої недоліки і щоб заповнити прогалину між можливостями цих систем і очікуваннями дизайнерів виставок у 2002 році було розроблено проєкт Virtual Exhibition System (VES). Оскільки VES був першим прототипом і розроблявся здебільшого для демонстрації «підтвердження концепції», існував певний простір для вдосконалення. Нинішня система (VAES) намагається покращити функціональність і зручність користування VES.

VAES базується на базі метаданих, яка включає чотири типи об'єктів (текст, фото, аудіо та відео), метадані про об’єкти та метадані про виставку. Віртуальна виставка складається з кількох частин, кожна з яких містить одну або кілька сторінок, а кожна сторінка містить різні типи об'єктів, навігаційні посилання на інші сторінки та локальну інформацію, таку як веб-банери та навігаційні кнопки. Віртуальні виставки створюються на основі попередньо визначених метаданих виставки та метаданих обє’ктів, які зберігаються в базі даних. Для того, щоб задовольнити різноманітність користувачів, у цій системі передбачається функціональність підтримки персоналізованої інформації та адаптивних презентацій.

Технології VES, VAES та їх аналоги використовуються в багатьох галузях – від музейної справи та освіти до бізнесу та комерції. Вони інтегруються у різноманітне програмне забезпечення – від Google Arts & Culture до Unreal Engine, допомагаючи створювати інтерактивні, адаптивні та персоналізовані віртуальні виставки. Існує багато інструментів для створення віртуальних експозицій. Деякі з них призначені для швидкого розгортання 2D-галерей, тоді як інші підтримують створення складних 3D-просторів із повним зануренням у VR. Одними з найпопулярніших платформ для організації ВВ є Spatial.io, Kunstmatrix та ExpoFP, кожна з яких має свої особливості та переваги.

Spatial.io – це платформа, що використовується для створення інтерактивних 3D-просторів і підтримує віртуальну та доповнену реальність. У просторі споживач може взаємодіяти з експонатами, використовувати 3D-аватарів для спілкування та переглядати експозиції у VR. Завдяки цій платформі художники, музеї та освітні установи можуть створювати повноцінні віртуальні виставки, які не поступаються фізичним експозиціям за рівнем залучення аудиторії. Крім того, Spatial.io підтримує інтеграцію з браузерами, що робить її зручною для користувачів без необхідності встановлення додаткового програмного забезпечення.

Ще однією важливою платформою для реалізації ВВ є Kunstmatrix. Вона спеціалізується на створенні тривимірних мистецьких галерей і орієнтована переважно на художників, кураторів та музеї. Kunstmatrix дає змогу налаштовувати дизайн експозиційного простору, додавати текстові та мультимедійні пояснення до експонатів, а також переглядати виставки у форматі VR. Однією з головних переваг цієї платформи є підтримка високоякісного зображення, що дозволяє глядачам детально розглядати мистецькі твори. Крім того, Kunstmatrix має вбудовану функцію онлайн-продажу, що дає можливість художникам продавати свої роботи безпосередньо через віртуальні галереї.

Для організації бізнес- та промислових виставок широко використовується ExpoFP. Це потужний інструмент, що дозволяє створювати інтерактивні виставкові простори, де кожен експонент може представити свій

бренд, продукцію чи послуги у вигляді персоналізованих стендів. Платформа підтримує додавання відео, PDF-презентацій, інтерактивних посилань та чатів, що значно покращує комунікацію між відвідувачами та представниками компаній. ExpoFP також має функцію аналітики, яка допомагає організаторам відстежувати активність користувачів та оцінювати ефективність заходу.

Список літератури:

1. Євсєєв О. С. Створення інтерактивних медіа : навч. посіб. / О. С. Євсєєв. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2020. – 137 с.
2. Yang R., Ramaiah C., Foo S. Virtual Archival Exhibition System: An Authoring Tool for Developing Web-based Virtual Exhibitions / Ruan Yang, Chennupati K. Ramaiah, Scubert Foo // International Conference on Dublin Core and Metadata Applications. – 2007. – С. 105.

***Ковальський Семен Сергійович**, аспірант спеціальності 122 "Комп'ютерні науки", Західноукраїнський національний університет*

ЛЕГКОВАГОВІ CNN ДЛЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ДЕРЕВ'ЯНИХ ВИРОБІВ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2135/

У сучасних виробничих процесах дерев'яні вироби знаходять широке застосування у виготовленні меблів, декоративних елементів та конструкційних компонентів. Проте наявність дефектів (тріщини, плями, сучки) негативно впливає на якість продукції, що вимагає оперативного та точного контролю. Традиційні методи ручного огляду є затратними та схильними до суб'єктивності, що стимулює впровадження автоматизованих систем контролю якості.

З розвитком глибокого навчання Convolutional Neural Networks (CNN) стало можливим розробляти системи, здатні автоматично вилучати релевантні ознаки з зображень. Проте великі та потужні моделі, як ResNet чи DenseNet, хоч і забезпечують високу точність, мають значні обчислювальні витрати, що не дозволяє їх безпосередньо застосовувати у вбудованих системах з обмеженим ресурсом. Саме тому дослідження легковагових CNN, таких як MobileNet, EfficientNet-B0 і SqueezeNet, є надзвичайно актуальним.

Метою даної роботи є аналіз та порівняння легковагових CNN з метою визначення оптимальних архітектур для впровадження у вбудовані системи контролю якості дерев'яних виробів. Дослідження включає розробку алгоритмів попередньої обробки зображень, налаштування моделювання та оцінку продуктивності за основними метриками.

У сучасних виробничих умовах автоматизація контролю якості часто передбачає інтеграцію систем з вбудованими пристроями, що характеризуються обмеженими обчислювальними ресурсами, низьким енергоспоживанням та високою швидкістю обробки даних. Такі системи зазвичай працюють на мікроконтролерах або одноплатних комп'ютерах, де критичними є розмір моделі та час інференсу. Саме тому легковагові CNN набувають особливої актуальності для застосування у виробничих лініях.

Вбудовані системи контролю якості повинні забезпечувати оперативне виявлення дефектів навіть у режимі реального часу, не перевантажуючи обмежені апаратні засоби. Цей аспект стимулює розробку та впровадження компактних моделей, здатних працювати з мінімальними обчислювальними витратами, при цьому зберігаючи прийнятний рівень точності. Розглядаються такі легковагові моделі, як MobileNet, EfficientNet-B0 та SqueezeNet, які завдяки своїй компактності і швидкості інференсу дозволяють реалізувати ефективні системи контролю якості на вбудованих пристроях.

Для проведення експериментів було сформовано комплексний набір зображень дерев’яних панелей з дефектами та зразків без дефектів. Набір містить приблизно 2000 зображень із дефектами (дефекти представлені у вигляді тріщин, плям, сучків, смоляних кишень та інших порушень) та 1000 зразків без дефектів. Зображення було зібрано з різних джерел: внутрішніх баз даних виробництва, публічних репозиторіїв та спеціалізованих фотоколекцій, що дозволило охопити різноманіття умов освітлення, текстур і ракурсів.

Усі зображення були масштабовані до розміру 224×224 пікселів для уніфікації вхідних даних, пройшли нормалізацію та стандартизацію. Для покращення узагальнення моделей застосовано ряд технік аугментації даних, таких як випадкове обертання, горизонтальне та вертикальне віддзеркалення, зміна яскравості, контрастності і навіть невеликі зсуви по осі. Ці кроки дозволили не лише збільшити обсяг даних, а й імітувати реальні варіації зовнішнього вигляду дефектів, що є критичним для моделювання в умовах реального виробництва.

Для аналізу були обрані три легковагові CNN-архітектури: MobileNet, EfficientNet-B0 та SqueezeNet. Ці моделі були відібрані завдяки їхній компактності, низьким обчислювальним витратам та швидкості інференсу, що є важливими критеріями для вбудованих систем з обмеженими ресурсами.

Моделі навчаються із застосуванням однакових гіперпараметрів, що забезпечує коректне порівняння їх продуктивності. Зокрема, використано оптимізатор Adam із початковою швидкістю навчання 1e-4, розмір батчу встановлено на рівні 32, а кількість епох обмежено 50 з механізмом раннього зупинення, який спрацьовує при відсутності покращень на валідаційній вибірці протягом визначеного періоду. Крім того, застосовано регуляризацію за допомогою dropout і L2-регуляризації для запобігання перенавчанню моделей.

Особливу увагу приділено симуляції вбудованого середовища, оскільки однією з головних задач є розгортання моделі на пристроях з обмеженими обчислювальними ресурсами, таких як одноплатні комп’ютери з 2-4 ГБ

оперативної пам’яті. Для цього моделі тестувалися не лише на потужних GPU, а й на пристроях з обмеженими ресурсами, що дозволило оцінити час інференсу (в мілісекундах) та вимоги до пам’яті. Результати цих тестів дозволяють визначити, яка з моделей краще підходить для вбудованих систем контролю якості.

Окрім стандартного розподілу даних на тренувальну, валідаційну та тестову вибірки (70/15/15), було проведено крос-валідацію для оцінки стабільності моделей та визначення оптимальних гіперпараметрів. Також аналізувалися криві навчання та валідації, що дозволяло виявити ознаки перенавчання або недонавчання і корегувати налаштування процесу.

Для оцінки якості моделей застосовувалися ключові метрики: Accuracy, Precision, Recall, F1-score та AUC (Area Under the ROC Curve). Вимірювання цих показників проводилися для позитивного класу (дефект) або як зважені середні у випадку багатокласової класифікації. Окрім цього, було проведено аналіз часу інференсу, що є важливим критерієм для систем, орієнтованих на реальний час.

Для більш детального аналізу продуктивності, результати були візуалізовані у вигляді графіків: криві навчання для кожної моделі дозволили побачити швидкість збіжності та розбіжності між тренувальною та валідаційною вибірками, а ROC-криві – їхню здатність розрізняти дефектні та бездефектні зразки при різних порогах. Також було виконано розрахунок обчислювальної складності моделей у вигляді кількості параметрів та обсягу пам’яті, що займається кожною мережею.

Основні результати представлені у таблиці 1. У дослідженні були проаналізовані три легковагові моделі: MobileNet, EfficientNet-B0 та SqueezeNet. Окрім стандартних метрик (Accuracy, Precision, Recall, F1-score та AUC), було також враховано розмір моделі (MB) та час інференсу (мс).

Модель	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	AUC	Model Size	Inference Time
MobileNet	89.7%	91.3%	87.2%	89.2%	0.920	~14	2–3
EfficientNet-B0	91.5%	92.0%	0.0%	91.0%	0.942	~20	3–4
SqueezeNet	87.6%	90.0%	82.0%	5.8%	0.901	~5	<2

Таблиця 1. Порівняльні результати легковагових CNN моделей для дефектування деревини.

Як видно з таблиці, EfficientNet-B0 демонструє найкращий баланс між точністю (91.5%) та обчислювальною ефективністю, забезпечуючи AUC рівень 0.942. MobileNet характеризується найменшим розміром і найшвидшим часом інференсу, проте її загальна точність дещо нижча. SqueezeNet, хоч і має найменший розмір (~5 MB), демонструє найнижчі показники точності та AUC,

що свідчить про її обмежені можливості у високоточних системах контролю якості.

Під час експериментів особливу увагу приділено аналізу кривих навчання та валідації, що дозволило оцінити швидкість збіжності моделей і виявити ознаки перенавчання. Наприклад, EfficientNet-B0 демонструвала плавну збіжність з невеликою різницею між тренувальною та валідаційною точністю, що вказує на добру узагальнювальну здатність моделі. MobileNet, незважаючи на швидке навчання, показувала дещо вищу різницю між тренувальними і валідаційними показниками, а SqueezeNet характеризувалась не лише нижчими значеннями точності, а й більш вираженим розривом, що свідчить про її схильність до недонавчання.

Оскільки однією з основних цілей дослідження було розгортання моделі на пристроях з обмеженими ресурсами, проведено додатковий аналіз продуктивності на симульованому вбудованому середовищі (одноплатний комп'ютер з 2-4 ГБ оперативної пам'яті). Результати показали, що час інференсу для MobileNet складає 2-3 мс, EfficientNet-B0 – 3-4 мс, а для SqueezeNet – менше 2 мс.

Незважаючи на те, що SqueezeNet має найшвидший час обробки, її низька точність та AUC обмежують практичну користь у критичних системах контролю якості. Таким чином, EfficientNet-B0 стає оптимальним варіантом для застосування у вбудованих системах, де компроміс між продуктивністю та точністю є ключовим.

Крім часу інференсу, було проведено оцінку обчислювальної складності моделей шляхом аналізу кількості параметрів і обсягу пам'яті, що використовується. Наприклад, EfficientNet-B0 має близько 5 млн параметрів, що дозволяє значно знизити вимоги до пам’яті порівняно з класичними моделями, такими як VGG-16, яка містить понад 138 млн параметрів. Це свідчить про потенціал легковагових моделей для застосування у вбудованих системах, де обмежені ресурси є головним критерієм.

Для покращення якості моделювання проводилися експерименти з налаштування гіперпараметрів. Було протестовано кілька значень розміру батчу (16, 32, 64) та різні стратегії зміни швидкості навчання. Найкращі результати було отримано при використанні батчу розміром 32 і початкової швидкості 1e-4 із поступовим зниженням за допомогою стратегії раннього зупинення. Крім того, додаткове застосування технік аугментації, таких як випадкове обрізання зображень та регулювання контрастності, покращило узагальнювальну здатність моделей, зменшуючи ризик перенавчання.

Також проведено аналіз впливу додаткових регуляризаційних методів, зокрема застосування dropout і L2-регуляризації. Результати показали, що невеликі значення коефіцієнта dropout (0.2-0.3) сприяють стабільнішому навчальному процесу без значного зниження точності.

Загалом, результати експериментів підтверджують, що легковагові CNN мають великий потенціал для застосування у вбудованих системах контролю якості дерев'яних виробів. EfficientNet-B0 демонструє оптимальний баланс

між точністю, розміром моделі та часом інференсу, що робить його найбільш придатним для умов обмежених ресурсів. MobileNet відзначається найшвидшим часом роботи, але дещо поступається за точністю, а SqueezeNet, незважаючи на свою компактність, виявляється недостатньо ефективною у високоточних завданнях.

Інтеграція додаткових оптимізацій, таких як розширена аугментація даних, оптимізація гіперпараметрів та застосування регуляризаційних методів, значно підвищує стабільність навчання та результати класифікації. Результати вказують на можливість подальшої інтеграції attention-модулів, що може ще більше покращити локалізацію дефектів на неоднорідних поверхнях деревини.

Таким чином, отримані експериментальні результати дають змогу рекомендувати EfficientNet-B0 як оптимальну модель для вбудованих систем контролю якості, тоді як MobileNet може бути використаний у випадках, де критично важлива швидкість обробки. Надалі планується розширення дослідження шляхом тестування моделей на розширених датасетах та інтеграції новітніх механізмів оптимізації для подальшого підвищення ефективності систем автоматизованого дефектування.

У цій публікації розглянуто легковагові CNN як перспективний підхід для вбудованих систем контролю якості дерев'яних виробів. Експериментальний аналіз показав, що EfficientNet-B0 забезпечує найкращий баланс між точністю, розміром моделі та швидкістю інференсу. MobileNet також є варіантом для систем з критичними обмеженнями ресурсів, хоча з дещо нижчою точністю, а SqueezeNet може бути застосована лише у випадках, коли розмір моделі є вирішальним фактором. Подальші дослідження мають зосередитися на інтеграції attention-модулів та оптимізації гіперпараметрів, що дозволить ще більше покращити продуктивність систем контролю якості.

Література:

1. Howard, A. G., et al. (2017). MobileNets: Efficient Convolutional Neural Networks for Mobile Vision Applications. arXiv:1704.04861.
2. Tan, M., & Le, Q. V. (2019). EfficientNet: Rethinking Model Scaling for Convolutional Neural Networks. In Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning (ICML).
3. Iandola, F. N., et al. (2016). SqueezeNet: AlexNet-level accuracy with 50× fewer parameters and <0.5MB model size. arXiv:1602.07360.
4. Chollet, F. (2017). Xception: Deep Learning with Depthwise Separable Convolutions. In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR).

***Панчак Дмитро Вікторович**, аспірант*
спеціальності 122 "Комп'ютерні науки",
Західноукраїнський національний університет

***Науковий керівник: Коваль Василь Сергійович**,*
кандидат технічних наук, доцент,
Західноукраїнський національний університет

ФІЛЬТРАЦІЯ СЕНСОРНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОНОМНИХ РОБОТІВ У МІНЛИВИХ УМОВАХ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2132/

Вступ

Автономні роботи дедалі ширше застосовуються в різних сферах, таких як промисловість, транспорт, медицина та військова справа. Вони часто працюють у складних і мінливих умовах, що потребує високої точності та стійкості їхніх сенсорних систем. Одним із ключових способів забезпечення надійності є фільтрація сенсорних даних, яка дозволяє зменшити вплив шумів, артефактів і неточностей вимірювань.

Актуальність проблеми

Нестабільність сенсорних даних може бути викликана низкою факторів, таких як електромагнітні перешкоди, погодні умови, механічні вібрації та програмні похибки. Ефективні алгоритми фільтрації дозволяють зменшити вплив цих факторів і покращити точність сприйняття оточення, що є критично важливим для безпечного та ефективного функціонування автономних систем. В умовах динамічного середовища, наприклад, у логістичних роботах чи безпілотних автомобілях, фільтрація допомагає мінімізувати вплив неточних вимірювань та покращити прийняття рішень.

Методи фільтрації сенсорних даних

Фільтр Калмана – використовується для прогнозування та корекції шумів у системах навігації, таких як GPS та інерціальні сенсори. Його адаптивні властивості дозволяють ефективно працювати навіть у змінних умовах.

Основна формула оновлення оцінки стану: де – оцінене значення стану, – коефіцієнт Калмана, – нове виміряне значення, – матриця спостереження.

Алгоритм усереднення – простий підхід, що дозволяє зменшити випадковий шум за рахунок усереднення значень за певний період часу.

Формула ковзного середнього: де – згладжене значення, – кількість вимірювань у вікні, – попередні вимірювання.

Медіанний фільтр – ефективний для усунення імпульсних шумів, застосовується в обробці зображень та даних від лідарів.

Формула: де – розмір вікна фільтрації.

Фільтр частотного аналізу (наприклад, Фур'є-фільтрація) – дозволяє видаляти небажані частоти, наприклад, високочастотний шум у звукових або відеоданих.

Фур'є-перетворення: де – спектр сигналу, – вхідний сигнал, – частота.

Фільтрація на основі машинного навчання – сучасний підхід, що використовує нейромережі та алгоритми глибокого навчання для покращення якості сенсорних даних.

Приклад навчання нейромережі для фільтрації: де – нейромережева модель, – параметри мережі.

Порівняння методів

Різні методи фільтрації мають свої переваги та недоліки. Фільтр Калмана є ефективним для передбачення та корекції даних, але має високу обчислювальну складність. Алгоритм усереднення простий у реалізації, проте викликає запізнення в реакції системи. Медіанний фільтр добре працює для усунення імпульсних шумів, але може призводити до втрати деталей у швидкозмінних даних. Фур'є-фільтрація ефективно усуває певні частотні шуми, однак вимагає значних обчислювальних ресурсів. Машинне навчання забезпечує високу точність фільтрації, але потребує великого набору даних для навчання та значних обчислювальних потужностей.

Використання фільтрації у різних сферах

Промислові роботи – фільтрація дозволяє зменшити шум у сенсорах положення та забезпечити стабільність роботи маніпуляторів.

Автономний транспорт – застосування адаптивних фільтрів покращує точність GPS та камерного зору, що критично важливо для безпілотних автомобілів.

Медичні роботи – у хірургічних роботах фільтрація сенсорних даних забезпечує точність маніпуляцій.

Роботи для досліджень космосу та глибоководних зон – покращення точності вимірювань у несприятливих умовах з високим рівнем перешкод.

Розумні будинки та IoT – сенсорні мережі використовують алгоритми фільтрації для підвищення точності зчитування даних про навколишнє середовище.

Висновки

Фільтрація сенсорних даних є критично важливим компонентом автономних роботизованих систем, що працюють у змінних умовах. Вибір методу фільтрації залежить від специфіки задачі, вимог до швидкодії та точності. Комбінація класичних підходів (наприклад, фільтр Калмана) з сучасними методами машинного навчання може забезпечити максимальну стійкість та адаптивність роботів у реальному середовищі. Подальший розвиток алгоритмів фільтрації, особливо із застосуванням штучного інтелекту, відкриває нові можливості для покращення автономних систем та їхньої інтеграції у складні середовища.

Список літератури:
1. Kalman, R. (1960). A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems. Transactions of the ASME–Journal of Basic Engineering.
2. Blackman, S. (2004). Multiple Target Tracking with Radar Applications. Artech House.
3. Bishop, G. (2001). An Introduction to the Kalman Filter. University of North Carolina.
4. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). Deep Learning. MIT Press.
5. Simon, D. (2006). Optimal State Estimation: Kalman, H Infinity, and Nonlinear Approaches. John Wiley & Sons.

***Терпіловський Єгор Олександрович**, аспірант,*
Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова
Національної академії наук України, м. Київ

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ГЕНЕТИЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2125/

Сучасний розвиток біоінформатики та машинного навчання відкриває нові можливості у сфері медичної діагностики, зокрема для визначення ризиків генетичних захворювань. Важливість дослідження генетичних ризиків обумовлена необхідністю їхнього раннього виявлення, що дозволяє підвищити ефективність лікування та профілактики. Генетичні захворювання часто мають складний механізм успадкування та залежать від взаємодії багатьох генетичних факторів. Аналіз ДНК дозволяє ідентифікувати характерні мутації, що можуть свідчити про наявність чи ймовірність розвитку захворювання. Проте традиційні методи аналізу генетичних даних є недостатньо точними або потребують значних обчислювальних ресурсів.

Метою дослідження є розробка та оптимізація моделей машинного навчання для класифікації ДНК з метою оцінки ризиків генетичних захворювань. Основна увага приділена методам обробки біологічних даних, виявленню характерних патернів у геномних послідовностях та адаптації моделей під реальні медичні потреби.

Серед основних завдань дослідження:

• Аналіз сучасних методів машинного навчання, що використовуються для класифікації ДНК.

• Розробка алгоритмів попередньої обробки ДНК-даних, що включає вирівнювання, виявлення SNP та нормалізацію послідовностей.

• Запропонування методів представлення ДНК-даних у вигляді векторів з урахуванням частотної та бінарної репрезентації k-мерів.

• Побудова класифікаційних моделей на основі ансамблевих алгоритмів (Random Forest, Gradient Boosting) та глибоких нейронних мереж.

• Використання адаптивних методів обробки дисбалансованих даних, що покращує якість прогнозування для вибірок із значною перевагою здорових або хворих зразків.

• Оптимізація параметрів моделей та тестування їх продуктивності на реальних даних секвенування.

Для досягнення поставлених завдань використовуються сучасні методи обробки та аналізу біологічних даних. Зокрема, впроваджено підхід на основі k-мерного аналізу, що дозволяє ідентифікувати специфічні патерни мутацій у ДНК та підвищити інформативність ознак. Для цього були проведені дослідження оптимальної довжини k-мерів, що забезпечує максимальну точність класифікації.

Застосовано комплексні методи попередньої обробки, що включають вирівнювання послідовностей до референсного геному, ідентифікацію однонуклеотидних варіацій (SNP) та нормалізацію даних. Розроблено алгоритми векторизації даних на основі частотного та бінарного представлення k-мерів, що дозволяє ефективно адаптувати дані для подальшої обробки нейромережами.

Створено класифікаційні моделі на основі ансамблевих методів (Random Forest, Gradient Boosting) та глибоких нейронних мереж. Для оптимізації моделей було проведено тестування різних гіперпараметрів, таких як кількість дерев у лісі, глибина дерев, швидкість навчання та кількість нейронів у прихованих шарах. Вперше впроваджено адаптивні алгоритми обробки дисбалансованих даних шляхом використання ресемплінгу та вагових коефіцієнтів у функціях втрат.

Запропонований підхід дозволяє значно підвищити точність класифікації ДНК до 95% та забезпечує ефективність аналізу навіть для великих обсягів біологічних даних. Проведене тестування моделей на відкритих наборах даних, таких як 1000 Genomes Project, підтвердило їхню стабільність та адаптивність. Розроблене програмне забезпечення інтегрує методи аналізу ДНК у автоматизовані діагностичні системи, що дозволяє масштабувати обробку даних та застосовувати методику в клінічних умовах.

Запропоновані моделі та методи відкривають нові можливості у діагностиці генетичних захворювань. Завдяки використанню машинного навчання вдалося підвищити точність аналізу та адаптувати методики під потреби персоналізованої медицини. Впроваджена система аналізу генетичних даних може бути застосована не лише у медичних дослідженнях, а й у біотехнологіях, фармакогенетиці та фундаментальній науці. Подальший

розвиток дослідження спрямований на оптимізацію глибинних моделей, розширення наборів навчальних даних та вдосконалення методів виявлення мутацій. Це дозволить зробити методику ще більш точною, ефективною та доступною для широкого застосування.

Література:

1. Y. Terpilovskyi, «The k-mer method in tasks of identifying regular sequences,» pp. 77-83, 2024.
2. Y. Terpilovskyi, «Comparative Analysis of DNA Classification Using the method of Random Forests and Convolutional Neural Networks,» pp. 96-103, 2024.
3. Y. Terpilovskyi, «Comparison of DNA k-mer data representations for classification via neural networks,» pp. 61-69, 2024.

***Тригуб Ольга Анатоліївна**, студентка 2-го курсу навчальної групи ІК-31 кафедри інформаційних систем та технологій, Національний технічний університет "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Україна*

***Нікітін Валерій Андрійович**, доктор філософії, асистент кафедри інформаційних систем та технологій, Національний технічний університет "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Україна*

***Крилов Євген Володимирович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних систем та технологій, Національний технічний університет "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Україна*

ТЕМИ УЗГОДЖЕННЯ В РОЗПОДІЛЕНИХ БАЗАХ ДАНИХ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2115/

Вступ

Розподілені бази даних (РБД) є ключовим елементом сучасних інформаційних систем, забезпечуючи високу доступність і масштабованість даних для широкого спектру застосувань, від фінансових платформ до масштабних соціальних мереж. Однак однією з головних проблем таких систем є забезпечення узгодженості даних. Оскільки інформація розподілена між великою кількістю вузлів, можуть виникати ситуації, коли збережені дані відрізняються в різних місцях. Ця проблема є критичною для точності та достовірності інформації, особливо у випадку збоїв у мережі або виходу з ладу окремих компонентів системи.

Підходи узгодження даних

У сфері розподілених баз даних використовуються різні методи узгодження даних, і вибір конкретного підходу залежить від можливостей і вимог системи. Модель ACID (atomicity, consistency, isolation, durability – атомарність, узгодженість, ізоляція, довговічність), визначає набір характеристик, які гарантують коректне виконання транзакцій в реляційних базах даних. Альтернативою ACID в розподілених системах є підхід BASE (basic availability, flexible consistency and fault tolerance – базова доступність, гнучка узгодженість і відмовостійкість), який допускає тимчасові неузгодженості в даних, але гарантує високу доступність. Концепція PACELC базується на затримці та узгодженості за відсутності розривів в мережі. Вона розширює теорему CAP шляхом введення компромісу.

Теорема CAP є фундаментальним принципом в області розподілених обчислень. Вона стверджує, що жодна система не може одночасно гарантувати три ключові властивості: узгодженість, доступність і толерантність до розділів. Це означає, що у випадку розриву зв'язку система повинна вибирати між забезпеченням доступності даних або забезпеченням їхньої узгодженості.

Різновиди узгодженості даних в інформаційних системах

Є декілька ключових підходів до досягнення узгодженості даних у таких системах:

Сувора узгодженість означає, що всі вузли в системі завжди містять однакові дані, надаючи користувачам доступ до тієї ж інформації незалежно від того, до якого вузла вони підключаються. Однак такий підхід вимагає значних ресурсів і часто призводить до затримок у виконанні транзакцій.

Послідовна узгодженість означає, що зміни даних вносяться в чітко визначеному порядку. Хоча ця система не забезпечує абсолютної узгодженості на всіх вузлах, вона гарантує, що операції застосовуються послідовно. Такий підхід забезпечує певну гнучкість у взаємодії між вузлами та підвищує продуктивність системи.

Причинно-наслідкова узгодженість гарантує правильний порядок виконання взаємозалежних операцій. Водночас вона зменшує навантаження на систему, гарантуючи коректність лише в певних випадках, оскільки не всі операції потребують суворої синхронізації.

Кінцева узгодженість означає, що всі вузли синхронізуються з часом, навіть якщо в системі виникають тимчасові неузгодженості даних. Цей підхід корисний, коли доступність даних є більш пріоритетною за миттєву узгодженість.

Методи забезпечення кінцевої узгодженості

Деякі з найсучасніших методів забезпечення остаточної узгодженості включають наступні:

Пріоритетний час транзакцій покращує узгодженість у високонавантажених системах, забезпечуючи більш ефективну обробку запитів та зменшуючи затримки. Пріоритет транзакцій визначається на

основі часу, щоб допомогти оптимізувати розподіл ресурсів. Наприклад, транзакції з низьким пріоритетом можуть бути викладені, якщо система перевантажена, таким чином забезпечуючи швидку обробку критично важливих запитів.

Механізм транзакційного годинника заснований на об'єднанні декількох транзакцій в одну підсумкову транзакцію і надсиланні її на вузли розподіленої бази даних. Кількість операцій запису значно зменшується, оскільки транзакції, пов'язані з оновленням запису, об'єднуються в одну транзакцію. У випадку операції видалення всі інші транзакції, пов'язані з цим записом, знищуються і виконується лише операція видалення.

Активний антиентропійний механізм з використанням модифікованого фільтра Блума та алгоритму хешування PH-2: цей метод орієнтований на швидке відновлення узгодженості в розподілених системах, де важливим аспектом є підтримка високої доступності даних в умовах можливих неузгодженостей. Алгоритм хешування PH-2 та фільтр Блума зменшують споживання пам'яті, забезпечують ефективну перевірку належності елемента до реплікованих даних та допомагають пришвидшити процес синхронізації.

Алгоритм хешування PH-2 використовує математичну базу простих чисел, які можуть ефективно генерувати хеш-значення. Такий підхід гарантує високу толерантність до колізій, оскільки виключає виникнення колізій при обробці даних різного розміру. Крім того, використання PH-2 значно прискорює процес зіставлення даних, особливо в умовах високих навантажень і при використанні gossip-протоколів.

Експериментальні результати

Експериментальні дослідження на прототипі розробленої інформаційної системи показали, що запропонований метод є більш ефективним при узгодженні даних порівняно з традиційними підходами. Використання розподіленої системи з годинником транзакцій та механізмом пріоритезації дозволило значно скоротити час синхронізації даних при високому навантаженні. Крім того, активні антиентропійні механізми сприяли швидкому відновленню узгодженості після відмови вузла системи.

Висновки

Розподілені бази даних потребують особливих підходів для забезпечення узгодженості, а запропоновані методи демонструють значні переваги з точки зору підвищення їх ефективності та надійності. Використання цих методів дозволяє досягти оптимального балансу між доступністю та узгодженістю даних, що є важливим фактором для сучасних інформаційних систем. Крім того, комбінація розроблених методів покращує продуктивність системи в цілому за різних умов експлуатації та забезпечує гнучкість і стійкість до високих навантажень і збоїв у мережі.

Список використаних джерел:
1. Nikitin V. A. Методи підвищення ефективності узгодженості даних в інформаційних системах. Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії. Національний технічний університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2024.
2. Nikitin V., Krylov E. Active anti-entropy mechanism based on Spectral Bloom filter and PH-2 hash algorithm for reconciliation of replicas of NoSQL distributed document-oriented databases. Information Technology and Society, №3(9), 2023, 63-67. DOI: https://doi.org/10.32689/maup.it.2023.3.8
3. Nikitin V., Krylov E. Comparison of hashing methods for supporting consistency in distributed databases. Adaptive Systems of Automatic Control, №1(40), 2022, 48-53. DOI: https://doi.org/10.20535/1560-8956.40.2022.261646

***Хлібойко Михайло Ярославович**, аспірант,*
Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль

***Заблоцький Микола Миколайович**, аспірант,*
Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль

***Науковий керівник: Васильків Надія Михайлівна**,*
кандидат технічних наук; почесний професор,
Західноукраїнський національний університет, м. Тернопіль

ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКИХ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ БЕЗПЕКИ СИСТЕМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2130/

Використання нечітких методів оцінювання безпеки системи в умовах невизначеності є важливою в епоху цифрових трансформацій. Нечіткі методи для аналізу ризиків, виявлення вторгнень та контролю доступу активно досліджуються, однак комплексна оцінка та прогнозування загроз у динамічному середовищі функціонування систем, особливо застосування нечітких моделей у контексті великих даних та експертних оцінок, ще недостатньо вивчені. Це призводить до необхідності розробки нових підходів, що враховують особливості сучасних інформаційних систем.

Розробка та впровадження методів, здатних ефективно обробляти нечіткі та невизначені дані є ключовою необхідністю для гарантування надійного захисту інформаційних систем. У цьому контексті нечіткі методи є потужним інструментом, який дозволяє моделювати, аналізувати нечіткі дані та приймати рішення в умовах неповної інформації. Тому розробка та застосування методів нечіткої логіки для вирішення проблем невизначеності та нечіткості даних про безпеку інформаційних систем є актуальним і перспективним напрямком досліджень.

Системи на основі нечітких методів є гнучкими та адаптивними, їх можна легко модифікувати та доповнювати новими знаннями, що дозволяє їм швидко реагувати на зміни в середовищі безпеки. Нечіткі методи добре працюють з іншими методами обробки даних, такими як нейронні мережі та алгоритми машинного навчання, що дозволяє створювати гібридні системи, які поєднують переваги різних підходів. Ці особливості роблять нечіткі методи потужним інструментом для моделювання експертних знань і обробки суб'єктивних оцінок безпеки, що призводить до створення більш ефективних і надійних систем безпеки.

У контексті застосування нечітких методів до завдань безпеки особливу увагу слід приділити оцінці ризиків інформаційної безпеки [1].

Використання нечітких методів дозволяє отримати як якісні, так і кількісні характеристики ризиків інформаційної безпеки.

Однак є складність розробки та налаштування нечітких систем, особливо коли необхідно враховувати велику кількість факторів та експертних знань.

Крім того, результати нечітких систем важко інтерпретувати, що ускладнює прийняття рішень на їх основі. Існує також ризик суб'єктивності при визначенні функцій належності та формулюванні нечітких правил, що може вплинути на точність і надійність системи [2].

Оскільки нечіткі методи орієнтовані на обробку нечітких і невизначених даних, вона може бути неефективною в ситуаціях, коли потрібна висока точність і детермінованість результатів.

Нечіткі методи здатні створювати адекватні моделі впливу загроз на ресурси, що захищаються, навіть при обмеженій кількості вхідних даних. Цей підхід також може бути використаний для попередньої оцінки ризиків на етапі створення автоматизованої системи, що дозволяє ранжувати рівні ризиків і планувати заходи щодо їх зниження [3].

Гнучкість і адаптивність систем, заснованих на нечітких методах, дозволяє швидко реагувати на мінливі ситуації в сфері безпеки і враховувати експертні знання у вигляді нечітких правил, що особливо цінно там, де об'єктивні дані обмежені [4].

Перспективи подальшого розвитку та застосування нечітких методів у сфері безпеки пов'язані з інтеграцією нечітких моделей з іншими методами штучного інтелекту, такими як машинне навчання та нейронні мережі, та розробкою нових підходів до автоматизації процесу розробки та побудови нечітких систем.

Література:

1. Асєєва Л. А., Шушура О. М. Оцінка ризиків конфіденційності інформаційної безпеки проектів на основі нечіткої логіки. Телекомунікаційні та інформаційні технології. 2021. №1. С. 88-95.

2. Балан В. Г., Оцінювання та вибір стратегії підприємства засобами нечіткої логіки. Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. 2021. №49. С. 50-60.

3. Хавіна, І. П., Гнусов Ю. В., Можаєв О. О. Застосування нечіткої логіки для оцінки ризиків АС. Застосування інформаційних технологій у правоохоронній діяльності: матеріали Круглого столу. 2023. №6. С. 71-73.
4. Лисенко Н.О, Мазуренко В.Б., Федорович А.І., Астахов Д.С., Стаценко В.І. Огляд математичних методів у системах виявлення та попередження кіберзагроз. Актуальні проблеми автоматизації та інформаційних технологій. 2021. №25. С. 91-102.

***Чекушкін Артем Юрійович**, студент групи КІ-21д, факультету інформаційних технологій та електроніки Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, Київ*

***Ратов Денис Валентинович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій та програмування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля, Київ*
ORCID: 0000-0003-4326-3030

РОЗРОБКА ВІРТУАЛЬНОГО АСИСТЕНТА РОЗКЛАДУ ВНЗ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2133/

Вступ. У сучасному навчальному процесі, де студенти та викладачі потребують швидкого доступу до актуальної інформації, розробка Telegram-бота для отримання розкладів курсів є актуальним завданням. Впровадження автоматизованих систем дозволяє оптимізувати процес отримання розкладів, скоротити час пошуку інформації та підвищити загальну ефективність навчального процесу.

Метою роботи є розробка віртуального асистента, що інтегрується з існуючою системою ВНЗ і надає персоналізовану та оперативну інформацію про розклад занять, зміни у ньому та інші події навчального процесу.

Основний зміст роботи. Віртуальний асистент розкладу ВНЗ є інноваційним рішенням, яке має спростити доступ до інформації про розклад, забезпечити оперативність та точність у випадку змін.

Функціонал розробки має такі переваги як:

– Реєстрація користувачів:

▪ Можливість реєстрації нових користувачів із прив’язкою до навчальної групи.

▪ Збереження інформації про користувачів у базі даних для подальшої ідентифікації.

▪ Повторна реєстрація дозволяє змінювати навчальну групу у випадку переходу в іншу групу або зміни спеціальності.

– Доступ до вводу запитів з клавіатури:

▪ Зручна навігація через текстові команди та спеціальні кнопки в Telegram-інтерфейсі.

▪ Можливість вводити запити на отримання розкладу, додавання нових дисциплін або перегляду інформації про поточний день.

– Отримання актуального розкладу:

▪ Миттєвий доступ до розкладу занять для обраної групи.

▪ Актуалізація розкладу кожного семестру з автоматичним очищенням застарілих даних.

– Зберігання розкладу у окремій базі даних:

▪ Розподіл бази даних на дві частини: основна база (example.db) для користувачів та налаштувань, а також окрема база (timetable.db) для зберігання розкладу по групам.

– Зручний інтерфейс в Telegram:

▪ Інтуїтивно зрозумілі команди для отримання розкладу, перегляду дзвінків, інформації про день, реєстрації та додавання нових дисциплін.

– Безпека та стабільність:

▪ Надійне зберігання даних у базі SQLite із запобіганням дублюванню записів.

▪ Обробка помилок під час взаємодії з базою даних та мережевих запитів до сервера.

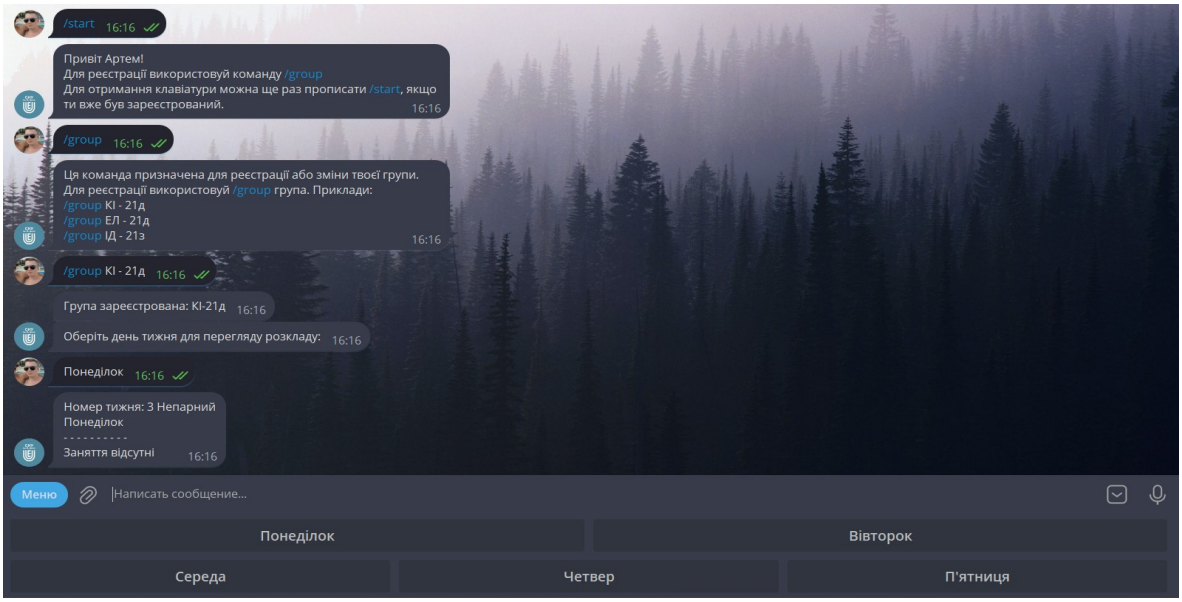


Рисунок 1 – Зовнішній вигляд чат-боту «SNU TimeTable»

Чат-бот «SNU TimeTable» передбачає версію програми для месенджеру Telegram.

Під час функціонування чат-боту вирішуються наступні завдання:

– отримання і розпізнавання повідомлення відправленого користувачем;

– отримання інформації з бази даних, шляхом виконання запитів з наданими параметрами;

– складання і відправлення відповіді, сформованої на підставі введеної інформації користувачем.

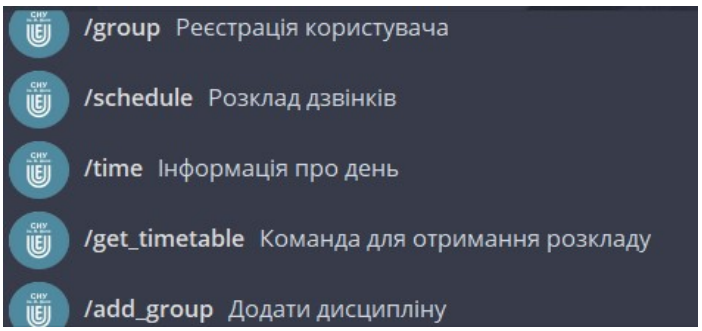


Рисунок 2 – Зовнішній вигляд команд чат-боту «SNU TimeTable»

Розробка дозволяє отримати кожному користувачу лише інформацію, яка відповідає його запиту.

Архітектура асистента зображена на рисунку 3

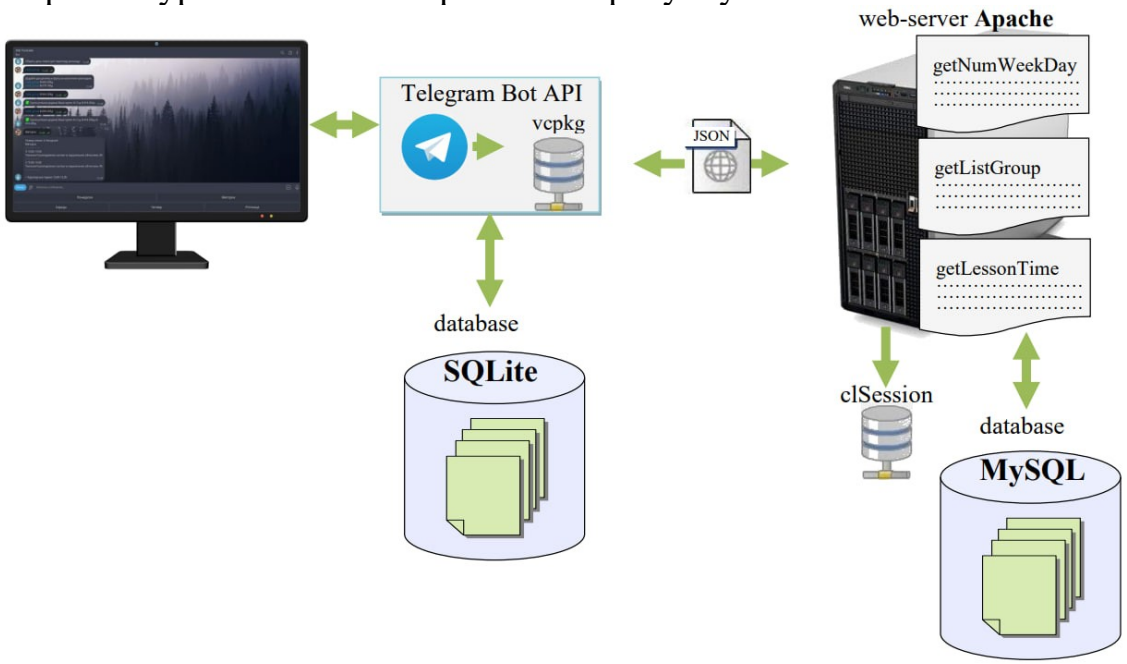


Рисунок 3 – Архітектура віртуального асистента для автоматизації розкладу у ВНЗ

Клієнтський додаток розкладу з точки зору навігації побудований відразу на двох типах навігації: стековій та двох видах табової навігації. Їх поєднання в одному додатку дає можливість одночасно використовувати переваги обох типів навігації, уникаючи обмеження кожного із типів. Переваги стекової навігації: ієрархічна структура, навігаційні дії, анімації переходів. Переваги навігації вкладками (табова навігація): множинні екрани, постійна видимість, незалежність вкладок, візуальне відображення активної вкладки, гнучкість в конфігурації.

З точки зору даних додаток можна поділити на такі частини: API, сесійне сховище даних, асинхронне сховище даних та компоненти відображення даних.

Отримання даних через API є важливою складовою частиною клієнтського додатку у моделі клієнт-сервер. Цей процес включає в себе наступні кроки:

1. Формування посилань на API з відповідними GET-параметрами в залежності від потреб.

2. Відправлення запиту.

3. Очікування відповіді: Після відправки запиту, додаток очікує відповідь від API. В даній реалізації це виконано як асинхронний процес.

4. Отримання відповіді та збереження даних: згідно з поточною архітектурою, сервер повертає дані в форматі JSON, що не потребують додаткової обробки. Після отримання даних додаток зберігає дані у сесійному сховищі даних для подальшого використання в додатку.

Для реалізації проекту використано: менеджер пакетів vcpkg для встановлення таких бібліотек: nlohmann/json.hpp, SQLiteCpp/SQLiteCpp.h, tgbot/tgbot.h та curl/curl.h.

Висновки. Розроблений віртуальний асистент розкладу для студентів та викладачів університету є ефективним рішенням для автоматизації процесу отримання розкладу занять. Завдяки інтеграції з месенджером Telegram, цей асистент забезпечує зручний доступ до актуальної інформації про розклад занять, а також оперативно інформує про зміни та важливі події навчального процесу. Основні функції, такі як реєстрація користувачів, отримання повідомлень, формування запитів до бази даних та надсилання персоналізованих відповідей, дозволяють зробити процес взаємодії з розкладом простим та інтуїтивно зрозумілим.

Джерела та література:

1. Ratov D. Architectural paradigm of the interactive interface module in the cloud technology model. Applied Computer Science. 2020. Vol. 16, no. 4. P. 48–55.
2. Ратов Д. В. Програмний контролер автоматизації формування документів з обмеженням несанкціонованого доступу. Наукові праці ДонНТУ. Серія «Інформатика, кібернетика, обчислювальна техніка». Покровськ, 2021. № 1 (32). С. 49-56.
3. Ratov D. Integration with the software interface of the com server for authorized user. Applied Computer Science. 2021. Vol. 17, no. 2. P. 5-13.
4. Ратов Д. В., Іванов В. Г., Лигіна Л. А. Створення мережевої системи авторизації для програмного забезпечення. Математичні машини і системи. Київ, 2021. № 2. С. 35-44.
5. Телеграм-бот на C++: пошук та встановлення URL: https://nbookpart.com.ua/telehram-bot-na-c-poshuk-ta-vstanovlennya/

***Ювженко Денис Ігорович**, аспірант, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна*
ORCID: 0009-0005-8744-226X

***Чимшир В'ячеслав Іванович**, аспірант, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна*
ORCID: 0009-0005-2555-5373

***Шимкович Володимир**, кандидат технічних наук, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна*
ORCID 0000-0003-4014-2786

***Теленик Сергій Федорович**, доктор технічних наук, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", Київ, Україна*

***Науковий керівник: Стіренко Сергій Григорович**, доктор технічних наук, професор, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, Київ, Україна*

АВТОМАТИЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ ШІ-СИСТЕМИ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2110/

Сьогодні в галузі інформаційних технологій ключовими чинниками впливу на покращення клієнтського досвіду, зниження витрат та оптимізації бізнес-операцій є автоматизація процесів та ефективне використання штучного інтелекту (ШІ) [1]. Одним із найбільш перспективних напрямів є агентні складені ШІ-системи, які дозволяють розподіляти завдання між різними спеціалізованими агентами [2], кожен із яких відповідає за окремий аспект роботи.

У цій роботі представлено прототип агентної ШІ-системи, який демонструє інтеграцію великих мовних моделей – Large Language Models (LLM) у бізнес-процеси діяльності компаній галузі телекомунікацій, яка стає все більш популярною сьогодні [3]. Як приклад, була побудована система для телеком-провайдера відповідно до стандартів TM Forum [4]. Реалізація базується на LangChain [5] та LangGraph – фреймворках, що дозволяють створювати керовані та структуровані ланцюги запитів між агентами.

Агентні складені ШІ-системи – це багатокомпонентні системи, які складаються з кількох спеціалізованих агентів, кожен із яких виконує певну задачу, а їхня взаємодія координується агентом-оркестратором або

супервайзером. До переваг використання такого підходу належать гнучкість, масштабованість та можливість спеціалізації агентів для виконання окремих завдань.

Традиційні ШІ-системи часто функціонують як монолітні моделі, що намагаються розв’язати широкий спектр задач всередині однієї нейромережі, великої мовної чи іншої моделі ШІ. Агентні системи, навпаки, розподіляють відповідальність між незалежними агентами, які можуть взаємодіяти між собою через стандартизовані API або оркестраційні механізми.

У цій роботі пропонується агентна ШІ-система, яка поєднує потужність LLM з генерацією з доповненим пошуком – Retrieval-Augmented Generation (RAG) [6], оркестрацією через фреймворк LangGraph та інтеграцією із системами телеком-оператора. Представлений прототип демонструє здатність системи до опрацювання текстів природньою мовою, міркувань і розв'язання складних проблем шляхом декомпозиції на прикладі одного бізнес-процесу. У перспективі вбачається розширення системи для масштабної інтеграції у інформаційні системи телеком-операторів.

Агентний підхід передбачає розподіл завдань між автономними агентами, кожен із яких має свою спеціалізацію. У запропонованій системі LLM, RAG та компоненти, які реалізують спеціалізовані функції, виконують роль інструментів, якими користуються агенти для виконання складних завдань. Це дозволяє:

- Забезпечити гнучке управління потоками інформації.
- Використовувати найкращі практики інтелектуального оброблення даних.
- Оптимізувати пошук інформації та генерацію відповідей у реальному часі.

Основним елементом управління у складених агентних системах є агент-оркестратор (або супервайзер). Його завдання полягає у тому, щоб декомпозувати складні проблеми на підпроблеми, координувати їх розв’язання, виконання запитів, передавати їх між агентами та забезпечувати правильну послідовність операцій.

Використання фреймворку LangGraph дозволяє реалізувати графову модель управління взаємодією агентів. При застосуванні традиційного підходу до ШІ-систем існує проблема неконтрольованої генерації відповідей моделлю. LangGraph вирішує цю проблему, формуючи правильну послідовність виконання запитів у визначеному відповідними компонентами ШІ-системи порядку.

Ключовою частиною пропонованої ШІ-системи є агент, який реалізує RAG, базуючись на підході, що поєднує генеративні LLM із зовнішніми джерелами знань. RAG-компонент відповідає за отримання та оброблення інформації з бази знань для генерації точних та релевантних відповідей. Це досягається шляхом додавання необхідного контексту у вигляді конкретних

даних, які отримані з векторної бази даних [7], відповідно до запиту великої мовної моделі. Таким чином, велика мовна модель буде формувати відповідь базуючись на заданому контексті, а не лише на тому обсязі інформації, на якому її було натреновано. Це дозволяє значно зменшити ймовірність галюцинацій великих мовних моделей та забезпечити генерацію відповідей на основі актуальних верифікованих даних. Це особливо актуально при використанні таких ШІ-систем для підтримки бізнесової діяльності, коли дані, як і контекст запиту, можуть часто змінюватися. Типовими прикладами таких даних у системах телеком-операторів є тарифи, акції, дані абонентів, тощо.

Здатність запропонованого підходу скласти основу для вирішення практичних проблем продемонстровано на прикладі однієї з властивих підтримці бізнес-процесів телекомунікаційної компанії проблем, а саме проблемі регулювання високого навантаження на службу підтримки клієнтів. У цьому випадку типовими викликами для розробника є:

• Велика кількість однотипних запитів (перевірка рахунку, підключення тарифу, усунення несправностей).

• Існуючі IVR-системи та rule-based традиційні чат-боти засновані на сценаріях неефективні для складних запитів.

На основі запропонованого підходу процес оброблення запитів у системі представлений наступним чином:

1. Користувач надсилає запит (наприклад: "Я хочу змінити свій тарифний план на “Успішний”. ").

2. Комунікаційний агент аналізує намір користувача і передає запит Оркестратору.

3. Оркестратор визначає, які агенти мають виконати операцію (RAG для перевірки деталей тарифів або бізнес-агент для взаємодії з білінговою системою).

Агент RAG шукає інформацію про доступні тарифи у векторній БД та пере4. дає відповідь Оркестратору.

5. Бізнес-агент використовує API телеком-оператора для здійснення змін у системі білінгу.

6. Фінальна відповідь надсилається користувачеві через комунікаційний агент.

Практичні результати та перспективи масштабування. Для простих запитів, таких як перевірка статусу клієнта, інформації про контракт або інших загальнодоступних даних, використовується агент, що працює з RAG-компонентою. Він отримує відповідну інформацію з бази даних, передає її до LLM, яка генерує відповідь для клієнта. Оркестратор керує цим процесом, а комунікаційний агент передає відповідь користувачу.

Результати:

• Система продемонструвала високу точність відповідей та швидкість оброблення запитів, що значно покращило взаємодію з клієнтами.

• Запропонований підхід є масштабованим, оскільки можна додати додаткові бази даних із розширеною інформацією.

• Продемонстровані системою здатності дозволяють використовувати її не лише для клієнтів, а й для працівників компанії, надаючи їм внутрішню інформацію про процеси та послуги. В цьому випадку пропонується розділення RAG-агентів на внутрішнього, для працівників компанії, та зовнішнього, для клієнтів, аби унеможливити доступ до конфіденційних даних ззовні.

Автоматизація бізнес-процесів через бізнес-агента.

Система містить бізнес-агента, який взаємодіє з компонентами ІС телеком-компанії через API. Його завданням є формування контрактів для нових клієнтів.

Результати:

• Система продемонструвала здатність до успішної автоматичної підтримки бізнес-процесу формування контрактів з мінімальним залученням персоналу компанії.

• Отримані результати підтверджують можливість масштабування системи шляхом реалізації інших бізнес-функцій телеком-оператора.

• Створення спеціалізованих агентів для окремих бізнес-задач (наприклад, управління платежами, обслуговування клієнтів, технічна підтримка) дозволить не тільки збільшити ефективність діяльності оператора, але й певним чином реструктурувати бізнес-процеси, зробивши їх більш простими, зручними і логічно обгрунтованими.

Таким чином, отримані результати підтверджують ефективність запропонованого підходу та можливість його масштабування для розширеного використання в телекомунікаційній індустрії. Розширення системи планується шляхом розроблення дадодаткових агентів для реалізації інших бізнес-функцій, підтримки інших бізнес-процесів.

Висновки та перспективи подальшого розвитку.

У роботі представлено агентну складену ШІ-систему, яка інтегрує великі мовні моделі, механізм RAG та агентну оркестрацію для автоматизації бізнес-процесів телекомунікаційної компанії. Запропонований підхід дозволяє ефективно поєднувати можливості генеративного ШІ з доступом до актуальної інформації, що значно покращує якість обслуговування клієнтів та автоматизує внутрішні бізнес-операції. Практичні результати підтвердили ефективність запропонованого рішення у двох основних сценаріях:

• Оброблення стандартних запитів через RAG-агента дозволяє швидко та точно надавати клієнтам інформацію про їхні контракти, статус рахунку та інші ключові деталі. Такий підхід добре масштабується завдяки можливості інтеграції нових баз даних, що розширює сферу його застосування на внутрішню корпоративну аналітику.

• Автоматизація формування контрактів за допомогою бізнес-агента довела свою ефективність, дозволяючи значно зменшити навантаження на працівників компанії. Цей підхід може бути розширений на інші бізнес-процеси, такі як управління платежами, технічна підтримка та інші аспекти роботи телеком-оператора.

Отримані результати свідчать про те, що використання агентної архітектури в ШІ-системах є ефективним та гнучким підходом до вирішення широкого спектра бізнес-завдань. Впровадження подібних рішень може значно оптимізувати операційні процеси компаній, зменшити витрати та підвищити якість обслуговування клієнтів.

Перспективи подальших досліджень та розвитку.

1. Розширення агентної архітектури для підтримки додаткових бізнес-функцій.

2. Оптимізація продуктивності системи шляхом удосконалення кешування даних для типових однотипних запитів.

3. Впровадження додаткових моделей машинного навчання для прогнозування запитів клієнтів та адаптації сервісів у режимі реального часу.

Таким чином, запропонована система не лише покращує існуючі методи автоматизації бізнес-процесів, але й відкриває перспективи для подальшого розширення та вдосконалення технологій, що працюють на основі агентного ШІ.

Література:

1. Рассел С., Норвіг П. Штучний інтелект: сучасний підхід. 4-е вид. – Pearson, 2020. – 1152 с.

2. Карпус Р., Лазарік А. Підкріплювальне навчання та прийняття рішень у мультиагентних системах // Журнал досліджень штучного інтелекту. – 2021. – Т. 72. – С. 105-135.

3. Льюїс М., Фергюсон К. Великі мовні моделі та їх застосування в автоматизації бізнесу // Огляд штучного інтелекту. – 2022. – Т. 39 (3). – С. 415-432.

4. TM Forum. TM Forum Open Digital Framework: Standards for Digital Transformation. – TM Forum White Paper. – Лондон: TM Forum, 2023. – 42 с.

5. Шмідт Т., Бауер А. Оркестрація в мультиагентних системах: LangGraph та його застосування // Журнал інтелектуальних систем. – 2021. – Т. 35 (4). – С. 627-642.

6. Choi H., Gupta A., Wang J. LangChain: Building Applications with Large Language Models. – Technical Report. – OpenAI, 2023. – 36 с. – Доступно: https://www.langchain.com.

7. Ян З., Чжан П., Лу Ю. ChromaDB: Масштабований векторний пошук для високорозмірного отримання даних // Матеріали конференції ACM SIGMOD. – 2022. – С. 289-300.

***Янко Аліна Сергіївна**, кандидат технічних наук,*
доцент, Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
ORCID: 0000-0003-2876-9316

***Гончаренко Станіслав Олександрович**, Національний університет*
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
ORCID: 0009-0009-3417-6198

ОПТИМІЗАЦІЯ LORAWAN-МЕРЕЖ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ: ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2119/

Вступ. В умовах зростаючої потреби в ефективному та сталому сільському господарстві, LoRaWAN виступає як ключова технологія, що дозволяє оптимізувати процеси в аграрному секторі України. Це технологія бездротового зв’язку, яка використовується для створення енергоефективних мереж з великою зоною покриття [1]. Основними перевагами LoRaWAN є низьке енергоспоживання, можливість передачі даних на великі відстані, до десятків кілометрів, а також підтримка великої кількості кінцевих пристроїв (~500 пристроїв на один шлюз LoRaGateway) [2]. LoRaWAN мережі розраховані на інфраструктуру, яка включає кінцеві пристрої користувачів такі як сенсори, датчики, актуатори, шлюзи для обміну трафіком клієнта та мережеві сервери і сервери додатків. Її здатність забезпечувати зв'язок на великі відстані з низьким енергоспоживанням робить її ідеальною для моніторингу сільськогосподарських угідь, контролю обладнання та збору даних у важкодоступних місцях, де традиційні рішення, такі як Wi-Fi або мобільний зв'язок, є недоцільними або економічно невигідними [3]. Актуальність дослідження полягає в необхідності адаптації та оптимізації LoRaWAN-мереж для специфічних потреб аграрного сектору, що сприятиме підвищенню продуктивності, зниженню витрат та сталому розвитку сільського господарства.

З огляду на зростаючу популярність LoRaWAN, важливо розуміти основні рекомендації та підходи до її налаштування та експлуатації. Робота LoRaWAN мережі регламентується організацією LoRa Alliance [4], яка розробляє стандарти та надає детальну документацію з усіх аспектів мережевої роботи. Одним із ключових документів є TR007, що містить детальні рекомендації щодо налаштування та управління LoRaWAN мережею [5].

Методологія. Дослідження базується на аналізі рекомендацій LoRa Alliance, зокрема документу TR007 [4-7], та практичному досвіді розгортання LoRaWAN-мереж в аграрному секторі. Використано методи системного аналізу, моделювання та експериментальні дослідження для оцінки ефективності різних підходів до налаштування та оптимізації мережі. Дослідження включає в себе аналіз реальних даних з сенсорів, встановлених на сільськогосподарських

угіддях, для оцінки якості зв'язку та ефективності використання ресурсів. Аналізувалися такі параметри, як SNR, RSSI, пропускна здатність мережі, а також вплив погодних умов та рельєфу місцевості на якість зв'язку [8].

Оптимізація налаштувань для аграрного сектору:

◦ Використання OTAA для безпечного підключення сенсорів, що дозволяє уникнути ручної конфігурації великої кількості пристроїв, що є критично важливим в умовах великих сільськогосподарських угідь.

◦ Адаптація частотного плану та каналів для забезпечення стабільного зв'язку в умовах сільської місцевості, де можуть бути присутні перешкоди та обмеження.

◦ Впровадження механізмів динамічного регулювання потужності (ADR) для оптимізації енергоспоживання сенсорів, що дозволяє продовжити термін їх служби та зменшити витрати на обслуговування.

◦ Налаштування сенсорів для збору даних, специфічних для аграрного сектору, таких як вологість ґрунту, температура, освітленість, рівень pH та інші показники, що впливають на врожайність.

Аналіз ефективності:

◦ Оцінка якості зв'язку (SNR, RSSI) та пропускної здатності мережі в різних умовах, включаючи різні типи ґрунтів, погодні умови та рельєф місцевості.

◦ Визначення оптимальних параметрів для передачі даних з сенсорів, що використовуються для моніторингу вологості ґрунту, температури та інших показників, з метою забезпечення максимальної точності та надійності даних.

◦ Аналіз впливу погодних умов та рельєфу місцевості на якість зв'язку, що дозволяє розробити стратегії для мінімізації впливу негативних факторів.

◦ Аналіз енергоефективності сенсорів та шлюзів, з метою оптимізації витрат на електроенергію та продовження терміну служби обладнання.

Практичні рекомендації:

◦ Вибір оптимального розташування шлюзів для забезпечення максимального покриття сільськогосподарських угідь, враховуючи рельєф місцевості та можливі перешкоди.

◦ Використання сенсорів з низьким енергоспоживанням та високою точністю вимірювань для тривалої роботи від батареї та отримання достовірних даних.

◦ Впровадження системи моніторингу та аналізу даних для оперативного реагування на зміни в умовах вирощування та прийняття своєчасних рішень.

◦ Використання хмарних платформ для зберігання, обробки та аналізу даних, що дозволяє отримувати доступ до інформації з будь-якого місця та пристрою.

◦ Інтеграція LoRaWAN-мережі з іншими системами управління сільським господарством, такими як системи GPS-навігації, системи автоматичного поливу та інші.

Висновки. LoRaWAN є ефективною технологією для застосування в аграрному секторі України, але вимагає адаптації та оптимізації для забезпечення стабільного та надійного зв'язку. Результати дослідження показують, що правильне налаштування мережі та використання оптимальних параметрів дозволяє підвищити ефективність моніторингу та контролю сільськогосподарських угідь, що сприяє підвищенню врожайності та зниженню витрат. Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку інтелектуальних систем управління на основі LoRaWAN, що дозволить автоматизувати процеси та підвищити продуктивність аграрного сектору, а також на розробку спеціалізованих сенсорів та обладнання для аграрного сектору.

Література:

1. Cordova L., & et al. Energy-Efficient LoRaWan Communication: Real-Time Applications in Aquaculture. *2024 IEEE 22nd International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, Beijing, China, 2024, pp. 1-6. https://doi.org/10.1109/INDIN58382.2024.10774297
2. The Things Network, “What are LoRa and LoRaWAN?,” The Things Network. Available at: https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan/what-is-lorawan/ (accessed 02.03.2025).
3. Katsoulis S., Koulouras G., & Christakis I. Energy-Efficient Data Acquisition and Control System using both LoRaWAN and Wi-Fi Communication for Smart Classrooms. *2024 13th International Conference on Modern Circuits and Systems Technologies (MOCAST)*, Sofia, Bulgaria, 2024, pp. 1-4. https://doi.org/10.1109/MOCAST61810.2024.10615862
4. Kjendal D. LoRa-Alliance Regional Parameters Overview. *Journal of ICT Standardization*, 9 (1), 2021, pp. 35-46. https://doi.org/10.13052/jicts2245-800X.914
5. TR007 Developing LoRaWAN® Devices v1.0.0, “TR007 Developing LoRaWAN Devices v1.0.0,” Lora-alliance.org, Feb. 03, 2021. Available at: https://resources.lora-alliance.org/document/tr007-developing-lorawan-devices-v1-0-0 (accessed 04.03.2025).
6. LoRa Alliance, TR007-1.0.0 Developing LoRaWAN Devices, 2021, sec. 3.1.2. [Online]. Available at: https://resources.lora-alliance.org/document/tr007-developing-lorawan-devices-v1-0-0 (accessed 28.02.2025).
7. LoRa Alliance, TR007-1.0.0 Developing LoRaWAN Devices, 2021, sec. 3.2.2. [Online]. Available at: https://resources.lora-alliance.org/document/tr007-developing-lorawan-devices-v1-0-0 (accessed 05.03.2025).
8. Aldhaheri L., Alshehhi N., Manzil I., Khalil R.A., Javaid S., Saeed N., & Alouini M.-S. LoRa Communication for Agriculture 4.0: Opportunities, Challenges, and Future Directions, 2024. https://doi.org/10.48550/arXiv.2409.11200

***Tetiana Stupnytska**, Ph.D.,*
Associate Professor, Odesa National University of Technology, Ukraine
ORCID: 0000-0002-2517-2795

***Kateryna Korchakovska**, 1st year applicant for Master's degree, Odesa National University of Technology, Ukraine*
ORCID: 0009-0004-0147-4731

***Olena Volodina**, assistant, Odesa National University of Technology, Ukraine*
ORCID: 0000-0003-0552-6733

THEORETICAL PRINCIPLES OF DETERMINING AND CLASSIFICATION OF NON-CURRENT ASSETS OF AN ENTERPRISE AS A FACTOR IN FORMING A COMPREHENSIVE APPROACH TO THEIR ACCOUNTING

Internet address of the article on web-site:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2113/

Non-current assets are resources that provide economic benefits in the long term, contributing to the functioning of the production process, the implementation of the strategic goals of the enterprise and the formation of its material and technical base. Accounting and analysis of non-current assets is an important aspect of the activities of any enterprise, since the effective management of these resources directly affects its financial stability and level of profitability. The correct definition and classification of non-current assets provide a systematic approach to their accounting and presentation of information, which is a key factor for conducting the qualitative analysis.

Mastering the conceptual apparatus, which includes the definition, classification and methods of accounting for non-current assets, ensures a reliable reflection of their value in financial statements. This is crucial both for attracting investments, strengthening trust from business partners and creditors, and for conducting a thorough financial analysis that helps assess the efficiency of assets use, forecast financial results and make informed management decisions. In addition, the use of modern accounting standards, in particular International Financial Reporting Standards (IFRS), ensures that enterprises are competitive in the global market, which is becoming especially relevant in the context of economic integration and the development of international trade [8]. Therefore, in our opinion, it is necessary to compare the theoretical principles of organizing accounting for non-current assets in foreign countries with Ukrainian practice.

The issue of interpreting the concept of “non-current assets” was considered in the works of such scientists as Blank I. O., Butynets F. F., Goretska L. L., Bazylevich V. D., Voronko R. M., Luchko M. R., Benko I. D., Gunderuk T., Rogozhkina V.V., Kandyba K.O., Portna O.V., Goncharenko M.L., Romanchuk R.A., and others.

The concept of "non-current assets" in foreign accounting practice is denoted by various terms: property, tangible assets, fixed assets; buildings and equipment, etc. In International Financial Reporting Standards (IFRS), non-current assets are defined as a group of assets that have similar characteristics and are used in a similar way in economic activities [9].

In the modern Ukrainian economic environment and regulatory acts, researchers distinguish different variations on the essence of the concept of "non-current assets", which indicates that there is no single approach to interpreting this concept. Therefore, we can say that non-current assets are resources that are held by an enterprise for more than twelve months or one operating cycle (if it exceeds twelve months) in order to obtain future economic benefits associated with their use.

O. O. Tomilin highlights that non-current assets are characterized by the following positive features [2]:

– practically not subject to losses from inflation, and, therefore, are better protected from it;

– they are characterized by a lower commercial risk of losses in the process of the enterprise's operational activities;

– practically protected from the unscrupulous actions of partners in operational commercial affairs;

– capable of generating stable profits, ensuring the production of various types of products in accordance with the market conditions of the goods;

– contribute to the prevention (or significant reduction) of losses of inventories of the enterprise's material assets during their storage;

– they are characterized by large reserves of a significant expansion of the volume of operational activities during the period of the upswing of the commodity market conditions.

The consistency of the definition of non-current assets in accordance with international financial accounting standards and the national regulatory framework is an important factor in the formation of a single methodological approach to their accounting. This is of particular importance in the context of globalization and integration processes in the world economy, contributing to increasing the transparency of financial reporting and ensuring its comparability at the international level.

Classification of non-current assets plays a key role in financial accounting, management decision-making, and financial reporting. It serves as the foundation for systematic and detailed accounting, enhances the transparency of financial

information, and ensures informed management decisions, which in turn contributes to the achievement of the strategic goals of the entity.

The classification of non-current assets in foreign countries is as follows: tangible long-term assets, intangible long-term assets, long-term financial investments [7].

Researchers identify individual approaches to the formation of the classification of non-current assets according to the relevant characteristics, given in Table 1, which complicates the construction of the unified classification for both national and international accounting standards.

Table 1 – Classifications of non-current assets in economic literature*

Researcher-scientist	Approach to classification of non-current assets
I. O. Blank	By main functional types: fixed assets, intangible assets; by the nature of servicing individual areas of operating activity: non-current assets that serve the production process, non-current assets that serve the sales process, non-current assets that serve operating activities; by the nature of ownership: own and leased non-current assets; by the forms of collateral for the loan and the features of insurance: movable and immovable non-current assets; by the nature of depreciation: depreciable non-current assets and non-depreciable non-current assets.
F. F. Butynets, L. L. Goretska	In most countries, non-current assets can be divided into the following general groups: tangible long-term assets; intangible long-term assets; long-term financial investments.
V. D. Bazylevich	By area of operation: objects of production and non-production purpose; by natural and tangible form: buildings, structures, transmission mechanisms, equipment, machines, vehicles, tools, production and household equipment, working livestock, perennial plantings and others; by role (degree of participation) in the production process: active (machines, equipment, etc., which directly affect the quantity and quality of products produced) and passive (buildings, structures, etc., which only create the necessary conditions for the production process).

**compiled by the author based on the following sources [3, 4, 5]*

For accounting purposes in Ukraine, non-current assets are classified according to the National Accounting Regulation (Standard) 1 "General Requirements for Financial Reporting" and Financial Reporting Form 1 "Balance Sheet (Statement of Financial Position)" and have the following structure, which is given in Table 2.

Table 2 – Classification of non-current assets
according to ANR(s)-Accounting national regulation (Standard) 1*

Classification of non-current assets according to form 1 "Balance (Statement of financial position)"	Intangible assets	Non-monetary asset which has no physical substance and can be identified.
	Uncompleted capital investments	Capital investments in construction, manufacturing, reconstruction, modernization, acquisition of non-current tangible assets that have not been put into operation as of the balance sheet date, as well as advance payments to finance construction.
	Fixed assets	Tangible assets that an enterprise holds for the purpose of using them in the production or supply of goods, providing services, renting them to others, or for performing administrative and socio-cultural functions, the expected useful life (operation) of which is more than one year (or the operating cycle, if longer than one year).
	Investment property	Land, buildings, and structures located on land are held for the purpose of receiving rental payments and/or increasing equity.
	Long-term biological assets	Biological assets that are capable of producing agricultural produce and/or additional biological assets that otherwise generate economic benefits for a period exceeding 12 months.
	Long-term financial investments	Investments for a period of more than one year, as well as all investments that cannot be freely sold at any time.
	Long-term receivables	The amount of receivables that do not arise in the normal operating cycle and will be settled after 12 months from the balance sheet date.
	Deferred tax assets	Amounts of income taxes recoverable in future periods.
	Other non-current assets	Tangible assets intended to be used for more than one year (or operating cycle, if it exceeds one year).

**compiled by the author based on these sources [1]*

The results of a comparison of aspects of accounting for non-current assets in international and domestic practice are given in Table 3.

Table 3 – Comparative characteristics of aspects of accounting for non-current assets under the ANR(S) and ISFS-international standards of financial statements*

Criterion	ANR(S)	ISFS
Classification of non-current assets	Intangible assets, capital investments in progress, fixed assets, investment property, long-term biological assets, long-term financial investments, long-term receivables, deferred tax assets, other non-current assets	Tangible long-term assets, intangible long-term assets, long-term financial investments.
Criterion	ANR(S)	ISFS
Recognition of fixed assets	Will generate future economic benefits and their cost can be measured reliably	
Rating	Recorded on the balance sheet at original cost or historical cost	
	X	Loan interest may also be included.
Repair costs	Recognized as an asset when they improve the condition of an asset	
Revaluation	It is carried out in cases where the fair value differs significantly from the carrying amount.	
Amortization	Depreciation is calculated using the following methods: straight-line write-off, reduction of the balance, the amount of units of production, according to the norms of tax legislation, as well as accelerated reduction of the residual value, cumulative method.	According to tax legislation
Elimination	The residual value and accumulated depreciation are written off, and a profit/loss on disposal is recorded.	
Intangible assets	Recognition criteria: lack of tangible form, long-term, ability to generate income	
Classification	Rights to use natural resources, property, trademarks, industrial property, copyrights, goodwill, other	
	Goodwill is almost unused	Goodwill is divided into positive and negative, there are approaches to recognizing value and methods of write-off.
Accounts receivable	Definition – the amount owed by debtors	
Classification	Long-term and current	Current and non-current (medium-term and long-term)

**compiled by the author based on these sources [6]*

Thus, the analysis of the organization of accounting for non-current assets in foreign countries in comparison with Ukrainian practice demonstrates the need to improve the National Accounting Standards in order to harmonize them with international standards. In the context of the development of information technologies and globalization of business activity, one of the key tasks of Ukrainian enterprises is the full automation of accounting processes, in particular, accounting for non-current assets. Since the economic activity of any business entity begins with the acquisition

and use of non-current assets, their effective management and accounting is a fundamental factor in ensuring the stability and development of the enterprise.

Therefore, theoretical understanding of the nature of non-current assets is extremely important for ensuring stable functioning and sustainable development of enterprises. Non-current assets form the basis of the resource base of companies, contributing not only to the support of basic production processes, but also to the formation of their strategic competitive advantage in the market. Different approaches to the definition and classification of this category of assets, which includes tangible, intangible assets and long-term investments, emphasize the need for a deep understanding of their economic essence and significance in financial reporting.

References:

1. *Zahalni vymohy do finansovoi zvitnosti: natsionalne polozhennia (standart) bukhhalterskoho obliku 1 zatv. nakazom Ministerstva finansiv Ukrainy № 73 vid 07 liutoho 2013 roku (zi zminamy)*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0336-13#n17 (Retrieved February 2, 2025).
2. Tomilin, O. O., Tiutiunnyk, Yu. M., Brazhnyk, L. V., & Drobotia, Ya. A. (2023). *Finansovo-ekonomichnyi slovnyk-dovidnyk*. (O. O. Tomilin, Ed.). PDAU. https://dspace.pdau.edu.ua/bitstreams/9ce549db-2874-4179-808c-53cf3f74f4d3/download (Retrieved February 6, 2025).
3. Blank, I. O. (2014). *Finansovyi menedzhment*. (2nd ed.). Nika-Tsentr.
4. Butynets, F. F., & Horetska, L. L. (2003). *Bukhhalterskyi oblik u zarubizhnykh krainakh*. Ruta.
5. Bazylevych, V. D. (Ed.). (2014). *Istoriia ekonomichnykh uchen*. (9th ed.). Znannia. http://www.library.univ.kiev.ua/ukr/host/10.23.10.100/db/ftp/elib/economics_f/bazylevych_ekonomichna_2014.pdf (Retrieved February 7, 2025).
6. Voronko, R. M. (2023). *Oblik u zarubizhnykh krainakh*. (4th ed.). Mahnoliia-2006.
7. Luchko, M. R., & Benko, I. D. (2016). *Bukhhalterskyi oblik u zarubizhnykh krainakh*. TNEU.
8. Hunderuk, T. (2022). Rol obliku ta upravlinnia neoborotnymy aktyvamy u diialnosti pidpryiemstva. *Rozvytok sotsialno-ekonomichnykh system v heoekonomichnomu prostori*: zbirnyk tez dopovidei II mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (pp. 60-61). Ternopilskyi natsionalnyi ekonomichnyi universytet. https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/lib/39902/2/RSESGP_2022_Hunderuk_T-The_role_of_non_current_60-61.pdf (Retrieved February 8, 2025).
9. Rohozhkina, V. V. (2017). Osoblyvosti obliku neoborotnykh aktyviv za MSFZ. *Oblik, opodatkuvannia i kontrol: teoriia ta metodolohiia*: materialy mizhnar. nauk.-prakt. internet-konferentsii (pp. 156-157). Ternopilskyi natsionalnyi ekonomichnyi universytet. http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/22075/1/156-157.pdf (Retrieved February 8, 2025).

Дяченко Микола Іванович,
кандидат сільськогосподарських наук, доцент,
Уманський національний університет садівництва, м. Умань
ORCID: 0000-0003-4997-5020

НАСЛІДКИ ВЕДЕННЯ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2129/

Ліс відіграє одну з ключових ролей в Україні, адже від нього в значній мірі залежить ефективне ведення лісового господарства країни. Але війна розв'язана проти України негативно вплинула на лісову галузь. Так, за даними Державного агентства лісових ресурсів, поданими UWEC WORD GROUP, станом на червень 2024 року 708,9 тис. га лісів зазнали безпосереднього впливу війни, повністю знищеними вважаються 893,9 га, а загальна сума збитків лісам становить 2 млн. 457 тис. грн. Ці цифри коливаються, оскільки наразі не можна зробити точні обчислення [1].

На даний час в Державному спеціалізованому господарському підприємстві «Ліси України» перебуває 6,6 млн. га земель державного лісового фонду. Підприємство спеціалізується на веденні лісового господарства, охороні, захисті, раціональному використанні та відновленні лісів, веденні мисливського господарства тощо. Державне спеціалізоване господарство є одним з найбільших лісокористувачів Європи й найбільшим лісокористувачем України. Загальна площа лісового фонду України становить 10,4 млн. га, із яких 9,6 млн. га вкриті лісовою рослинністю. Лісистість території країни становить 15,9% [2].

Україна продовжує втрачати ліси через військові дії. Для їх відновлення на думку головного державного агентства Юрія Білоховця потрібні на один десяток років. Наразі по його даних під окупацією та бойовими діями знаходиться понад 500 тис. га лісів. Він наголосив, що знищувати ліс, який створила природа – це злочин [3].

Разом з тим, лісогосподарські підприємства України у військовий час, як і більшість інших підприємств України, повинні бути зорієнтовані на одержання прибутку, як одного з показників ефективності економічної діяльності. Це, в свою чергу, вимагає пошуку ринків й укладання найвигідніших контрактів з продажу готової продукції. Тому, лісогосподарські підприємства повинні працювати з урахуванням військової агресії та положень державної лісової політики в повоєнний час.

На розширеному засіданні колегії Державного агентства лісових ресурсів України були підведені підсумки роботи лісової галузі за І півріччя 2024 року. Так, у підсумку фінансово-господарської діяльності підприємств галузі, за даними начальника відділу економіки Ольги Філько, отримано 11 млрд.

451 тис. грн. чистого доходу від реалізації товарів, надання послуг тощо. Це на 215 млн. грн. більше за такий же період 2023 року. Сплачено до бюджетів усіх рівнів 3 млрд. 661 млн. грн. всіх податків, зборів та обов'язкових платежів, що на 82 млн. грн. більше порівняно з 2023 роком.

Урядом України була розроблена Державна Стратегія управління лісами України до 2035 року. Необхідність підготовки цієї Стратегії полягає в надзвичайно важливій ролі лісів для екологічної, економічної та соціальної стабільності держави, особливо в умовах зміни клімату, необхідності системного удосконалення ведення лісового господарства та забезпечення довгострокових інтересів держави на основі поєднання принципів державного регулювання з механізмами ринкових відносин та з огляду на цілі децентралізації влади, збільшенні кількості робочих місць, зайнятості сільського населення, зменшенні корупційних ризиків, вчиненні правопорушень тощо. Метою розроблення Стратегії є забезпечення ефективного управління лісами на основі забезпечення сталого ведення лісового господарства, збереження біорізноманіття в лісах адаптованого до кліматичних змін лісового господарства, популяризації лісових професій у суспільстві, забезпечення фінансової стабільності лісової галузі та створення сприятливих умов для адаптації розвитку деревообробної та сумісних галузей економіки [4].

Національна рада з відновлення України вже розробила проект Плану відновлення країни, до якого входять матеріали робочої групи «Екологічна безпека» [5].

Значна робота по ефективному використанню та модернізації лісових ресурсів проводиться науковцями Уманського національного університету садівництва на факультеті «Лісового та садово-паркового господарства». Наукові розробки направлені на підвищення ефективності за доглядом та використанням лісового господарства. Університет має унікальну базу як для навчального так і наукового процесу на балансі якого знаходиться 420 га лісів.

Разом з тим, на сьогодні в галузі лісівництва є ряд проблем, які потребують їх вирішення, а саме:

- високий рівень корупції та незаконної діяльності в лісах;
- недостатнє фінансування заходів з ведення лісогосподарської діяльності;
- погіршення санітарного стану лісів;
- недосконалий механізм управління лісами комунальної власності;
- відсутність прозорого механізму продажу деревини, незаконні вирубки та обіг незаконно добутої деревини та ін.

Так як 73% лісів знаходяться у відомстві Державного агентства лісових ресурсів України, тому основним виконавцем по усуненню вищеназваних проблем буде виступати даний орган Державної влади та кожен громадянин. Недарма Державне підприємство «Ліси України» разом з громадянами та міжнародними партнерами запустило програму порятунку лісів Forest recovery.

Саме ліси під час війни застосовуються у військовій тактиці, легко руйнуються і складно відновлюються, тому і страждають найбільше серед всіх типів екосистем. Згідно інформації наданої Державним агентством лісових ресурсів, збитки складають понад 60 млрд. доларів США.

Наразі, поки що не опубліковані у наукових виданнях дослідження, які дають неоднозначну картину того, що відбувається із органічним світом лісових екосистем, рослинами, грибами, тваринами. Будемо сподіватися на природне відновлення лісів і значні їх території для доступного ведення лісового господарства.

Література:

1. Вітер С., Гутарева В. Лісовідновлення в Україні у військовий та повоєнний час. 2024.
2. Державне агентство лісових ресурсів України. Офіційний сайт. Напрямки діяльності. Ліси України. Загальна характеристика лісів України URL: http://dklg.kma/gov/ua/forest/control/uk/publish/article?artid-62921.catid=32867
3. Білоховець Ю. «Ліси України» разом з громадянами запустили проект «Forest recovery». Як працює це рішення.
4. Державна Стратегія управління лісами України. Екосистеми. Екологічна політика. Від 29.12.2021 № 1777-р.
5. Проект Плану відновлення України. Матеріали робочої групи «Екололгічна безпека» URL: http://www.kma.gov.ua/starage/app/sites/i/recover yrada/ua/envi-ron mental-safety-assemdly.pdf

***Конюхов Дмитро Андрійович**, аспірант, Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ*
ORCID: 0009-0009-4231-1855

***Науковий керівник: Негода Юлія Володимирівна**,*
доктор економічних наук, професор
кафедри фінансів, Національний університет
біоресурсів і природокористування України, м. Київ

ФІНАНСОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2127/

Світова спільнота в черговий раз переконалась в особливій ролі України в глобальній економіці, яка навіть в умовах війни продовжує забезпечувати всі верстви населення продуктами харчування, підтримувати продовольчу безпеку та соціальну стабільність в світі. Завдяки допомозі партнерів Україна залишається ключовим постачальником на світових ринках зерна та

соняшникової олії з часткою понад 10% міжнародної торгівлі. Так у 2023 році експортовано 16,1 млн т пшениці до 65 країн, 26,2 млн т кукурудзи до 80 країн і 5,7 млн т соняшникової олії до 130 країн світу [1]. В умовах війни зростає і доля аграрного сектору у валютних надходженнях від експорту товарів з України, у 2024 році вона склала 59,3% ($24,7 млрд) [2].

Відповідно до дослідження, сільське господарство продовжує залишатись однією з найпріоритетніших галузей національної економіки, яка забезпечує економічну стійкість та продовольчу безпеку як в Україні, так і в світі.

Проте через повномасштабне вторгнення росії аграрний сектор України зазнав великої шкоди та збитків. Загальні втрати агросектору станом на 26 лютого 2025 року оцінюються близько $80 млрд, з них за розрахунками Світового банку, прямі збитки в агросекторі склали $11,2 млрд [3]. Ці втрати включають зруйновану інфраструктуру, пошкоджену техніку, знищені склади та елеватори, втрати орних земель. На території України продовжуються військові дії, частина території країни залишається окупованою, продовжується руйнування інфраструктури, відбувається міграція населення, наявні логістичні труднощі, погіршується екологічний стан окремих територій. Наслідки війни накладають негативний відбиток на функціонування та розвиток як аграрного сектору вцілому так і окремих сільськогосподарських підприємств. Вони змушені швидко реагувати на зміни, ефективно функціонувати й розвитись, забезпечувати населення якісними та доступними продуктами харчування. В цих умовах критично важливим для підприємств є їх фінансове забезпечення.

Достатнє фінансове забезпечення підприємства сприяє його економічному зростанню, а його недостатній рівень уповільнює розвиток підприємства та знижує рентабельність його діяльності. Без достатнього фінансового забезпечення неможливо організувати ефективну виробничо-господарську діяльність сільськогосподарських підприємств, а саме покрити витрати на виробництво та потребу в обігових коштах, виконати фінансові зобов’язання перед державою та іншими суб’єктами господарювання, банками, отримати доходи та прибутки й забезпечити подальший розвиток виробництва.

Окрім збитків нанесених сільськогосподарським підприємствам війною, на фінансове забезпечення сільськогосподарських підприємств суттєво вплинули: нестабільність валютного курсу, інфляція, диспаритет цін на засоби виробництва і реалізовану продукцію, низька купівельна спроможність населення, розбалансованість дієвої державної підтримки, нестача власних фінансових ресурсів для фінансування поточної діяльності та розширеного відтворення, недоступність кредитів через високі відсоткові ставки й відсутність застави, зміна податкової політики, низький рівень інвестиційної діяльності.

Також вплив на фінансове забезпечення сільськогосподарських підприємств відбувся внаслідок: змін у фінансових потоках (пріоритет для

держави оборона та безпека), зміни фінансових інструментів підтримки аграрного сектору (в умовах обмеженого бюджету важливу роль відіграють альтернативні джерела), збільшення ризиків та процедури страхування (в умовах воєнного стану збільшуються ризики для аграрних виробників), ролі міжнародної спільноти (міжнародна підтримка є ключовим фактором стабілізації фінансового забезпечення підприємств) [4].

Варто зазначити, що на фінансове забезпечення сільськогосподарських підприємств продовжують впливати і особливості їх діяльності (сезонність роботи та тривалий виробничий цикл, високий рівень ризику несприятливих природних умов, залежність від земельних ресурсів та кліматичних умов, присутність у процесі виробництва живих організмів), які також відображаються на його нестабільності.

Тому, в умовах сучасних викликів та невизначеності (підприємства стикаються з численними ризиками: ризиком втрати майна, ризиком несприятливих природних умов, фінансовий ризиком) сільськогосподарські підприємства змушені самостійно дбати про своє фінансове забезпечення, шукати його альтернативні джерела.

Отже, враховуючи важливість фінансового забезпечення у діяльності сільськогосподарських підприємств та у зв'язку з тим, що постійно відбуваються зміни умов їх функціонування, що стосуються податкової, інвестиційної, амортизаційної політики держави, є необхідність у подальших теоретичних дослідженнях та практичній реалізації фінансового забезпечення сільськогосподарських підприємств з метою їх економічного розвитку та забезпечення конкурентоспроможності в нових економічних умовах та в умовах воєнного стану.

Література:

1. Русан В. М., Жураковська Л. А. Аграрний сектор України у 2023 році: складники стійкості, проблеми та перспективні завдання. Центр економічних і соціальних досліджень Національного інституту стратегічних досліджень. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2024-02/az_agrosektor_15022024.pdf
2. Динаміка та структура АПК України: представлено підсумки роботи за 2024 рік. Агропортал 02 лютого 2025. URL: https://agroportal.ua/news/ukraina/dinamika-ta-struktura-apk-ukrajini-predstavleno-pidsumki-roboti-za-2024-rik3.
3. Світовий банк оцінює прямі збитки агросектору України від війни в $11,2 млрд. Агропортал. 26 лютого 2025. URL: https://agroportal.ua/news/ukraina/svitoviy-bank-ocinyuye-pryami-zbitki-agrosektoru-ukrajini-vid-viyni-v-11-2-mlrd
4. Тітов Д. В., Олексієнко В. В. Фінансове забезпечення аграрного сектору України в умовах воєнного стану. *Економіка та суспільство*. 2024. Вип. 63. URL: https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/4177/4108

***Кудрицька Світлана Петрівна**, викладач,*
Відокремлений структурний підрозділ, «Павлоградський фаховий коледж Національного технічного університету «Дніпровська політехніка», м. Павлоград

ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОБМЕЖЕНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СПРОЩЕНОГО ПЛАНУ РАХУНКІВ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2120/

Спрощений план рахунків був розроблений спеціально для малих підприємств, неприбуткових організацій та суб'єктів, які ведуть спрощений облік. Його головною метою є зменшення облікового навантаження на бухгалтерів, спрощення фінансової звітності та полегшення контролю за господарськими операціями. Але, нажаль, не дивлячись на всі його очевидні переваги, спрощений план рахунків не набув широкого використання та більше того, про його існування знають не всі бухгалтери.

План рахунків бухгалтерського обліку суб'єктів малого підприємництва (далі – спрощений план рахунків) був затверджений 19.04.2001р. Наказом МФУ №186. Наказом визначено, що план рахунків застосовують юридичні особи – мікропідприємства, малі підприємства, а також неприбуткові організації (крім бюджетних установ) та інші суб'єкти господарської діяльності, які складають фінансову звітність відповідно до Національного положення (стандарту) бухгалтерського обліку 25 «Спрощена фінансова звітність» та не зобов'язані застосовувати міжнародні стандарти фінансової звітності [1].

Спрощений план рахунків базується на типовому Плані рахунків бухгалтерського обліку, затвердженому Міністерством фінансів України. Проте він містить меншу кількість рахунків, що робить його більш доступним для підприємств, які не ведуть складних фінансових операцій. Кількість рахунків є меншою завдяки угрупуванню рахунків та відсутності деяких з них, наприклад, рахунків для обліку операцій зі страхування, тому що для подібної діяльності не передбачено використання НП(С)БО 25.

Основні особливості спрощеного плану рахунків:

- менша деталізація рахунків, що дозволяє вести облік без надмірної бюрократії;
- орієнтованість на підприємства, які не застосовують міжнародні стандарти фінансової звітності (МСФЗ);
- використання рахунків переважно першого та другого порядку, без складних субрахунків;
- відповідність нормативним вимогам для малого бізнесу та неприбуткових організацій [2].

Розглянемо переваги угрупування запасів у спрощеному обліку. Припустимо, на балансі неприбуткової організації є такі запаси: брус 40х40, сапка, фарба «Дюфа», Замок «Краб», пензлик, автомат для електрощитової, рукавички садові, стрічка світлодіодна.

При використанні типового Плану рахунків бухгалтерського обліку наведені запаси будуть обліковуватись наступним чином: субрахунок 205 «Будівельні матеріали»: брус 40х40, фарба «Дюфа»; субрахунок 207 «Запасні частини»: автомат для електрощитової, стрічка світлодіодна; рахунок 22 «Малоцінні та швидкозношувані предмети»: пензлик, рукавички садові, сапка. Якщо ж використовувати Спрощений план рахунків, то всі перелічені запаси будуть обліковуватись на рахунку 20 «Виробничі запаси». У мікропідприємствах, підприємствах громадських організацій, об'єднаннях співвласників багатоквартирних будинків часто працюють бухгалтери, у яких може не бути глибоких теоретичних знань та практичного досвіду з класифікації та обліку матеріальних активів. Відповідно облік всіх запасів на одному рахунку дозволить не «ламати голову» над подібними моментами.

Відповідно спрощується облік кредиторської заборгованості. У спрощеному плані рахунків відсутній окремий рахунок 63 «Розрахунки з постачальниками та підрядниками», від поєднаний з рахунком 68 «Розрахунки за іншими операціями». Таке поєднання зменшує кількість облікових регістрів та виключає роздуми над поділом кредиторів на постачальників і інших кредиторів. Полегшує облік і об'єднання податків з внесками на рахунку 64 «Розрахунки за податками й платежами», всіх матеріальних необоротних активів – на рахунку 10 «Основні засоби», відповідно як і амортизації по них – на рахунку 13 «Знос необоротних активів» [1]. І це тільки частина прикладів.

Підведемо підсумки переваг застосування спрощеного плану рахунків:

- зменшення навантаження на бухгалтерію: мінімізація кількості рахунків дозволяє швидше обробляти фінансові дані;
- легкість у використанні: спрощена структура сприяє швидкому освоєнню бухгалтерського обліку навіть без глибоких знань;
- менші витрати на бухгалтерське супроводження: зменшується потреба у професійних послугах;
- оптимізація податкової звітності: зручність у підготовці фінансових звітів для контролюючих органів.

Разом з тим спостерігаємо відсутність широкого запиту на спрощений план рахунків серед бухгалтерів. На те є вагомі причини.

Більшість підприємств, які можуть використовувати спрощений план рахунків, ведуть бухгалтерію вручну або через Excel, оскільки їхні операції досить прості. До того ж у мікропідприємств та неприбуткових організацій відсутні вільні кошти на придбання спеціалізованих бухгалтерських програм. Часто використовуються неліцензійні (піратські) бухгалтерські програми, як-то 1С Бухгалтерія, в якій не передбачений спрощений план рахунків.

Якщо вже мале підприємство придбає бухгалтерську програму, то вона орієнтована на складніші облікові системи, що робить підтримку спрощеного плану рахунків недоцільною для розробників. Бухгалтерські програми, такі як M.E.Doc, BAS Бухгалтерія, SAP, QuickBooks, зазвичай не підтримують спрощений план рахунків або працюють із ним обмежено. Це пояснюється кількома ключовими факторами.

1. Універсальність програмного забезпечення: більшість бухгалтерських програм розроблені для широкого кола користувачів (малого, середнього та великого бізнесу, бюджетних установ, підприємств, що працюють за міжнародними стандартами обліку). Оскільки спрощений план рахунків використовується лише в певних категоріях підприємств, його впровадження в масові програмні продукти є економічно недоцільним для розробників.

2. Автоматизація бухгалтерського обліку потребує деталізації, а спрощений план рахунків не забезпечує достатньої деталізації, зокрема:

- відсутність субрахунків ускладнює ведення аналітичного обліку;
- угрупування рахунків робить складні операції некоректними або непрозорими для аудиту;
- немає гнучкості в розподілі витрат, доходів, зобов'язань (наприклад, у розділенні за контрагентами, видами діяльності тощо).
- програми працюють із великою кількістю даних, які потребують розмежування, а спрощений облік не дає такої можливості.

3. Законодавчі та податкові вимоги: бухгалтерські програми адаптовані під податкове законодавство та стандарти звітності. Спрощений план рахунків не завжди дозволяє коректно заповнювати такі документи як:

- декларації для ФОПів та юридичних осіб. Відображати податковий кредит і зобов'язання у ПДВ-обліку;
- через відсутність необхідних розмежувань бухгалтерські програми не можуть автоматично розраховувати податкові зобов'язання, що може призвести до помилок.

4. Взаємодія з іншими системами: у великих підприємствах бухгалтерські програми інтегруються з ERP-системами, CRM-системами, банківськими сервісами тощо. Для коректної роботи таких інтеграцій потрібен деталізований облік, який спрощений план рахунків не забезпечує.

Як результат, бухгалтери, які використовують комп'ютерні програми, здебільшого працюють із загальним планом рахунків, навіть якщо підприємство може застосовувати спрощену систему обліку.

Крім фактору автоматизації слід відмітити, що у більшості випадків бухгалтерський облік даної категорії підприємств ведуть фахівці, які працюють за стандартними методами, в багатьох мікропідприємствах і некомерційних організаціях у штатному розписі не передбачена одиниця бухгалтера і обліком займаються ФОПи по договору. Такі бухгалтери та фінансові консультанти зазвичай мають досвід роботи саме з загальним планом рахунків. Також для проведення перевірок Ревізійною комісією організації (якщо це передбачено статутом) перевіряючих обирають з числа членів неприбуткової організації – фахівців з економічного напрямку, які не мають уяви про існування спрощеного плану рахунків.

Висновки. Спрощений план рахунків є ефективним інструментом для малих підприємств і організацій, які потребують простого та доступного бухгалтерського обліку. Незважаючи на те, що спрощений план рахунків розроблений спеціально для малого бізнесу та неприбуткових організацій, його використання залишається обмеженим. Основні причини такого явища:

обмежене коло користувачів; необхідність більшої деталізації обліку для складання звітності; бухгалтерські програми не підтримують його в повному обсязі; бухгалтери та фінансові консультанти здебільшого працюють із загальним планом рахунків.

Через це малий бізнес часто змушений використовувати загальний план рахунків, навіть якщо їхня діяльність є відносно простою. Як наслідок, спрощений план рахунків залишається менш популярним, оскільки більшість бухгалтерів та програмних рішень орієнтовані на загальний облік.

Література:

1. Спрощений План рахунків бухгалтерського обліку активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств. Наказ Міністерства фінансів України від 19.04.2001 № 186. Офіційний вебпортал парламенту України «Законодавство України». URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1557-11#Text.
2. Милявська Е. П., Жабін О. І. Облік на підприємствах малого бізнесу: Навч. пос. – К. : Центр учбової літератури, 2008. 162 с.

***Маценко Роман Васильович**, аспірант, Національний університет біоресурсів і природокористування України*
ORCID: 0009-0000-1260-1493

УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ПІДПРИЄМСТВА В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2105/

У зв'язку з військовими діями, які відбуваються в нашій країні, підприємства змушені швидко реагувати на зміни в попиті, постачанні та інфраструктурі, що потребує оптимізації виробничих процесів із урахуванням принципів сталого розвитку. Важливо розглядати війну як один із можливих ризиків і розробляти стратегії та плани дій для запобігання можливим загрозам, забезпечення безпеки свого персоналу та майна, а також збереження фінансової стабільності [1]. В умовах глобальних трансформацій та екологічних викликів сталий розвиток набуває ключового значення для стратегічного управління виробничим потенціалом підприємств [1-6]. Принципи сталого розвитку передбачають збалансований підхід до використання ресурсів, що дозволяє одночасно підвищувати економічну ефективність, знижувати негативний вплив на довкілля та забезпечувати соціальну відповідальність підприємств. Врахування сталого розвитку в управлінні виробничим потенціалом сприяє довгостроковій конкурентоспроможності підприємств та їх здатності адаптуватися до змін зовнішнього середовища.

Підприємствам, які орієнтовані на сталий розвиток, необхідно визначитись зі структурою, кількісними та якісними характеристиками свого потенціалу, для застосування подальших відповідних управлінських впливів [2]. Застосування сталого розвитку в управлінні виробничим потенціалом передбачає такі основні напрями.

По-перше, це впровадження ресурсозберігаючих технологій, що дозволяють оптимізувати використання матеріалів, енергії та трудових ресурсів. Використання альтернативних джерел енергії, замкнених циклів виробництва та екологічно безпечних матеріалів не лише мінімізує вплив на навколишнє середовище, але й підвищує економічну ефективність підприємства.

По-друге, важливим аспектом є розвиток соціальної відповідальності підприємств. Це включає покращення умов праці, професійне навчання персоналу, створення сприятливого соціального клімату та забезпечення рівних можливостей для працівників. Високий рівень соціальної відповідальності сприяє залученню кваліфікованих кадрів, зниженню плинності персоналу та формуванню позитивного іміджу підприємства.

По-третє, цифровізація та інноваційний розвиток стають ключовими інструментами для реалізації сталого управління виробничим потенціалом. Використання цифрових технологій дозволяє підприємствам ефективніше контролювати використання ресурсів, прогнозувати ризики та підвищувати операційну ефективність. Впровадження автоматизованих систем управління виробничими процесами дозволяє мінімізувати відходи, знижувати енергоспоживання та забезпечувати екологічну стійкість виробництва.

Інноваційний підхід до використання виробничого потенціалу в сучасних умовах господарювання, що ґрунтується на принципах сталого розвитку, полягає у прагненні до збалансованого поєднання економічної, екологічної та соціальної складових. Такий підхід враховує потреби не лише теперішнього, а й майбутніх поколінь, тим самим формуючи умови для довгострокового успіху підприємства.

Таким чином, управління виробничим потенціалом з урахуванням принципів сталого розвитку сприяє підвищенню ефективності підприємств, забезпечує їхню довгострокову конкурентоспроможність та формує нові можливості для розвитку в умовах невизначеності та трансформаційних перетворень. Сталий розвиток виступає не лише засобом мінімізації ризиків, але й потужним драйвером інновацій та економічного зростання. Виробничий потенціал є багатокомпонентною системою, що визначає можливості підприємства у сфері виробництва та його здатність до зростання. Ефективне управління виробничим потенціалом потребує комплексного підходу, що включає оцінку стану ресурсів, аналіз зовнішніх і внутрішніх чинників, стратегічне планування та впровадження інноваційних технологій. Використання сучасних методів управління сприятиме підвищенню конкурентоспроможності підприємства, адаптації до змін ринкового середовища та забезпеченню його стійкого розвитку.

Література:
1. Шевченко А. А., Петренко О. П., Бірагова О. В. Виробничий потенціал аграрних підприємств в умовах невизначеності. Електронне наукове фахове видання з економічних наук «Modern Economics», № 41 (2023), 156-162. URL: http://lib.osau.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4455/1/8.pdf.
2. Щоголєва І. В., Хижевський Б. В. Потенціал сучасного підприємства як чинник його сталого розвитку. Сучасні тренди соціально-економічних перетворень та інтелектуалізації суспільства в умовах сталого розвитку: матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції, Запоріжжя, 10 листопада 2023 р. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. С. 402-403. URL: https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/936e632f-9306-40ea-8745-35771fa719ee/content#page=403.
3. Khalina V. Yu., Smachylo V. V., Butskyi V. O., Ustilovska A. S. Formation of the newest educational paradigm under influence of global exogenous factors. Almanahul SWorld Issue. 2020. №4. Pp.188-192.
4. Ustilovska A., Khalina V., Smachylo V., Kolmakova O., Chumak E. Analysis of the transport industry's personnel. Sciences of Europe. 2021. (78-2), 61-68.
5. Смачило В.В., Халіна В.Ю. Теоретичні аспекти сестейнового розвитку: екологічна та соціальна відповідальність бізнесу. Економічний форум. 2016. № 2. С. 77-81.
6. Халіна В. Ю., Абєлєнцев Є. В. Теорія адаптації бізнесу до умов невизначеності. Економіка та суспільство. №55. 2023. URL: http://surl.li/ulkgj.

***Радченко Любов Пантелеймонівна**, кандидат економічних наук,*
доцент, Харківський національний педагогічний
університет імені Г.С. Сковороди, м. Харків
ORCID: 0000-0003-2814-915X

ВПЛИВ ІННОВАЦІЙНИХ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ТРАНСФОРМАЦІЮ РИНКУ ФІНАНСОВИХ ПОСЛУГ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2136/

Стрімкий розвиток цифрових технологій суттєво змінює всі сфери життя сучасного суспільства. Насамперед це стосується сфери економіки, охоплюючи трансформацію процесів виробництва товарів та послуг, функціонування ринків, поведінку господарських структур та домогосподарств, появу нових форм бізнесу, здійснення фінансових розрахунків, реалізації економічних функцій держави тощо. Це основна траєкторія технологічних змін в національних економіках передових країн світу. Можливість користування інтернетом, хмарними сервісами, платформами обробки даних, цифровими Google інструментами, штучним інтелектом, платформами для освіти,

цифровими додатками для фінансових розрахунків значно підвищує ефективність економічної діяльності. Разом з тим, це обумовлює необхідність постійного оновлення технічних засобів та технологій, удосконалення практичних навичок володіння новими технологіями не тільки для бізнес-компаній, державних установ, але й для усіх членів суспільства. Процес впровадження та поширення новітніх цифрових технологій з метою підвищення продуктивності бізнес-процесів і посилення комунікаційної взаємодії із споживачами називають діджиталізацією [1, с. 17-18]. В сучасних умовах він активно відбувається у фінансовій сфері та викликає суттєві трансформації ринку фінансових послуг. Цифрові технології швидко розвиваються, пронизують всі сфери фінансової діяльності, надають клієнтам нові та зручні фінансові сервіси й інструменти.

Радикальні позитивні зміни ринку фінансових послуг в економіках різних країн мають такі спільні риси: по-перше, виникнення нових різноманітних продуктів банківських та інших фінансових установ (через онлайн-додатки здійснення електронних кредитів, депозитів, страхування, інвестування); по-друге, застосування онлайн-каналів і забезпечення споживачам можливості легкого та швидкого доступу до фінансових послуг без обмежень у часі, а постачальникам послуг – можливість знизити вартість проведення фінансових операцій, надавати якісні послуги, незалежно від місця знаходження споживачів; по-третє, для споживачів фінансових послуг можливість здійснення фінансових операцій та керування власними коштами за допомогою смартфона в режимі онлайн; по-четверте, використання цифрових технологій сприяли зростанню кількості фінтех-компаній і необанків та відповідно посиленню конкуренції серед постачальників фінансових послуг; по-п’яте, застосовування різних методів віддаленої ідентифікації клієнтів посилює безпеку у наданні фінансових послуг; по-шосте, цифрові технології надають можливість здійснення кібербезпеки платіжної, депозитарної та біржової інфраструктури.

Поряд з перевагами для розвитку фінансової сфери та всієї національної економіки інноваційні цифрові технології сприяють виникненню нових загроз для виробників і споживачів фінансових послуг в різних країнах світу. Посилюється ризик кіберзлочинності: здійснення кібератаки на роботу фінансових компаній, втрати індивідуальної інформації клієнтів, поширення фейкової інформації щодо функціонування фінансових установ, використання повідомлень шахрайського типу. Особливо важливими є здійснення безпеки у сфері надання фінансових послуг домогосподарствам, де рівень шахрайства та втрат може бути високим [2, с. 164]. Фінансові компанії мають інвестувати в сучасні системи безпеки і надійності здійснення фінансових трансакцій та захисту інформації, що є важливим для формування їх репутації. Необхідно також підвищувати фінансову грамотність населення, формувати навички ефективного управління фінансовими коштами тощо.

Цифрові технології на фінансовому ринку в Україні розвиваються повільніше, ніж в інших країнах. Причиною тому є певні законодавчі обмеження, економічні труднощі в умовах війни, слабка капіталізація та концентрація на вузьких нішах. На думку дослідників, Україна може розраховувати на швидку діджиталізацію не лише фінансового ринку, але й усіх сфер життя суспільства. Так, в 2021році частка ВВП України в цифровізації економіки становила 3%, в 2022 році – 5%, а до 2030 року частка ВВП має зрости до 65% [3, с. 6]. Переваги та ризики запровадження цифрових технологій на фінансовому ринку України активно досліджуються. Практичний досвід показує: переваги значні та їх більше, аніж ризиків, тому цифрові технології необхідно впроваджувати в різні види бізнесу в Україні.

Сучасні фінтех-компанії України виникають у складі глобальних цифровізаційних трендів, сприяють розвитку технологічних інновацій у фінансовій сфері, посилюють конкуренцію на ринку фінансових послуг. Важливим є вивчення перспектив розширення використання цифрових технологій у відстеженні потоків грошових коштів, платежах і фінансових послугах, управлінні ідентифікацією, укладенням контрактів з клієнтами. В умовах важкого становища економіки в період повномасштабного російського вторгнення в Україну цифрові технології на фінансовому ринку залишаються привабливими для інвестицій. Україна продовжує рухатись до масштабного впровадження фінтех-технологій на фінансовому ринку, що підтверджується різноманітністю стартапів, зростанням кількості фінтах-компаній. Застосування нових засобів кібербезпеки буде сприяти підвищенню довіри споживачів до фінансових компаній.

Література:

1. Данилишин В. І., Синиця С. М. Діджиталізація ринку фінансових послуг: сутність та значення для економіки України в умовах сьогодення. *Трансформаційна економіка*. 2023. № 3 (03). С. 16-20. URL: https://www.transformations.in.ua
2. Дубина М., Холявко Н., Попело О. Цифровізація ринку фінансових послуг: переваги та ризики для домогосподарств. *Науковий вісник Полісся*. 2022. №2 (25). С. 160-175. URL: http://nvp.stu.cn.ua/article/view/277435/272244
3. Чуницька І. І., Богріновцева Л. М. Вплив цифрових технологій на розвиток фінансового ринку України. *Економіка та суспільство*. 2023. Випуск № 49. URL: https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2342/2263

***Скидан Максим Ігорович**, аспірант*
Київського національного економічного
університету імені Вадима Гетьмана

***Науковий керівник: Лопушняк Галина Степанівна**,*
доктор економічних наук, професор
Київського національного економічного
університету імені Вадима Гетьмана

SMAILE-МОДЕЛЬ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ВИКЛИКІВ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2111/

Розвиток вищої освіти України в умовах глибинних соціально-економічних трансформацій, переходу від Освіти 3.0 до Освіти 4.0 та становлення Суспільства 5.0 потребує розробки принципово нових методологічних підходів, здатних адекватно відображати складну динаміку сучасних освітніх систем. Освіта 4.0 формується як відповідь на виклики Четвертої промислової революції та характеризується персоналізованими освітніми траєкторіями на основі штучного інтелекту, розвитком метакомпетентностей, інтеграцією формальної та неформальної освіти. Особливої актуальності набуває розробка інноваційних моделей стратегічного розвитку, що враховують визначальні характеристики парадигми Праці 4.0 та забезпечують випереджальний розвиток людського капіталу [10].

У теоретичній конструкції "Праця 4.0" постає як платформа та інститут, що забезпечує використання ресурсів праці в координатах, породжених Четвертою промисловою революцією [11], та еволюціонує в напрямку Праці 5.0, яка характеризується людиноцентричністю, симбіозом людського та штучного інтелекту, фокусом на креативній та інтелектуальній праці. Суспільство 5.0 (Super Smart Society) формується як наступний етап розвитку, що передбачає інтеграцію фізичного та кіберпростору, людиноцентричний технологічний розвиток та вирішення соціальних викликів через інновації [2, 3]. Сучасні трансформаційні процеси на ринку праці, зумовлені становленням парадигми Праці 4.0 [11], актуалізують необхідність розробки концептуально нових моделей стратегічного розвитку вищої освіти.

SMAILE-модель стратегічного розвитку вищої освіти являє собою комплексний підхід до трансформації освітньої системи в умовах становлення парадигми Праці 4.0 [4] (рис. 1).

Рис. 1. SMAILE-модель стратегічного розвитку вищої освіти

Джерело: розроблено автором

Модель охоплює шість взаємопов'язаних блоків, кожен з яких набуває нових характеристик у контексті сучасних соціально-економічних трансформацій:

1. Стратегування (Strategy) трансформується в систему форсайт-проєктування освітніх траєкторій з урахуванням нових трендів праці та інноваційних форм її організації в цифровій економіці [8].

2. Мотивація (Motivation) включає систему стимулів та заохочень для науково-педагогічних працівників і студентів до безперервного професійного розвитку та опанування компетентностей майбутнього, серед яких: здатність оцінювати та управляти професійними ризиками в умовах цифрової економіки, навички забезпечення кібербезпеки та захисту персональних даних, вміння організовувати ергономічне та здоров'язберігаюче робоче середовище, компетентності з психологічної безпеки та управління стресом, навички збереження work-life балансу в умовах віддаленої роботи, здатність до самоорганізації та самореалізації в динамічному професійному середовищі [6].

3. Аналітика і моніторинг (Analytics & Monitoring) базується на сучасних технологіях штучного інтелекту, великих даних та когнітивного моделювання. Основне призначення – відстеження трендів у сфері праці, прогнозування затребуваності компетентностей та підготовка випереджальних рекомендацій [4].

4. Інновації (Innovations) забезпечують продукування інноваційних освітніх технологій, розвиток гнучких навчальних форматів та креативного освітнього середовища [1].

5. Лідерство (Leadership) орієнтоване на інституційну трансформацію управлінських моделей і розвиток адаптивних професійних компетентностей освітніх менеджерів [7].

6. Екосистемна взаємодія (Ecosystem) є основою для побудови динамічних партнерств, кластерних механізмів колаборації закладів вищої освіти з бізнесом, державними інституціями та іншими стейкхолдерами [10].

Впровадження SMAILE-моделі сприяє формуванню адаптивної екосистеми вищої освіти, орієнтованої на розвиток людського капіталу та метакомпетентностей в умовах цифрової трансформації економіки [11]. Синергетичний ефект складових моделі створює динамічну систему вищої освіти, здатну ефективно реагувати на виклики Праці 4.0 та забезпечувати проактивний розвиток людського капіталу.

В умовах переходу до Суспільства 5.0 ключові освітні трансформації в рамках SMAILE-моделі передбачають перехід від статичних програм до динамічних траєкторій навчання протягом життя, індивідуалізацію та персоналізацію освітнього процесу, інтеграцію формальної, неформальної та інформальної освіти, розвиток навичок майбутнього та метакомпетентностей.

Таким чином, запропонована SMAILE-модель представляє собою комплексний інструментарій трансформації освітньої системи в умовах становлення парадигми Праці 4.0 та переходу до Праці 5.0 і Суспільства 5.0. Модель забезпечує збалансований розвиток освітньої системи, враховуючи як технологічні аспекти Четвертої промислової революції, так і людиноцентричні принципи майбутнього суспільства. Інтеграція шести ключових компонентів моделі забезпечує системний підхід до формування адаптивного людського капіталу, здатного ефективно функціонувати в умовах нестабільної екосистеми ринку праці.

Література:

1. Abdelrahim, R., Katzis, K., Boustras, G., & Panayidou, K. (2024). The occupational safety, health, and well- being risks associated with industry 4.0 application: A systematic literature review. *Multidisciplinary Reviews*, 8(4), 2025106. https://doi.org/10.31893/multirev.2025106.

2. Alnaser, A. A., Binabid, J., & Sepasgozar, S. M. E. (2024). Transforming Architectural Programs to Meet Industry 4.0 Demands: SWOT Analysis and Insights for Achieving Saudi Arabia's Strategic Vision. *Buildings*, 14 (12), 4005. https://doi.org/10.3390/buildings14124005.

3. Camacho-Zuñiga, C. (2024). Effective Generative AI Implementation in Developing Country Universities. In 2024 *IEEE Conference on Artificial Intelligence (CAI)* (pp. 460-463). IEEE. https://doi.org/10.1109/CAI59869.2024.00093.

4. Caratozzolo, P., Azofeifa, J. D., Mejia-Manzano, L. A., García-Navarro, D., Magana, A. J., & Benes, B. (2023). A Matrix Taxonomy of Knowledge, Skills, and Abilities (KSA) Shaping 2030 Labor Market. In 2023 *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE. https://doi.org/10.1109/FIE58773.2023.10342955.

5. Eichelberger, H., Sauer, C., Ahmadian, A. S., & Kröher, C. (2025). Industry 4.0 / IIoT Platforms for manufacturing systems – A systematic review contrasting the scientific and the industrial side. *Information and Software Technology*, 179, Article 107650. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2024.107650.

6. Gooroochurn, M. (2025). Robotics and automation in industry 4.0: Emerging trends and research directions. In *Intelligent and Sustainable Engineering Systems for Industry 4.0 and Beyond* (pp. 71-91). Taylor & Francis. https://doi.org/10.1201/9781003511298-4.

7. Haleem, A., Javaid, M., & Singh, R. P. (2025). Encouraging Safety 4.0 to enhance industrial culture: An extensive study of its technologies, roles, and challenges. *Green Technologies and Sustainability*, 3 (3), Article 100158. https://doi.org/10.1016/j.grets.2024.100158.
8. Huang, Q., & Wei, Y. (2023). Priorities for the development of the Chinese education management system in the era of digitalisation. *Interactive Learning Environments*, 32 (9), 5852-5865. https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2239873.
9. Lin, C. J., & Lukodono, R. P. (2025). Learning performance and physiological feedback-based evaluation for human-robot collaboration. *Applied Ergonomics*, 124, Article 104425. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2024.104425.
10. Mian, S. H., Salah, B., Ameen, W., Moiduddin, K., & Alkhalefah, H. (2020). Adapting Universities for Sustainability Education in Industry 4.0: Channel of Challenges and Opportunities. *Sustainability*, 12 (15), 6100. https://doi.org/10.3390/su12156100.
11. Колот, А. М., & Герасименко, О. О. (2020). Концепт "Праця 4.0": теоретико-прикладні засади формування та розвитку. Економіка і прогнозування, (1), 7-31. URI: https://ir.kneu.edu.ua:443/handle/2010/34494.

***Тимчак Віра Степанівна**, кандидат економічних наук, асистент кафедри економічної теорії, менеджменту і адміністрування, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*
ORCID: 0000-0002-0194-1158

***Тимчак Станіслав Володимирович**, кандидат сільськогосподарських наук, директор ТОВ НВП «Владівік», Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича*

ОПТИМІЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕСОМ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2109/

Сучасне бізнес-середовище характеризується високою динамічністю, глобалізаційними процесами та зростанням конкуренції, що вимагає від підприємств застосування ефективних підходів до управління. Однією із важливих складових є оптимізація організаційної структури, яка сприяє швидкій адаптації до змін та мінімізації управлінських ризиків. Ризик вибору неефективної моделі організаційної структури є досить високим та може негативно вплинути на бізнес-процеси, стратегічний розвиток та інноваційну діяльність підприємств.

Метою дослідження є аналіз сучасних типів організаційних структур, які забезпечують ефективне управління та визначення важливих критеріїв для

оптимального вибору моделі. Для досягнення поставленої мети використані емпіричні дослідження, які стосуються аналізу бізнес-кейсів провідних компаній; системний аналіз – для визначення взаємозв'язку між організаційною структурою та ефективністю управління; порівняльний – для оцінки основних переваг та недоліків організаційних моделей тощо.

Ефективність системи управління підприємством є важливим показником, який свідчить про правильність її поточної діяльності та здатність до існування в довгостроковій перспективі. Через відкритість сучасних організацій, різноманітність цілей їхньої діяльності та значну динамічність умов середовища їхнього функціонування неможливо визначити універсальний показник ефективності системи управління [1, с. 393]. Однак практичний досвід вказує на те, що при наявності та правильній розробці організаційної структури керівники можуть швидко адаптуватися до змін та ефективно делегувати повноваження, які в кінцевому результаті впливають на результат.

Організаційна структура управління – це схематичне відображення внутрішньої будови організації, яка включає склад, розподіл завдань і обов'язків між працівниками, відділами та підрозділами, а також систему підпорядкування та взаємодію. Основними завданнями є чіткий розподіл функцій та відповідальності; визначення повноважень, оптимізація витрат, підвищення продуктивності та забезпечення ефективної комунікації.

Розподіл відповідальності між усіма елементами підприємства (від рядових співробітників до керівників вищої ланки) є тим критерієм, за яким організаційні структури управління поділяються на типи. Глобальна структура управління буває двох типів: вертикальна (ієрархічна) та горизонтальна (мережева) [2]. Вертикальна структура характеризується чіткою ієрархією, де рішення ухвалюються переважно на вищих рівнях, а основною перевагою є зрозумілість та чіткість у розподілі повноважень. Горизонтальна модель передбачає децентралізоване управління та співпрацю окремих організацій, які об'єднанні в єдину мережу. Особливістю є висока адаптивність та гнучкість до змін, а також чітко розподілені повноваження між командами.

Сучасні типи організаційних структур поділяються:

- лінійна структура відображає чітку ієрархію, де кожен працівник підпорядковується одному керівнику;
- функціональна поділяється на відділи за певними функціональними особливостями, тобто маркетинг, виробництво, збут та інші;
- проєктна структура формується тимчасово для виконання конкретних завдань;
- матрична структура – це поєднання функціональної та проєктної, де працівники підпорядковуються двом керівникам;
- гібридна структура дуже часто застосовується у корпораціях та забезпечує баланс між стабільністю і адаптивністю, але є складною у впровадженні.

Оцінка ефективності організаційних структур має бути постійним і важливим елементом в діяльності, оскільки вона допомагає встановити рівень забезпеченості управління ресурсами (фінансовими, людськими,

матеріальними, технологічними, інформаційними). Основними способами оцінки організаційних структур управління організацією (табл.1) є спосіб аналогій, спосіб структуризації цілей і завдань, експертний та способи організаційного моделювання тощо.

Таблиця 1

Основні способи оцінки організаційних структур управління організацією [3, с. 37].

Назва способу	Характеристика
Експертний	полягає в попередньому дослідженні чинної структури управління, виявленні недоліків і характерних особливостей. Для цього проводять діагностичне дослідження системи менеджменту з метою порівняння з плановими. Їхній аналіз дає змогу виявити недоліки в організаційних структурах управління і резерви щодо їх удосконалення.
Структуризації цілей і завдань	розглядає організацію як багатоцільову систему, а також структуризацію цілей і проблем організації за певними ознаками, які беруть за основу під час визначення видів діяльності, функцій, складу управлінських робіт. Групування управлінських робіт дає змогу сформувати структурні підрозділи та зорієнтувати їхню діяльність на досягнення конкретної мети.
Організаційного моделювання	базується на використанні формальних показників системи управління і створенні відповідних моделей. Ефективним є підхід, в основі якого є декомпозиція інформаційного процесу, пов’язаного з управлінськими роботами. При цьому визначають місця, які потребують управлінського впливу, встановлюють періодичність і черговість впливів, склад і обсяги інформації, потрібні для цього технічні засоби тощо.
Спосіб аналогій	передбачає розроблення і застосування стандартних інструкцій, типових структур управління, норм керованості, функцій управління, розрахункових формул для визначення необхідної чисельності управлінських працівників тощо.

Перегляд та правильний вибір організаційної структури здійснюють за допомогою критеріїв таких як: тип та масштаб бізнесу; стратегічні цілі та завдання; рівень кваліфікації персоналу; стиль управління; рівень цифровізації та ресурсне забезпечення тощо.

Отже, оптимізація організаційної структури є важливим інструментом підвищення ефективності управління. Розробка та удосконалення організаційних моделей дозволяє підприємствам швидко адаптуватися до змін ринку, знижувати витрати на управління, підвищувати продуктивність, покращувати комунікацію та сприятиме виконанню стратегічних цілей.

Список використаних джерел:
1. Воропай О. К. Ефективність управління / Воропай О. К. // Менеджмент : навчальний посібник / за заг. ред. К. В. Пічик, В. В. Храпкіної ; Національний університет "Києво-Могилянська академія". Київ : Києво-Могилянська академія, 2021. Тема 13. С. 363-398. Режим доступа: https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/21bd6a8b-0817-418d-bc74-7fa7a97a5d01/content (дата звернення: 26.02.25).
2. Як організувати структуру підприємства: актуальні види і формати. Режим доступа: https://online.novaposhta.education/blog/yak-organizuvati-strukturu-pidpriyemstva-aktualni-vidi-i-formati#1653 (дата звернення: 26.02.25).
3. Гуменна О. В. Організаційні структури управління / Гуменна О. В. // Менеджмент : навчальний посібник / за заг. ред. К. В. Пічик, В. В. Храпкіної ; Національний університет "Києво-Могилянська академія". Київ : Києво-Могилянська академія, 2021. – Тема 2. – С. 28-54. Режим доступа: https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/49294cbd-5028-400f-9d0a-de8eb43bd26f/content (дата звернення: 26.02.25).

***Хоцький Олександр Володимирович**, аспірант,*
Поліський національний університет, м. Житомир

***Науковий керівник: Опалов Олександр Анатолійович**,*
кандидат економічних наук, доцент,
Поліський національний університет, м. Житомир

УКРАЇНСЬКИЙ АГРОБІЗНЕС НА РИНКАХ ЄС ТА СВІТУ: ПОТЕНЦІАЛ ЗРОСТАННЯ ЕКСПОРТУ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2128/

Агробізнес є однією з ключових галузей економіки України, забезпечуючи значну частину експортних надходжень. За останні роки Україна стала важливим постачальником сільськогосподарської продукції на світові ринки, зокрема зернових, олійних культур, м’яса та молочної продукції. Угода про асоціацію з ЄС, підписана у 2014 році, відкрила нові можливості, але виявила виклики, пов’язані з адаптацією до європейських стандартів. У контексті глобалізації, кліматичних змін та війни, що триває з 2022 року, питання зростання експорту набуває особливої актуальності. Метою статті є оцінка потенціалу експорту на основі статистичних даних та визначення стратегічних напрямів для його посилення.

У 2023 році Україна експортувала агропродукції на $21,8 млрд, що на 7% менше, ніж у 2022 році ($23,4 млрд), але стало п’ятим результатом за часи незалежності. За 10 місяців 2024 року експорт сягнув $34,6 млрд при обсязі 110 млн тонн, перевищивши показник усього 2023 року (100 млн тонн). У першому

кварталі 2024 року експорт товарів склав $10,06 млрд, що на 2,8% менше, ніж у першому кварталі 2023 року ($10,35 млрд).

Частка ЄС у структурі експорту агропродукції у 2024 році досягла 52,4%, принісши $12,6 млрд у 2023 році (зниження на 4% порівняно з $13,1 млрд у 2022 році). У 2024 році доходи від експорту до ЄС зросли, що пов'язано з відновленням морських коридорів. Україна входить до ТОП-5 експортерів органічної продукції до ЄС, експортувавши 66 312 тонн органічних зернових у 2023 році (зниження на 28,8% порівняно з 93 125 тонн у 2022 році).

Азія отримала $6,6 млрд у 2023 році (29,9% експорту), Африка – $2,6 млрд (10,5% у 2024 році). У 2023/2024 маркетинговому році Україна експортувала 67,4 млн тонн зернових та олійних культур, демонструючи лідерство в експорті соняшникової олії (друге місце у світі) та кукурудзи (четверте місце).

Логістичні проблеми, спричинені війною, знизили експорт у 2022 році до $44 млрд (з $68,2 млрд у 2021 році). У 2023 році негативне сальдо торгівлі склало $5,9 млрд за перший квартал 2024 року, що відображає залежність від імпорту.

Статистичні дані свідчать про стійкість українського агробізнесу, попри воєнні виклики. Зростання експорту у 2024 році ($41 млрд, +13,4%) пов'язано з відновленням морських коридорів (89% експорту в 2024 році), що стало результатом міжнародної підтримки та ініціатив, таких як "зерновий коридор". Проте війна суттєво вплинула на експортний потенціал. Зокрема, блокада портів у 2022 році призвела до падіння експорту на 35% порівняно з 2021 роком ($44 млрд проти $68,2 млрд), а непрямі втрати, за оцінками, сягнули $34,25 млрд через зниження виробництва та зростання логістичних витрат. Пошкодження інфраструктури, окупація сільськогосподарських земель (близько 20% орних земель станом на 2023 рік) та скорочення поголів'я худоби (на 3,3% у 2024 році) додатково ускладнили ситуацію. Використання добрив упало на 50-60% через брак фінансування, що вплинуло на врожайність. Водночас тимчасова лібералізація торгівлі з ЄС, запроваджена у 2022 році, дозволила компенсувати частину втрат, збільшивши експорт до ЄС на 4% у 2022 році (до $28 млрд), хоча загальний експорт скоротився.

Ринки Азії та Африки залишаються стратегічно важливими для українського агробізнесу, особливо в умовах війни та необхідності диверсифікації експортних напрямків. У 2024 році Азія принесла $6,6 млрд. (29,9% експорту), а Африка – $2,6 млрд (10,5%), і ці показники мають потенціал для зростання у 2025 році.

Азійський регіон залишається ключовим ринком завдяки зростанню населення та попиту на продовольство. У 2023/2024 маркетинговому році Індія, Китай і Туреччина були основними партнерами, а загальна частка Азії у структурі експорту становила близько 40%. У 2025 році очікується подальше розширення ринків, зокрема через відкриття Китаю для українського гороху, борошна, м'яса птиці та риби, а також Норвегії та Швейцарії для м'яса птиці та молочної продукції. Перспективними є Індонезія (м'ясо птиці), Малайзія (яєчні продукти) та В'єтнам (риба), де Україна активно працює над зниженням

бар'єрів. Проте конкуренція з Росією, яка демпінгує (наприклад, соняшникову олію продає з дисконтом до $50), залишається викликом. Для успіху необхідно інвестувати у продукцію з доданою вартістю: якщо тонна української агропродукції на експорт оцінюється в $309, то в Польщі – $1650. Розвиток переробки (наприклад, борошна чи готових продуктів) може підвищити конкурентоспроможність.

Африка має значний потенціал через демографічний бум і неспроможність регіону забезпечувати себе продовольством. У 2024 році основними партнерами були Єгипет, Алжир і Туніс, але загальна частка Африки в експорті знизилася через війну. Африка також потребує технологій і консультаційних послуг, що відкриває можливості для кооперації, наприклад, через трансфер технологій чи будівництво елеваторів. Однак логістичні проблеми, такі як перевантажені порти та обмежена інфраструктура, ускладнюють експорт. Для успіху необхідно посилити присутність на місцях, зокрема через аграрних аташе в дипломатичних місіях, та інвестувати у прямі транспортні маршрути.

Загалом, перспективи експорту на ринки Азії та Африки у 2025 році залежать від безперебійного функціонування морських коридорів (90% експорту йде морем), розвитку переробки та адаптації до місцевих вимог.

Література:

1. Кваша С. М. Експортний потенціал аграрного сектору України: виклики та перспективи. // Економіка АПК. – 2019. – № 5. – С. 12-20.
2. FAO. Global Agricultural Trade Trends: Opportunities for Developing Countries. – Rome, 2020.
3. Шубравська О. В. Агропродовольчий сектор України: глобальні виклики та регіональні можливості. // Вісник НАН України. – 2021. – № 3. – С. 45-53.

***Oleksandr Sieliukov**, PhD, Professor,*
School of Aerospace Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China, State Key Laboratory for Strength and Vibration of Mechanical Structures
ORCID: 0000-0001-7979-3434

***Haolin Liu**, master student,*
School of Aerospace Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an, China, State Key Laboratory for Strength and Vibration of Mechanical Structures
ORCID: 0000-0002-7557-5314

STUDY OF THE PHENOMENON OF PARAMETRIC RESONANCE FOR THE CREATION OF EFFECTIVE POWER SUPPLIES FOR UNMANNED VEHICLES

Internet address of the article on web-site:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2107/

Unmanned aerial, ground, and maritime drones are widely used all over the world, including China [1]. At present, the bottleneck for all types of unmanned vehicles is their poor power capability [2]. This problem is most acute for unmanned aerial vehicles (UAVs), where the mass of the design is one of the main indicators [3]. In UAV design the most massive are batteries and secondary power supplies (SPs). The use of parametric generators will allow to provide efficient energy conversion of the primary power source and create a small-sized and powerful secondary power source, which in turn will allow to use a smaller battery and increase the UAV flight range.

The first studies of parametric resonance in electric circuits were carried out almost one hundred and fifty years ago in the USSR under the direction of Academicians Maldeshtam and Papaleksi (Mandelstam, L. I.; and N. D. Papaleksi, “On the parametric excitation of electric oscillations,” Zhurnal Tekniche skoy Fiziki, 4 (1), 1934, p. 5-29). Even at that time the basics of the theory of parametric oscillations in electrical systems began to be developed and the first samples of such generators were produced. Later, the first publications on the use of parametric voltage regulation in SPs appeared: US patent 3654546 (1972), French patent 2X34457 (1973), USSR patent 656040 (1979). At present [4] a parametric converter is understood as a device that converts energy from one form to another by changing parameters, which is actively used in many fields, ranging from electronics and mechanical engineering to aerospace and energy industry.

Resonance is generally regarded as a harmful and destructive phenomenon, but recently there has been a growing number of devices successfully utilizing this effect. Resonance is used in optics [5], optical electronics [6], microwave electronics [7], quantum electronics [8], power engineering [9], biomedicine [10] and others.

The basic principle of operation of a parametric transducer is based on the phenomenon of parametric resonance, where a system has two or more parameters that are in certain ratios with each other. In this case generation and amplification of new signals in the system is possible. Parametric transducers can be realized using various devices such as crystals, semiconductors, mechanical and optical elements.

The paper [11] analyzes the possibility of converting sea wave energy into electrical energy for an unmanned surface vehicle, which could become a more mobile vehicle as a result. The methodology proposed in this paper provides guidelines for technicians to optimally design wave energy converters.

In [12] an innovative design of a liquid-solid coupled vibratory energy harvesting system is proposed, which includes a downstream water wheel driven by the flow field, which in turn drives gears and coupling rods to rotate the magnetized wheel to generate electricity by changing the magnetic field. Here a simple experiment is presented to test the feasibility of the theoretical model and demonstrate, that the repulsive force of the magnet significantly increases the benefits of the system for power generation. Regardless of where the energy concentrator is located in the curved or flat region (straight part) of the nonlinear beam, the addition of magnets to the system significantly increases the voltage generation efficiency by more than 190% compared to systems without magnets.

Thus, based on the above, the following conclusions can be drawn:

- there already exists a whole class of fuel-free electromechanical generating units, the principles of operation of which are not suitable for use for powering unmanned aviation due to the presence of only air as a medium of motion and due to the bulky nature of electromechanical systems;
- parametric resonance in an electric oscillating circuit, where there are no moving mechanical systems and no dependence on the medium of motion, should be considered as promising for power supply of unmanned aviation.

It is known, that in addition to the traditional method of generation and transformation of electrical energy there is a method in which electrical oscillations of significant power are generated in an oscillating circuit without supplying electrical energy to the circuit. This method consists of the following.

Realization of this method of energy generation is possible in several ways: electrostatic method, electromagnetic method, etc.

A variant of the electrostatic method, for example, is set forth in patent RU2656975C1 (07.06.2017) in the form of a resonant power amplifier. Here the technical result is to increase the gain and reduce the dependence of the converter

parameters on the magnitude of the load. The overall gain of such an amplifier is 6-9.

A variant of the electromagnetic method, for example, is set forth in patent RU2622844C1 (18.02.2016) in the form of a resonant parametric generator. Here the parameters of the resonant circuit are changed by changing the energy of the electromagnetic field of the inductance coils of the resonant circuit, differing in that solar cells are installed between the inductance coils. The disadvantage of this design is also its bulky nature (several solar cells and several resonant circuits in the form of separate inductance coils).

The technology of efficient energy conversion of the UAV battery is as follows. One of the most economical ways of excitation of parametric resonance is the switching method. The switching method of excitation of electrical oscillations makes it possible to obtain a jump-like character of change in the inductance or capacitance of the oscillating circuit, a high depth of modulation of the parameters and to provide conditionally constant energy consumption for changing the parameters, which do not depend on the amplitude values of current and voltage in the circuit. Switching consists in the fact that an additional inductive coil or capacitor with a certain nominal value of inductance or capacitance in relation to similar elements of the main circuit is connected in parallel to the oscillating circuit at certain moments of time in a predetermined mode using, for example, thyristors. This makes it possible to change the circuit parameters (inductance, capacitance, oscillation frequency, wave impedance) during each oscillation in accordance with the algorithm of changing the control voltage supplied to the thyristors from a separate pulse generator and thereby achieve parametric resonance without functional connection of current and voltage amplitudes in the circuit with the value of the control voltage. Such switching is able to provide the possibility of oscillation of the circuit in two frequency modes: at the main resonant frequency ω_0 and parametric frequencies $2\omega_0$ or $0{,}5\omega_0$. These frequencies are the resonant frequencies for both modes of the circuit at which the equality of wave, inductive and capacitive resistances is ensured. Thus, the first condition of parametric resonance is provided – multiplicity of the parametric frequency with respect to the basic frequency of the circuit. An additional capacitor or inductive coil is connected at the moment when the maximum current value is reached in the circuit, and it is disconnected at zero current value. The voltage in the circuit at these moments has respectively zero or maximum value. By varying the parameters, part of the oscillation period of the loop operates at the fundamental frequency and part at the parametric frequency. The resulting oscillation is the addition of the above two oscillations. Thus, the essence of the switching method of obtaining parametric resonance is reduced to the fact, that by periodic changes of parameters the contour and the field are constantly removed from the position of energy and force equilibrium with subsequent restoration of this equilibrium, which is accompanied by changes in perturbations and redistribution of associated energies between the contour and the

field. The stationary amplitude of parametric oscillations is provided by stabilitrons with shunt resistors connected in parallel to the circuit, which, passing through themselves a part of the charge involved in the process of oscillation and dissipating excessive reactive power, thus limiting the amplitudes of voltage and current within the limits necessary for the performance of the circuit. Functioning of the pulse generator is carried out at the expense of a part of the output power of the device, which is able to ensure full autonomy of the device as a power source.

The proposed energy conversion technology for unmanned vehicles can be extended for more energy-intensive devices, but other conversion methods and other circuitry solutions may need to be applied in another application area.

Literature:

1. Xi Hu, Rayan H. Assaad. The use of unmanned ground vehicles (mobile robots) and unmanned aerial vehicles (drones) in the civil infrastructure asset management sector: Applications, robotic platforms, sensors, and algorithms. Expert Systems with Applications. Volume 232. 1 December 2023. 120897. DOI: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120897 .
2. A. Abdilla, A. Richards, S. Burrow, Power and endurance modelling of battery-powered rotorcraft. 2015 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS) (IEEE, 2015). PP. 675-680.
3. Srivatsan Krishnan, Zishen Wan, Kshitij Bhardwaj, Ninad Jadhav, Aleksandra Faust, Vijay Janapa Reddi. Roofline Model for UAVs: A Bottleneck Analysis Tool for Onboard Compute Characterization of Autonomous Unmanned Aerial Vehicles. To Appear in 2022 IEEE International Symposium on Performance Analysis of Systems and Software Preprint Version. April 2022.
4. **参数共振和**Floquet**理**论. URL: https://zhuanlan.zhihu.com/p/670746166 (date of circulation 25.02.2025).
5. Goong Chen, Jing Tian, Bandar Bin-Mohsin, Reed Nessler, Anatoly Svidzinsky, Marlan O Scully. **参数共振**：**从** Mathieu **方程到** QASER. Physica Scripta. 2016. DOI: 10.1088/0031-8949/91/7/073004 .
6. **徐** 强, 孙士博, **李鑫雨**, **孔 梅**, **徐**亚萌*. **基于硅基微**环谐振器的Fano**共振**线型产生和调谐研究进展. 长春理工大学 **物理学院光**电信息科学与技术系. DOI: 10.16818/j.issn1001-5868.2024021703 .
7. Yi-Fu Cai, Jie Jiang, Misao Sasaki, Valeri Vardanyan, Zihan Zhou. Beating the Lyth Bound by Parametric Resonance during Inflation . Phys. Rev. Lett. 127. 251301. 15 December 2021. DOI: https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.127.251301 .
8. Tao Zhu , Qiang Wu , Anzhong Wang. **在膨**胀和再加热过程中通过参数共振进行场放大和颗粒产生的分析方法. Physics of the Dark Universe. 2019. DOI: 10.1016/j.dark.2019.100373 .
9. **王冬姣**,, 陈昌润, **刘鲲**,, **邱守**强. **多自由度波浪能装置参数激励运**动研究 . **浙江大学学**报(**工学版**). 2022. 56 (12). PP.2496-2506. DOI: 10.3785/j.issn.1008-973X.2022.12.019.

10. Ali F, Raza W, Li X, Gul H, Kim K-H. Piezoelectric energy harvesters for biomedical applications. Nano Energy. 2019. 57. PP.879–902.
11. KunLin Wang, DongZhao Gao, Hui Li, LiGuo Wang. Parametric analysis of a fully coupled USV-type wave energy converter: An approach based on wave-to-grid modelling. Ocean Engineering. Volume 313. Part 3. 1 December 2024. 119499. DOI: https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.119499 .
12. Yi-Ren Wang, Pin-Tung Chen. Energy harvesting analysis of the magneto-electric and fluid-structure interaction parametric excited system. Journal of Sound and Vibration. Volume 569. 20 January 2024. 118087. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jsv.2023.118087 .

***Єна Максим Вікторович**, аспірант, Харківський аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковского, Харківський авіаційний інститут, м. Харків*
ORCID: 0009-0006-0664-3244

***Науковий керівник: Погудіна Ольга Константинівна**, кандитат технічних наук, доцент, Харківський аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковского, Харківський авіаційний інститут, м. Харків*

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ БПЛА В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2108/

Вступ

В останні роки безпілотні літальні апарати (БПЛА) набули широкого застосування у різноманітних сферах: від військових операцій і розвідки до цивільних задач, таких як логістика, сільське господарство, моніторинг довкілля та пошуково-рятувальні операції. Проте активне зростання кількості БПЛА у повітряному просторі ставить перед дослідниками та інженерами нові виклики. Одним із ключових питань є управління трафіком БПЛА, особливо в умовах обмеженого повітряного простору, де присутні додаткові обмеження на висоту, маршрути польотів та інші регуляторні вимоги.

Завдання забезпечення безпеки польотів, уникнення зіткнень та ефективного використання повітряного простору постає як одне з пріоритетних у контексті урбанізованих територій. Це вимагає розробки комплексних інформаційних технологій (ІТ) та програмно-апаратних рішень, здатних оперативно обробляти велику кількість даних, приймати оптимальні рішення у реальному часі та забезпечувати безпечну координацію польотів.

Основні виклики керування БПЛА в умовах обмеженого повітряного простору

1. Безпека польотів та уникнення зіткнень. У міському чи будь-якому іншому густонаселеному середовищі існує висока ймовірність перетину маршрутів польоту між кількома БПЛА або навіть з пілотованими літальними апаратами. Тому потрібні алгоритми розпізнавання загроз у режимі реального часу, здатні вчасно попередити оператора або ініціювати автоматичне коригування курсу.

2. Обмеження з боку регуляторних органів. Кожна країна має свої норми та правила щодо експлуатації БПЛА, включаючи заборонені зони, максимальну висоту польоту, дозволені коридори тощо. У разі динамічних змін законодавства чи появи тимчасово закритих ділянок повітряного простору (наприклад, під час проведення публічних заходів) необхідно оперативно оновлювати картографічні та навігаційні дані [1].

3. Забезпечення надійного зв'язку. Передача даних для управління БПЛА та отримання телеметричної інформації потребують достатньо широкосмугового каналу зв'язку з мінімальною затримкою. В умовах щільної забудови чи інших перешкод традиційні бездротові канали можуть працювати нестабільно.

Інформаційні технології, що застосовуються для управління БПЛА

Системи моніторингу та диспетчеризації

- Централізовані платформи УПР (управління повітряним рухом): Для регулювання польотів кількох дронів одночасно застосовуються хмарні сервіси, які отримують поточні дані про місцеположення БПЛА та їхні плани польоту. На основі цих даних система може приймати рішення щодо пріоритезації польотів, перенаправлення маршрутів у разі аварійних ситуацій, а також аналізувати історичні дані для прогнозування майбутніх сценаріїв.

Геоінформаційні системи (ГІС) та цифрові карти

- Інтерактивні мапи обмежених зон: У реальному часі можуть оновлюватися дані про заборонені або тимчасово недоступні зони (наприклад, зони проведення масових заходів, військові об'єкти, аеропорти). Інформаційні технології на базі ГІС дають змогу автоматично прокладати або коригувати маршрути з урахуванням цих обмежень [2].

Інтелектуальні алгоритми обробки даних

- Методи машинного навчання (зокрема глибокі нейронні мережі) використовуються для аналізу потоку телеметричних даних, виявлення аномалій у роботі дронів та прогнозування зіткнень.

- Комп'ютерний зір дозволяє розпізнавати об'єкти у повітрі та на землі, динамічно адаптуючи маршрут БПЛА до реального середовища.

Протоколи зв'язку та інфраструктура

- **4G/5G та Wi-Fi:** Використовуються як основні канали передачі даних для більшості комерційних БПЛА. Умови обмеженого простору можуть ускладнювати поширення сигналу, тому потрібні репітери або мережі малопотужних станцій.

Застосування та перспективи розвитку

Безпека і контроль дотримання законодавства

- Розвиток спеціалізованих додатків для органів регулювання, що здійснюють моніторинг польотів у режимі реального часу. Такі додатки дозволяють автоматично виявляти порушення, як-от вліт у заборонену зону чи перевищення дозволеної висоти.
- Використання електронних ідентифікаторів БПЛА, що спрощує процес ідентифікації кожного апарата у повітряному просторі.

Урбаністичні та логістичні проекти

- У містах майбутнього БПЛА можуть відігравати ключову роль у швидкій доставці невеликих вантажів, медичних препаратів та пошти, а також у патрулюванні вулиць та забезпеченні охорони громадського порядку.
- Для ефективної реалізації таких проектів розробляються єдині платформи керування, де усі учасники (державні органи, приватні компанії, постачальники послуг) мають доступ до уніфікованої бази геоданих та стандартів взаємодії [3].

Розвиток стандартів і протоколів взаємодії

- Відкриті стандарти (типу ASTM, EUROCAE) сприяють уніфікації підходів до комунікації між різними виробниками дронів та центрами управління.
- З’являються протоколи рівня U-space (в Європі) та UTM (Unmanned Traffic Management) в США, що описують принципи безпечної інтеграції БПЛА в загальний повітряний простір.

Висновок

Умови обмеженого повітряного простору потребують ретельно продуманої системи управління БПЛА, що враховує одночасно безпекові, технічні та регуляторні аспекти. Сучасні інформаційні технології, такі як хмарні платформи, мультиагентні системи, ГІС-рішення, нейромережеві підходи до обробки даних та протоколи високонадійного зв’язку, є ключовими складовими для успішної інтеграції безпілотної авіації в міські умови та інші складні середовища.

Література:

1. T. Martin, Z. F. Huang and A. McFadyen, "Airspace Risk Management for UAVs A Framework for Optimising Detector Performance Standards and Airspace Traffic using JARUS SORA," 2018 IEEE/AIAA 37th Digital Avionics Systems Conference (DASC), London, UK, 2018, pp. 1516-1525, doi: 10.1109/DASC.2018.8569542.

2. Bruggemann, T.; McFadyen, A.; Williams, B. Airspace Constrained Free-Flight Analysis: Implications for Uncrewed Air Traffic Management. *Drones* 2024, 8, 603. https://doi.org/10.3390/drones8100603
3. Ali, B. S. (2019). *Traffic management for drones flying in the city. International Journal of Critical Infrastructure Protection*, 26, 100310. https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2019.100310

***Коляда Оксана Юріївна**, кандидат технічних наук, доцент, Полтавський політехнічний фаховий коледж Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Полтава*
ORCID: 0000-0003-3925-0499

***Поліщук Валентина Миколаївна**, кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, м. Харків*
ORCID: 0000-0002-7059-1454

***Ландар Ярослав Вячеславович**, Полтавський політехнічний фаховий коледж Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», м. Полтава*

СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ РЕГУЛЮЄМИХ УСТАНОВОК ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2131/

Створення ефективних регулюємих установок зовнішнього освітлення є важливою проблемою у зв’язку з необхідністю підвищення якості освітлення і зменшення числа дорожньо-транспортних пригод в нічний час та з нагальними вимогами щодо економії електроенергії.

Більш перспективною є система регулювання режиму шляхом зміни форми напруги живлення розрядних ламп (РЛ). Потужність, що споживають лампи, може регулюватись, якщо вони живляться через баласти індуктивного типу і не містять в колах живлення баластних конденсаторів. Важливою перевагою цього методу є те, що на відміну від всіх інших методів, де в процесі регулювання режимів суттєво змінюється колірна температура і індекс кольоропередачі випромінення, при регулюванні зміною форми напруги живлення практично не відбувається зміна колірних характеристик випромінення. Крім того, при визначенні найбільш ефективного способу керування світловим потоком ламп, необхідно враховувати ступінь лінійності робочої характеристики. Вибір оптимальної схеми керування освітлювальною установкою (ОУ) повинен здійснюватись на базі комплексного урахування

усіх цих факторів. В даній роботі проведено дослідження можливості побудови регулятора яскравості розрядних ламп високого тиску з діапазоном регулювання від 50 до 100 %.

На рисунку 1,а наведена схема запропонованого групового імпульсно-фазового регулятора з резистивним баластом для підтримання розряду в лампі великої потужності. Робота схеми відбувається наступним чином.

В сталому режимі відбувається імпульсно-фазове регулювання яскравості РЛ шляхом зміни тривалості провідного стану симістора VS на протязі напівперіоду коливань мережної напруги U за допомогою блоку керування (БК). Елементи схеми L, Ro забезпечують існування розряду в РЛ при ввімкненому симісторі VS; конденсатор $C_к$ виконує функцію компенсації реактивної потужності.

Проаналізуємо роботу схеми при умовах, що:

струми в паралельно з'єднаних РЛ розподілені рівномірно:

$$i_{л1} = i_{л2} = i_{л3} = \dots i_{лn}; \qquad (1)$$

РЛ мають ідентичні робочі параметри;

форма напруги на РЛ прямокутна з амплітудою $U_л$;

дроселі без активних втрат і з лининою індуктивністю.

При ввімкненому симісторі VS процес в схемі можна описати рівняннями [1]:

$$U_m \sin(\omega t + \varphi) - U_л = R_o i + L(di_л/dt), \qquad (2)$$

де: $i = ni_л$, $i = i_o$, $i_t = 0$,

$L = L1 = L2 = \dots = L_n$; $\quad n = 1; 2; 3;$ $\quad n$ – число РЛ в ОУ;

де: $i_л$, $U_л$ – струм і напруга лампи,

ψ – кут включення симістора VS.

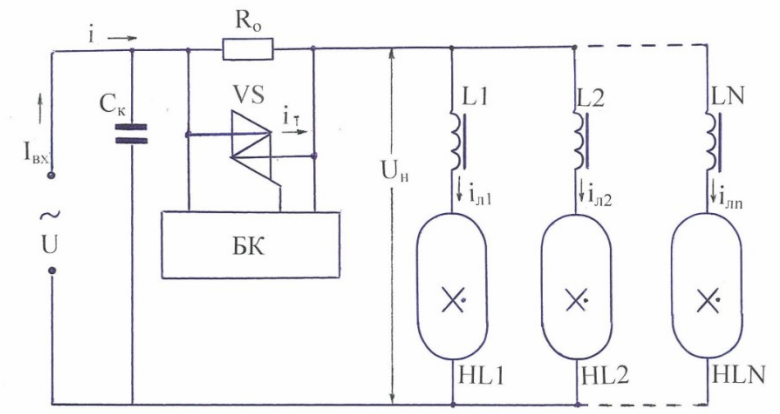
Робота схеми групового регулятора яскравості пояснюється діаграмою на рисунку 1,б.

Рішення з нульовою початковою умовою $i_л(0) = 0$ визначаємо у вигляді:

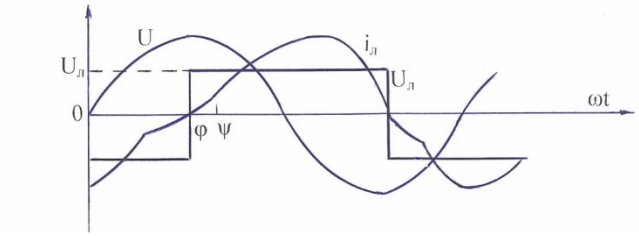
$$i = U_m/R_o\{[\sin(\omega t+\varphi) - \omega\tau\cos(\omega t+\varphi)]/[1+(\omega\tau)^2] - \nu + a\cdot\exp(-t/\tau)\}, \qquad (3)$$

В даному випадку виконується умова: $(\omega\tau)^2 << 1$,

тоді отримуємо: $$i \approx (U_m/R_o)[\sin(\omega t+\varphi) - \nu]. \qquad (4)$$



а)



б)

Рис.1. а – схема групового регулятора яскравості розрядних ламп,
б – діаграма роботи.

Проведені експериментальні дослідження регулятора показали, що при зниженні величини струму $I_{ср} \approx$ на 35%, світловий потік РЛ знижується в два рази, що дає підстави стверджувати про можливість здійснення даного методу регулювання освітленості в установках зовнішнього освітлення [3, 4]. Можливість такого регулювання надають, зокрема, натрієві лампи високого тиску.

На рисунку 2 наведений у відносних одиницях графік залежності величини світлового потоку Ф від величини діючого вхідного $I_{вх}$ і вихідного I струму регулятора для параметрів схеми: $C_к$ = 40 мкФ и РЛ типу ДНаТ – 400.

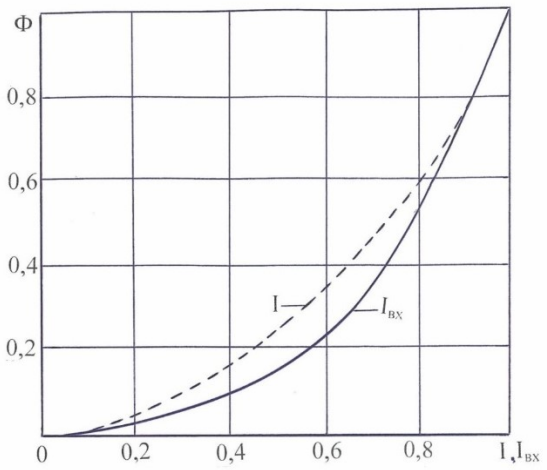


Рис.2. Залежність світлового потоку від струму (у відсотках) Ф = f(I) і Ф = f($I_{вх}$) для групового регулятора яскравості розрядних ламп типу ДНаТ-400.

Як свідчать наведені дані, спостерігається нелінійна залежність величини світлового потоку Ф від регулюємого параметру І, що дозволяє здійснювати регулювання освітленості в широких межах з задовільними техніко-економічними показниками.

Література:

1. Николаев П. П. Эффективность регулирования светового потока в установках наружного освещения // Светотехника. – 1991 – №11. – С. 10-13.
2. Краснопольский А. Е. Пускорегулирующие аппараты для разрядных ламп. – М.: Энергоатомиздат. – 1998. – 207 с.
3. Рой В. Ф. Регулятор яскравості розрядних ламп високого тиску для установки зовнішнього освітлення / В. Ф. Рой, В. М. Поліщук, О. Ю. Поліщук // Комунальне господарство міст: ХНУМГ, Харків 2009. – №90. – С. 372-376.
4. Рой В.Ф. Комбінований (гібрідний) ПРА для ламп високого тиску / В.Ф. Рой, В. М. Поліщук, О. Ю. Поліщук // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. – № 3/10 (450). – С. 46-48.

***Линник Ірина Едуардівна**, доктор технічних наук, професор, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, м. Харків, Україна*
ORCID: 0000-0002-8972-3250

ВІДНОВЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2121/

Повномасштабне вторгнення росії в Україну супроводжується безпрецедентними за своєю жорстокістю воєнними злочинами і злочинами проти людяності. Об’єкти транспортної інфраструктури найбільше піддаються атакам окупантів. Величезних руйнувань зазнала дорожня інфраструктура через те, що дороги є важливими логістичними артеріями для наших військ. Крім того, дорожнє покриття руйнується через проходження ними важкої техніки, особливо на гусеничному ходу.

У Харківській області зруйновано 1 059 км автомобільних доріг загального користування (45 %) та 27 штучних споруд, зазнав атаки Харківський аеропорт (пошкоджені злітно-посадкову смугу, термінал) [1].

Багато пошкоджень завдано громадському транспорту. До війни у Харкові було чотири трамвайних пасажирських депо та одне вантажне. Зараз зруйновано майже всі трамвайні депо (залишилось лише одне) та 50 % трамвайних вагонів. У Харкові також було три тролейбусних депо, четверте депо будувалося на Салтівці, а зараз залишилось лише два депо. Пошкоджено 25 % тролейбусів. Знищено 70 % комунальних автобусів [2].

Не зважаючи на те, що війна в Україні продовжується, відбуваються постійні обстріли території, вже розпочато процеси планування реконструкції та відновлення транспортної інфраструктури. Після кожного обстрілу негайно вживаються заходи щодо ліквідації пошкоджених об'єктів та обговорюються можливі механізми їхнього ремонту.

Розпочато роботи з відновлення та ремонту доріг і мостів. З часу деокупації Харківської області було зведено 25 тимчасових переправ біля зруйнованих мостів. Державне агентство відновлення та розвитку інфраструктури України отримало від Чехії, Норвегії та Швеції вісім тимчасових мостів та понтонні переправи, які встановлені для відновлення логістики. На 17 штучних спорудах демонтують зруйновані конструкції [3].

У Харківській області очищено 612 км доріг державного та міського значення. У місті Харкові не зважаючи на постійні обстріли регулярно проводять ремонт дорожнього одягу та прибирання, розчищення вулиць. Причому такі роботи виконують у дуже стислі терміни – за два-три дні чи тиждень (залежно від руйнувань).

У місті Харкові з 16 травня 2022 р. відновив роботу міський електротранспорт та автобуси. Весь міський транспорт працює безоплатно.

Більшість пошкодженого парку громадського транспорту вдалося відремонтувати (42 тролейбуси, 82 автобуси, 3 вагони трамвая, 5 вагонів метрополітену). Станом на 22 квітня 2024 року в м. Харкові працюють 30 тролейбусних, 10 трамвайних та 65 автобусних маршрутів.

Від міжнародних партнерів Чехії, Німеччини, Литви, Фінляндії, Франції місто отримало 47 автобусів. Від чеського міста Брно надійшло 5 тролейбусів, від чеських міст Праги та Пльзень – 29 трамваїв [4].

Харків отримає грант технічної допомоги від Трастового фонду Східного партнерства з технічної допомоги (EPTATF), яким керує Європейський інвестиційний банк. Ці кошти підуть на закупівлю нового трамвайного парку та реконструкцію зруйнованої трамвайної інфраструктури.

15 млн євро виділено Харкову на закупівлю електробусів, що є екологічно чистим транспортом. Планується закупити 150 електробусів, які у подальшому можуть замінити автобуси з двигунами внутрішнього згоряння.

Отже, відновлення та відбудова об'єктів транспортної інфраструктури в Україні і зокрема в Харківській області розпочалася майже з перших днів повномасштабного вторгнення. Іноді такі роботи відбуваються дуже швидко, за декілька днів чи тижнів. Іноді вони потребують більшого часу – декілька місяців. Це залежить від наслідків руйнувань. Але є дуже значні руйнації об'єктів, на відновлення яких потрібні великі кошти і багато часу – навіть не один рік.

Україна сподівається, що завдяки довгостроковим програмам і планам спільно з країнами Європейського Союзу та іншими країнами-партнерами, відновити економіку та транспортну інфраструктуру зокрема вдасться доволі швидко.

Література:
1. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії Росії проти України станом на початок 2024 року. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/04/01.01.24_Damages_Report.pdf.
2. Місто для машин чи для людей? Якою буде транспортна система Харкова після війни. URL: https://2day.kh.ua/ua/kharkow/misto-dlya-mashyn-chy-dlya-lyudey-yakoyu-bude-transportna-systema-kharkova-pislya-viyny.
3. На Харківщині дозволили проїзд по новозведеному модульному мосту. URL: https://suspilne.media/kharkiv/593777-na-harkivsini-dozvolili-proizd-po-novozvedenomu-modulnomu-mostu/.
4. Скільки транспорту втратив Харків під час повномасштабної війни. URL: https://infocity.kharkiv.ua/obshchestvo/skilky-transportu-vtratyv-kharkiv-pid-chas-povnomasshtabnoi-vijny/.

Подолянчук Станіслав Вікторович,
кандидат фізико-математичних наук, доцент, Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
ORCID: 0000-0001-9088-3342

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПРИПУСКІВ НА ОБРОБКУ ПРИ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2116/

Машинобудування є однією з базових галузей промисловості. На сучасному етапі воно має комплексний характер та включає проєктування, виробництво та експлуатацію машин, механізмів, інструментів. Природно, що й підготовка фахівців машинобудівної галузі повинно також мати комплексний та багатоетапний характер.

Водночас технічна підготовка має розпочинатись ще у закладах загальної середньої освіти, зокрема під час проведення занять з трудового навчання. Важлива роль в цьому сенсі належить вчителям технологій. При цьому освітній процес підготовки майбутніх фахівців має в тому чи іншому обсязі вивчати питання, пов’язані з проєктуванням, виробництвом та експлуатацією машин та механізмів. На практиці це означає, що в навчальні плани мають бути включені дисципліни, які розглядають властивості матеріалів, формують навички у проведенні різноманітних розрахунків, наприклад на розтягання [5] чи зсув (зріз) [2], знайомлять майбутніх фахівців з основами промислового виробництва, зокрема з базовими поняттями робототехніки [3] тощо.

Важливим напрямком такої підготовки має бути вивчення закономірностей обробки матеріалів, яка може здійснюватися як шляхом пластичного деформування [4], так і з використанням різноманітних методів механічної обробки (точіння, свердління, фрезерування, шліфування тощо).

На практиці при реалізації таких методів, наприклад точіння, доволі актуальним є питання вибору припусків на обробку.

В загальному розумінні припуск – це шар металу, який видаляється з поверхні заготовки для компенсації неточностей, що виникли в процесі її виготовлення або під час попередньої механічної обробки [1, с. 52]. При багатоопераційній обробці припуск може бути проміжним (шар металу, який видаляється за один перехід) та загальним (шар металу, який видаляється під час всіх операцій). Очевидно, що з суто математичного погляду загальний припуск буде дорівнювати алгебраїчній сумі всіх проміжних величин.

Слід зазначити, що вибір припуску відіграє важливу роль у процесі виготовлення та подальшої експлуатації деталі. Так, занадто великі величини припуску призводять до необґрунтованої витрати металу, необхідності реалізації надмірної кількості переходів або збільшення глибини різання, зростання витрат електричної енергії, передчасного спрацювання різального інструменту. Все це в комплексі має своїм наслідком підвищення вартості виготовленої продукції. Водночас занадто малі значення припуску містять надмірні ризики, які можуть не забезпечити компенсацію неточностей виготовлення чи попередньої механічної обробки заготовки. Як наслідок – зниження точності та якості обробки поверхні, зростання кількості непридатних деталей, що в сукупності також може призвести до підвищення вартості виготовленої продукції.

В машинобудуванні для визначення припусків використовують два методи: дослідно-статистичний і розрахунково-аналітичний. Сутність дослідно-статистичного методу фактично полягає в узагальненні та систематизації практичного досвіду найбільш розповсюджених методів обробки типових деталей. Результатом використання такого підходу є створення відповідних таблиць, деякі з яких мають не лише рекомендаційний, а й обов’язковий характер. Слід зазначити, що з метою зменшення браку та у зв’язку з невизначеними умовами обробки (точністю верстатів, властивостями матеріалів заготовки тощо) табличні значення дещо завищують.

Розрахунково-аналітичний метод визначення припусків використовують у тих випадках, коли інженери знають конкретні умови технологічного процесу та характеристики обладнання, яке при цьому використовується. Очевидно, що за допомогою такого методу можна визначити мінімальні значення припусків, що призводить до економії металу, мінімізації часу обробки, раціональному використанню обладнання та підвищення ефективності технологічного процесу в цілому. Проте такий метод є доволі трудомісткий, потребує багато часу та високої кваліфікації працівників. Тому його доцільно використовувати переважно в умовах масового виробництва.

Враховуючи всі ці обставини, можна стверджувати, що при підготовці учителів технологій увагу слід зосередити на дослідно-експериментальному методі. Його практичне використання зазвичай не викликає особливих проблем, проте все ж таки потребує певних навичок використання відповідних таблиць. Так, наприклад, при знаходженні припусків у випадку чорнового точіння необхідно, знати, що їхнє конкретне значення визначається залежно від двох

параметрів – діаметру вала та довжини деталі, що обробляється. Отже, саме дослідно-експериментальний метод слід вважати пріоритетним для визначення припусків на обробку при підготовці майбутніх учителів технологій.

Література:

1. Дерібо О. В. Основи технології машинобудування. Частина 2 : навчальний посібник. Вінниця, ВНТУ. 2014. 114 с.
2. Подолянчук С. В. Вивчення закономірностей розрахунку деталей на зсув (зріз) під час підготовки вчителів трудового навчання та технологій. *Наука і техніка сьогодні*. 2023. №8. С. 244-254.
3. Подолянчук С. В. Особливості вивченні основ промислової робототехніки при підготовці вчителів трудового навчання та технологій. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Серія: педагогіка і психологія*. 2020. Вип. 62. С. 113-119.
4. Подолянчук С. В. Особливості вивчення технологій пластичного деформування металів при підготовці вчителів трудового навчання та технологій. *Наука і техніка сьогодні*. 2022. №6. С. 245-257.
5. Подолянчук С. В. Особливості технічної підготовки учителів трудового навчання та технологій. *Збірник наукових праць «Педагогічні науки» Херсонського державного університету*. 2024. №107. С. 44-49.

***Сучков Григорій Михайлович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій*
ORCID: 0000-0002-1805-0466

***Кошкаров Юрій Юрійович**, кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник науково-дослідної лабораторії Військового інституту танкових військ*
ORCID: 0000-0003-1430-0154

***Бобров Олександр Геннадійович**, старший науковий співробітник науково-дослідної лабораторії Військового інституту танкових військ*
ORCID 0000-0002-8840-6405

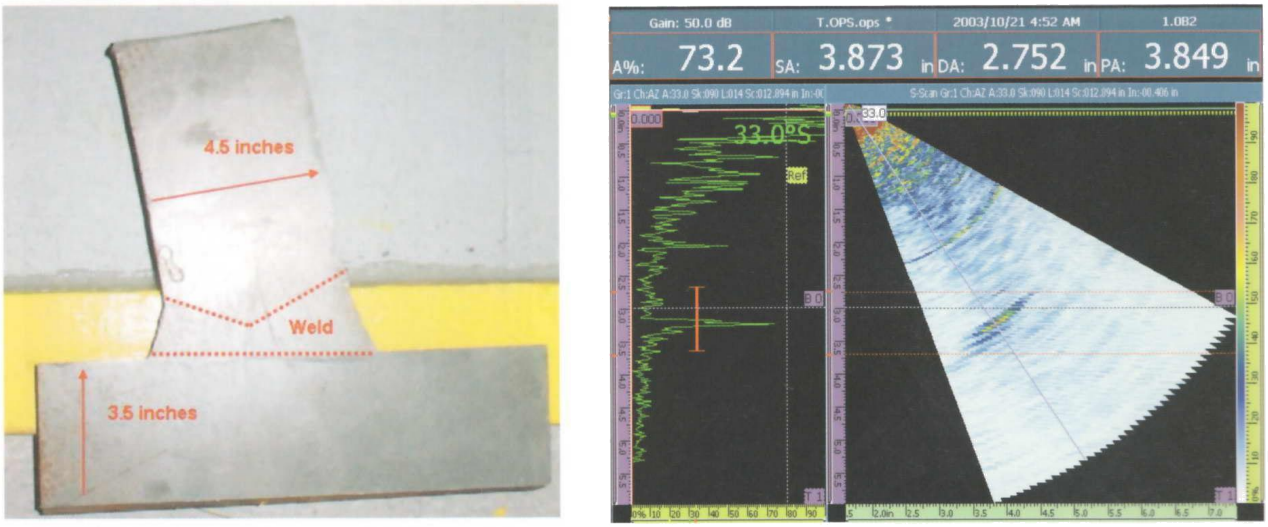
***Кришталь Богдан Вікторович**, магістрант кафедри інформаційно-вимірювальних технологій, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна*

ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2112/

В різних галузях широко використовують ультразвукові (УЗ) методи контролю [1-3]. Особливо це важливо при визначенні якості зварних швів [1-3]. Суттєві складнощі виникають при УЗ контролі зварних швів з складною геометрією, таких як таврові, стикові, трубні шви малого діаметру з аустенітних

сталей тощо [3]. Для вирішення цієї проблеми використовують прилади з перетворювачами у вигляді комплектів, що збуджують та приймають ультразвукові імпульси з різними фазами хвиль [1-3], так звані фазовані решітки. Для прикладу розглянемо контроль таврового шва великої товщини, рис.



а б

Рис. Зображення таврового зварного шва (а) та часова і простророва розгортка нп екрані ультразвукового томогафа при наявності тріщини (б)

Аналіз роботи приладів з фазованими решітками показують широкі можливості з контролю дуже складних об’єктів [3], що не можливо при використанні традиційних методів [1-2].

Встановлено переваги приладів з фазированими решітоками, особливо при контролі. Їх у порівнянні із традиційною технологією ультразвукового контролю можна узагальнити наступним чином.

Висока продуктивність контролю. Завдяки тому, що фазирована решітка переміщається тільки в поздовжньому напрямку уздовж зварного шва, а поперечне переміщення не потрібно (воно заміняється електронним скануванням по апертурі решіток), контроль вимагає значно менше часу. Це скорочує матеріальні витрати на контактну рідину, покращує стан довкілля.

Такі прилади універсальні. З використанням різного програмного забезпечення і настроювань апаратури одним перетворювачем-решіткою можна контролювати багато різних об’єктів, виробів і деталей.

Використання спеціальних настроювань приладів дозволяє відносно легко контролювати складні об’єкти, наприклад, патрубки, лопатки турбін тощо. Також фазовані решітки можуть реалізовувати складні способи контролю, наприклад «тандем», контроль під різними кутами, контроль із трансформацією моди ультразвукових хвиль й з використанням виділених зон контролю.

Один універсальний ультразвуковий перетворювач із керованим променем заміняє звичайні перетворювачі в вирішенні технологічних задач де потрібен контроль декількома сенсорами.

У перетворювачах такого типу відсутні рухливі елементи, що робить сенсор більш надійним і знижує зношування. Єдиною деталлю, що зношується, є насадка на призму , яка легко заміняється.

Вимірювання розмірів дефекту та його положення в деталі виконується з однієї установки положення перетворювача.

Може виконуватися статичне або динамічне фокусування ультразвукового променю одним перетворювачем на будь-якій документацією глибині.

Використання фазованих ультразвукових решіток стало розвиненою технологією, і вирішує багато завдань контролю в багатьох галузях. Вартість устаткування поступово знижується. Наприклад, зараз прилад Omniscan, має вартість проміжну між зробленими промисловими системами й традиційними одноканальними дефектоскопами.

Для впровадження приладів на фазованих решітках слід почати з наступних кроків:

• ознайомитися з відомими випадками застосування фазованих решіток у схожих задачах;

• визначити переваги, які будуть отримані при переході від традиційної технології до фазированих решіток;

• вивчити посібник з експлуатації приладів;

• чітко визначити завдання контролю й дефекти, які потрібно виявляти;

• урахувати характеристики контрольованої деталі й дефектів (товщина, кривизна, шорсткість поверхні, матеріал, розміри, положення й орієнтації дефектів тощо);

• розробити методику контролю, при цьому визначити кути введення або діапазон зміни напрямку ультразвукового променю, розміри апертури, діапазон контролю, спосіб введення ультразвуку, тип хвиль і т.п.;

Основними недоліками апаратури з фазованими решітками є суттєва складність та ціна, а також високі вимоги до кваліфікації операторів.

Список літератури:

1. Троїцький В.О. Борис Патон фундатор науки з дефектоскопії та моніторингу конструкцій. НК інформ. Київ: Вид-во Інтерсервіс, 2023. 60 с.
2. Український науково-дослідного інститут неруйнівного контролю [електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.autondt.com/ (Дата звернення 18.01.2025).
3. Фірма ОЛІМПУС. [електронний ресурс]. Режим доступу: https://ims.evidentscientific.com/en/. (Дата звернення 28.02.2025).

Сучков Григорій Михайлович,
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри інформаційно – вимірювальних
технологій, Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», Україна
ORCID: 0000-0002-1805-0466

***Тимофєєв Вадим Дмитрович**, начальник*
науково-дослідної лабораторії Військового інституту
танкових військ, Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», Україна
ORCID: 0000-0003-1462-1089

***Таран Ольга Василівна**,*
старший науковий співробітник
науково-дослідної лабораторії Військового інституту
танкових військ, Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», Україна
ORCID: 0000-0002-9143-5821

***Здорик Валентин Юрійович**, магістрант*
кафедри інформаційно-вимірювальних
технологій, Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», Україна

ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ РІДИН З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКУ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2117/

У виробництві широко використовуються хімічні об’єкти, апарати, що заповнюються рідиною, рівень якої регулюється нормативно – технічною документацією на проведення технологічного процесу. До таких можуть відноситися ємності для збереження палива, нафти, рідкого газу, рухомі об’єкти: автомобілі, військова техніка та багато інших. Тому рівень рідини відіграє значну роль в відповідності функціонуванню процесів [1-2].

Відомі різноманітні методи і засоби контролю та вимірювання рівня рідини, але в повній мірі задовольнити встановлені вимоги вони не можуть за точністю, чутливістю, вірогідністю, діапазону вимірювань тощо.

Відомі наступні методи вимірювання рівня: поплавцевий, буйковий, гідростатичний, електричні, радіохвильові, ультразвукові і багато інших.

Ультразвукові засоби контролю (УЗК) рівня все частіше використовуються в системах розрахунків кількості рідини в ємностях, сховищ, водоочисних споруд тощо [1]. Особливо такі засоби важливі для військової техніки.

Ультразвуковий (УЗ) метод вимірювання рівня набув широкого поширення в промисловості та в різних технологіях. Це пояснюється тим, що УЗ-метод забезпечує безконтактне вимірювання рівня агресивних та вибухонебезпечних середовищ при високих температурах і тисках, що дуже важливо для нафтогазового комплексу, який має справу в основному з вибухонебезпечними та легкозаймистими речовинами та газами.

На основі ультразвукового методу будуються засоби і сигналізатори рівня. За принципом роботи їх можна розбити на три групи: УЗ «локації», «проходження» та «демпфування».

УЗК в основному працюють на принципі локації (відбиття ультразвукових імпульсів від межі двох середовищ). При цьому інформативною величиною служить час поширення УЗ імпульсу (τ) від ультразвукового перетворювача до межі розділу та у зворотному напрямку. Величину рівна можна визначати таким чином

$$\tau_1 = 2\frac{(H - h_x)}{V_в}, \quad h_x = H - \frac{\tau_1 \cdot V_в}{2};$$

$$\tau_2 = 2 \cdot \frac{h_x}{V_ж}, \quad h_x = \frac{\tau_2 \cdot V_ж}{2 \cdot h_x},$$

де h_x – рівень; $V_в$, $V_ж$ – швидкість поширення УЗ-хвиль повітря і рідини.

Оскільки $V_ж > V_в$, то $\tau_1 > \tau_2$.

При локації через газ повітря необхідна більша енергія від випромінювача, ніж при локації через рідину через розсіювання, але в рідині з'являється залежність часу проходження від властивостей самої рідини.

На принципі проходження виготовляються сигналізатори рівня. Інформативною величиною в них є рівень акустичних втрат у повітряному зазорі між випромінювачем та приймачем з одного боку та контрольованим середовищем – з іншого. Чим вище рівень контрольованого середовища, тим менше повітряний зазор, тим менше розсіювання акустичної енергії і більше сигнал на приймачі. Змінюючи розташування передавача та приймача, а також регулюючи чутливість приймача, можна налаштувати канал на певний рівень рідини, що контролюється.

Сигналізатори рівня також будуються на принципі демпфування, при якому інформативною величиною є втрати енергії УЗ-поля в проміжку між випромінювачем (п'єзо-елементом) та рідиною. Якщо втрати великі, то коливання автоколивальної системи п'єзоелемент-генератор зриваються, що сигналізує про досягнення рідиною необхідного рівня.

Для підвищення точності вимірювання та вірогідності контролю рівня рідини в замкнутих об’ємах такі засоби вимірювань мають додатковий пристрій – відбивач у вигляді пластини чи шайби, який розташовується на заданій відстані від випромінювача імпульсів ультразвукових коливань, так щоб цей відбивач був вище рівня рідини, з одної сторони, а з іншої відбитий від нього сигнал не співпадав з зондуючим. За рахунок цього такі УЗК мають достатньо велику зону нечутливості. Окрім того на точність вимірювання та вірогідність контролю рівня вимірювачів чинить вплив наявність вторинних ультразвукових ефектів і зміна фізичних параметрів газового середовища. Це вимагає використання додаткових сенсорів температури та тиску з відповідною системою управління.

Без урахування вищезазначених особливостей ультразвукового методу контролю неможливе подальше вдосконалення та покращення їх метрологічних і технологічних характеристик. До основних з них відносяться: точність вимірювання, зона нечутливості, нечутливість до акустичних перешкод та зміни параметрів газового середовища (тиску, температури, складу тощо), а також вірогідності контролю [2].

У зв’язку з наведеним вище, задачею роботи є розроблення ультразвукового способу [2] і на його основі створення ультразвукового засобу контролю рівня рідинних середовищ у технологічних апаратах та ємностях, які б забезпечували мінімальну зону нечутливості, високу точність і вірогідність контролю.

Список літератури:

1. Стенцель Й. І., Рябіченко А. В., Євсюков В. В. Математичні моделі зрівноважуючого ультразвукового засобу контролю рівня рідинних середовищ. Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. Луганськ. 2007. №11. Ч.1. С. 142-156.

2. Томсон А. В. Ультразвуковий рівнемір з регульованою амплітудою збуджуючого сигналу. Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. Луганськ. 2007. № 11. Ч. 2. С. 177-183.

***Харітонов Олександр Володимирович**, старший науковий співробітник науково-організаційного відділення Військового інституту танкових військ, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна*
ORCID: 0009-0006-8206-720X

***Меньшов Сергій Миколайович**, науковий співробітник науково-організаційного відділення Військового інституту танкових військ, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна*
ORCID: 0000-0002-1854-2794

***Варакута Микита Володимирович**, науковий співробітник науково-дослідної лабораторії Військового інституту танкових військ, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна*
ORCID: 0009-0005-9192-101X

***Харченко Михайло Олександрович**, магістрант кафедри інформаційно-вимірювальних технологій, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна*

***Науковий керівник: Сучков Григорій Михайлович**, доктор технічних наук, професор, професор кафедри комп'ютерних та радіоелектронних систем контролю та діагностики, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, Україна*

ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ ШЛЯХОМ ПОПЕРЕДНЬОЇ АКУСТИКО-ЕМІСІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ МАТЕРІАЛІВ

Інтернет-адреса публікації на сайті:
http://www.konferenciaonline.org.ua/ua/article/id-2124/

В різних галузях життєдіяльності людини використовуються об'єкти, механізми, автомобілі і багато іншого обладнання, елементи яких працюють в складних умовах циклічного навантаження, наприклад складові двигунів внутрішнього згоряння, ресори тощо. Тому вихід з ладу значної кількості деталей машин і механізмів відбувається з причини наростаючої втоми їх матеріалів. На цей процес впливають багато факторів, але один із основних є матеріал, тобто його властивості.

В процесі експлуатації в конструкціях накопичуються центри, які приводять до стрибкоподібного пошкодження деталі рухомого об'єкту, збуджуючи в ній імпульси акустичних коливань, які можливо реєструвати, і за їх параметрами оцінювати надійність.

Процес накопичення втоми матеріалу має загальні закономірності, але, в наслідок особливостей кожного зразка і режиму його навантаження, він індивідуальний навіть для різних зразків однакових матеріалів, а характеристики втоми матеріалів є випадковими величинами з великим розкидом значень. Отже довгострокове передбачення реального часу такого руйнування проблематичне і тому своєчасне виявлення пошкоджень від утоми залишається однією з найбільш важких і важливих проблем забезпечення надійної експлуатації виробів [1-2].

Для визначення строку експлуатації виробів, що працюють при циклічному навантаженні, необхідні випробування в аналогічних умовах. Для цього розроблено відповідний стенд. Він повинен відповідати наступним вимогам:

- Вимірювальні сенсори акустичних імпульсів не повинні впливати на результати випробувань;
- Вимірювальні сенсори акустичних імпульсів повинні вимірювати імпульси акустичної емісії на фоні потужних випробувальних дій;
- Перетворювач сигналів акустичної емісії повинен виділяти корисні сигнали різних стадій розвитку пошкоджень матеріалу при впливі сукупних таких проявлень при всіх режимах навантаження зразків різних матеріалів;
- Вимірювальний пристрій випробувального стенду повинен дати можливість розраховувати параметри сигналів акустичної емісії, які відображають різні сторони процесу втоми матеріалу (швидкість розвитку, накопичення пошкоджень тощо).

Для реалізації принципів використання методу та вимог до засобу, який його реалізує, досліджено закономірності впливу характеристик джерела руйнування від утоми матеріалу, акустичного тракту, режимів навантаження, властивостей матеріалу та періоду його руйнування на характеристики та параметри сигналів акустичної емісії і завад різного типу. Результати наведено на рисунку.

Таким чином, рівень та частотні характеристики власних шумів випробувальної установки залежать від її виду та оснащення, що використано, і змінюються протягом досліджень. При переключенні режиму навантаження випробувальних зразків виникають широкосмугові шуми, характеристики яких залежать від випадкових обставин. У смугу частот приймального тракту попадають вищі гармоніки акустичних сигналів і шуми при переключенні режиму навантаження – всі вони є перешкодами щодо виявлення сигналів акустичної емісії. Тому ефективне виділення сигналів акустичної емісії в процесі випробувань зразків матеріалу в умовах циклічних резонансних навантажень передбачає наявність паспорту шумового поля випробної установки та адаптації дослідної системи до цього поля, які необхідно враховувати.

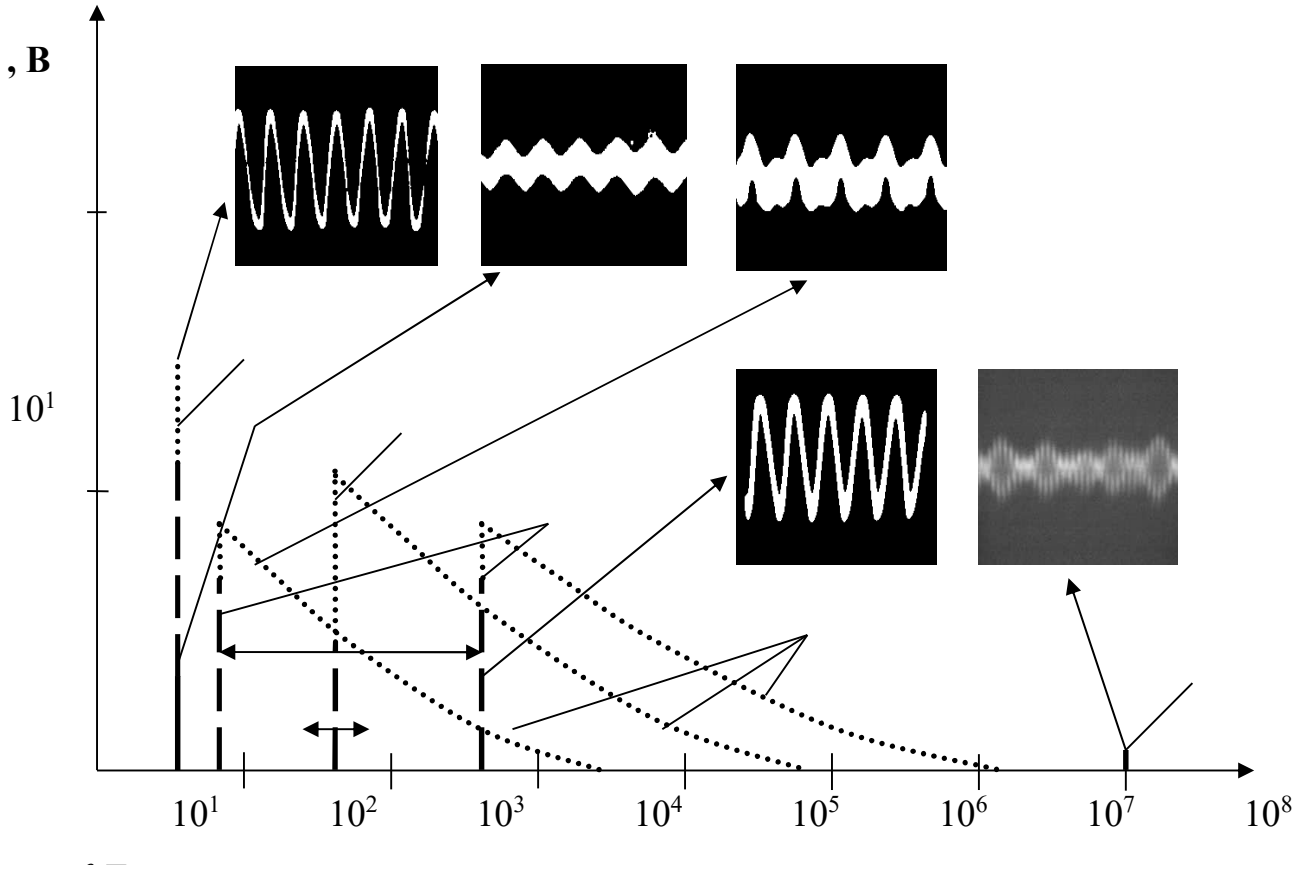


Рисунок. Частотні складові сигналів акустичної емісії: 1 – мережева; 2 – резонансу обладнання; 3 – частота навантаження; 4 – вищі гармоніки; 5 – високочастотна складова; $\Delta f_н$ – діапазон частот навантаження при:

1 – працююча установка;

2 – працююча установка з сигналом навантаження;

3 – діапазон зміни шумів працюючої установки з сигналом навантаження та їхні вищі гармоніки.

Список літератури:

1. Pawlowski Z. Ultrasonic attenuation during cyclic straining // Proc. Forth International Conf. on Nondestructive Testing. – 1963. – Butter Worths, London, 1964. – P. 192-195.

2. Безимянний Ю. Г. Оцінка ступеня пошкодження конструкційних сплавів що деформуються за акустичними характеристиками. Дис. к.т.н. Київ. 1987. 201с.

Зміст

Секція 1. Інформаційні системи і технології

Andrii Smetiukh, Orest Bilas
ADVANCEMENTS IN LSTM-BASED TRAFFIC OPTIMIZATION:
A REVIEW OF METHODOLOGIES, APPLICATIONS,
AND FUTURE DIRECTIONS…….3

Oleksii Pysarchuk, Yurii Mironov
APPROACHES TO FEATURE EXTRACTION FOR CHROMOSOMAL
DATA PROCESSING…….…….…….6

Гріщенко Костянтин Сергійович, Писарчук Олексій Олександрович
МЕТОД РОЗПОДІЛУ ЗАМОВЛЕНЬ НА ВИРОБНИЦТВО ДЛЯ
BIGDATA СИСТЕМ..…….……..…9

**Дубчак Леся Орестівна, Васильків Надія Михайлівна,
Богатирчук Владислав Олександрович, Заблоцький Микола
Миколайович, Хміль Володимир Андрійович**
СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ В ГАЛУЗІ ВІДНОВЛЮВАНОЇ
ЕНЕРГЕТИКИ……12

Іщенко Руслан Миколайович, Гупало Арсеній Юрійович
СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ЗАХИСТУ
АКУСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ…….…….15

Качмарський Олекса Ігорович
ВИЗНАЧЕННЯ ФАЗИ РОСТУ ПШЕНИЦІ ЗА ШКАЛОЮ ВВСН ЗА
ДОПОМОГОЮ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ.…….…….17

Коваленко Євгенія Віталіївна
ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ЗАСОБИ РЕАЛІЗАЦІЇ ВІРТУАЛЬНИХ
ВИСТАВОК…….…….…….19

Ковальський Семен Сергійович
ЛЕГКОВАГОВІ CNN ДЛЯ ВБУДОВАНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ
ЯКОСТІ ДЕРЕВ'ЯНИХ ВИРОБІВ.…….…….22

Панчак Дмитро Вікторович
ФІЛЬТРАЦІЯ СЕНСОРНИХ ДАНИХ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ
АВТОНОМНИХ РОБОТІВ У МІНЛИВИХ УМОВАХ…….27

Терпіловський Єгор Олександрович
МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ОЦІНКИ РИЗИКІВ ГЕНЕТИЧНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ…….29

Тригуб Ольга Анатоліївна, Нікітін Валерій Андрійович, Крилов Євген Володимирович
ТЕМИ УЗГОДЖЕННЯ В РОЗПОДІЛЕНИХ БАЗАХ ДАНИХ…….31

Хлібойко Михайло Ярославович, Заблоцький Микола Миколайович
ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКИХ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ БЕЗПЕКИ СИСТЕМИ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ…….34

Чекушкін Артем Юрійович, Ратов Денис Валентинович
РОЗРОБКА ВІРТУАЛЬНОГО АСИСТЕНТА РОЗКЛАДУ ВНЗ…….36

Ювженко Денис Ігорович, Чимшир В'ячеслав Іванович, Володимир Шимкович, Теленик Сергій Федорович
АВТОМАТИЗАЦІЯ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ЗА ДОПОМОГОЮ МУЛЬТИАГЕНТНОЇ ШІ-СИСТЕМИ…….40

Янко Аліна Сергіївна, Гончаренко Станіслав Олександрович
ОПТИМІЗАЦІЯ LORAWAN-МЕРЕЖ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ УКРАЇНИ: ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ…….45

Секція 2. Економічні науки

Tetiana Stupnytska, Kateryna Korchakovska, Olena Volodina
THEORETICAL PRINCIPLES OF DETERMINING AND CLASSIFICATION OF NON-CURRENT ASSETS OF AN ENTERPRISE AS A FACTOR IN FORMING A COMPREHENSIVE APPROACH TO THEIR ACCOUNTING……48

Дяченко Микола Іванович
НАСЛІДКИ ВЕДЕННЯ ЛІСОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ…….54

Конюхов Дмитро Андрійович
ФІНАНСОВЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ В КОНТЕКСТІ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ……56

Кудрицька Світлана Петрівна
ПЕРЕВАГИ ВИКОРИСТАННЯ ТА ОБМЕЖЕНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СПРОЩЕНОГО ПЛАНУ РАХУНКІВ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ…….59

Маценко Роман Васильович
УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧИМ ПОТЕНЦІАЛОМ ПІДПРИЄМСТВА В КОНТЕКСТІ СТАЛОГО РОЗВИТКУ……62

Радченко Любов Пантелеймонівна
ВПЛИВ ІННОВАЦІЙНИХ ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ТРАНСФОРМАЦІЮ РИНКУ ФІНАНСОВИХ ПОСЛУГ…….64

Скидан Максим Ігорович
SMAILE-МОДЕЛЬ ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ІНСТРУМЕНТ СТРАТЕГІЧНОГО РОЗВИТКУ ВИЩОЇ ОСВІТИ В УМОВАХ ГЛОБАЛЬНИХ ВИКЛИКІВ…….67

Тимчак Віра Степанівна, Тимчак Станіслав Володимирович
ОПТИМІЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ СТРУКТУРИ ЯК ФАКТОР ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ УПРАВЛІННЯ БІЗНЕСОМ…….70

Хоцький Олександр Володимирович
УКРАЇНСЬКИЙ АГРОБІЗНЕС НА РИНКАХ ЄС ТА СВІТУ: ПОТЕНЦІАЛ ЗРОСТАННЯ ЕКСПОРТУ…….73

Секція 3. Технічні науки

Oleksandr Sieliukov, Haolin Liu
STUDY OF THE PHENOMENON OF PARAMETRIC RESONANCE FOR THE CREATION OF EFFECTIVE POWER SUPPLIES FOR UNMANNED VEHICLES.……76

Єна Максим Вікторович
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ УПРАВЛІННЯ БПЛА В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ.……80

Коляда Оксана Юріївна, Поліщук Валентина Миколаївна, Ландар Ярослав Вячеславович
СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ РЕГУЛЮЄМИХ УСТАНОВОК ЗОВНІШНЬОГО ОСВІТЛЕННЯ…….83

Линник Ірина Едуардівна
ВІДНОВЛЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ……86

Подолянчук Станіслав Вікторович
ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПРИПУСКІВ НА ОБРОБКУ ПРИ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ТЕХНОЛОГІЙ……88

Сучков Григорій Михайлович, Кошкаров Юрій Юрійович, Бобров Олександр Геннадійович, Кришталь Богдан Вікторович
ДЕЯКІ ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ ВИРОБІВ СКЛАДНОЇ КОНФІГУРАЦІЇ…….90

Сучков Григорій Михайлович, Тимофєєв Вадим Дмитрович, Таран Ольга Василівна, Здорик Валентин Юрійович
ВИМІРЮВАННЯ РІВНЯ РІДИН З ВИКОРИСТАННЯМ УЛЬТРАЗВУКУ..…93

Харітонов Олександр Володимирович, Меньшов Сергій Миколайович, Варакута Микита Володимирович, Харченко Михайло Олександрович
ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ ШЛЯХОМ ПОПЕРЕДНЬОЇ АКУСТИКО-ЕМІСІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ МАТЕРІАЛІВ.……96

Наукове видання

«Інформаційне суспільство: технологічні, економічні та технічні аспекти становлення»
Рік заснування – 2011

Видання виходить 11 разів на рік

Відповідальний за випуск *У.О. Русенко*
Комп'ютерне верстання *О.В. Ковальський*

Підписано до друку 21.03.2025
Формат 60х84/16. Папір офсетний. Друк на дублікаторі.
Умов.-друк. арк. 4,5. Обл.-вид. Арк 4,95.
Тираж 50 прим.

Віддруковано ФО-П Шпак В.Б.
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції серія ДК№7599 від 10.02.2022р.
Тел. 097 299 38 99
E-mail: tooums@ukr.net