

М. О. МОЛЧАНОВА

Ph.D., старший викладач кафедри комп'ютерних наук
Хмельницький національний університет
ORCID: 0000-0001-9810-936X

О. В. МАЗУРЕЦЬ

кандидат технічних наук,
доцент кафедри комп'ютерних наук
Хмельницький національний університет
ORCID: 0000-0002-8900-0650

О. О. ЗАЛУЦЬКА

асистент кафедри комп'ютерних наук
Хмельницький національний університет
ORCID: 0000-0003-1242-3548

В. Д. КАДИНСЬКА

студентка кафедри комп'ютерних наук
Хмельницький національний університет

В. В. МАСЛОВСЬКА

студентка кафедри комп'ютерних наук
Хмельницький національний університет

ІНФОРМАЦІЙНА ХМАРНА ТЕХНОЛОГІЯ НЕЙРОМЕРЕЖЕВОГО АНАЛІЗУ ЗРУЙНОВАНИХ СПОРУД ЗА ВІЗУАЛЬНИМИ ДАНИМИ З БПЛА

У роботі запропоновано інформаційну хмарну технологію нейромережевого аналізу зруйнованих споруд за візуальними даними, отриманими з безпілотних літальних апаратів. Проблема швидкої та достовірної ідентифікації залишків будівель є надзвичайно актуальною у сучасних умовах, оскільки результати такого аналізу мають критичне значення для моніторингу наслідків бойових дій, ліквідації надзвичайних ситуацій і планування відновлювальних робіт. Традиційні методи комп'ютерного зору не забезпечують необхідної ефективності через масштабність даних, різноманітність об'єктів та складність сцен. Застосування глибоких нейронних мереж, інтегрованих у хмарне середовище, дозволяє подолати ці обмеження, забезпечивши масштабованість та високу точність аналізу.

Розроблена технологія передбачає надходження у хмарне середовище фотознімків високої роздільної здатності, їх попередню обробку та формування єдиного тренувального й валідаційного датасетів. У хмарі здійснюється навчання моделей YOLOv12 для детекції та сегментації потенційних будівельних залишків, а також ансамблю з десяти моделей ResNet50 для багатокласової класифікації виділених фрагментів. Клієнтська частина системи забезпечує препроцесинг нових знімків і виконання нейромережевого аналізу на основі попередньо навчених моделей. У результаті автоматично визначаються позиції залишків та їх віднесення до конкретних категорій матеріалів, що включають цеглу, бетон, деревину, пінопласт, плитку, пластик та інші.

Експериментальні результати підтверджують ефективність розробленого рішення. Досягнуто загальної точності класифікації (Accuracy) 0.965, при цьому значення Precision склало 0.889, Recall – 0.965, а F1-міра – 0.925. Отримані результати перевищують показники аналогічних досліджень щонайменше на 0.042, що демонструє конкурентоспроможність та доцільність використання запропонованого підходу. Використання хмарних технологій дозволяє забезпечити масштабованість рішення, зниження вартості інфраструктури та незалежність від обчислювальних можливостей локальних пристроїв.

Ключові слова: хмарні технології, нейромережі, БПЛА, зруйновані споруди.

M. O. MOLCHANOVA

Ph.D., Senior Lecturer at the Computer Science Department
Khmelnytskyi National University
ORCID: 0000-0001-9810-936X

O. V. MAZURETS

Ph.D. in Engineering Science,
Associate Professor at the Computer Science Department
Khmelnytskyi National University
ORCID: 0000-0002-8900-0650

O. O. ZALUTSKA

Assistant Professor at the Computer Science Department
Khmelnytskyi National University
ORCID: 0000-0003-1242-3548

V. D. KADYNSKA

Bachelor Student at the Computer Science Department
Khmelnytskyi National University

V. V. MASLOVSKA

Bachelor Student at the Computer Science Department
Khmelnytskyi National University

CLOUD INFORMATION TECHNOLOGY FOR NEURAL NETWORK ANALYSIS OF DESTROYED STRUCTURES USING VISUAL DATA FROM UAVS

The paper proposes an information cloud technology for neural network analysis of destroyed structures based on visual data obtained from unmanned aerial vehicles. The problem of fast and reliable identification of building remains is extremely relevant in modern conditions, since the results of such analysis are of critical importance for monitoring the consequences of hostilities, eliminating emergencies and planning restoration work. Traditional computer vision methods do not provide the necessary efficiency due to the scale of data, the variety of objects and the complexity of scenes. The use of deep neural networks integrated into the cloud environment allows overcoming these limitations, ensuring scalability and high accuracy of analysis. The developed technology involves the receipt of high-resolution photographs into the cloud environment, their pre-processing and the formation of a single training and validation dataset. In the cloud, YOLOv12 models are trained for detection and segmentation of potential building remains, as well as an ensemble of ten ResNet50 models for multi-class classification of selected fragments. The client part of the system provides preprocessing of new images and execution of neural network analysis based on previously trained models. As a result, the positions of residues are automatically determined and their assignment to specific categories of materials, including brick, concrete, wood, foam plastic, tiles, plastic and others.

Experimental results confirm the effectiveness of the developed solution. The overall classification Accuracy of 0.965 was achieved, with the Precision value being 0.889, Recall – 0.965, and F1-measure – 0.925. The obtained results exceed the indicators of similar studies by at least 0.042, which demonstrates the competitiveness and feasibility of using the proposed approach. The use of cloud technologies allows for scalability of the solution, reduction of infrastructure costs and independence from the computing capabilities of local devices.

Key words: cloud technologies, neural networks, UAVs, destroyed buildings.

Постановка проблеми

У сучасних умовах зростає потреба у швидкому та достовірному виявленні та класифікації залишків зруйнованих споруд [1], що мають критичне значення для моніторингу наслідків бойових дій, ліквідації надзвичайних ситуацій та планування відновлювальних робіт [2, 3]. Традиційні підходи, засновані на експертному аналізі фотознімків або використанні класичних методів комп'ютерного зору, виявляються недостатньо ефективними через високу складність об'єктів, різноманітність типів руйнувань, а також значний обсяг даних, що потребують обробки [4, 5].

Застосування безпілотних літальних апаратів суттєво розширило можливості збору візуальної інформації про руйнування [6]. Завдяки мобільності та високій роздільній здатності сенсорів БПЛА забезпечують доступ до великої кількості зображень у реальному часі [7, 8]. Однак такий підхід породжує нові виклики, пов'язані з масштабільністю даних, необхідністю їх швидкої обробки та забезпеченням високої точності класифікації [9].

Ефективним інструментом розв'язання зазначених проблем стали методи глибинного навчання [10], зокрема згорткові та трансформерні нейронні мережі, які демонструють високу результативність у задачах аналізу

зображень [11, 12]. Проте навчання таких моделей потребує значних обчислювальних ресурсів, що унеможливило їх використання на локальних пристроях із обмеженою продуктивністю [13, 14].

У цьому контексті доцільним є використання хмарних обчислень, які забезпечують масштабованість, високу обчислювальну потужність та гнучкість у розподілі ресурсів [15]. Хмарні платформи надають можливість паралельної обробки великих масивів зображень, організації розподіленого навчання моделей та зниження вартості інфраструктури завдяки підходу «обчислення як послуга» [16, 17]. Така інтеграція глибинного навчання та хмарних технологій створює передумови для побудови ефективних методів класифікації залишків зруйнованих споруд за візуальними даними з БПЛА.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У дослідженні М. І. В. Ahmed та співавторів [18] розглянуто застосування глибинного навчання для ідентифікації та класифікації відходів з використанням відкритого набору зображень, зібраних у регіоні Близького Сходу. Матеріали корпусу охоплювали приклади п'яти основних категорій сміття, що забезпечувало можливість моделювання задачі багатокласової класифікації. Для розв'язання цієї задачі було використано як спеціально розроблену згорткову нейронну мережу, так і низку попередньо навчених моделей, серед яких ResNet50V2, MobileNetV2 та DenseNet169. Найвищих результатів продемонструвала архітектура ResNet50V2, яка перевищила інші підходи за точністю розпізнавання, тоді як власна CNN-модель авторів також показала конкурентні результати, випередивши попередні напрацювання на цьому ж наборі даних.

У роботі К. Lin та колег [19] увага зосереджена на створенні методу високої ефективності для детальної класифікації будівельних і демонтажних відходів, що має суттєве значення у контексті розбудови системи переробки матеріалів та зниження вуглецевого сліду в будівельній галузі. Запропоновані авторами моделі ґрунтувалися на архітектурі ResNet з використанням перенесення знань і спеціальних стратегій налаштування навчання, що дозволило оптимізувати баланс між швидкістю та якістю роботи нейронних мереж. Результати експериментів продемонстрували, що застосування такого підходу підвищує точність класифікації та сприяє кращому розмежуванню типів відходів, що підтверджує перспективність методів глибинного навчання у сфері сталого управління будівельними ресурсами.

У статті [20] представлено методологію підвищення ефективності сортування будівельних та демонтажних відходів із використанням методів машинного навчання та RGB-камери для розпізнавання фрагментів відходів. Основна мета дослідження полягає у вдосконаленні процесу класифікації шляхом застосування розширених методів вилучення ознак, що забезпечує підвищення швидкості та точності розпізнавання. Автори порівнюють три класифікатори: згорткову нейронну мережу, градієнтний бустинг дерев рішень та багатоваріаційний перцептрон. Експерименти показали, що використання методу вилучення ознак для GB та MLP дало кращі результати за швидкістю та точністю, ніж традиційний CNN. Запропонована методологія дозволила досягти точності класифікації до 92.3 % порівняно з 85.9 % для CNN. Додатково у роботі надано датасети, коди та моделі, що підвищує прозорість і відтворюваність отриманих результатів.

Формулювання мети дослідження

Мета роботи полягає у розробленні інформаційної хмарної технології нейромережевого аналізу зруйнованих споруд за візуальними даними з БПЛА для класифікації залишків зруйнованих споруд із застосуванням технологій глибинного навчання.

Викладення основного матеріалу дослідження

Запропонована інформаційна хмарна технологія (рис. 1) нейромережевого аналізу зруйнованих споруд ґрунтується на застосуванні методів глибинного навчання до візуальних даних, отриманих з БПЛА.

На вхід надходять фотознімки високої роздільної здатності, які передаються у хмарне середовище для попередньої обробки та формування тренувального та валідаційного датасетів. У хмарі здійснюється навчання глибинних нейронних мереж: YOLOv12 [21] для виявлення та сегментації потенційних фрагментів будівельних залишків, а також ансамблю з десяти моделей ResNet50 [22] для багатокласової класифікації відібраних залишків зруйнованих споруд (цегла, бетон, пінопласт, гіпсокартон, трубка, пластик, каміння, плитка, деревина та інші матеріали) [23].

Клієнтська частина технології виконує препроцесинг нових знімків, отриманих з БПЛА (масштабування, нормалізацію) та нейромережевий аналіз на основі навчених моделей. Результатом роботи системи є автоматизоване визначення позицій і класифікація залишків споруд за категоріями з використанням ймовірнісних оцінок, що забезпечує високу точність аналізу та можливість оперативного моніторингу територій після руйнувань.

На рис. 2 представлено приклад дослідження реалізованої інформаційної технології.

Отримані в ході навчання результати свідчать про ефективність запропонованої інформаційної хмарної технології нейромережевого аналізу зруйнованих споруд. Загальна точність (Assigasy) класифікації складала 0.965, що підтверджує надійність роботи системи на різних типах вхідних даних. Значення Precision дорівнює 0.889, що вказує на здатність моделі мінімізувати кількість хибнопозитивних визначень, тоді як Recall на рівні 0.965 демонструє високу повноту класифікації. Досягнуте значення F_1 -міри, яке становить 0.925, підтверджує збалансованість



Рис. 1. Інформаційна хмарна технологія неймережевого аналізу зруйнованих споруд

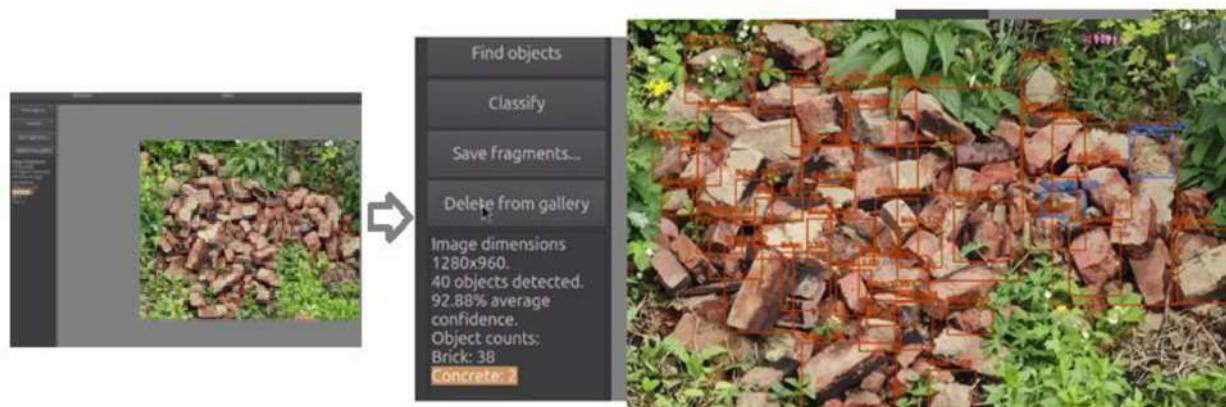


Рис. 2. Приклад використання розробленої інформаційної технології

між точністю та повнотою та свідчить про стабільність отриманих результатів. Таким чином, запропонований підхід забезпечує достатньо високу якість класифікації будівельних залишків і може застосовуватися для практичних завдань аналізу територій після руйнувань.

Порівняння з відомими аналогами дозволяє зробити висновки, що розроблена інформаційна технологія є ефективною та дозволяє підвищити точність щонайменше на 0.042 (0.923 у аналогічних дослідженнях проти 0.965, отриманих авторами). Використання хмарних технологій дозволяє зробити рішення масштабованим та незалежним від архітектури.

Висновки

У результаті проведеного дослідження було розроблено метод хмароорієнтованої обробки візуальних даних з БПЛА, спрямований на автоматизовану ідентифікацію та класифікацію залишків зруйнованих споруд. Запропонований підхід поєднує сучасні архітектури глибоких нейронних мереж, зокрема YOLOv12 та ResNet50, із можливостями хмарних обчислень, що забезпечує високу продуктивність та масштабованість процесу аналізу. Експериментальна перевірка продемонструвала досягнення точності класифікації на рівні 0.965, при цьому значення Precision становить 0.889, Recall – 0.965, а F_1 -міра – 0.925, що свідчить про збалансованість моделі та її здатність ефективно розпізнавати об'єкти різних класів. Отримані результати перевищують показники відомих аналогів, що підтверджує доцільність застосування розробленої методології у практичних системах моніторингу пошкодженої інфраструктури та створює передумови для подальшого вдосконалення технологій автоматизованого аналізу аерофотознімків у сфері відновлення територій.

Список використаної літератури

1. Kohns J., et al. Building damage assessment in natural disasters: A trans- and interdisciplinary approach combining domain knowledge, 3D machine learning, and crowdsourcing // *Progress in Disaster Science*. 2025. Vol. 26. P. 100427. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2025.100427>
2. Hladun O., Mazurets O., Molchanova M., Sobko O. Real Time Detection the Person Emotion State Using Neural Network // *Scientific Research: Modern Innovations and Future Perspectives : proceedings of the 2nd International scientific and practical conference* (November 25–27, 2024, Montreal, Canada). Montreal, 2024. P. 119–123.
3. Mostofi S., Altunışik A. C., Başağa H. B., Okur F. Y., Yilmaz Z., Hadinata P., ... Sezdirmez T. A Big Data-Enabled Decision Support Model for Post-Earthquake Damage Classification of RC Buildings: A Case Study on February 6, Kahramanmaraş Doublet Earthquakes // *Journal of Earthquake Engineering*. 2025. P. 1–23.
4. Hladun O., Zalutska O., Klimenko V., Mazurets O. Research on the effectiveness of classifying the remains of destroyed buildings using MobileNetV3 neural network architecture // *Innovations in Science: From Theoretical Foundations to Practical Impact : proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference* (May 12–14, 2025, Antwerp, Belgium). Antwerp, 2025. P. 158–162.
5. Didur V., Molchanova M., Mazurets O. Research on the effectiveness of neural network detection of plots with the destroyed buildings remains // *Modern technologies and science: problems, new and relevant developments : proceedings of the XXI International Scientific and Practical Conference* (May 26, 2025, Zaragoza, Spain). Zaragoza, 2025. P. 245–251.
6. Li T., Fei L. Exploring obstacles to the use of unmanned aerial vehicles in emergency rescue: A BWM-DEMATEL approach // *Technology in Society*. 2025. Vol. 81. Article 102863. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2025.102863>
7. Alqudsi Y., Makaraci M. UAV swarms: research, challenges, and future directions // *Journal of Engineering and Applied Science*. 2025. Vol. 72, No. 1. P. 12. URL: <https://doi.org/10.1186/s44147-025-00582-3>
8. Dydo R., Sobko O., Klimenko V., Mazurets O. Datalogic structure for intelligent system for areas localization in photos with the remains of buildings using neural network // *Modern Scientific Research: Theoretical and Practical Aspects : proceedings of the II International Scientific and Practical Conference* (May 26–28, 2025, Riga, Latvia). Riga, 2025. P. 123–127.
9. Didur V. O., Molchanova M. O., Tyschenko O. O., Mazurets O. V. Approach for comparative analysis of effectiveness of using MobileNetV3 and ViT neural network models for graphical localization of destroyed buildings remains areas // *Formation of Innovative Potential of World Science : proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference* (May 16, 2025, Waterford, Republic of Ireland). Waterford, 2025. P. 94–97.
10. Мазурець О. В., Петровський С. С., Дидо Р. А. Нейромережева модель для ідентифікації особистості за зображенням обличчя у реальному часі // *Інформаційні технології і автоматизація : матеріали XVII міжнародної науково-практичної конференції* (31 жовтня – 1 листопада 2024, Одеса, ОНТУ). Одеса, 2024. С. 655–658.
11. Бас І. С., Мазурець О. В., Молчанова М. О., Собко О. В. Дослідження ефективності методу автоматизованого визначення типу літального апарату за фотографічним зображенням // *Збірник наукових праць за матеріалами XVI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Актуальні проблеми комп'ютерних наук АПКН-2024»* (15–16 листопада 2024, Хмельницький). Хмельницький, 2024. С. 29–34.
12. Dydo R., Sobko O., Molchanova M., Mazurets O. Analysis of precision of finding the destroyed remains buildings on photos using MobileNetV3 and ViT neural networks // *Science and Technology: New Horizons of Development : proceedings of the I International Scientific and Practical Conference* (May 14–16, 2025, Prague, Czech Republic). Prague, 2025. P. 208–214.
13. Malaydakh V., Molchanova M., Shevchuk P., Mazurets O. Deep learning neural network architecture for determining sunflower growth stage from visual data // *Modern Scientific Research: Theoretical and Practical Aspects : proceedings of the II International Scientific and Practical Conference* (May 26–28, 2025, Riga, Latvia). Riga, 2025. P. 143–148.
14. Bas I. S., Kadynska V. D., Klimenko V. I., Mazurets O. V. Convolutional Neural Network Transfer Learning Method for Aircraft Image Classification // *Scientific method: reality and future trends of researching : proceedings of the VI International Scientific and Theoretical Conference* (June 6, 2025, Montreal, Canada). Montreal, 2025. P. 147–155.
15. Молчанова М. О., Мазурець О. В., Собко О. В., Кліменко В. І., Андрощук В. І. Метод нейромережевого виявлення кібербулінгу з використанням хмарних сервісів та об'єктно-орієнтованої моделі // *Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету», серія: Технічні науки*. Хмельницький, 2024. № 2 (333). С. 200–206. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-333-2>
16. Tymofiiiev I., Mazurets O., Hardysh D., Molchanova M. Neural Network Dual Architecture for Depression Detection Using Cloud Services // *Scientific Research in the Era of Digital Technologies: Challenges and Opportunities : proceedings of the XLVI International Scientific and Practical Conference* (November 6–8, 2024, Barcelona, Spain). 2024. P. 84–88.
17. Yurchenko D., Mazurets O., Didur V., Molchanova M. Approach to Using Cloud Services for Visual Analytics of Neural Network Analysis of Texts Emotional Tonality // *The Future of Scientific Discoveries: New Trends and*

Technologies : proceedings of the XLVII International Scientific and Practical Conference (November 13–15, 2024, Marseille, France). 2024. P. 108–113.

18. Ahmed M. I. B., et al. Deep Learning Approach to Recyclable Products Classification: Towards Sustainable Waste Management // *Sustainability*. 2023. Vol. 15, No. 14. P. 11138. <https://doi.org/10.3390/su151411138>.

19. Lin K., et al. Applying machine learning to fine classify construction and demolition waste based on deep residual network and knowledge transfer // *Environment, Development and Sustainability*. 2022. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02740-6>

20. Nežerka V., Zbíral T., Trejbal J. Machine-learning-assisted classification of construction and demolition waste fragments using computer vision: Convolution versus extraction of selected features // *Expert Systems with Applications*. 2024. Vol. 238. Article 121568. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121568>.

21. YOLOv12: State-of-the-art object detection model [Електронний ресурс] // YOLOv12. 2025. Режим доступу: <https://yolov12.com/>

22. ResNet50: Convolutional Neural Network Model [Електронний ресурс] // PyTorch. 2025. Режим доступу: https://pytorch.org/hub/pytorch_vision_resnet/

23. Hladun O. V., Molchanova M. O., Zalutska O. O., Mazurets O. V. Effectiveness research of using ViT neural network architecture for classifying the destroyed buildings remains // *Achievements of Science and Applied Research : proceedings of the 2nd International Scientific and Theoretical Conference* (May 19–21, 2025, Dublin, Ireland). Dublin, 2025. P. 96–100.

References

1. Kohns, J., Zahs, V., Klonner, C., Höfle, B., Stempniewski, L., & Stark, A. (2025). Building damage assessment in natural disasters: A trans-and interdisciplinary approach combining domain knowledge, 3D machine learning, and crowdsourcing. *Progress in Disaster Science*, 100427. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2025.100427>

2. Hladun, O., Mazurets, O., Molchanova, M., & Sobko, O. (2024). Real time detection the person emotion state using neural network. In *Scientific Research: Modern Innovations and Future Perspectives* (pp. 119–123). Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference, Montreal, Canada.

3. Mostofi, S., Altunişik, A. C., Başağa, H. B., Okur, F. Y., Yilmaz, Z., Hadinata, P.,... & Sezdirmez, T. (2025). A Big Data-Enabled Decision Support Model for Post-Earthquake Damage Classification of RC Buildings: A Case Study on February 6, Kahramanmaraş Doublet Earthquakes. *Journal of Earthquake Engineering*, 1-23. <https://doi.org/10.1080/13632469.2025.2505974>

4. Hladun, O., Zalutska, O., Klimenko, V., & Mazurets, O. (2025). Research on the effectiveness of classifying the remains of destroyed buildings using MobileNetV3 neural network architecture. In *Innovations in Science: From Theoretical Foundations to Practical Impact* (pp. 158–162). Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference, Antwerp, Belgium.

5. Didur, V., Molchanova, M., & Mazurets, O. (2025). Research on the effectiveness of neural network detection of plots with the destroyed buildings remains. In *Modern technologies and science: Problems, new and relevant developments* (pp. 245–251). Proceedings of the XXI International Scientific and Practical Conference, Zaragoza, Spain.

6. Li, T., & Fei, L. (2025). Exploring obstacles to the use of unmanned aerial vehicles in emergency rescue: A BWM-DEMATEL approach. *Technology in Society*, 81, 102863. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2025.102863>

7. Alqudsi, Y., & Makaraci, M. (2025). UAV swarms: Research, challenges, and future directions. *Journal of Engineering and Applied Science*, 72(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s44147-025-00582-3>

8. Dydo, R., Sobko, O., Klimenko, V., & Mazurets, O. (2025). Datalogic structure for intelligent system for areas localization in photos with the remains of buildings using neural network. In *Modern Scientific Research: Theoretical and Practical Aspects* (pp. 123–127). Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, Riga, Latvia.

9. Didur, V. O., Molchanova, M. O., Tyschenko, O. O., & Mazurets, O. V. (2025). Approach for comparative analysis of effectiveness of using MobileNetV3 and ViT neural network models for graphical localization of destroyed buildings remains areas. In *Formation of Innovative Potential of World Science* (pp. 94–97). Proceedings of the IX International Scientific and Practical Conference, Waterford, Republic of Ireland.

10. Mazurets O. V., Petrovskii S. S., Dydo R. A. (2024) Neiromerzheva model dlia identyfikatsii osibystosti za zobrazhennia oblychia u realnomu chasi [Neural network model for identification of a person by facial image in real time]. *Informatsiini tekhnologii i avtomatyzatsiia: materialy XVII mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii*, pp. 655–658. Odesa, ONTU.

11. Bas I. S., Mazurets O. V., Molchanova M. O., Sobko O. V. (2024) Doslidzhennia efektyvnosti metodu avtomatyzovanoho vyznachennia typu litalnoho aparatu za fotohrafichnym zobrazhennia [Study on the effectiveness of the method for automated determination of aircraft type using photographic image]. *Zbirnyk naukovykh prats za materialamy XVI Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Aktualni problemy kompiuternykh nauk APKN-2024»*, pp. 29–34. Khmelnytskyi.

12. Dydo, R., Sobko, O., Molchanova, M., & Mazurets, O. (2025). Analysis of precision of finding the destroyed remains buildings on photos using MobileNetV3 and ViT neural networks. In Science and Technology: New Horizons of Development (pp. 208–214). Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference, Prague, Czech Republic.
13. Malaydakh, V., Molchanova, M., Shevchuk, P., & Mazurets, O. (2025). Deep learning neural network architecture for determining sunflower growth stage from visual data. In Modern Scientific Research: Theoretical and Practical Aspects (pp. 143–148). Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference, Riga, Latvia.
14. Bas, I. S., Kadyńska, V. D., Klimenko, V. I., & Mazurets, O. V. (2025). Convolutional neural network transfer learning method for aircraft image classification. In Scientific method: Reality and future trends of researching (pp. 147–155). Proceedings of the VI International Scientific and Theoretical Conference, Montreal, Canada.
15. Molchanova M. O., Mazurets O. V., Sobko O. V., Klimenko V. I., Androshchuk V. I. (2024) Metod neiromerezhevoho vyvchennia kiberbulingu z vykorystanniam khmarnykh servisiv ta ob'ektno-orientovanoi modeli [Neural network method for cyberbullying detection using cloud services and an object-oriented model]. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky, no. 2 (333), pp. 200–206. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-333-2>
16. Tymofiiiev, I., Mazurets, O., Hardysh, D., & Molchanova, M. (2024). Neural network dual architecture for depression detection using cloud services. In Scientific Research in the Era of Digital Technologies: Challenges and Opportunities (pp. 84–88). Proceedings of the XLVI International Scientific and Practical Conference, Barcelona, Spain.
17. Yurchenko, D., Mazurets, O., Didur, V., & Molchanova, M. (2024). Approach to using cloud services for visual analytics of neural network analysis of texts emotional tonality. In The Future of Scientific Discoveries: New Trends and Technologies (pp. 108–113). Proceedings of the XLVII International Scientific and Practical Conference, Marseille, France.
18. Ahmed, M. I. B., et al. (2023). Deep learning approach to recyclable products classification: Towards sustainable waste management. Sustainability, 15(14), 11138. <https://doi.org/10.3390/su151411138>
19. Lin, K., et al. (2022). Applying machine learning to fine classify construction and demolition waste based on deep residual network and knowledge transfer. Environment, Development and Sustainability. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02740-6>
20. Nežerka, V., Zbiral, T., & Trejbal, J. (2024). Machine-learning-assisted classification of construction and demolition waste fragments using computer vision: Convolution versus extraction of selected features. Expert Systems with Applications, 238, 121568. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.121568>
21. YOLOv12. (2025). YOLOv12: State-of-the-art object detection model. <https://yolov12.com/>
22. PyTorch. (2025). ResNet50: Convolutional neural network model. https://pytorch.org/hub/pytorch_vision_resnet/
23. Hladun, O. V., Molchanova, M. O., Zalutskaya, O. O., & Mazurets, O. V. (2025). Effectiveness research of using ViT neural network architecture for classifying the destroyed buildings remains. In Achievements of Science and Applied Research (pp. 96–100). Proceedings of the 2nd International Scientific and Theoretical Conference, Dublin, Ireland.

Дата першого надходження рукопису до видання: 24.09.2025
Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 17.10.2025
Дата публікації: 28.11.2025