

ПАСІЧНИК ОЛЕКСАНДР

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-8760-4688>

e-mail: o.a.pasichnyk@gmail.com

СКРИПНИК ТЕТЯНА

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-8531-5348>

e-mail: tkskripnik1970@gmail.com

МАНЗЮК ЕДУАРД

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-7310-2126>

e-mail: eduard.em.km@gmail.com

БАБАК ОЛЕГ

Хмельницький національний університет

<https://orcid.org/0000-0002-1068-0631>

e-mail: babako@khmnu.edu.ua

ІДЕНТИФІКАЦІЯ ЇСТІВНИХ ДИКОРΟΣІВ ЗА АНАЛІЗОМ ЗОБРАЖЕНЬ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМНОГО ТА МЕРЕЖЕВОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

В роботі наведено метод ідентифікації їстівних дикоросів за аналізом зображень. Основою методу є нейромережові засоби. Для забезпечення належної практичної цінності спроектованого методу створено відповідне програмне рішення, ефективність якого визначається рівнем використання можливостей системного програмного забезпечення, а інтегрованість у сучасні загальні господарчі системи – правильним використанням мережевого програмного забезпечення.

Представлено результати тестування спроектованого методу та його програмної реалізації на прикладі одного з найпоширеніших їстівних дикоросів.

Ключові слова: ідентифікація, аналіз зображення

PASICHNYK OLEKSANDR, MANZIUK EDUARD,**SKRYPNYK TETIANA, BABAK OLEG**

Khmelnitskyi National University

IDENTIFICATION OF EDIBLE WILD PLANTS THROUGH IMAGE ANALYSIS USING SYSTEM AND NETWORK SOFTWARE

The paper analyzes the current state of the development of technologies and technical tools, with a focus on the widespread adoption of digital solutions utilizing neural network tools as effective instruments in the context of the Fourth Industrial Revolution. The feasibility of applying digital solutions in the food industry is highlighted, particularly at the stages of raw material supply as a product of agricultural production. Common types of agricultural food products include wild plants, for which strict requirements are imposed during harvesting and sorting due to the presence of dangerous look-alikes.

A method for identifying edible wild plants based on image analysis is presented. The method is based on neural network tools and includes input data processing, a recognition step, and result generation. The input data consists of an image of a wild plant. The trained model contains all necessary parameters determined during training on a relevant dataset. Procedurally, the identification process involves four steps. In the first step, the model is initialized, and the availability and correctness of loading the neural network model are verified. The second step involves image processing, including loading, scaling, normalization, and converting it to the appropriate formats. In the third step, classification is performed and the result is generated. In the fourth step, the identified wild plant is classified based on the obtained probability, and a decision is made regarding the specific wild plant recognized.

To ensure the practical value of the developed method, a corresponding software solution was created. Its efficiency is determined by the degree to which system software capabilities are utilized, while its integration into modern general-purpose business systems depends on the proper use of network software.

The results of testing the developed method and its software implementation are presented using one of the most common edible wild plants as an example.

Keywords: identification, image analysis

Стаття надійшла до редакції / Received 01.09.2025

Прийнята до друку / Accepted 04.11.2025

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Сучасний світ на тлі стрімкого розвитку науки та техніки відзначається суттєвим, практично всеосяжним проникненням інформаційних технологій та методів штучного інтелекту в усі сфери життєдіяльності людини від дріб'язкових побутових справ до найскладніших високотехнологічних проєктів. Саме поточний стан комп'ютерно-комунікаційних технологій та методів інтелектуального аналізу даних визначають темпи, як науково-технічного прогресу в окремих галузях, так, й динаміку темпи розвитку й рівень конкурентоспроможності економіки та держави в цілому. В умовах четвертої промислової революції та запровадження нового технологічного укладу цифрові рішення глибоко проникають у повсякденне життя

особистості та суспільства, змінюють підходи до вирішення як побутових завдань, так і наукових-технічних задач й стають ключовим та домінуючим інструментарієм в аналізі даних, зокрема зображень.

Базовою промисловістю, що визначає рівень життя людей завжди була і залишається харчова промисловість, яка відрізняється широким спектром джерел сировини, від величезних агропромислових комплексів до невеличких приватних господарств. Зазначені підприємства займаються як вирощуванням спеціально культивованих рослин, так й працюють з дикоросами, як в псевдонатуральних умовах, так й реального вирощування в природних ареалах. Останнє зокрема стосується грибів, лікарських рослин тощо. Ідентифікація дикоросів є процесом, що вимагає високої точності, оскільки помилка матиме суттєві наслідки для здоров'я, та, можливо й життя, людини.

Сучасна харчова промисловість вимагає від сільського господарства, як джерела сировини, чіткого та стабільного її постачання. Саме сільське господарство потребує значних початкових вкладень, залежить від кліматичних та метеорологічних умов, вимагає з використання великих технічних та людських ресурсів. Це, як результат, об'єктивно вимагає використання всього можливого комплексу інструментів ефективного використання згаданих ресурсів для отримання якісної продукції вже на максимально ранніх стадіях виробництва. У випадку, коли продукцією сільськогосподарського підприємства є дикороси, додатково постає завдання відокремлення їх від схожих, але небезпечних аналогів. Таке питання постає як на етапі визначення потенційної продуктивності ділянки в природних умовах вирощування так, й на стадії сортування.

З розвитком та здешевлення відповідних технічних засобів ефективним є використання методів аналізу зображень, для вирішення згаданих завдань. Це дозволяє мінімізувати людський фактор і підвищити достовірність розпізнавання. Застосування нейромережових технологій для ідентифікації дикоросів є сучасним та доцільним підходом, що відкриває можливість створення зручних програмних рішень, доступних навіть для невідготовлених користувачів. У контексті зростаючого інтересу до екологічного землеробства, подібні рішення стають не просто актуальними, а й необхідними для безпечного збору дикоросів.

Практичною цінністю реалізації згаданого підходу є створення відповідних програмних рішень, ефективність яких визначається рівнем використання можливостей системного програмного забезпечення, а інтегрованість у сучасні загальні господарчі системи – правильним використанням мережевого програмного забезпечення.

Аналіз досліджень та публікацій

Динамічний розвиток методів штучного інтелекту та аналізу даних, комп'ютерної техніки протягом останніх десятиліть та, навіть років, призвів до стрімкого зростання наявних та доступних обчислювальних можливостей як на апаратному, так й програмному рівні. Підвищення продуктивності, зокрема, поява потужних графічних процесорів загального призначення, а також широке розповсюдження мережових рішень на основі хмарних технологій, обумовили можливості для практичної реалізації алгоритмів з високою обчислювальною складністю. Це визначило широке використання методів штучного інтелекту, зокрема штучних нейронні мережі, здатних обробляти величезні масиви.

Зазначені підходи є високоефективними для аналізу інформації у графічному вигляді, а саме при пошуку об'єктів на зображеннях, або image-based retrieval [1]. Це потребує подання зображення-запиту до відповідної системи, що використовує оброблені та проіндексовані вектори ознак, здійснює порівняння та визначає найбільш схожі за змістом. Базовим елементом подібних є глибокі згорткові нейронні мережі (CNN) [2], які дозволяють автоматично отримувати потрібні візуальні характеристики (feature maps).

Використання нейромережових засобів та методів інтелектуального аналізу даних використовується та підтвердило свою ефективність при вирішенні широкого кола завдань у різноманітних сферах життєдіяльності людини пов'язаних із аналізом зображень. Зокрема, у сфері державної безпеки та оборони при виявленні боєприпасів, що не розірвались [3], ідентифікації малогабаритних повітряних об'єктів [4], розпізнавання БПЛА за зображенням з тепловізора [5,6]; в сфері технічних вимірювань [7,8] та діагностики стану конструкцій [9]; при організації дорожнього руху та заходах забезпечення його безпеки [10,11]; в питаннях забезпечення якості вищої освіти [12, 13]; фізичного виховання та спорту [14]; торгівлі [15,16]; громадської безпеки [17].

На теперішній час наявні напрацювання щодо використання нейромережових засобів для ідентифікації лікарських рослин за аналізом зображень [18], результатів роботи яких висуваються підвищені вимоги.

Наведені теоретичні та методологічні підходи, принципово високоефективні, для практичного використання вимагають відповідних програмних рішень, які структурно є програмними надбудовами й задля власної продуктивності потребують належного використання можливостей системного програмного забезпечення. В свою чергу, в сучасному світ подібні рішення не можуть бути ізольованими програмними за стосунками. Вони є складовими загальних господарчих систем, елементи яких часто є територіально відокремленими, і, як результат, безумовно потребують належного використання мережевого програмного забезпечення.

Системне програмне забезпечення є програмним забезпеченням, реалізованим як платформа для іншого програмного забезпечення. Такими продуктами є операційні системи, програмне забезпечення як сервіс тощо. До системного програмного забезпечення також відносяться інструменти керування файловою системою, компілятори, інструменти керування пам'яттю, драйвери тощо. Програмний продукт, що є платформою для іншого програмного забезпечення, або прямо чи опосередковано взаємодіє з апаратним забезпеченням, відноситься до системного програмного забезпечення [19].

Системне програмного забезпечення реалізується із використанням відповідних мов програмування,

які компілюються в нативний код, збірки яких не залежать від іншого програмного забезпечення, є C або/чи C++ та подібні до них за характеристиками мови.

Системним програмним продуктом, що надає програмам користувача простішу та зрозумілішу модель комп'ютера та забезпечує керування необхідними ресурсами, такими, як процесор, пам'ять, диск, клавіатура, миша, монітор, принтер, мережевий інтерфейси, інші пристрої введення та виведення є операційна система.

Сьогодні існує значна кількість різних типів операційних систем, які відрізняються сферами застосування, апаратними платформами й методами реалізації. Для автономного комп'ютера функції операційної системи зазвичай групуються або у відповідності до специфічних завдань, притаманними всім ресурсам або відповідно до типів локальних ресурсів, якими керує операційна система. Такі групи функцій іноді також називають підсистемами. Найважливішими підсистемами є підсистеми керування процесами, пам'яттю, файлами й зовнішніми пристроями. Загальними для всіх ресурсів підсистемами є підсистеми інтерфейсу користувача, захисту даних й адміністрування. Найбільш важливою частиною операційної системи, є підсистема керування процесами [20].

Формулювання цілей статті

Метою роботи є: розробка методу ідентифікації дикоросів за аналізом зображень з використанням системного та мережевого програмного забезпечення, які є основою ефективного та інтегрованого програмного рішення.

Виклад основного матеріалу

Для ідентифікації дикоросів за аналізом зображень реалізовано метод, який передбачає використання нейромережевих засобів, а задля отримання ефективних програмних рішень передбачається високий рівень використання можливостей системного програмного забезпечення, а для належної інтегрованості у сучасні загальні господарчі системи – правильним використанням мережевого програмного забезпечення

Метод включає обробку вхідних даних, крок розпізнавання та формування результатів. Вхідними даними є зображення дикороса. Навчена модель містить усі потрібні параметри, визначені під час навчання на відповідному наборі даних. Процедурно процес ідентифікації передбачає виконання чотирьох кроків.

На першому кроці відбувається ініціалізація моделі, здійснюється перевірка доступності та коректності завантаження нейронної моделі. На другому кроці виконується обробка зображення, а саме - зображення дикороса завантажується та масштабується, нормалізується й приводиться до форматів, що відповідають вимогам згорткової мережі. На третьому кроці виконується розпізнавання, здійснюється ініціалізація виконання алгоритмів згорткової нейронної мережі на базі бібліотеки TensorFlow.js., система виконує аналіз вхідного зображення, здійснює порівняння його з класами, на яких була навчена модель, та виконує формування результат класифікації. На четвертому кроці відбувається класифікація розпізнаного дикороса за отриманою ймовірністю та за її величиною приймається рішення щодо того, який дико рос розпізнано.

Вихідні дані включають інформацію щодо назви розпізнаного дикороса; зображення, що відповідає знайденому класу; інформацію про придатність дикороса та короткий опис розпізнаного виду.

Перевірка працездатності розробленого методу ідентифікації дикоросів проводилася на прикладі поширеного дикоросу - їстівних грибів. Такий вибір обумовлений його широким розповсюдженням, умовами збирання та наявністю небезпечних двійників, що збільшує вимоги щодо точності ідентифікації.

Для навчання нейронної мережі та отримання навченої моделі використовувався сервіс Teachable Machine [21]. Вхідні дані містять датасет "mushrooms-image" із зображеннями грибів, який розбитий на класи, які в свою чергу означають вид гриба. Перший крок полягає у підготовці даних та налаштуванні моделі. Другий крок виконує функцію навчання моделі за вибраними користувачем налаштуваннями. На третьому кроці зберігається навчена модель. Набір даних для навчання є структурованим датасетом, який використовується для аналізу, дослідницької діяльності або навчання моделей машинного навчання. Задля практичної перевірки розробленого методу на прикладі їстівних грибів використовувався датасет "mushrooms-images", що містить зображення грибів різних видів [22].

Тестування проводилось на відповідно сформованій вибірці зображень, які не використовувались під час навчання моделі. Тестова вибірка включала 60 зображень грибів усіх класів представлених в моделі. Використовувалися зображення отримані під різними ракурсами, за різних умов освітлення та із деякими фоновими перешкодами.

Для комплексної оцінки ефективності розробленого методу ідентифікації проаналізовано основні метрики якості класифікації, а саме, точність класифікації (accuracy), точність за класами (precision), повнота (recall) та F1-міра, а їх розрахунки виконано окремо для навчальної та тестової вибірок.

На навчальній вибірці точність класифікації (accuracy) становила 97,1%, а на тестовій 88,4%; точність за класами (precision) становила на навчальній від 98% до 94,8% та від 78,9% до 92,3% на тестовій вибірках, повнота (recall) становила на навчальній від 94,0% до 97,5% та 76,5% до 90,5% на тестовій вибірках; F1-міра на навчальній вибірці становила від 94,0% до 97,5%, а на тестовій - від 76,5 до 90,5%

Висновки

Реалізовано метод ідентифікації дикоросів, що передбачає обробку зображень з використанням нейромережевих засобів, практична цінність реалізації полягає у створенні відповідного програмного рішення, ефективність якого визначається рівнем використання можливостей системного програмного забезпечення, а інтегрованість у сучасні загальні господарчі системи – правильним використанням мережевого програмного забезпечення. Загальна ідея методу полягає у попередній обробці вхідних даних, виявленні об'єктів, пост-

обробці результатів та отриманні вихідних даних. Реалізований метод використовує нейронну мережу у TensorFlow.js із її адаптацією до завдання аналізу зображень. Виконано тестування спроектованого методу та його програмної реалізації на прикладі ідентифікації їстівних грибів, включно з процесом навчання моделі на датасеті “mushrooms-images” та імплементацією навченої моделі в нейронну мережу у TensorFlow.js з подальшою інтеграцією у реалізований метод.

Література

1. Rumberger J. L., Lim W., Wildfeuer B. et al. Content-based image retrieval assists radiologists in diagnosing eye and orbital mass lesions in MRI. *Scientific Reports*, 2025, vol. 15, art. 11334. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94634-6>.
2. *Convolutional Neural Networks (CNN) in Deep Learning*. URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/05/convolutional-neural-networks-cnn/> (дата звернення: — за потреби можу додати).
3. Мазур К. Р., Пасічник О. А., Скрипник Т. К. Метод виявлення боєприпасів, що не розірвались, за зображенням з тепловізора засобами глибокого навчання. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук (АПКН – 2023)*: зб. наук. праць XV Всеукр. наук.-практ. конф. Хмельницький: ХНУ, 2023, с. 168–171.
4. Андросюк І. О., Пасічник О. А., Скрипник Т. К., Мазурець О. В. Метод ідентифікації малогабаритних повітряних об'єктів нейромережевими засобами. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук (АПКН – 2024)*: зб. наук. праць XVI Всеукр. наук.-практ. конф. Хмельницький: ХНУ, 2024, с. 23–25.
5. Казіонов М. А., Скрипник Т. К., Пасічник О. А., Вознюк Л. О. Метод розпізнавання БПЛА за зображенням з тепловізора засобами глибокого навчання. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук (АПКН – 2024)*: зб. наук. праць XVI Всеукр. наук.-практ. конф. Хмельницький: ХНУ, 2024, с. 246–250.
6. Казіонов М., Скрипник Т., Пасічник О., Вознюк Л. Вдосконалений метод виявлення БПЛА за тепловізійними зображеннями на основі моделі глибокого навчання YOLO. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 2025, vol. 347, no. 1, pp. 571–575.
7. Вусатий Н., Пасічник О., Манзюк Е., Скрипник Т. Спосіб оцінки зміщення об'єктів за аналізом зображень з круговим градієнтом кольору у задачі вимірювання в технічних системах. *Вісник Хмельницького національного університету*, 2024, № 4 (339), с. 59–63.
8. Вусатий Н. О., Пасічник О. А., Скрипник Т. К. Сегментація зображень. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук (АПКН – 2024)*: зб. наук. праць XVI Всеукр. наук.-практ. конф. Хмельницький: ХНУ, 2024, с. 112–114.
9. Вонсович Б. А., Пасічник О. А., Скрипник Т. К., Вознюк Л. О. Метод виявлення корозійних уражень методами інтелектуального аналізу даних для рекомендаційної системи визначення стану металевих конструкцій. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук (АПКН – 2024)*: зб. наук. праць XVI Всеукр. наук.-практ. конф. Хмельницький: ХНУ, 2024, с. 106–111.
10. Скрипнюк О. Ю., Манзюк Е. А., Скрипник Т. К., Пасічник О. А. Метод автоматичного створення бази даних водіїв та номерів автомобілів за зображеннями. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук (АПКН – 2024)*: зб. наук. праць XVI Всеукр. наук.-практ. конф. Хмельницький: ХНУ, 2024, с. 458–462.
11. Яворський К., Манзюк Е., Скрипник Т., Пасічник О. Визначення обсягу даних для ефективної класифікації номерів автомобілів. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 2024, vol. 343, no. 6(1), pp. 406–411.
12. Плахтій Н., Пасічник О., Манзюк Е., Скрипник Т., Петровський С. Спосіб формування пулу вибірових навчальних дисциплін на основі генетичного алгоритму. *Вісник Хмельницького національного університету*, 2024, № 3 (335), с. 182–185.
13. Романов Б. А., Бармак О. В., Скрипник Т. К., Пасічник О. А. Метод спостереження за очима (eye-tracking) для вебсистеми тестування знань. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук (АПКН – 2024)*: зб. наук. праць XVI Всеукр. наук.-практ. конф. Хмельницький: ХНУ, 2024, с. 444–449.
14. Манчур О., Манзюк Е., Скрипник Т., Пасічник О., Петровський С. Метод визначення навантаження тренування атлетів з використанням машинного навчання. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 2025, vol. 353, no. 3.2, pp. 342–348.
15. Вовк С. В., Бармак О. В., Скрипник Т. К., Пасічник О. А. Метод рекомендацій за аналізом попередньої купівельної поведінки клієнта засобами машинного навчання для вебсистеми ігрових консолей та аксесуарів. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук (АПКН – 2024)*: зб. наук. праць XVI Всеукр. наук.-практ. конф. Хмельницький: ХНУ, 2024, с. 83–89.
16. Оксанюк М. С., Радюк П. М., Скрипник Т. К., Пасічник О. А. Метод віртуального примірювання одягу за зображеннями високої роздільної здатності з ефектами оклюзії. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук (АПКН – 2024)*: зб. наук. праць XVI Всеукр. наук.-практ. конф. Хмельницький: ХНУ, 2024, с. 394–400.
17. Муляр Е. Р., Багрий Р. О., Пасічник О. А., Манзюк Е. А. Метод виявлення ознак насильства у відеоматеріалах нейромережевими засобами. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук (АПКН – 2023)*: зб. наук. праць XV Всеукр. наук.-практ. конф. Хмельницький: ХНУ, 2023, с. 203–208.
18. Жайворон Д. О., Пасічник О. А., Скрипник Т. К., Манзюк Е. А. Метод ідентифікації лікарських рослин за аналізом зображень нейромережевими засобами. *Актуальні проблеми комп'ютерних наук (АПКН – 2024)*: зб. наук. праць XVI Всеукр. наук.-практ. конф. Хмельницький: ХНУ, 2024, с. 196–197.

19. Авраменко В. С., Авраменко А. С. *Основи операційних систем*. Черкаси: ЧНУ імені Богдана Хмельницького, 2018. 524 с.
20. Галісєєв Г. В. *Системне програмування*. Київ: Ун-т "Україна", 2019. 112 с.
21. *Teachable Machine*. URL: <https://teachablemachine.withgoogle.com/> (дата звернення: — додати за потреби).
22. Kaggle. *Mushrooms Images Classification Dataset*. URL: <https://www.kaggle.com/daniilonishchenko/mushrooms-images-classification-215> (дата звернення: — додати за потреби).

References

1. Rumberger, J.L., Lim, W., Wildfeuer, B. et al. Content-based image retrieval assists radiologists in diagnosing eye and orbital mass lesions in MRI. *Sci Rep* 15, 11334 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94634-6>
2. Convolutional Neural Networks (CNN) in Deep Learning. URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/05/convolutional-neural-networks-cnn/>
3. Mazur K.R. Metod vyivlennia boieprypasiv, shcho ne rozirvalys, za zobrazhenniam z teplovizora zasobamy hlybokoho navchannia / K.R. Mazur, O.A. Pasichnyk, T.K. Skrypnyk // *Zbirnyk naukovykh prats za materialamy KhV Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Aktualni problemy kompiuternykh nauk (APKN – 2023)"*. – Khmelnytskyi: KhNU, 2023. – S. 168 - 171.
4. Androsiuk I.O., Pasichnyk O.A., Skrypnyk T.K., Mazurets O.V. Metod identyfikatsii malohabarynykh povitrianykh ob'ektiv neiomerezhevymy zasobamy // *Zbirnyk naukovykh prats za materialamy KhVI Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Aktualni problemy kompiuternykh nauk (APKN – 2024)"*. – Khmelnytskyi: KhNU, 2024. – S. 23 – 25.
5. Kazionov M.A., Skrypnyk T.K., Pasichnyk O.A., Vozniuk L.O. Metod rozpoznavannia BPLA za zobrazhenniam z teplovizora zasobamy hlybokoho navchannia // *Zbirnyk naukovykh prats za materialamy KhVI Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Aktualni problemy kompiuternykh nauk (APKN – 2024)"*. – Khmelnytskyi: KhNU, 2024. – S. 246 – 250.
6. Kazionov, M., Skrypnyk, T., Pasichnyk, O., Vozniuk, L. (2025). Vdoskonalenyi metod vyivlennia BPLA za teploviziinymy zobrazhenniamy na osnovi modeli hlybokoho navchannia YOLO. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 347(1), 571-575.
7. Vusatyi N., Pasichnyk O., Manziuk E., Skrypnyk T. Sposib otsinky zmishchennia ob'ektiv za analizom zobrazhen z kruhovym hradiientom koloru u zadachi vymiriuvannia v tekhnichnykh systemakh // *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, №4, 2024 (339), S. 59 – 63.
8. Vusatyi N.O., Pasichnyk O.A., Skrypnyk T.K. Sehmentatsiia zobrazhen // *Zbirnyk naukovykh prats za materialamy KhVI Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Aktualni problemy kompiuternykh nauk (APKN – 2024)"*. – Khmelnytskyi: KhNU, 2024. – S. 112 – 114.
9. Vonsovykh B.A., Pasichnyk O.A., Skrypnyk T.K., Vozniuk L.O. Metod vyivlennia koroziiinykh urazhen metodamy intelektualnoho analizu danykh dla rekomendatsiinoi systemy vyznachennia stanu metalevykh konstrukttsii // *Zbirnyk naukovykh prats za materialamy KhVI Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Aktualni problemy kompiuternykh nauk (APKN – 2024)"*. – Khmelnytskyi: KhNU, 2024. – S. 106 – 111.
10. Skrypnyuk O.Iu., Manziuk E.A., Skrypnyk T.K., Pasichnyk O.A. Metod avtomatynchoho stvorennia bazy danykh vodiiv ta nomeriv avtomobiliv za zobrazhenniamy // *Zbirnyk naukovykh prats za materialamy KhVI Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Aktualni problemy kompiuternykh nauk (APKN – 2024)"*. – Khmelnytskyi: KhNU, 2024. – S. 458 - 462.
11. Yavorskyi, K., Manziuk, E., Skrypnyk, T., Pasichnyk, O. (2024). Vyznachennia obsiahu danykh dla efektyvnoi klasyfikatsii nomeriv avtomobiliv. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 343(6(1)), 406-411.
12. Plakhtii N., Pasichnyk O., Manziuk E., Skrypnyk T., Petrovskyi S. Sposib formuvannia pulu vybirkovykh navchalnykh dystsyplin na osnovi henetychnoho alhorytmu // *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu*, № 3, 2024, (335), S. 182 – 185.
13. Romanov B.A., Barmak O.V., Skrypnyk T.K., Pasichnyk O.A. Metod sposterezhennia za ochyma (eye-tracking) dla vebssystemy testuvannia znan // *Zbirnyk naukovykh prats za materialamy KhVI Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Aktualni problemy kompiuternykh nauk (APKN – 2024)"*. – Khmelnytskyi: KhNU, 2024. – S. 444 – 449.
14. Manchur, O., Manziuk, E., Skrypnyk, T., Pasichnyk, O., & Petrovskyi, S. (2025). Metod vyznachennia navantazhennia trenuvannia atletiv z vykorystanniam mashynnoho navchannia. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 353(3.2), 342-348.
15. Vovk S.V., Barmak O.V., Skrypnyk T.K., Pasichnyk O.A. Metod rekomendatsii za analizom poperednoi kupivelnoi povedinky kliienta zasobamy mashynnoho navchannia dla vebssystemy ihrovykh konsolai ta aksesuariv // *Zbirnyk naukovykh prats za materialamy KhVI Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Aktualni problemy kompiuternykh nauk (APKN – 2024)"*. – Khmelnytskyi: KhNU, 2024. – S. 83 – 89.
16. Oksaniuk M.S., Radiuk P.M., Skrypnyk T.K., Pasichnyk O.A. Metod virtualnoho prymiriuvannia odiahu za zobrazhenniamy vysokoi rozdilnoi zdatsnosti z efektamy okliuzii // *Zbirnyk naukovykh prats za materialamy KhVI Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Aktualni problemy kompiuternykh nauk (APKN – 2024)"*. – Khmelnytskyi: KhNU, 2024. – S. 394 - 400.
17. Muliar E.R. Metod vyivlennia oznak nasylstva u videomaterialakh neiomerezhevymy zasobamy / E.R. Muliar, R.O. Bahrii, O.A. Pasichnyk, E.A. Manziuk // *Zbirnyk naukovykh prats za materialamy KhV Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Aktualni problemy kompiuternykh nauk (APKN – 2023)"*. – Khmelnytskyi: KhNU, 2023. – S. 203 - 208.
18. Zhaivoron D.O., Pasichnyk O.A., Skrypnyk T.K., Manziuk E.A. Metod identyfikatsii likarskykh roslyn za analizom zobrazhen neiomerezhevymy zasobamy // *Zbirnyk naukovykh prats za materialamy KhVI Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Aktualni problemy kompiuternykh nauk (APKN – 2024)"*. – Khmelnytskyi: KhNU, 2024. – S. 196 – 197.
19. Avramenko V. S. *Osnovy operatsiinykh system* / V.S. Avramenko, A.S. Avramenko. – Cherkasy: ChNU imeni Bohdana Khmelnytskoho, 2018. – 524 s.
20. Halisieiev H.V. *Systemne prohramuvannia* / H.V. Halisieiev. - Kyiv : Un-t "Ukraina", 2019. - 112 s.
21. URL:<https://teachablemachine.withgoogle.com/>
22. URL:<https://www.kaggle.com/daniilonishchenko/mushrooms-images-classification-215>