

*Теорія літакобудування та конструювання  
двигунів для авіаційно-космічної галузі України*

**Станіслав ПИВОВАР**

*здобувач III освітньо-наукового ступеня (PhD)*

*кафедри інформаційних технологій*

*проектування факультету літакобудування*

*Національного аерокосмічного університету*

*ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна*

*e-mail: s.o.pivovar@student.khai.edu,*

*ORCID: 0009-0000-9704-7339*

**Дмитро КРИЦЬКИЙ**

*кандидат технічних наук, доцент кафедри інформаційних технологій*

*проектування факультету літакобудування*

*Національного аерокосмічного університету*

*ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», м. Харків, Україна*

*e-mail: d.krickiy@khai.edu,*

*ORCID: 0000-0003-4919-0194*

**ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ В БЕЗПЛОТНИХ  
ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТАХ**

**Анотація:** Розглянуто можливості та переваги використання комп'ютерного зору в безпілотних літальних апаратах (БПЛА). Комп'ютерний зір, що забезпечує дронам здатність розпізнавати об'єкти, орієнтуватися у просторі та обробляти відео в реальному часі, є важливим компонентом для підвищення автономності та точності цих пристроїв. Основними підходами до реалізації комп'ютерного зору є глибоке навчання, сегментація зображень, стереозір та аналіз відеопотоку. Використання цієї технології розширює можливості БПЛА у таких сферах, як сільське господарство, рятувальні операції та екологічний моніторинг. Окрім переваг, таких як автономність та економічна ефективність, зосереджено увагу на викликах і перспективах розвитку, зокрема на енергозатратності та необхідності обчислювальних ресурсів, що підкреслює актуальність подальших досліджень у цій сфері.

**Ключові слова:** БПЛА, комп'ютерний зір.

**USE OF COMPUTER VISION IN UAVS**

**Abstract:** The possibilities and advantages of using computer surveillance in unmanned aerial vehicles (UAVs) are examined. The computer view, which will provide drones with the ability to recognize objects, navigate the environment and process video in real time, is an important component for increasing the autonomy and accuracy of these devices. The main approaches to the implementation of computer vision include in-depth study, image segmentation, stereo imaging and video stream analysis. This emerging technology expands the capabilities of UAVs in areas such as civil government, ritual operations and environmental monitoring. In addition to advantages such as autonomy and cost-effectiveness, there is a focus on the results and development prospects, energy consumption, and the need for computing resources, reinforcing the relevance of further research in this sphere.

**Keywords:** UAV, Computer vision.

БПЛА (безпілотний літальний апарат) або дрон – це літальний апарат, який може виконувати польоти без безпосередньої присутності пілота на борту. Він керується

дистанційно оператором або працює в автономному режимі за допомогою встановлених на ньому систем управління [2]. БПЛА мають різні розміри та конструкції – від маленьких квадрокоптерів до великих апаратів із великим радіусом дії, здатних нести корисний вантаж.

Завдяки гнучкості, швидкості і можливості виконувати автономні завдання, БПЛА стають невід'ємною частиною сучасних технологічних рішень і застосовуються у різних сферах діяльності таких як: розвідка та спостереження; картографія та 3D-моделювання; сільське господарство; пошуково-рятувальні операції; охорона та патрулювання; логістика та доставка; екологічний моніторинг; військове використання.

Вдосконалення безпілотних лігальних апаратів є одним із ключових напрямів сучасних досліджень і розробок у багатьох галузях. Існує багато перспективних шляхів для підвищення їхньої ефективності, функціональності та надійності. Однією з таких можливостей є оснащення дрона машинним зором.

Комп'ютерний зір (англ. Computer vision) – це технологія, яка дозволяє «бачити», аналізувати та інтерпретувати візуальну інформацію з навколишнього середовища. За допомогою камер, сенсорів, обробки зображень і алгоритмів штучного інтелекту, машинний зір імітує людський зір, щоб автоматично розпізнавати об'єкти, їхнє розташування, характеристики, рух і взаємодії [3].

Комп'ютерний зір у БПЛА реалізується через набір алгоритмів і технологій, таких як обробка зображень, глибоке навчання, сегментація, класифікація та розпізнавання об'єктів. Основні підходи включають:

1. Глибоке навчання – найчастіше використовується для розпізнавання та класифікації об'єктів. Глибокі нейронні мережі, наприклад, Convolutional Neural Networks (CNN), аналізують великі обсяги зображень, що дозволяє виділяти особливості й точно ідентифікувати об'єкти в кадрі.

2. Сегментація зображення – технологія, що дозволяє розділяти зображення на різні сегменти. Наприклад, БПЛА може розрізняти поле, рослинність, дороги чи будівлі, що є корисним для моніторингу сільськогосподарських угідь або для забезпечення безпеки на території.

3. Оптичний потік та стереозір – ці технології дозволяють вимірювати відстань до об'єктів та оцінювати їх рух. Вони критично важливі для навігації БПЛА в умовах обмеженої видимості або в складних середовищах.

4. Аналіз відео в реальному часі – дозволяє БПЛА обробляти відеопотік та приймати рішення в режимі реального часу, що є необхідним для виконання рятувальних місій, патрулювання або пошукових операцій.

Різниця між БПЛА без комп'ютерного зору та з ним полягає в рівні автоматизації, функціональності та можливості аналізу навколишнього середовища, які такі дрони можуть виконувати. Головна відмінність у тому, що БПЛА з комп'ютерним зором здатні до аналізу та адаптації, що робить їх ефективними для виконання складних завдань у змінному середовищі, тоді як БПЛА без комп'ютерного зору залежать від фіксованих програм або керування оператором і використовуються переважно для простих, повторюваних завдань.

Переваги застосування комп'ютерного зору в БПЛА:

- автономність: комп'ютерний зір дозволяє БПЛА працювати без втручання людини, що особливо цінно в небезпечних умовах;
- точність та швидкість: обробка зображень у реальному часі допомагає миттєво розпізнавати об'єкти та оцінювати ситуації, що підвищує ефективність роботи БПЛА;
- зниження витрат: використання безпілотників з машинним зором скорочує потребу в людських ресурсах, особливо в трудомістких і небезпечних процесах, таких як рятувальні операції;
- можливість працювати в складних умовах: машинний зір дозволяє БПЛА працювати у важкодоступних місцях і в несприятливих погодних умовах, де неможливий доступ традиційних лігальних апаратів або людей [1].

Хоча перспективи комп'ютерного зору для БПЛА величезні, існує ряд технічних та етичних викликів:

- обмеження потужності обчислювальних ресурсів: для обробки зображень у реальному часі потрібна значна обчислювальна потужність, тоді як у безпілотників ці ресурси обмежені через обмеження ваги та енергоспоживання;
- навігація в умовах недостатньої видимості: у складних погодних умовах, таких як туман або сильний дощ, обробка зображень стає менш надійною;
- конфіденційність і безпека даних: БПЛА з камерою та можливістю розпізнавання об'єктів створюють потенційні ризики для приватності громадян.

Комп'ютерний зір надає унікальні можливості для розвитку БПЛА. У майбутньому передбачається:

- інтеграція зі штучним інтелектом для підвищення здатності до самостійного прийняття рішень та роботи в автономному режимі;
- збільшення енергетичної ефективності завдяки новим алгоритмам і технологіям обробки зображень, які споживають менше енергії;

– інтеграція з інтернетом речей (IoT), що дозволить дронам обмінюватися даними з іншими пристроями в режимі реального часу та працювати в комплексних системах, наприклад, у смарт-містах.

Використання комп'ютерного зору в БПЛА є перспективним напрямом, що здатен радикально змінити підходи до багатьох видів діяльності, підвищуючи ефективність і швидкість виконання завдань. У найближчі роки розвиток цієї технології, ймовірно, буде продовжуватися, відкриваючи нові можливості для промисловості, сільського господарства, медицини та багатьох інших сфер.

#### **Список використаних джерел:**

1. Що таке комп'ютерний зір (Computer Vision, CV)? URL: <https://thetransmitted.com/adlucem/shho-take-kompyuternyj-zir-computer-vision-cv/> (дата звернення: 02.11.24).
2. Pyvovar M., Pogudina O., Kritskiy D. Visualization of the Flight of Unmanned Aerial Vehicles according to the “Master– Slave” Model. Central European Researchers Journal. 2021. Vol. 7. No. 2. P. 40-45.
3. Zhang, YJ. (2023). Computer Vision Overview. In: 3-D Computer Vision. Springer, Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-7580-6\\_1](https://doi.org/10.1007/978-981-19-7580-6_1)