

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ БПЛА НА БАЗІ ЕЛЕМЕНТІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

У представлених тезах розглянуто архітектуру автоматизованої системи керування БПЛА, що включає бортовий комп'ютер із підтримкою алгоритмів машинного навчання, сенсорні модулі (GPS, камера, лідар, IMU), а також засоби зв'язку для передачі телеметрії. Модель функціонування системи базується на використанні нейронних мереж для виявлення цілей, прогнозування траєкторії руху та уникнення перешкод.

Основну увагу приділено алгоритмам навчання з підкріпленням, що дозволяють системі керування самостійно вдосконалювати свою поведінку на основі оцінки дій. Розглядаються можливості реалізації такої системи в умовах бойового застосування, розвідки або моніторингу надзвичайних ситуацій.

Інтеграція ШІ в системи керування дозволяє значно підвищити ефективність використання БПЛА, зменшити навантаження на оператора та забезпечити автономне виконання складних завдань у режимі реального часу [1, 2].

Ключові слова: безпілотник, автоматизація, штучний інтелект, машинне навчання, автономне керування, нейронна мережа, навчання з підкріпленням.

Сучасний розвиток безпілотних літальних апаратів (БПЛА) тісно пов'язаний із впровадженням інтелектуальних систем керування, які дозволяють досягати високого рівня автономності, точності та адаптивності в складних умовах експлуатації. Застосування штучного інтелекту (ШІ) у системах керування БПЛА забезпечує автоматичне планування маршрутів, розпізнавання об'єктів, прийняття рішень у реальному часі та адаптацію до змін у навколишньому середовищі.

Одним із ключових напрямів є впровадження навчання з підкріпленням (Reinforcement Learning, RL), яке дозволяє системі керування навчатися оптимальній поведінці шляхом взаємодії з середовищем. Наприклад, у роботах [2, 3] показано ефективність алгоритмів RL у завданнях навігації, уникнення перешкод і стеження за рухомими об'єктами. Такі підходи дозволяють БПЛА адаптуватися до нових умов без потреби в ручному перепрограмуванні.

Архітектура автоматизованої системи керування сучасного БПЛА зазвичай включає такі модулі (рис. 1):

- бортовий комп'ютер із високою обчислювальною здатністю;
- сенсорні пристрої (GPS, камера, лідар, інерціальні вимірювальні модулі – IMU);
- система передачі телеметрії та каналів зв'язку;
- модулі прийняття рішень на основі гібридних нейронних мереж [1, 4].

Особливу увагу в новітніх дослідженнях приділено оптимізації обробки даних безпосередньо на борту апарата — концепції Edge AI, яка зменшує затримки та енергоспоживання [7]. Це дозволяє знизити залежність від наземної інфраструктури та забезпечити стійке функціонування навіть в умовах обмеженого зв'язку.

Застосування ШІ в системах керування відкриває перспективи для використання БПЛА в широкому спектрі завдань — від моніторингу надзвичайних ситуацій і екологічного контролю до тактичної розвідки та бойового застосування. Зокрема, в умовах бойових дій БПЛА з автономними інтелектуальними системами здатні самостійно виявляти цілі, оцінювати ризики, ухвалювати рішення про виконання завдання або його скасування [4, 5].

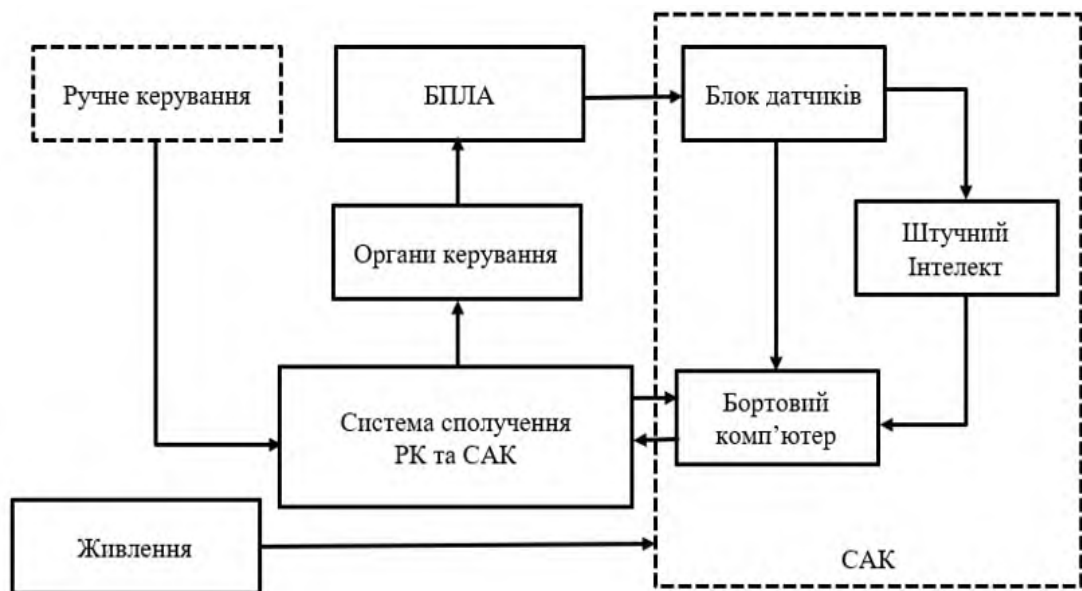


Рис. 1. Архітектура автоматизованої системи керування БПЛА з використанням елементів штучного інтелекту.

Джерело: сформовано автором на основі [1, 4, 5, 6, 7]

Запропоновані рішення зосереджуються також на створенні адаптивних моделей навколишнього середовища, які оновлюються в процесі польоту на основі сенсорних даних. Це дає змогу формувати нову траєкторію руху, уникати виявлених перешкод та враховувати змінні метеоумови, що особливо важливо для польотів у складній місцевості або міських умовах [2, 6].

У контексті реалізації таких систем важливим є дотримання принципів надійності, енергоефективності та стійкості до зовнішніх перешкод. Над цим активно працюють дослідники, застосовуючи новітні технології обробки сигналів, захисту інформації та системних діагностик [6, 7].

Висновки. Інтеграція штучного інтелекту в системи керування БПЛА забезпечує якісно новий рівень автономності, точності та адаптивності. Такі системи здатні працювати в умовах невизначеності, приймати рішення без участі оператора та виконувати складні завдання в реальному часі. Подальші дослідження мають бути зосереджені на вдосконаленні алгоритмів навчання, підвищенні енергоефективності та забезпеченні надійного функціонування в екстремальних умовах.

References

1. Chen, Y., & Zhao, Y. (2022). Artificial intelligence-based control systems for autonomous UAV navigation: A survey. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 105(2), 355–370 [in English].
2. Zhao, S., Wang, T., & Liu, H. (2021). Reinforcement learning approaches for UAV path planning: A review. *Drones*, 5(4), 120 [in English].
3. Mnih, V., Kavukcuoglu, K., Silver, D., et al. (2015). Human-level control through deep reinforcement learning. *Nature*, 518(7540), 529–533 [in English].
4. Kapitonenko, M., & Kolisnyk, S. (2021). Intelligent UAV control systems based on neural networks. *Bulletin of NTUU "KPI", series "Aviation Technology"*, 48(3), 35–42 [in Ukrainian].
5. Petrenko, I. I., & Sydorenko, A. A. (2020). Simulation of autonomous control of unmanned aerial vehicles using machine learning. *Control, Navigation and Communication Systems*, 3(59), 42–48 [in Ukrainian].
6. Kulkarni, A., & Kim, H. T. (2020). Sensor fusion and AI-based decision-making in UAVs: Applications and challenges. *IEEE Access*, 8, 178781–178795 [in English].
7. Rahman, A., & Abualdenien, J. (2023). Edge AI for UAVs: Energy-efficient on-board processing. *Sensors*, 23(1), 132 [in English].

DOI 10.34132/mspc2025.01.06.14

Mykyta Gulenko
Oleg Shchesiuk

AUTOMATED UAV CONTROL SYSTEM BASED ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE ELEMENTS

This paper presents the architecture of an automated UAV control system that includes an onboard computer with machine learning capabilities, sensor modules (GPS, camera, LiDAR, IMU), and communication tools for telemetry transmission. The system's operation model is based on the use of neural networks for target detection, trajectory prediction, and obstacle avoidance.

Particular attention is given to reinforcement learning algorithms, which allow the control system to independently improve its behavior based on action evaluation. The implementation potential of such systems in military applications, reconnaissance missions, and emergency monitoring is discussed.

The integration of AI into control systems significantly enhances the efficiency of UAVs, reduces operator workload, and enables autonomous execution of complex tasks in real-time [1,2].

Keywords: UAV, automation, artificial intelligence, machine learning, autonomous control, neural networks, reinforcement learning.

Відомості про автора / Information about the Author

Микита Гуленко, студент 4 курсу спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Чорноморський національний університет імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна. E-mail: gulenko.mikita@gmail.com.

Mykyta Gulenko, 4th year student of the specialty «Automation and Computer-Integrated Technologies» of the Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine. E-mail: gulenko.mikita@gmail.com.

Олег Щесюк О. В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри АКІТ, Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна. E-mail: taifun.kv@gmail.com, orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1467-3751>.

Oleg Shchesiuk – PhD, Associate Professor of Automation and Computer-Integrated Technologies Department, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolayiv, Ukraine, E-mail: taifun.kv@gmail.com, orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1467-3751>.

