

ВПРОВАДЖЕННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У РОБОТУ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Маштальяр С.В.

e-mail: serhii.mashtaliar@nure.ua,

Науковий керівник – к.т.н., доц. Рожнова Т. Г

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. АПОТ
м. Харків, Україна

Artificial intelligence technologies significantly expand the capabilities of modern unmanned aerial vehicles (UAVs), allowing autonomous navigation, target recognition, adaptive decision-making, and reliable operation. Integration of machine learning, computer vision, and sensor fusion enables drones to conduct reconnaissance, deliver payloads, or perform civilian tasks with minimal human involvement. AI-driven logistics and monitoring drones are adopted globally, showing growing importance of autonomy. The goal of this paper is to present the structure, principles, and practical advantages of AI-based UAV systems, analyzing both military and civilian applications.

Сучасні безпілотні літальні апарати (БПЛА) дедалі частіше виконують складні завдання в умовах динамічно змінюваного середовища, що вимагає від операторів високої концентрації та швидкої реакції. У міру зростання інтенсивності застосування дронів актуальним стає питання автоматизації та зменшення когнітивного навантаження на оператора, особливо під час виконання бойових або критичних технічних операцій. Одним із ключових напрямів розвитку є впровадження адаптивних систем автопілотування, здатних частково або повністю перебирати керування у ситуаціях високої складності [1].

Такі системи поєднують у собі різні технологічні компоненти, зокрема системи комп'ютерного зору, сенсори положення та інерційні вимірювальні модулі, нейромережеві алгоритми оцінки ситуації, канали зв'язку та модулі захисту від перешкод, а також хмарні або локальні обчислювальні платформи [2], які об'єднуються в одну мережу, яка працює за схемою зображеною на рисунку 1. Удосконалення механізмів адаптивного автопілотування є критичним кроком у підвищенні ефективності, безпеки та автономності сучасних дронів [3].

Мета дослідження – розробка принципів побудови адаптивної системи автопілотування БПЛА. Задача – створення концепції адаптивної системи автопілотування для безпілотних літальних апаратів, здатної автоматично оцінювати ситуацію під час польоту, виявляти критичні відхилення або ризики, приймати рішення про необхідність втручання та забезпечувати стабілізацію траєкторії без прямої участі оператора.

Така адаптивна система автопілотування має підвищити рівень

автономності БПЛА, забезпечити безпечність роботи в умовах складного або непередбачуваного середовища та надійне виконання маневрів навіть за наявності зовнішніх перешкод чи інформаційних обмежень, а також зменшити когнітивне навантаження на оператора завдяки обробці даних засобами ШІ та коригуванню траєкторії руху на основі отриманих результатів, вона працює за схемою (рис.1).



Рисунок 1 – Структура адаптивної системи автопілотування БПЛА

Інтегральний аналіз польотної обстановки на основі даних від бортових сенсорів, станцій управління та хмарних сервісів дає змогу формувати оптимальні рішення щодо маршруту та маневрування БПЛА в режимі реального часу. Взаємодія зовнішнього середовища з інтелектуальною системою керування описується двома автоматними моделями: моделлю взаємодії дрона з обчислювальною платформою, що здійснює аналіз ситуації, та моделлю автономної поведінки, яка визначає реакцію БПЛА на зміну умов польоту [4].

У межах системи використовуються вхідні сигнали, що містять інформацію комп'ютерного зору, координати об'єктів і параметри радіосередовища, а вихідні сигнали описують виконання команд і коригування маршруту. Управляючі впливи формують зміни режимів роботи, а змінні стану визначають рівень автономності та стабільності польоту.

Використання методів глибокого навчання дозволяє підвищити точність розпізнавання об'єктів, прогнозування змін середовища та вибору оптимальних керуючих дій. Важливу роль відіграє здатність системи до самокорекції в умовах невизначеності, що досягається шляхом застосування алгоритмів підкріплювального навчання та адаптивної фільтрації. Це забезпечує підвищення автономності БПЛА, покращення стабільності його

роботи в умовах неповноти або зашумленості вхідних даних.

Важливим аспектом функціонування інтелектуальних систем керування БПЛА є забезпечення узгодженості між різнорідними джерелами даних, що надходять у режимі реального часу. Такі дані можуть мати різну природу, точність і частоту оновлення, що створює додаткові труднощі для їх інтеграції та інтерпретації. У зв'язку з цим застосовуються методи сенсорної ф'юзії у єдину узгоджену модель середовища. Особливе значення має використання фільтрів Калмана та їх модифікацій, які забезпечують оцінку стану системи навіть за умов часткової втрати або спотворення даних.

Алгоритми функціонування представлені як функції переходів і виходів автомата, де поточний стан залежить від отриманих даних і логіки ШІ. Такий підхід забезпечує здатність системи адаптуватися до динамічних змін, працювати в умовах радіоперешкод та підтримувати узгоджені дії кількох БПЛА. Запропонована модель підвищує стійкість, точність та ефективність автоматизованого керування в реальних умовах застосування.

Наукова новизна роботи полягає в системній інтеграції модулів штучного інтелекту з навігаційними, сенсорними та комунікаційними компонентами БПЛА. Це забезпечує високий рівень автономності, надійності та ефективності при виконанні складних завдань у реальному масштабі часу. Запропонована модель може бути основою для створення БПЛА нового покоління – здатних адаптуватися до непередбачуваних умов і працювати без постійної участі оператора.

Список використаних джерел:

1. Tymochko O., Trystan A., Matiushchenko O., Shpak N., Dvulit Z. Method of controlling a group of unmanned aircraft for searching and destruction of objects using artificial intelligence elements. Mathematical Modeling and Computing. 2022. Vol. 9, No. 3, P. 694–710. URL: <https://science.lpnu.ua/sites/default/files/journal-paper/2022/jul/28595/202293694710.pdf> (дата звернення: 14.12.2025).
2. Шейгас О.К., Степанко О.С., Дубовик Г.В., Кашко В.Г., Торчилов О.О., Дубнюк А.В. Використання штучного інтелекту для навігації безпілотних літальних апаратів. Системи обробки інформації. 2025. № 1(180). С. 101-108. URL: <https://journal-hnups.com.ua/index.php/soi/article/view/1911/1736> (дата звернення: 12.12.2025).
3. Staleviptakhy. Роль БПЛА у сучасній війні: як технології змінюють правила гри... URL: <https://staleviptakhy.com/rol-bpla-u-suchasnij-vijni-yak-tehnologiyi-zminyuyut-pravyla-gry/> (дата звернення: 20.11.2025).
4. Armyinform. Дрони та штучний інтелект: робота поза онлайн-середовищем. URL: <https://armyinform.com.ua/2025/06/19/drony-ta-shtuchnyj-intelekt-robota-poza-onlajn-seredovyshhem-ekspert-pro-novacziyi-pid-chas-zastosuvannya-bpla/> (дата звернення: 30.11.2025).