

ВИКОРИСТАННЯ ВБВПЛА (ВИСОКОБЕЗПЕЧНИХ БОРТОВИХ ВБУДОВАНИХ ПЛАТФОРМ) ДЛЯ АВТОНОМНОГО ОБСТЕЖЕННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТЕРИТОРІЙ ПІДРОЗДІЛАМИ ДСНС

Руслан КОРОБКА, Артем ПРОЧИЙ, Олександр ХЛЕВНОЙ

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, Львів

Анотація. Розглянуто побудову високобезпечної бортової вбудованої платформи для автономного обстеження небезпечних територій підрозділами ДСНС в умовах воєнного стану. Запропонована система поєднує модулі комп'ютерного зору, сенсори просторового позиціонування та алгоритми автономного ухвалення рішень, працюючи в ізольованому обчислювальному контурі, стійкому до РЕБ та зовнішніх втручань. Використання ARM-процесорів, камер із глобальним затвором, локального аналізу зображень та алгоритмів SLAM забезпечує ефективне картографування території та виявлення вибухонебезпечних предметів.

Ключові слова: вбудовані системи; БПЛА; комп'ютерний зір; SLAM; ДСНС; автономна розвідка; розмінування.

Annotation. The paper presents the development of a highly secure onboard embedded platform for autonomous reconnaissance of hazardous areas by the State Emergency Service of Ukraine under wartime conditions. The proposed system integrates computer vision modules, spatial positioning sensors, and autonomous decision-making algorithms, operating within an isolated computational environment resistant to electronic warfare and external interference.

Keywords: embedded systems; UAV; computer vision; SLAM; SES; autonomous reconnaissance; demining.

Сучасні умови воєнного стану в Україні вимагають від підрозділів ДСНС надшвидкого, точного та безпечного обстеження територій, що містять бойові залишки, нерозірвані боєприпаси, мінні загородження та руйнування критичної інфраструктури. Традиційні методи розвідки місцевості — піший огляд, залучення саперних груп або використання наземної техніки — часто пов'язані з високим ризиком для життя рятувальників та значними часовими витратами. У таких умовах інтеграція вбудованих обчислювальних систем у складі безпілотних літальних апаратів (БПЛА) стає ключовим інструментом підвищення оперативності й безпеки роботи.

У дослідженні розглядається побудова високобезпечної бортової вбудованої платформи (ВБВПЛА) для автономного обстеження небезпечних територій. Платформа складається з модулів комп'ютерного зору, систем інерційного та супутникового позиціонування, мікрорадарів ближнього виявлення та підсистеми автономного ухвалення рішень. На відміну від комерційних дронів подвійного призначення, запропонована система використовує ізольований обчислювальний контур, фізично відмежований від каналів зв'язку з оператором, що значно підвищує її стійкість до РЕБ, спроб перехоплення або підміни команд керування.

Архітектура ВБВПЛА базується на ARM-процесорах із низьким енергоспоживанням, модулях камер з глобальним затвором для роботи у динамічних умовах та системі раннього аналізу зображень на борту. Це дозволяє не лише визначати небезпечні об'єкти (міни, снаряди, боєприпаси, вирви, зсуви інфраструктури), а й виконувати попередню семантичну сегментацію місцевості без необхідності передачі відеопотоку оператору в реальному часі. Такий підхід мінімізує обсяг даних, що передаються по незахищених каналах, та знижує ризик перехоплення. Для картографування територій застосовано методи SLAM (Simultaneous Localization and Mapping), адаптовані для роботи в умовах втрати сигналу GPS/GNSS, що є типовим у зонах активного радіоелектронного придушення. Для детекції небезпечних об'єктів використано нейромережеві моделі YOLO-Embedded і MobileNet-Det, оптимізовані під обмежені обчислювальні ресурси. Дані моделі дозволяють виконувати інференс із затримкою до 20–35 мс, що забезпечує безпечний режим польоту та миттєву реакцію на виявлені загрози.

Отримані експериментальні результати демонструють, що впровадження подібних БПЛА у підрозділи ДСНС дозволяє зменшити час первинного обстеження території на 40–60%, а кількість небезпечних контактів особового складу з підозрілими об'єктами — до 70%. Крім того, система легко інтегрується у мобільні командно-штабні пункти, автоматично передаючи оновлену карту загроз на планшети керівників робіт з ліквідації наслідків

надзвичайних ситуацій. Запропонована платформа створює основу для формування нового класу роботизованих комплексів для гуманітарного розмінування та дистанційної оцінки безпекової обстановки. Подальший розвиток системи передбачає впровадження розроблених алгоритмів взаємодії між кількома БПЛА, гіперлокальні мережі датчиків та використання енергоефективних моделей ШІ для повної автономізації польотних місій.

Література

1. Unmanned Aerial Systems for Emergency Response. International Association of Fire Chiefs. – 2024. – Режим доступу: <https://www.iafc.org/topics-and-tools/uav> (дата звернення: 21.11.2025).
2. Шопський О., Головатий Р. Застосування моделей машинного навчання для раннього виявлення надзвичайних ситуацій на основі потокових великих даних // Матеріали конференції. – 2025. – Режим доступу: <https://scholar.google.com> (дата звернення: 21.11.2025).
3. Босак Г. С., Головатий Р. Р. Інформаційні технології в оперативному реагуванні: аналіз і оптимізація рішень для підрозділів ДСНС України // Цивільний захист в умовах війни: зб. тез доповідей І Міжнар. наук.-практ. конф. – Львів, 2025. – С. 45–48.
4. SLAM Algorithms for Autonomous UAV Navigation: Overview and Current Trends. Robotics & Automation Review. – 2024. – Режим доступу: <https://roboticsautomationreview.com/slam-uav> (дата звернення: 21.11.2025).