

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет радіоелектроніки

Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, робототехніки та
безпекової інженерії

**II Всеукраїнська конференція
«Інтелектуальні технології цивільної безпеки та
робототехнічні системи аварійно-рятувальних робіт»**



**II All-Ukrainian Conference
“Intelligent Civil Safety Technologies and Robotic Systems for
Emergency and Rescue Operations”**

ICSTRO

2026

I All-Ukrainian Conference

September 17 - 18, 2026

Kharkiv

ЗМІСТ

І. І. Хондак, Пронюк Г.В.

Сталий розвиток як основа забезпечення екологічної безпеки та соціальної відповідальності у сфері цивільної безпеки 8

Vladyslav Yevsieiev

Neuro-Fuzzy Method for Predicting and Assessing the Level of Technological Hazard in Cyber-Physical Civil Protection Systems 11

М.Ю. Білоусов, В.В. Невлюдова, М.Г. Стародубцев

Цифровізація та роботизація в промисловому виробництві 15

Б. І. Кислий, С. В. Сотник

Забезпечення стійкості кіберфізичних систем до DDOS-атак під час управління критичними об'єктами у надзвичайних ситуаціях 19

Гурін Д.В.

Аналіз доцільності використання колаборативних роботів у виробництві компонентів відновлюваних джерел енергії 24

Vladyslav Yevsieiev, Kyrylo Luchaninov

Intelligent Method for Dynamic Emergency Risk Assessment at Critical Infrastructure Facilities Based on Digital Twin 29

Д. В. Кухаренко, І. Д. Федосов-Ніконов

Розробка та створення сучасного блока живлення на базі мікроконтролера ESP32-WROOM-32U 33

І.К. Сезонова

Інтелектуальні технології в системі державної політики цивільної безпеки 36

Пронюк Г.В., Хондак І.І.

Модель підтримки прийняття рішень для багатокритеріального вибору варіанта реагування на надзвичайні ситуації 39

Д. В. Лукієнко, С. В. Сотник

Нейромережеве прогнозування техногенних ризиків на основі даних промислових кіберфізичних систем 43

Kyrylo Horovy

Method for Predicting Pre-Failure States of Microelectronic Manufacturing Equipment Based on Digital Twin and Intelligent Analysis of Process Parameters 47

Самойленко Владислав

Важливість динамічної стійкості в розробці гуманоїдних роботів 52

М. О. Іванов, С. В. Сотник

Особливості застосування дронів у надзвичайних ситуаціях 55

Vladyslav Yevsieiev, Svetlana Starikova

Intelligent System for Adaptive Management of the Educational Process in General Secondary Education Institutions Based on Artificial Intelligence Technologies 60

Б. І. Кислий, С. В. Сотник

Автоматизовані системи виявлення аномалій у роботі технологічного обладнання на основі аналізу цифрових протоколів обміну (MODBUS, DNP3) 64

Гурін Д.В., Грижак В.М.

Розроблення підсистеми автоматизованого доступу та обліку робочого часу 69

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДРОНІВ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

М. О. Іванов, С. В. Сотник

Харківський національний університет радіоелектроніки

Україна, 61166, Харків, пр. Науки, 14

E-mail: maksym.ivanov4@nure.ua, svetlana.sotnik@nure.ua

Анотація: У роботі розглянуто особливості застосування безпілотних літальних апаратів під час природних, техногенних і гуманітарних надзвичайних ситуацій. Визначено основні функції дронів: повітряна розвідка, оперативне картографування, пошук постраждалих, контроль небезпечних зон, ретрансляція зв'язку та доставка критично важливих вантажів. Проаналізовано технічні й організаційні обмеження, пов'язані з погодою, тривалістю польоту, надійністю каналів зв'язку, координацією повітряного руху, захистом даних і підготовкою персоналу. Окреслено перспективи використання штучного інтелекту, автономної навігації та групового застосування дронів.

Ключові слова: дрон, безпілотний літальний апарат, надзвичайна ситуація, пошуково-рятувальна операція, дистанційне зондування.

SPECIFIC FEATURES OF USING DRONES IN EMERGENCY SITUATIONS

M. O. Ivanov, S. V. Sotnik

Kharkiv National University of Radio Electronics

Ukraine, 61166, Kharkiv, Nauky Ave., 14

E-mail: maksym.ivanov4@nure.ua

Annotation: The work examines the specific features of using unmanned aerial vehicles during natural, technological, and humanitarian emergencies. The main functions of drones include aerial reconnaissance, rapid mapping, victim search, hazardous-area monitoring, communication relay, and delivery of critical supplies. Technical and organizational limitations related to weather, flight endurance, communication reliability, airspace coordination, data protection, and personnel training are analyzed. Prospects for artificial intelligence, autonomous navigation, and multi-drone operations are outlined.

Key words: drone, unmanned aerial vehicle, emergency, search and rescue, remote sensing.

Під час надзвичайної ситуації найдефіцитнішим ресурсом є достовірна інформація. У будь-якій сфері діяльності інформація є стратегічним ресурсом, ефективне використання якого безпосередньо впливає на якість управлінських рішень [1-3]. Рятувальним службам необхідно швидко визначити межі небезпечної зони, стан шляхів, місця перебування людей і доступність критичної інфраструктури. Наземна розвідка може бути повільною або надто ризикованою, супутникові знімки не завжди надходять вчасно, а пілотована авіація потребує значних ресурсів. Дрони заповнюють цей інформаційний проміжок, забезпечуючи гнучке спостереження з повітря на малій висоті [4, 5].

Безпілотний літальний апарат є не лише носієм камери. Залежно від завдання він може оснащуватися тепловізором, лідаром, мультиспектральним модулем, датчиками газів, прожектором, гучномовцем, ретранслятором або контейнером для доставки. Корисність системи визначається узгодженістю платформи, сенсорів, каналу зв'язку, програмного забезпечення і роботи оператора. Навіть якісне зображення не допоможе, якщо воно надходить до штабу із запізненням або не прив'язане до координат.

Застосування дрона доцільно розглядати як інформаційний цикл (рис. 1). Спочатку штаб формулює завдання і межі району польоту. Далі апарат збирає дані, які обробляються на борту або на наземній станції, перетворюються на карту, теплову мозаїку чи перелік виявлених

об'єктів і передаються керівнику операції. Після оцінювання ситуації рятувальники уточнюють маршрут, пріоритети пошуку або потребу в повторному польоті. Цінність дрона виникає саме тоді, коли результат спостереження безпосередньо впливає на рішення.



Рисунок 1 – Інформаційний цикл застосування дрона під час надзвичайної ситуації

Найпоширенішим завданням є оперативне картографування. Серія перекривних фотографій перетворюється на ортофотоплан, цифрову модель поверхні або тривимірну реконструкцію. Такі матеріали дають змогу порівняти стан території до і після події, оцінити площу підтоплення, обсяг завалів, пошкодження дахів, доріг і мостів. Висока просторова роздільна здатність дронів доповнює супутникові дані, особливо коли необхідно аналізувати окремі будівлі [6]. У пошуково-рятувальних операціях поєднуються звичайні та тепловізійні камери. Тепловізор допомагає знаходити людину в темряві, серед рослинності або в умовах обмеженої видимості, однак нагріті поверхні, вогонь і щільні конструкції можуть створювати хибні сигнали. Тому оператор має перевіряти знахідку за кількома кадрами, координатами й даними наземної групи. Дрон прискорює пошук, але не скасовує професійної інтерпретації результатів [7]. Під час лісових і промислових пожеж безпілотики визначають межі фронту вогню, приховані осередки тління, напрямок поширення диму та безпечні підходи. Тепловізійне спостереження після локалізації пожежі дозволяє виявляти повторне займання. Водночас політ поблизу пожежогасильних літаків і гелікоптерів створює неприйнятний ризик. Робота дрона повинна бути включена до єдиного плану повітряних операцій, а не здійснюватися паралельно без координації. Під час повеней дрони швидко окреслюють межі води, виявляють людей на дахах, пошкоджені дамби й доступні шляхи евакуації. Під час землетрусів та обвалів вони документують руйнування, створюють тривимірні моделі й оглядають нестійкі конструкції без безпосереднього наближення фахівців. У зонах хімічного або радіаційного забруднення апарат із відповідними датчиками може виконати первинне обстеження, зменшуючи вплив небезпечних факторів на персонал. Окремим напрямом є відновлення зв'язку. Якщо наземна інфраструктура пошкоджена, дрон може тимчасово працювати ретранслятором радіосигналу або мобільної мережі. Інше завдання – доставка невеликих вантажів: медикаментів, засобів зв'язку, проб для лабораторії, рятувального спорядження чи автоматичного дефібрилятора. Така доставка особливо корисна, коли дороги заблоковані, проте потребує точного розрахунку маси, дальності, місця скидання та безпеки людей на землі [8]. Головним технічним обмеженням залишається енергетична автономність. Час польоту зменшується через вітер, холод, важке корисне навантаження й активне маневрування. Оперативний план має включати запасні акумулятори, місце заряджання, чергування апаратів і гарантований резерв для повернення. За великих районів ефективніше використовувати кілька дронів із розподілом секторів, але це підвищує вимоги до координації екіпажів і запобігання зіткненням.

Погодні умови безпосередньо впливають на якість і безпеку. Сильний вітер збільшує енергоспоживання та похибку позиціонування, дощ і сніг погіршують видимість, а дим, пил і туман знижують ефективність оптичних сенсорів. У щільній забудові, лісі або біля металевих конструкцій можливі втрата GNSS і спотворення компаса. Тому аварійні процедури мають передбачати ручне керування, безпечну посадку, повернення за альтернативним маршрутом і дії у разі втрати каналу зв'язку.

Великий обсяг відео може перевантажити аналітиків. Методи комп'ютерного зору допомагають автоматично виявляти людей, транспорт, вогонь, тріщини або зміни ландшафту, а периферійні обчислення дозволяють виконувати частину аналізу на борту. Проте алгоритм може помилитися через незвичний ракурс, тіні, перекриття або недостатньо репрезентативні навчальні дані. Автоматичне попередження слід розглядати як підказку оператору, а не як безумовно правильний висновок.

Організаційна готовність не менш важлива за технічні характеристики. До складу розрахунку входять дистанційний пілот, спостерігач, фахівець із корисного навантаження та аналітик даних; у невеликій групі ролі можуть поєднуватися. Команда повинна знати структуру управління надзвичайною ситуацією, формат передачі координат і карт, правила радіообміну та пріоритети штабу. Регулярні навчання скорочують час від прибуття до першого корисного продукту.

Правове регулювання базується на ризику операції. У Європейському Союзі правила для безпілотних авіаційних систем охоплюють категорії польотів, ресстрацію операторів, компетентність дистанційних пілотів і процедури отримання дозволів. Складні польоти над людьми, поза прямою видимістю або в контрольованому повітряному просторі часто належать до категорії «specific» і потребують оцінювання ризику. Надзвичайний характер місії не усуває необхідності координації з авіаційними та рятувальними службами [9].

Збирання зображень створює питання приватності та захисту інформації. На відео можуть потрапляти постраждалі, медичні процедури, приватне майно або об'єкти критичної інфраструктури. Слід збирати лише дані, необхідні для операції, обмежувати доступ, шифрувати передавання та визначати строк зберігання. Публікація матеріалів без оперативної потреби може завдати шкоди людям або розкрити чутливі відомості.

Кібербезпека стосується не лише конфіденційності. Підміна координат, перехоплення керування, втручання в канал відео або заражене програмне забезпечення можуть зірвати місію. Доцільно застосовувати автентифікацію обладнання, контроль версій прошивок, окремі облікові записи, журналювання польотів і перевірені канали передавання. Для критичних завдань потрібні резервні способи навігації та можливість швидко ізолювати скомпрометований апарат.

Планування місії має починатися не з вибору маршруту, а з формулювання потрібного інформаційного продукту. Для пошуку людини потрібен відеопотік із мінімальною затримкою, для оцінювання руйнувань – серія геоприв'язаних знімків із заданим перекриттям, а для контролю пожежі – повторні тепловізійні проходи через певні інтервали. Від результату залежать висота, швидкість, тип сенсора, роздільна здатність, сектор польоту й спосіб передавання. Чітке технічне завдання запобігає ситуації, коли команда отримує багато ефектного відео, але не має даних, придатних для рішення.

Дані повинні надходити у форматі, зрозумілому іншим учасникам операції. Карта має містити систему координат, час знімання, межі покриття, масштаб і позначення рівня надійності. Для виявленого об'єкта бажано передавати не лише кадр, а координати, час, напрямок спостереження та короткий коментар оператора. У разі документування руйнувань або небезпечних речовин важливо зберігати первинні файли й журнал обробки, щоб результат можна було перевірити. Стандартизований обмін зменшує ризик помилок під час передачі інформації між різними службами.

Польоти всередині пошкоджених будівель мають окрему специфіку. Там відсутній стійкий GNSS-сигнал, вузькі проходи погіршують зв'язок, а пил і темрява ускладнюють навігацію. Для таких місій застосовують компактні апарати із захистом пропелерів, освітленням, сенсорами відстані та алгоритмами одночасної локалізації й побудови карти. Маршрут має передбачати точки повернення й контроль заряду, оскільки автоматична функція повернення за супутниковими координатами може бути неефективною. Втрата дешевого апарата

допустима лише тоді, коли вона не створює додаткової небезпеки постраждалим або рятувальникам.

Технічна готовність включає більше, ніж заряджені акумулятори. Перед виїздом перевіряють справність платформ, калібрування сенсорів, актуальність карт, запасні пропелери, носії даних, кабелі, джерела живлення й засоби маркування посадкового майданчика. Після роботи в диму, пилу або забрудненій зоні обладнання потребує огляду, очищення, а іноді й дезактивації. Журнал технічного стану допомагає не допустити до місії апарат із прихованими пошкодженнями. Така рутинна дисципліна безпосередньо впливає на надійність складної операції.

Перспективи пов'язані з автономною навігацією, груповою роботою та штучним інтелектом. Кілька дронів можуть паралельно розподіляти райони пошуку, підтримувати мережу зв'язку й передавати один одному інформацію про перешкоди. Цифрові двійники дають змогу перевіряти маршрути й алгоритми до реальної події, а синтетичні дані – моделювати рідкісні сценарії. Водночас автономність має супроводжуватися зрозумілими межами відповідальності та можливістю втручання оператора.

Ефективність слід оцінювати за результатом операції, а не за кількістю виконаних польотів. Важливими показниками є час до отримання першої карти, площа обстеження, частка виявлених об'єктів, кількість хибних тривог, затримка передачі даних і зменшення ризику для персоналу. Після місії необхідно аналізувати журнали польоту, помилки й рішення штабу, щоб уточнювати процедури та навчальні сценарії [10].

ВИСНОВКИ. Дрони є ефективним інструментом підвищення ситуаційної обізнаності під час надзвичайних ситуацій. Вони скорочують час розвідки, допомагають картографувати наслідки, шукати постраждалих, контролювати небезпечні зони, підтримувати зв'язок і доставляти невеликі вантажі. Найбільшу цінність має не сам політ, а швидке перетворення отриманих даних на зрозуміле рішення для штабу та наземних груп. Разом із перевагами існують обмеження: погода, невелика тривалість польоту, втрата навігації чи зв'язку, перевантаження даними, правові вимоги та ризик конфлікту з іншими повітряними суднами. Тому безпечне застосування потребує підготовленого персоналу, стандартизованих процедур, захисту інформації та регулярних навчань. Інтеграція дронів у систему реагування, а не їх ізольоване використання, є головною умовою реального підвищення ефективності рятувальних робіт. Результати аналізу дозволяють стверджувати, що найбільш перспективним напрямом є не окреме застосування БПЛА, а їх інтеграція в єдину інформаційну мережу з використанням алгоритмів ШІ для автоматичного виявлення об'єктів, що дозволить нівелювати головний недолік – перевантаження оператора даними. Подальші дослідження потребують розробки стандартизованих протоколів сумісності дронів різних типів під час масштабних катастроф.

ЛІТЕРАТУРА

1. Levenets, I. O., & et al. (2025). The role of artificial intelligence in optimizing information retrieval systems. *Information Technologies and Automation – 2025 / Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference*. Odessa, October 30-31, 2025. – Odessa, ONUT Publishing House, 2025, pp. 975-977
2. Ievtushenko, V. I., & et al. (2026). The development of information control systems for technological purposes. *Computer-integrated technologies, automation and robotics 2026: Proceedings of III st All-Ukrainian Conference*, Kharkiv, May 14-15, 2026: Theses of Reports, 2026, pp. 39-43
3. Andreiev, A. S., & et al. (2025). Information technology in medicine. *Information Technologies and Automation – 2025 / Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference*. Odessa, October 30-31, 2025. – Odessa, ONUT Publishing House, 2025. – pp.

1207-1209

4. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Unleashing Autonomous Drones for Disaster Risk Reduction. UNDRR, 2022. Режим доступу: <https://www.undrr.org/publications> (Дата звернення 31.07.2026)
5. Daud S. M. S. M., & et al. (2022). Applications of Drone in Disaster Management: A Scoping Review. Science & Justice. 2022, Vol, 62, No. 1, pp. 30-42
6. European Commission, Joint Research Centre. The 2023 Copernicus Emergency Management Service On-Demand Mapping: Earthquake Workshop Report. 2024. Режим доступу: <https://civil-protection-knowledge-network.europa.eu/media/2023-copernicus-emergency-management-service-demand-mapping>. (Дата звернення 31.07.2026)
7. Van Tilburg, C. (2017). First Report of Using Portable Unmanned Aircraft Systems (Drones) for Search and Rescue. Wilderness & Environmental Medicine, 2017, Vol. 28, No. 2, pp. 116-118
8. Haidari L. A., & et al. (2016). The Economic and Operational Value of Using Drones to Transport Vaccines. Vaccine, 2016, Vol. 34, No. 34, pp. 4062-4067
9. European Union Aviation Safety Agency. Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems: Regulations (EU) 2019/947 and 2019/945. Revision from June 2026. Режим доступу: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/5544.pdf>. (Дата звернення 31.07.2026)
10. Kedys J., & et al. (2024). UAVs for Disaster Management – An Exploratory Review. Procedia Computer Science, 2024, Vol. 231, pp. 129-136