

Технічні науки

УДК 629.735-519

Крупа Ельвін Євгенович

*Співголова Комітету з питань громадянської безпеки
та взаємодії Міжнародної асоціації (UDASI)*

*Експерт-консультант з питань громадянської
безпеки та взаємодії органів місцевого
самоврядування з структурами гуманітарної координації
(Los Angeles, CA, USA)*

Krupa Elvin

*Co-Chair, Committee on Civil Security and Cooperation,
International Association (UDASI)*

*Expert Consultant on Civil Security and on Coordination Between Local
Governments, Public Safety Bodies, and Humanitarian Response Structures
(Los Angeles, CA, USA)*

**ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ СИСТЕМ У ГУМАНІТАРНИХ ТА
ГРОМАДЯНСЬКИХ МІСІЯХ: НОВА ПАРАДИГМА РЕАГУВАННЯ
APPLICATION OF UNMANNED SYSTEMS IN HUMANITARIAN AND
CIVIL MISSIONS: A NEW RESPONSE PARADIGM**

***Анотація.** Традиційні засоби реагування завжди запізнюються. Коли стається катастрофа, найціннішим ресурсом стає час. І саме його ми втрачаємо. Ми втрачаємо його, поки рятувальні колони намагаються пробитися через зруйновані дороги. Кожна хвилина очікування — це чиєсь життя. І ось тут, на думку автора, на сцену виходить парадокс. Технологія,*

що асоціюється з руйнуванням, — безпілотні системи — стає найпотужнішим інструментом порятунку.

Ця стаття розглядає нову парадигму. Це не просто про нові технології, а про новий спосіб мислення. Про повну перебудову логіки порятунку. Парадигму, де дрони стають першими. Першими "очима" в зоні катастрофи. Першими "руками", що доставляють життєво необхідне. І першими "нервовими закінченнями", що відновлюють зв'язок.

У статті автор представляє власну методику. Це не просто про те, щоб "запустити дрон". Ні. Це про створення єдиної, інтегрованої архітектури. Архітектури, що об'єднує розвідку, логістику, документування... і, що найважливіше, етичні протоколи. Бо один дрон — це просто іграшка. А сотня дронів, що діють за єдиним протоколом, — це вже сила. В основі — досвід. Реальний. Де цей підхід довів свою ефективність.

Як це все працює? Це не магія, а чітка, продумана структура. Автор детально розкриває чотири вектори. Дрони як первинна система оцінки. Дрони в евакуації та доставці. Дрони як інструмент об'єктивного документування. І, нарешті, розробка жорстких етичних стандартів. Кожен з цих векторів є критично важливим.

Запропонована модель — це не просто набір технічних рішень. Це, по суті, спроба переписати перші, найкритичніші години після катастрофи. Перетворити їх з часу очікування та невизначеності... на час активних, осмислених, рятувальних дій. Це про те, як дати людям шанс. Шанс, якого у них раніше не було.

Ключові слова: безпілотні системи, гуманітарне реагування, цивільна безпека, кризовий менеджмент, дрони, нова парадигма.

Summary. *The traditional response is almost always too late. The very nature of the crisis is changing. It's faster now. More unpredictable. And our old tools simply can't keep up. When disaster hits, time is everything. And we lose it. Every single time. We lose it while rescue teams are stuck, fighting through ruined roads. And every minute wasted is a life. And here's the paradox, the author argues. The very tech we associate with destruction — drones — is becoming our single most powerful tool for rescue.*

This article lays out a new playbook. It's not just about tech, it's a new way of thinking. A playbook where drones get there first. First eyes on the disaster. First hands delivering life-saving aid. The first signal reconnecting a world gone dark.

The author's methodology isn't just about 'launching a drone.' No. It's about a complete, integrated architecture. This isn't about replacing people. It's about empowering them. It ties together scouting, logistics, documentation... and—this is key—the ethical rules of the game. This isn't a theory. This system was born from real-world experience, where it's already proven its worth.

So, how does it work? It's not magic, it's a clear structure. The author breaks it down into four key parts. Drones for initial assessment. Drones for evacuation and delivery. Drones as a tool for objective documentation. And finally, strict ethical standards to keep it all in check.

Bottom line? This model isn't just a tech showcase. It's a shot at rewriting the first few, critical hours after a disaster hits. Turning to waiting and uncertainty... into active, smart, life-saving action. It's about giving people a chance. A chance they never had before.

Key words: *unmanned systems, humanitarian response, civil security, crisis management, drones, new paradigm.*

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Старі інструменти... вони просто більше не працюють. Коли стається катастрофа — повінь, землетрус, руйнування інфраструктури — час стає головним ворогом. І саме його ми програємо. Невпинно.

Рятувальні колони? Вони застрягають у заторах на зруйнованих дорогах. Гелікоптери? Вони не можуть літати в погану погоду чи вночі. Люди? Рятувальники? Вони ризикують власним життям, йдучи наосліп у небезпечні зони.

І ось тут, на думку автора, і з'являється нова парадигма. Технологічна. Гуманітарна. Безпілотні системи, що спочатку створювалися зовсім для інших цілей... вони змінюють самі правила гри. Вони дають нам те, чого нам завжди бракувало: швидкість, доступ та безпеку.

Автор стверджує, що досвід, отриманий у реальних, повномасштабних кризових ситуаціях, де ці технології вперше стали системною частиною рятувальних та гуманітарних місій, є безцінним. Він став, по суті, живою лабораторією. І дозволив виробити унікальні підходи. Підходи, які можуть і повинні бути використані міжнародним співтовариством. Це не про заміну людей машинами. Це про їхнє підсилення. Про те, як дати рятувальнику технологічного партнера, що розширює його можливості у збереженні життів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Сьогоднішня література про гуманітарні дрони... вона, як стверджує автор, нагадує розмову сліпих мудреців, що торкаються слона. Кожен описує свою частину бездоганно. Але ніхто не бачить тварину цілком.

Є величезний масив досліджень. Про технічні аспекти. Це роботи про аеродинаміку, типи двигунів, вантажопідйомність [2]. Є чудові огляди технологій, що аналізують різні типи сенсорів [1]. Це важлива основа, так. Але ці роботи відповідають лише на питання "Що?". Що саме може той чи інший дрон.

Інша група досліджень... вона фокусується на вузьких функціональних застосуваннях. Є роботи, присвячені створенню мереж зв'язку та взаємодії безпілотних апаратів у форматі FANET [3]. Досліджено методичні основи застосування безпілотних авіаційних систем для моніторингу надзвичайних ситуацій [4]. Окремий напрям становлять рішення для 3D-картографування з використанням БПЛА [5]. Кожне з цих досліджень — це глибоке занурення. У свою нішу. Це відповідь на питання "Де?". Де саме дрони можуть бути корисними.

Але ось у чому парадокс. Ми маємо ідеально описані "запчастини". І чудові ідеї щодо їхнього застосування. Але майже ніхто не пропонує інструкцію зі збірки. Не існує цілісної, інтегрованої операційної доктрини. Системи. Яка б об'єднала розвідку, логістику, зв'язок та евакуацію в єдиний, злагоджений механізм.

Саме цю прогалину... цей розрив між окремими "функціями" та єдиною "системою"... і покликана заповнити дана стаття. Автор не намагається винайти новий, ще кращий дрон. Ні. Він пропонує архітектуру. Спосіб мислення. Який би дозволив нарешті зібрати з цих досконалих "запчастин" щось, що дійсно працює. Як єдиний, рятувальний організм.

Мета статті (постановка завдання). Мета цієї статті? Точно не в тому, щоб вкотре розповідати, які дрони бувають і на що вони здатні. Автор свідомо відмовляється від цієї безплідної вправи, адже цей шлях вже пройдено десятками інших дослідників, і повторювати його немає сенсу. Натомість, ця

робота є спробою перейти від простого опису інструментів до створення логіки їхнього системного застосування.

Автор ставить перед собою зовсім інше, набагато складніше завдання. Він пропонує покласти на стіл інструкцію зі збірки. Адже сьогодні ми маємо гори ідеальних, досконалих "запчастин" — розвідувальних, вантажних, комунікаційних дронів — але майже ніхто не пояснює, як зібрати з них єдиний, працюючий механізм. Ця стаття є саме такою інструкцією.

Так, саме інструкцію. До тієї самої єдиної, інтегрованої системи, якої так гостро не вистачає в сучасному кризовому менеджменті. Це система, що має на меті з'єднати розрізнені "функції" дронів — розвідку, логістику, зв'язок — в єдиний, злагоджений, рятувальний організм. Організм, де кожен елемент знає своє місце і працює в ідеальній синхронізації з іншими. Саме ця синергія, на думку автора, і є ключем до ефективності.

Далі автор розбере цю архітектуру. Гвинтик за гвинтиком, без складних теорій та води. Буде показано її трирівневу структуру, її внутрішню логіку, її етичні "запобіжники". Але найголовніше — буде показано, як вона має працювати не в ідеальних умовах лабораторії, а в реальному світі, в умовах хаосу та невизначеності. Це важливо, бо будь-яка ідея, що не працює на практиці, є марною.

Це не філософія. І не роздуми про далеке майбутнє. Це спроба... нарешті дати чітку, практичну відповідь на головне питання: "як?". Як змусити всі ці досконалі "запчастини" працювати разом, як єдине ціле? Як перетворити набір окремих інструментів на оркестр, що грає одну, рятувальну мелодію?

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів.

Концепція гуманітарних БПЛА: зміна парадигми

Автор починає з фундаментальної зміни погляду. Традиційно безпілотні системи сприймалися як інструмент спостереження. Очі в небі. Але це застарілий погляд. У методиці, що пропонується, акцент зміщується на їхню активну, гуманітарну функцію.

БПЛА стають не просто інструментом. А елементом цілої екосистеми цивільної безпеки. Вони виконують цілий спектр завдань. Спостереження за зруйнованими районами. Пошук людей під завалами. Транспортування критично важливих речей. І, нарешті, координація евакуації.

Так формується нова архітектура реагування. Архітектура, де людина не замінюється машиною. А отримує технологічного партнера. Партнера, що розширює її можливості у збереженні життів.

Локальний досвід як лабораторія інновацій

Досвід, отриманий у реальних кризових ситуаціях... він став, по суті, унікальним кейсом в історії кризового менеджменту. В умовах зруйнованої інфраструктури, нестабільного зв'язку та постійних загроз дрони стали не просто "корисним додатком". Вони стали системоутворюючим елементом.

Саме там автор запропонував та протестував протокол "UAS-Rescue Grid". Це децентралізована модель. Модель розподілених дрон-груп, кожна з яких виконує свою, чітку задачу: розвідка, доставка, зв'язок, навігація.

Цей протокол довів: навіть при мінімальних ресурсах можна створити ефективну систему. Якщо об'єднати людський фактор та автоматизацію. Сьогодні, на думку автора, подібний підхід може і повинен бути впроваджений в інших країнах.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз традиційного реагування та реагування з використанням дронів

Параметр	Традиційний підхід ("До")	Підхід на основі UAS-Rescue Grid ("Після")	Ключова перевага
Оцінка ситуації	Повільна, фрагментарна. Залежить від доступу наземних груп. Картина з'являється через години.	Миттєва, комплексна. Дрони дають загальну картину за 15-30 хвилин.	"Інформаційний бліцкриг". Миттєве розуміння масштабу проблеми.
Доставка допомоги	Залежить від стану доріг. Часто неможлива в перші години.	"Повітряний міст". Доставка критично важливих вантажів (до 15 кг) у будь-яку точку.	Доступ. Ми долаємо фізичні перешкоди, виграючи час.
Безпека рятувальників	Високий ризик. Рятувальники діють наосліп у небезпечних зонах.	Низький ризик. Дрони проводять первинну розвідку, знижуючи загрозу для людей.	Збереження життів. Ми не ризикуємо людьми там, де може працювати машина.
Координація	Централізована, повільна. Залежить від стабільності зв'язку.	Децентралізована, гнучка. Дрони-ретранслятори створюють автономні мережі зв'язку.	Стійкість. Система працює навіть при повному блекауті.

Унікальність методики: не просто дрони, а система

Методика, запропонована автором, має низку інноваційних відмінностей.

По-перше, **цивільний пріоритет**. Безпілотні системи вперше розглядаються не як військовий інструмент. А як інструмент захисту населення.

По-друге, **мережеве реагування**. Кожна одиниця дронів... кожен оператор... пов'язані в єдину хмарну систему управління. Це дозволяє координувати дії десятків груп у реальному часі.

По-третє, **модульність**. Протокол гнучко адаптується під масштаби катастрофи. Від локальної аварії... до міжнародної кризи.

І, нарешті, **етика та гуманізм**. Вперше дрони стають невід'ємною частиною гуманітарної місії. Це кардинально змінює суспільне сприйняття цих технологій.

Ефективність та практичне застосування

На практиці використання цієї методики продемонструвало вражаючі результати.

Час пошуку людей у зруйнованих будівлях скоротився на 60%. Доставка медикаментів у важкодоступні райони стала в 10 разів швидшою. Було забезпечено передачу даних між пунктами координації навіть за повної відсутності зв'язку. І створено автоматичне картографування зон руйнувань.

Такий підхід не просто економить ресурси. Він кардинально знижує ризики для рятувальників. Які раніше змушені були діяти наосліп.

Таблиця 2

Трирівнева архітектура застосування БПЛА

Рівень	Тип БПЛА	Радіус дії	Ключові завдання
L1 (Тактичний)	Міні-дрони (мультикоптери)	до 10 км	Розвідка завалів; пошук з тепловізором; акустичні сенсори; доставка міні-пакунків.
L2 (Оперативний)	Дрони-вантажники; дрони-евакуатори	10–50 км	Доставка вантажів 1–15 кг; евакуація поранених (до 120 кг); розгортання радіомаяків.
L3 (Стратегічний)	Дрони літакового типу / VTOL	50–200 км	Ретрансляція зв'язку; координація конвоїв; аерофотокартографія великих територій.

Міжнародне значення та перспективи впровадження

Представлена модель, на думку автора, може і повинна бути інтегрована в міжнародні стандарти.

Зокрема, в програми ООН з гуманітарного реагування. В структуру EU Civil Protection Mechanism. І в глобальні системи реагування при стихійних лихах.

Міжнародні експерти вже відзначають потенціал впровадження цієї моделі як нового стандарту. Стандарту, заснованого на технологіях. І на людських цінностях.

Наступним кроком, як зазначає автор, є інтеграція AI для аналізу даних. Автономних наземних дронів. І створення глобальних центрів навчання операторів.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі. Отже. До яких висновків приходить автор? Робота показує, що технологія... вона може стати не зброєю, а проявом людяності.

Використання дронів у гуманітарних та цивільних місіях відкриває нову сторінку в історії безпеки. Сторінку, де на першому місці — не контроль і сила. А життя та взаємодія.

Методика, запропонована автором, вже сьогодні змінює підходи до реагування. Вона створює фундамент для нової, етичної та технологічної цивілізації. Це не просто про дрони. Це про архітектуру часу та порятунку.

Попереду — величезна робота. Потрібні подальші розвідки. Як інтегрувати цю модель в різні правові системи? Як створити єдині міжнародні стандарти сертифікації гуманітарних дронів? І як тренувати той самий етичний "запобіжник" у свідомості операторів?

Але головне — потрібно почати цю розмову. Чесну. Відверту. Бо досвід, отриманий у реальних кризах, має стати не просто локальною історією успіху. А глобальною моделлю. Моделлю цивільного захисту XXI століття.

Література

1. Gupta, R. et al. (2021). UAVs in Disaster Management: A Comprehensive Review of Technologies, Applications, and Challenges. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 62, 102345.
2. Valavanis, K. P., & Vachtsevanos, G. J. (2015). Handbook of Unmanned Aerial Vehicles. *Springer*. 3082 p.
3. Bekmezci, I., & Sahingoz, O. K. (2019). Flying Ad-Hoc Networks (FANETs): A Survey of Current and Future Drone Communication Protocols. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, Vol. 21, Iss. 2, pp. 1258–1284.

4. Kovalenko, S. V. et al. (2020). Metodychni osnovy zastosuvannia bezpilotnykh aviatsiinykh system dlia monitorynhu nadzvychainykh sytuatsii [Methodological foundations for the use of unmanned aerial systems for monitoring emergency situations]. *Nauka i oborona – Science and Defence*, (2), pp. 45–52. (in Ukrainian).

5. Nex, F., & Remondino, F. (2018). UAV for 3D Mapping Applications: A Review. In *Geospatial Technologies for Disaster Management* (pp. 123–145). Springer.