

О. О. Пунда,

доктор юридичних наук, доцент,
начальник Департаменту освіти та науки
Хмельницької обласної військової адміністрації,
професор кафедри права,
Хмельницький національний університет
вул. Інститутська, 11, м. Хмельницький, 29016, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9175-3141>

О. В. Кравчук,

доктор наук з державного управління, професор,
заступник директора,
Хмельницький науково-дослідний експертно-
криміналістичний центр МВС України
вул. Молодіжна, 12, м. Хмельницький, 29019, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7002-4070>

А. І. Гордєєв,

доктор технічних наук, професор,
заслужений винахідник України, фахівець I категорії
відділу забезпечення діяльності,
Хмельницький науково-дослідний експертно-
криміналістичний центр МВС України
вул. Молодіжна, 12, м. Хмельницький, 29019, Україна
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4494-4348>

ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ВИБУХОВО-ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЕРТИЗИ

Анотація. Ґрунтуючись на аналізі сучасних конструкцій безпілотних літальних апаратів і методів, які можуть бути застосовані для вирішення завдань вибухово-технічної експертизи, запропоновано інноваційний спосіб використання безпілотних літальних апаратів на підривних майданчиках, що, власне, і зумовлює мету цієї наукової статті. Достовірність здобутих результатів і висновків забезпечено використанням загальнонаукових (емпіричних та теоретичних) і спеціальних методів дослідження. Так, зокрема, загальнонауковими методами дослідження (аналіз, синтез, узагальнення) схарактеризовано наукові та інформаційні джерела за тематикою дослідження, з'ясовано рівень достатності в них профільної інформації для досягнення поставленої мети. Системний підхід до проведення дослідження забезпечив його комплексний характер і дав змогу об'єднати окремі результати дослідження в єдине ціле. Наукова новизна полягає в тому, що в контексті подальшого розвитку напряму застосування спеціального технічного устаткування в розслідуванні окремих видів кримінальних правопорушень, аналізуючи досліджувані об'єкти, започатковано інноваційний спосіб використання безпілотних літальних апаратів на підривних майданчиках під час судової вибухово-технічної експертизи, що дає змогу зменшити кількість осіб, залучених до експертних експериментів та значно скорочує час їх проведення. До того ж використання безпілотних літальних апаратів уможливило всебічну фіксацію етапів експертного експерименту, значно знижує ризик травмування або загибелі залучених працівників. Крім того, проаналізовано сучасні конструкції безпілотних літальних апаратів і методів, які можуть бути використані в розслідуванні кримінальних правопорушень, запропоновано найбільш прийнятний для застосування у вибухово-технічних дослідженнях квадрокоптер, обладнаний камерою для високоякісної відеозйомки, моделі Phantom.

Ключові слова: дрон; безпілотна система; спосіб вирішення завдань судових вибухово-технічних експертиз; експертний експеримент; криміналістичне забезпечення; огляд місця події; інноваційний спосіб.

Вступ

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) широко застосовуються в різних галузях суспільної діяльності (Braslavskaya et al., 2023; Ivanenko et al., 2023; Dudnik et al., 2024), забезпечуючи високу ефективність (Tan et al., 2024; Zhao, & Chen, 2024; Wang, &

Yi, 2025), гнучкість виконання завдань, насамперед коли потрібно оцінити ситуацію з висоти або досягти важкодоступних чи небезпечних місць (Zub, 2025). Зокрема, обладнання безпілотних літальних комплексів системами тепловізійного спостереження (Alawadhi et al., 2023) дає змогу

працівникам правоохоронних органів у нічний час або на великих територіях, густо вкритих рослинами (Nègre et al., 2025), дистанційно виявляти біологічні об'єкти, а також підозрюваних у вчиненні кримінальних правопорушень, осіб, зниклих безвісти, тощо (Yefimenko, 2022; Tychyna et al., 2023; Batrachenko et al., 2024).

Серед безпілотників, використовуваних у правоохоронній сфері, можна виокремити такі, що послуговуючись якими виконують загальні (процесуальні, розвідувальні, пошукові та пошуково-рятувальні), а також спеціальні завдання (Tychyna et al., 2023; Azarenko et al., 2024; Grzyb, & Gazda, 2024).

Останніми роками вітчизняні науковці та практики, зарубіжні колеги, активно вивчаючи можливості застосування безпілотних літальних апаратів у досудовому розслідуванні, серед інших порушували, зокрема, питання, як-от: історія, сучасний стан та перспективи розвитку безпілотних літальних апаратів як технічно-судового засобу та об'єкта судового дослідження (Yefimenko, 2022; Yefimenko, & Sakovskyi, 2022); запровадження та становлення судової експертизи безпілотних літальних апаратів (Honcharuk, 2021); безпілотні літальні апарати і безпілотні літальні системи в контексті судових наук (Lafci et al., 2022); безпілотний літальний апарат як криміналістичний технічний засіб та об'єкт криміналістичного дослідження (Yefimenko, 2022); розглядають різні аспекти криміналістичного забезпечення використання безпілотного літального апарата (дрона) у досудовому розслідуванні (Renduchintala et al., 2019; Özfindik, 2021; Pathania et al., 2021; Beauregard et al., 2022; Thornton, & Bagheri Zadeh, 2022; Tychyna et al., 2023).

А втім, бракує ґрунтовних досліджень використання безпілотних літальних апаратів для вирішення завдань вибухово-технічної експертизи, започаткування ефективних методів і стратегій використання сучасних технологій, інноваційних способів використання БПЛА на підривних майданчиках, під час проведення судової вибухово-технічної експертизи, що сприятиме зменшенню кількості осіб, залучених до експертних експериментів, скороченню часу їх проведення, зниженню ризиків травмування або загибелі особового складу.

Науковий прогрес і технологічний розвиток зумовлюють постійне вдосконалення техніко-криміналістичних пристроїв, методів і способів, що дає змогу криміналістам більш ефективно розслідувати кримінальні правопорушення.

Мета статті – для вирішення завдань вибухово-технічної експертизи запропонувати інноваційний спосіб використання БПЛА на підривних

майданчиках, що дає змогу зменшити кількість осіб, залучених до експертних експериментів, та скорочує час їх проведення, уможливорює всебічну фіксацію етапів експертного експерименту, знижує ризик травмувань або загибелі залучених працівників. Для досягнення цієї мети потрібно: висвітлити напрями застосування та можливості БПЛА сучасних конструкцій; розкрити переваги запропонованого інноваційного способу використання БПЛА на підривних майданчиках під час проведення експертного експерименту. Результатом такого дослідження мають стати науково обґрунтовані пропозиції щодо використання БПЛА під час судової вибухово-технічної експертизи. Зокрема щодо інструктування учасників експертного експерименту з техніки безпеки, із застосування засобів комунікації тощо.

Матеріали та методи

У процесі дослідження окресленої проблематики проаналізовано наукові та інформаційні джерела за тематикою дослідження, з'ясовано рівень достатності в них профільної інформації для досягнення поставленої мети.

Методологічне підґрунтя дослідження становлять положення загальнонаукових методів дослідження, а саме аналіз, синтез, узагальнення, моделювання, експеримент.

Положення матеріалістичної діалектики дали змогу проведення дослідження, засноване на емпіричних даних, що забезпечує його комплексний характер і дає змогу об'єднати окремі результати дослідження в єдине ціле.

Результати та обговорення

За своїми функціональними можливостями БПЛА являє собою перспективний інструмент для дослідження місця події (DroneUA, n.d.; EASA, n.d.). Фахівці вважають (Tychyna et al., 2023, s. 296), що в умовах сьогодення його застосування в практичній діяльності правоохоронних органів вельми актуальне. БПЛА цивільного характеру не дуже дорогий. Базова модель коштує майже \$1000–2000, складніший пристрій – \$3000–4000. Немає особливих проблем і з визначенням характеристик БПЛА, технічних деталей, можливостей конкретної моделі чи пристрою. Утім забезпечення якості – важливий аспект, на який потрібно зважати. Без дотримання належних стандартів (стосується як обладнання, так і використовуваних методів) ефективність застосування БПЛА в розслідуванні протиправних дій може бути поставлена під сумнів.

Отже, як ефективний інструмент збирання криміналістично значущої інформації БПЛА використовують, зокрема, під час:

огляду великих за розміром територій (пошук видимих із повітря об'єктів унаслідок авіаційної катастрофи, незаконної порубки лісу, незаконного посіву та вирощування наркотиковмісних рослин, осіб, що переховуються від слідства та суду в густій місцевості тощо);

огляду місцевості в екстремальних умовах (наприклад, у процесі розслідування суспільно небезпечних діянь та ін.);

у разі потреби здійснення нагляду за учасниками дорожнього руху та їхніми транспортними засобами тощо;

огляду в процесі розслідування певних видів кримінальних правопорушень, як-от: проти життя та здоров'я особи; проти волі, честі та гідності особи; проти виборчих, трудових та інших особистих прав і свобод людини і громадянина; проти довкілля; проти громадської безпеки; проти безпеки виробництва; проти громадського порядку та моральності; у сфері обігу наркотичних засобів, психотропних речовин, їх аналогів або прекурсорів; проти авторитету органів державної влади, органів місцевого самоврядування, об'єднань громадян, а також проти журналістів; проти миру, безпеки людства та міжнародного правопорядку;

огляду місцевості на предмет наявності вибухонебезпечних речовин.

Вибір конкретної тактики, способів використання БПЛА у кожному з наведених випадків залежить не лише від кількості й типів БПЛА, які використовують працівники правоохоронних органів, їх технічних можливостей, розмірів обстежуваної території, погодних умов, часу доби, а й від поставленої мети, комплексу завдань, що потребують вирішення.

Законодавче врегулювання використання дронів у правоохоронній діяльності недосконале. Але в багатьох країнах (Bassi, 2019; Tsiamis et al., 2019; Vaudouin, 2021) роблять цілеспрямовані кроки для врегулювання відповідного законодавства (Truxal, & Scott, 2024). В Європі цим питанням опікується Європейська агенція з авіаційної безпеки EASA (Bassi, & Pagallo, 2022). Загальний підхід у врегулюванні використання дронів базується на оцінюванні ризиків, що від них походять (Ministerstvo obrony Ukrainy, 2016, Hruden 08, *Pro zatverdzhennia Pravyi*). Відповідно вирізняють три категорії дронів: низького ризику – авторизація для використання дрона не потрібна; середнього – необхідний дозвіл для початку використання БПЛА, є певні обмеження щодо його використання; високого ризику – літальний апарат має бути сертифікований, а пілот (оператор) повинен мати відповідну ліцензію.

В Україні відповідно до законодавства (Ministerstvo obrony Ukrainy, 2016, Hruden 08, *Pro zatverdzhennia Pravyi*) БПЛА підпадають під визна-

чення безпілотного повітряного судна. Такі пристрої наразі не підлягають обов'язковій реєстрації повітряних суден за умови, що їхня злітна вага не перевищує 20 кг і мета використання обмежується розвагами та спортом (Derzhavna aviatsiina sluzhba Ukrainy, 2019, Liutyi 05, *Aviatsiini pravyla Ukrainy*). Тобто звичайний цивільний БПЛА порівняно до радіокерованої авіамоделі за способом використання. Очевидно, що будь-яка інша мета використання БПЛА, аніж розваги, є підставою для реєстрації його як повітряного судна, що передбачає одержання від Державної авіаційної служби України відповідного сертифіката льотної придатності та реєстраційного номера.

Використання БПЛА у військових цілях регулюється відповідними нормативними актами Міністерства оборони України та Сил оборони України (Ministerstvo obrony Ukrainy, 2018, Serpen 10, *Pravyla tekhnichnoi ekspluatatsii*). В умовах воєнного стану в Україні обмежено використання для цивільних користувачів.

На основі узагальнення відомих класифікацій і тактико-технічних характеристик безпілотних літальних апаратів дослідники (Tymochko et al., 2007; Kupriianova, & Matiushenko, 2015; Rieznik et al., 2024) класифікують їх за такими основними критеріями: використання; тип системи керування; правила польоту; клас; тип крила; спосіб зльоту-посадки; тип двигуна; паливна система; тип паливного бака; кількість застосувань; категорія (зважаючи на масу і максимальну дальність дії); радіус дії; висота; функціональне призначення.

Загалом серед БПЛА розрізняють військові реактивні (рис. 1), літакового типу (рис. 2) і мультироторні (коптери) (рис. 3) за принципом створення тяги руху польоту.

Для виконання судових вибухово-технічних експертиз за технічними характеристиками найбільш придатні БПЛА типу «коптер». Коптери класифікують за кількістю приводних двигунів. Розрізняють три-, quadro-, гексо-, окто- та мультикоптери (рис. 3).

Зазвичай для відеозйомки, моделювання застосовують quadroкоптери. Найвідоміший сьогодні виробник quadroкоптерів, обладнаних камерою для високоякісної відеозйомки, – компанія DJI. Представлена вона, зокрема, такими моделями, як Phantom, Mavic, Inspire, Matrix (рис. 4).

Для покращання умов проведення судової вибухово-технічної експертизи було поставлено завдання створити спосіб і розробити методику використання БПЛА на підривних майданчиках, із функціями, спрямованими на зменшення кількості осіб, залучених до експертних експериментів, а також скорочення витрат часу на їх проведення, запобігання нещасним випадкам і

травмуванню осіб. Для його виконання найбільш прийнятний для застосування, що впливає з результатів аналізу конструкцій квадрокоптерів, літальний апарат моделі Phantom, обладнаний камерою для високоякісної відеозйомки.

Використовуючи БПЛА Phantom на підірвних майданчиках в експертних експериментах під час судової вибухово-технічної експертизи, проводять облітання й огляд означеної території, щоб

установити факт відсутності людей або тварин на безпечній відстані від місця підриву вибухового пристрою, а в разі його неспрацювання, тобто коли він не вибухнув, виконують підліт БПЛА до місця підриву вибухового пристрою, проводять його огляд із записом на технічний носій інформації, аналізують ситуацію, що виникла, за необхідності здійснюють доставку додаткових засобів для екстреного підриву.



БПЛА Tu-143



Надзвуковий БПЛА моделі Lockheed D-21



Турецький бойовий безпілотник MIUS

Рис. 1

Безпілотні літальні апарати на реактивній тязі (Sakovskiy et al., 2022)



БПЛА літакового типу моделі Сокіл-300



БПЛА літакового типу моделі Cetus



БПЛА літакового типу моделі М-7 «Небесний патруль»

Рис. 2

Безпілотні літальні апарати літакового типу (Sakovskiy et al., 2022)

Спосіб використання БПЛА (Kudinov et al., 2019) реалізують за методикою, що передбачає певну послідовність дій (рис. 5).

Проведення експертного експерименту під час судової вибухово-технічної експертизи реалізують так.

Спеціалісти вибухотехніки, зробивши закладку вибухового пристрою (1), відходять за межу безпечної відстані (2), позначену прапорцями.

Перед виконанням підриву оператор (3) піднімає БПЛА (4) за допомогою пульта керування (5) зі стартового майданчика (6) і здійснює обліт

уздовж межі безпечної відстані (2) за траєкторією (7) із метою встановлення факту відсутності людей або тварин і повертає БПЛА (4) на стартовий майданчик (6).

Виконують підрив вибухового пристрою (1). Якщо вибуховий пристрій (1) не спрацював (не вибухнув), оператор (3) виконує підліт БПЛА (4)

до вибухового пристрою (1) за траєкторією (8), його огляд із записом на технічний носій інформації, повернення БПЛА (4) на стартовий майданчик (6), а також аналізує ситуацію, що виникла. У разі необхідності виконує доставку БПЛА (4) додаткових засобів для екстреного підриву згідно з траєкторією (9).



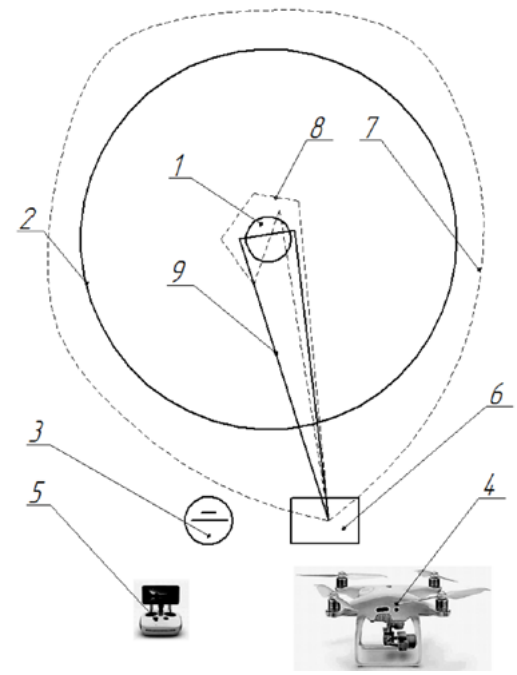
Рис. 3
Загальний вигляд конструкцій БПЛА типу «коптер»: а – квадрокоптер; б – гексокоптер; в – октокоптер (Sakovskiy et al., 2022)



Рис. 4
Загальний вигляд конструкцій квадрокоптерів компанії DJI: а – Phantom; б – Mavic; в – Inspire; г – Matrix (Obzor kvadrokopteroiv DJI: Mavic Pro, Inspire, Phantom 4, n.d.)

Рис. 5
Схема послідовності дій за використання способу застосування БПЛА на підривних майданчиках при проведенні експертних експертиз під час виконання судових вибухово-технічних експертиз:

- 1 – вибуховий пристрій; 2 – траєкторія межі безпечної відстані в разі вибуху; 3 – оператор; 4 – БПЛА; 5 – пульт керування БПЛА; 6 – стартовий майданчик; 7 – траєкторія польоту з метою встановлення факту відсутності людей або тварин; 8 – траєкторія польоту для огляду місця вибуху, якщо вибуховий пристрій не спрацював; 9 – траєкторія польоту для доставки БПЛА додаткових засобів для екстреного підриву



Отже, завдяки використанню БПЛА на підіривних майданчиках під час проведення судових вибухово-технічних експертиз забезпечується:

зменшення кількості осіб, залучених до проведення експертних експериментів (відпадає потреба у виставленні оточення; для керування БПЛА необхідна лише одна особа);

скорочення часу на проведення самого експертного експерименту (відпадає потреба в інструктажах, узгодженні команд і сигналів);

у разі неспрацювання, тобто коли вибухонебезпечний предмет не вибухнув, можливість дистанційного огляду місця здійснення його підризу з візуальним контролем ситуації, що склалась у реальному часі (максимальне наближення БПЛА до місця підризу);

можливість дистанційної доставки до місця проведення вибуху потрібних додаткових матеріалів, наприклад кішки з мотузкою або вибухового накладного заряду із засобом підризу з метою знищення об'єкта, що не спрацював (не вибухнув).

Висновки

Заналізовано сучасні конструкції БПЛА і методи, які можуть бути використані в досудовому

розслідуванні, запропоновано найбільш ефективний для застосування під час судової вибухово-технічної експертизи вид (модель) квадрокоптера, обладнаного камерою для високоякісної відеозйомки, моделі Phantom.

Надано науково обґрунтовані пропозиції щодо використання БПЛА під час судової вибухово-технічної експертизи, що полягають у використанні інноваційного способу використання безпілотних літальних апаратів на підіривних майданчиках під час судової вибухово-технічної експертизи, який дає змогу зменшити кількість осіб, залучених до експертних експериментів, значно скорочує час їх проведення і зменшує небезпеку для експертів у процесі вибухово-технічної експертизи. Крім того, використання БПЛА уможливорює всебічне фіксування етапів проведення експертного експерименту та значно знижує ризики травмування або загибелі залучених працівників.

Подяки

Немає.

Конфлікт інтересів

Немає.

References

- [1] Alawadhi, A., Eliopoulos, C., & Bezombes, F. (2023). The detection of clandestine graves in an arid environment using thermal imaging deployed from an unmanned aerial vehicle. *Journal of Forensic Sciences*, 68(4), 1286–1291. DOI: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.15280>
- [2] Azarenko, O., Honcharenko, Yu., Diviziniuk, M., Kamyshentsev, H., & Farrakhov, O. (2024). Deiaki aspekty klasyfikatsii bezpilotnykh litalnykh aparativ v interesakh zakhystu ob'ektiv krytychnoi infrastruktury. *InterConf*, 43(193), 624–637 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.03.2024.060>
- [3] Bassi, E. (2019). European Drones Regulation: Today's Legal Challenges. *2019 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*, 443–450. DOI: <https://doi.org/10.1109/icuas.2019.8798173>
- [4] Bassi, E., & Pagallo, U. (2022). A Guide to EU Drones Law, and its Work in Progress. *SSRN Electronic Journal*. DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4273048>
- [5] Baudouin, L. (2021). Visión general de la normativa francesa y europea sobre los aviones teledirigidos. *FORO. Revista de Derecho*, (36), 73–90. DOI: <https://doi.org/10.32719/26312484.2021.36.4>
- [6] Batrachenko, T. S., Rozghon, O. H., & Yefimova, I. V. (2024). Efektyvnist zastosuvannya bezpilotnykh litalnykh aparativ dlia foto- ta videozapysu v diialnosti Natsionalnoi politsii Ukrainy [Efficiency of unmanned aerial vehicles for photo and video recording in the activities of the National police of Ukraine]. *Yurydychnyi naukovyi elektronnyi zhurnal*, (1), 486–488 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0374/2024-1/113>
- [7] Beauregard, M. S., Mayercsik, N. P., & Pietersen, R. A. (2022). A Critical Assessment of Unmanned Aerial System Usage and Data Analysis in Forensic Assessment. *Forensic Engineering 2022*, 537–550. DOI: <https://doi.org/10.1061/9780784484548.056>
- [8] Braslavskaya, O., Dets, T., & Rozhi, T. (2023). Rol heodezii u rozvytku dron-tekhnologii dlia vymiryuvannya, kartohrafuvannya ta monitorynhu terytorii [The role of geodesy in the development of drone technologies for measuring, mapping and monitoring territories]. *Prostorovyi rozvytok*, (5), 268–285 [in Ukrainian]. DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.5.268-285>
- [9] Derzhavna aviatsiina sluzhba Ukrainy. (2019, Liutyi 05). *Aviatsiini pravyla Ukrainy, Chastyna 47 «Pravyla reiestratsii tsyvilnykh povitrianykh suden v Ukraini»: zatv. nakazom (No 153)* [in Ukrainian]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0240-19#Text>
- [10] DroneUA. (n.d.). Official dealer of DJI products in Ukraine. drone.ua. Retrieved Cherven 09, 2024, from <https://drone.ua/dji/dji/gclid=CLr72ZTUodQCFQWUsgodw50FCQ>
- [11] Dudnik, F., Tyshchenko, O., & Yaremenko, D. (2024). Ohliad suchasnykh tekhnichnykh ta prohramnykh rishenn dlia upravlinnia BPLA [Overview of modern technical and software solutions for UAV control]. *Informatsiini tekhnologii*

- ta suspilstvo*, 4(15), 44–50 [in Ukrainian].
DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2024.4.8>
- [12] EASA. (n.d.). Civil drones. [easa.europa.eu](https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/civil-drones-rpas). Retrieved Cherven 09, 2024, from <https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/civil-drones-rpas>
- [13] Grzyb, Ł., & Gazda, K. (2024). UAV FORENSICS. *Cybersecurity & Cybercrime*, 1(4), 195–212.
DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.7105>
- [14] Honcharuk, H. M. (2021). Zaprovdzhennia ta stanovlennia sudovoi ekspertyzy bezpilotnykh litalnykh aparativ [Introduction and formation of forensic examination of unmanned aerial vehicles]. *Vcheni zapysky TNU imeni V. I. Vernadskoho. Serii: Yurydychni nauky*, 32(71)2, 70–75 [in Ukrainian].
DOI: [10.32838/TNU-2707-0581/2021.2/012](https://doi.org/10.32838/TNU-2707-0581/2021.2/012)
- [15] Ivanenko, Yu. V., Liashenko, O. S., & Filimonchuk, T. V. (2023). Ohliad metodiv keruvannia bezpilotnykh litalnykh aparatamy [A survey of control methods for unmanned aerial vehicle]. *Systemy upravlinnia, navihatsii ta zviazku*, 1(71), 26–30 [in Ukrainian].
DOI: <https://doi.org/10.26906/sunz.2023.1.026>
- [16] Kudinov, O. O., Hanzhiuk, A. L., Kravchuk, O. V., & Hordieiev, A. I. (2019). *Sposib vykorystannia MBLA na pidryvnykh maidanchykhakh pry provedenni ekspertnykh eksperymentiv pid chas vykonannia sudovykh vybukhovo-tekhnychnykh ekspertyz.* (Patent Ukrainy na korysnu model No 136843). MPK G05B 17/00. No u2019024353; zaiav. 13.03.2019; opubl. 10.09.2019. Biul. No 17 [in Ukrainian].
- [17] Kupriianova, V. S., & Matiushenko, I. Yu. (2015). Stan ta perspektyvy rozvytku bezpilotnykh litalnykh aparativ v Ukraini. *Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti*, (50), 334–340 [in Ukrainian].
DOI: <https://doi.org/10.18664/338.47:338.45.v0i50.53251>
- [18] Lafci, B., Taş, E. G., & Cantürk, N. (2022). The importance of unmanned aerial vehicles and unmanned aerial vehicle systems in terms of forensic sciences. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*, 11(2), 305–332.
DOI: <https://doi.org/10.28956/gbd.1212382>
- [19] Ministerstvo oborony Ukrainy. (2016, Hruden 08). *Pro zatverdzhennia Pravyl vykonannia polotiv bezpilotnykh aviatsiinykh kompleksamy derzhavnoi aviatsii Ukrainy: nakaz* (No 661) [in Ukrainian].
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0031-17>
- [20] Ministerstvo oborony Ukrainy. (2018, Serpen 10). *Pravyla tekhnichnoi ekspluatatsii bezpilotnykh aviatsiinykh kompleksiv I klasu derzhavnoi aviatsii Ukrainy: zatv. nakazom* (No 401) [in Ukrainian].
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1062-18#Text>
- [21] Nègre, P., Mahé, K., & Cornacchini, J. (2025). Unmanned aerial vehicle (UAV) paired with LiDAR sensor to detect bodies on surface under vegetation cover: Preliminary test. *Forensic Science International*, (369), 112411.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2025.112411>
- [22] *Obzor kvadropteroz DJI: Mavic Pro, Inspire, Phantom 4.* (n.d.). Tekhno yizhak.
https://ti.ua/news/review_dji
- [23] Özfindık, Ö. (2021). İnsansız hava araçlarının adli bilişim açısından incelenmesi. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*, 10(2), 425–446.
DOI: <https://doi.org/10.28956/gbd.1028641>
- [24] Pathania, A., Gangwar, D. P., Shivanshu, Poonam, & Arpita, A. (2021). Unmanned Aerial Vehicle Forensic Investigation Process : Dji Phantom 4 Drone as A Case Study. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*, 7(4), 593–599.
DOI: <https://doi.org/10.32628/cseit2174136>
- [25] Renduchintala, A., Jahan, F., Khanna, R., & Javaid, A. Y. (2019). A comprehensive micro unmanned aerial vehicle (UAV/Drone) forensic framework. *Digital Investigation*, (30), 52–72.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diin.2019.07.002>
- [26] Rieznik, V. I., Remez, A. V., & Sieriakov, I. I. (2024). Napriamy rozvytku bezpilotnykh litalnykh aparativ naprykintsi XX – u pershii chverti XXI stolittia. *Povitriana mits Ukrainy*, 1(6), 81–86 [in Ukrainian].
DOI: <https://doi.org/10.33099/2786-7714-2024-1-6-81-86>
- [27] Sakovskyi, A. A., Naumenko, S. M., Kravchenko, S. I., Yefimenko, I. M., Bilozorov, Ye. V., Zasenka, B. V., & Patyk, A. A. (2022). *Osoblyvosti zastosuvannia bezpilotnykh litalnykh aparativ orhanamy ta pidrozdilamy politsii: metod. rek.* Kyiv: Natsionalna akademiia vnutrishnikh sprav [in Ukrainian].
- [28] Tan, L., Liu, Z., Liu, H., Li, D., & Zhang, C. (2024). A Real-Time Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Aerial Image Object Detection Model. U 2024 *International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)* (pp. 1–7). Yokohama, Japan.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ijcnn60899.2024.10650543>
- [29] Thornton, G., & Bagheri Zadeh, P. (2022). An investigation into Unmanned Aerial System (UAS) forensics: Data extraction & analysis. *Forensic Science International: Digital Investigation*, (41), 301379.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2022.301379>
- [30] Truxal, S., & Scott, B. I. (2024). 4: The regulation of unmanned aircraft systems in the European Union. In *Civil Regulation Of Autonomous Unmanned Aircraft Systems In Europe* (pp. 31–63). Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing.
DOI: <https://doi.org/10.4337/9781035312344.00008>
- [31] Tsiamis, N., Efthymiou, L., & Tsagarakis, K. P. (2019). A Comparative Analysis of the Legislation Evolution for Drone Use in OECD Countries. *Drones*, 3(4), 75.
DOI: <https://doi.org/10.3390/drones3040075>
- [32] Tychyna, D. M., Antoshchuk, A. O., & Pertsev, R. V. (2023). Kryminalistychnye zabezpechennia vykorystannia bezpilotnoho litalnoho aparatu (dronu) u dosudovomu rozsliduvanni [Forensic support for the use of an unmanned

- aerial vehicle (drone) in a pre-trial investigation]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriya: Pravo*, 78(2), 291–297 [in Ukrainian].
DOI: <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2023.78.2.46>
- [33] Tymochko, O. I., Holubnychyi, D. Yu., Tretiak, V. F., & Ruban, I. V. (2007). Klyasyfikatsiia bezpilotnykh litalnykh aparativ. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*, 1(9), 61–66 [in Ukrainian].
<https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/878899d8-b7a7-4481-af22-9835c0748ba0/content>
- [34] Wang, C., & Yi, H. (2025). DGBL-YOLOv8s: An Enhanced Object Detection Model for Unmanned Aerial Vehicle Imagery. *Applied Sciences*, 15(5), 2789.
DOI: <https://doi.org/10.3390/app15052789>
- [35] Yefimenko, I. (2022). Unmanned aerial vehicle as a forensic technical tool and object of forensic research. *Law Journal of the National Academy of Internal Affairs*, 12(4), 61–71.
DOI: <https://doi.org/10.56215/04221204.61>
- [36] Yefimenko, I., & Sakovskiy, A. (2022). History, Current State, and Prospects of Development of Unmanned Aerial Vehicles as a Technical and Forensic Tool and Object of Forensic Research. *Scientific Journal of the National Academy of Internal Affairs*, 2(27), 75–86.
DOI: <https://doi.org/10.56215/0122272.75>
- [37] Zhao, X., & Chen, Y. (2024). YOLO-DroneMS: Multi-Scale Object Detection Network for Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Images. *Drones*, 8(11), 609.
DOI: <https://doi.org/10.3390/drones8110609>
- [38] Zub, A. A. (2025). Zastosuvannia bezpilotnykh tekhnolohii dlia okhorony ob'ektiv krytychnoi infrastruktury [Application of unmanned technologies for the protection of critical infrastructure facilities]. *Ekspert: paradyhmy yurydychnykh nauk i derzhavnoho upravlinnia*, 1(33), 28–32 [in Ukrainian].
DOI: [https://doi.org/10.32689/2617-9660-2025-1\(33\)-28-32](https://doi.org/10.32689/2617-9660-2025-1(33)-28-32)

Список використаних джерел

- [1] Alawadhi A., Eliopoulos C., Bezombes F. The detection of clandestine graves in an arid environment using thermal imaging deployed from an unmanned aerial vehicle. *Journal of Forensic Sciences*. 2023. No 68(4). P. 1286–1291.
DOI: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.15280>
- [2] Азаренко О. В., Гончаренко Ю. Ю., Дівізінюк М. М., Камишенцев Г. В., Фаррахов О. В. Деякі аспекти класифікації безпілотних літальних апаратів в інтересах захисту об'єктів критичної інфраструктури. *InterConf*. 2024. № 43(193). С. 624–637.
URL: <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.03.2024.060>
- [3] Bassi E. European Drones Regulation: Today's Legal Challenges. *2019 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS)*. 2019. P. 443–450.
DOI: <https://doi.org/10.1109/icuas.2019.8798173>
- [4] Bassi E., Pagallo U. A Guide to EU Drones Law, and its Work in Progress. *SSRN Electronic Journal*. 2022.
DOI: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4273048>
- [5] Baudouin L. Visión general de la normativa francesa y europea sobre los aviones teledirigidos. *FORO. Revista de Derecho*. 2021. No 36. P. 73–90.
DOI: <https://doi.org/10.32719/26312484.2021.36.4>
- [6] Батраченко Т. С., Розгон О. Г., Єфімова І. В. Ефективність застосування безпілотних літальних апаратів для фото- та відеозапису в діяльності Національної поліції України. *Юридичний науковий електронний журнал*. 2024. № 1. С. 486–488.
DOI: <https://doi.org/10.32782/2524-0374/2024-1/113>
- [7] Beauregard M. S., Mayersick N. P., Pietersen R. A. A Critical Assessment of Unmanned Aerial System Usage and Data Analysis in Forensic Assessment. *Forensic Engineering 2022*. 2022. P. 537–550.
DOI: <https://doi.org/10.1061/9780784484548.056>
- [8] Браславська О., Дець Т., Рожі Т. Роль геодезії у розвитку дрон-технологій для вимірювання, картографування та моніторингу територій. *Просторовий розвиток*. 2023. № 5. С. 268–285.
DOI: <https://doi.org/10.32347/2786-7269.2023.5.268-285>
- [9] Авіаційні правила України, Частина 47 «Правила реєстрації цивільних повітряних суден в Україні»: затв. наказом Державної авіаційної служби України від 05.02.2019 № 153.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/en/z0240-19?lang=uk#Text>
- [10] DroneUA. Official dealer of DJI products in Ukraine. *drone.ua*
URL: <https://drone.ua/dji/dji/gclid=CLr72ZTUodQCFQWUsgodw50FCQ> (дата звернення: 09.06.2024)
- [11] Дуднік Ф., Тищенко О., Яременко Д. Огляд сучасних технічних та програмних рішень для управління БПЛА. *Інформаційні технології та суспільство*. 2024. № 4(15). С. 44–50.
DOI: <https://doi.org/10.32689/maup.it.2024.4.8>
- [12] EASA. Civil drones. *easa.europa.eu*
URL: <https://www.easa.europa.eu/easa-and-you/civil-drones-gras> (дата звернення: 09.06.2024)
- [13] Grzyb Ł., Gazda K. UAV FORENSICS. *Cybersecurity & Cybercrime*. 2024. No 1(4). P. 195–212.
DOI: <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.7105>
- [14] Гончарук Г. М. Запровадження та становлення судової експертизи безпілотних літальних апаратів. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Юридичні науки*. 2021. Т. 32(71). № 2. С. 70–75.
DOI: <https://doi.org/10.32838/TNU-2707-0581/2021.2/012>
- [15] Іваненко Ю. В., Ляшенко О. С., Філімончук Т. В. Огляд методів керування безпілотними літальними апарата-

- ми. *Системи управління, навігації та зв'язку*. 2023. № 1(71). С. 26–30.
DOI: <https://doi.org/10.26906/sunz.2023.1.026>
- [16] Кудінов О. О., Ганзюк А. Л., Кравчук О. В., Гордєєв А. І. *Спосіб використання МБЛА на підірваних майданчиках при проведенні експертних експериментів під час виконання судових вибухово-технічних експертиз* (Пат. України на корисну модель № 136843). МПК G05B 17/00. № u201902453; заяв. 13.03.2019; опубл. 10.09.2019. Бюл. № 17. 4 с.
- [17] Купріянова В. С., Матюшенко І. Ю. Стан та перспективи розвитку безпілотних літальних апаратів в Україні. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2015. № 50. С. 334–340.
DOI: <https://doi.org/10.18664/338.47:338.45.v0i50.53251>
- [18] Lafci B., Taş E. G., Cantürk N. The importance of unmanned aerial vehicles and unmanned aerial vehicle systems in terms of forensic sciences. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*. 2022. No 11(2). P. 305–332.
DOI: <https://doi.org/10.28956/gbd.1212382>
- [19] Про затвердження Правил виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України : наказ М-ва оборони України від 08.12.2016 № 661.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0031-17>
- [20] Правила технічної експлуатації безпілотних авіаційних комплексів І класу державної авіації України : затв. наказом М-ва оборони України від 10.08. 2018 № 401.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1062-18#Text>
- [21] Nègre P., Mahé K., Cornacchini J. Unmanned aerial vehicle (UAV) paired with LiDAR sensor to detect bodies on surface under vegetation cover: Preliminary test. *Forensic Science International*. 2025. No 369. Art. 112411.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2025.112411>
- [22] Обзор квадрокоптеров DJI: Mavic Pro, Inspire, Phantom 4. *Техно їжак*. [б.д.].
URL: https://ti.ua > news > rewev_dji
- [23] Özfindık Ö. İnsansız hava araçlarının adli bilişim açısından incelenmesi. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*. 2021. No 10(2). P. 425–446.
DOI: <https://doi.org/10.28956/gbd.1028641>
- [24] Pathania A., Gangwar D. P., Shivanshu, Poonam, Arpita A. 2021. Unmanned Aerial Vehicle Forensic Investigation Process : Dji Phantom 4 Drone as A Case Study. *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*. 2021. No 7(4). P. 593–599.
DOI: <https://doi.org/10.32628/cseit2174136>
- [25] Renduchintala A., Jahan F., Khanna R., Javaid A. Y. A comprehensive micro unmanned aerial vehicle (UAV/Drone) forensic framework. *Digital Investigation*. 2019. No 30. P. 52–72.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.diin.2019.07.002>
- [26] Резнік В. І., Ремез А. В., Серяков І. І. Напрями розвитку безпілотних літальних апаратів на прикінці ХХ – у першій чверті ХХІ століття. *Повітряна міць України*. 2024. № 1(6). С. 81–86.
DOI: <https://doi.org/10.33099/2786-7714-2024-1-6-81-86>
- [27] Саковський А. А., Науменко С. М., Кравченко С. І., Єфіменко І. М., Білозьоров Є. В., Засенко Б. В., Патик А. А. Особливості застосування безпілотних літальних апаратів органами та підрозділами поліції : метод. рек. Київ : Національна акад. внутр. справ. 2022. 72 с.
- [28] Tan L., Liu Z., Liu H., Li D., Zhang C. A Real-Time Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Aerial Image Object Detection Model. 2024 *International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)*. Yokohama, Japan, 2024. P. 1–7.
DOI: <https://doi.org/10.1109/ijcnn60899.2024.10650543>
- [29] Thornton G., Bagheri Zadeh P. An investigation into Unmanned Aerial System (UAS) forensics: Data extraction & analysis. *Forensic Science International: Digital Investigation*. 2022. No 41. Art. 301379.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fsidi.2022.301379>
- [30] Truxal S., Scott B. I. 4: The regulation of unmanned aircraft systems in the European Union. *Civil Regulation Of Autonomous Unmanned Aircraft Systems In Europe*. Cheltenham, UK : Edward Elgar Publishing. 2024. P. 31–63.
DOI: <https://doi.org/10.4337/9781035312344.00008>
- [31] Tsiamis N., Efthymiou L., Tsagarakis K. P. A Comparative Analysis of the Legislation Evolution for Drone Use in OECD Countries. *Drones*. 2019. No 3(4). P. 75.
DOI: <https://doi.org/10.3390/drones3040075>
- [32] Тичина Д. М., Антощук А. О., Перцев Р. В. Криміналістичне забезпечення використання безпілотного літального апарату (дрону) у досудовому розслідуванні. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія : Право*. 2023. Вип. 78. Ч. 2. С. 291–297.
DOI: <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2023.78.2.46>
- [33] Тимочко О. І., Голубничий Д. Ю., Третяк В. Ф., Рубан І. В. Класифікація безпілотних літальних апаратів. *Системи озброєння і військова техніка*. 2007. № 1(9). С. 61–66.
URL: <https://openarchive.nure.ua/server/api/core/bitstreams/878899d8-b7a7-4481-af22-9835c0748ba0/content>
- [34] Wang C., Yi H. DGBL-YOLOv8s: An Enhanced Object Detection Model for Unmanned Aerial Vehicle Imagery. *Applied Sciences*. 2025. No 15(5). Art. 2789.
DOI: <https://doi.org/10.3390/app15052789>
- [35] Yefimenko I. Unmanned aerial vehicle as a forensic technical tool and object of forensic research. *Law Journal of the National Academy of Internal Affairs*. 2022. No 12(4). P. 61–71.
DOI: <https://doi.org/10.56215/04221204.61>
- [36] Yefimenko I., Sakovskiy A. History, Current State, and Prospects of Development of Unmanned Aerial Vehicles as a Technical and Forensic Tool and Object of Forensic Research. *Scientific Journal of the National Academy of Internal*

Affairs. 2022. No 2(27). P. 75–86.

DOI: <https://doi.org/10.56215/0122272.75>

- [37] Zhao X., Chen Y. YOLO-DroneMS: Multi-Scale Object Detection Network for Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Images. *Drones*. 2024. No 8(11). Art. 609.

DOI: <https://doi.org/10.3390/drones8110609>

- [38] Зуб А. А. Застосування безпілотних технологій для охорони об'єктів критичної інфраструктури. *Експерт: парадигми юридичних наук і державного управління*. 2025. № 1(33). С. 28–32.

DOI: [https://doi.org/10.32689/2617-9660-2025-1\(33\)-28-32](https://doi.org/10.32689/2617-9660-2025-1(33)-28-32)

Стаття надійшла до редакції 29.04.2025

Рецензовано 28.07.2025

O. Punda,

*Dr. Sc. (Law), Associate Professor,
Head of the Department of Education and Science of the
Khmelnyskyi Regional Military Administration,
Professor of the Department of Law,
Khmelnyskyi National University, Khmelnytskyi
11 Instytutska St., Khmelnytskyi, 29016, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9175-3141>*

O. Kravchuk,

*Dr. Sc. (Public Administration), Professor,
Deputy Head of Center,
Khmelnitsky Scientific Research Forensic Center,
MIA of Ukraine
12 Molodizhna St., Khmelnytskyi, 29019, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7002-4070>*

A. Hordieiev,

*Dr. Sc. (Technology), Professor,
Specialist of the I Category of the Activity Support Department,
Khmelnitsky Scientific Research Forensic Center,
MIA of Ukraine
12 Molodizhna St., Khmelnytskyi, 29019, Ukraine
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4494-4348>*

USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES TO SOLVE THE TASKS OF EXPLOSIVE-TECHNICAL EXPERTISE

Abstract. Based on the analysis of modern designs of unmanned aerial vehicles and methods that can be used to solve the tasks of explosive-technical expertise, an innovative method of using unmanned aerial vehicles at blasting sites is proposed, which, in fact, determines the purpose of this scientific article. The reliability of the obtained results and conclusions is ensured by the use of general scientific (empirical and theoretical) and special research methods. Thus, in particular, general scientific research methods (analysis, synthesis, generalization) characterize scientific and information sources on the topic of the study, and the level of sufficiency of profile information in them to achieve the set goal is clarified. The systematic approach to conducting the study ensured its comprehensive nature and made it possible to combine individual research results into a single whole. Scientific novelty. In the context of further development of the direction of using special technical equipment in the investigation of certain types of criminal offenses, analyzing the objects under study, an innovative method of using unmanned aerial vehicles at blasting sites during forensic explosives and technical examination was initiated, which makes it possible to reduce the number of people involved in expert experiments and significantly reduces the time for their conduct. In addition, the use of unmanned aerial vehicles makes it possible to comprehensively record the stages of the expert experiment, significantly reduces the risk of injury or death of the workers involved. In addition, modern designs of unmanned aerial vehicles and methods that can be used in the investigation of criminal offenses were analyzed, and the most suitable quadcopter for use in explosives and technical studies, equipped with a camera for high-quality video recording, the Phantom model, was proposed.

Keywords: drone; unmanned system; a method of solving the tasks of forensic explosives and technical examinations; expert experiment; forensic support; inspection of the scene of the incident; an innovative method.