

**ТИЧИНА Д. М.,**

доктор юридичних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник наукової лабораторії з проблем протидії злочинності  
(Національна академія внутрішніх справ)

**ПЕРЦЕВ Р. В.,**

доктор філософії в галузі права, заступник начальника слідчо-криміналістичного відділу  
(Центральний округ поліції Ізраїля)

**АНТОЩУК А. О.,**

кандидат юридичних наук, доцент, завідувач кафедри криміналістики та судової медицини  
(Національна академія внутрішніх справ)

УДК 343.98

DOI <https://doi.org/10.32842/2078-3736/2024.4.43>**ІНОЗЕМНИЙ ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВІЗОРА  
НА БЕЗПЛОТНОМУ ЛІТАЛЬНОМУ АПАРАТІ (ДРОНІ)  
ПРИ ПРОВЕДЕННІ ОГЛЯДУ МІСЦЯ ПОДІЇ**

Для виконання завдань кримінального провадження в частині захисту особи, суспільства та держави від кримінальних правопорушень, охорони прав, свобод та законних інтересів учасників кримінального провадження, а також забезпечення швидкого, повного та неупередженого розслідування, діяльність слідчого на початковому етапі досудового розслідування повинна бути єдиною, взаємозалежною системою процесуальних дій, спрямованих на виявлення, фіксацію, вилучення та дослідження слідів кримінального правопорушення, встановлення особи злочинця та жертви злочинного посягання, визначаючи подальшу спрямованість наступного етапу розслідування. Тому, досудове розслідування у кримінальних провадженнях, у тому числі, зумовлює пошук новітніх науково-технічних засобів з використанням цифрових технологій.

Практичне використання безпілотних літальних апаратів (дронів) (БПЛА) різко зросло за останні два десятиріччя, що зробило їх доволі дієвим інструментом у різних сферах суспільної діяльності й призвело до значної кількості наукових розробок. Такі технології стали повсякденною та невід'ємною частиною нашого суспільства, що пов'язано зі швидким технологічним розвитком, комп'ютеризацією, мобільністю, безпечністю, легкістю, надійністю, доступністю та економічною вигідністю.

Поряд з цим, за допомогою тепловізійних (інфрачервоних) камер, встановлених на дронах можливий пошук та розпізнання людського тіла, зокрема



при пошуково-рятувальних операціях, пошуку постраждалих за кровотокою, а також у кримінальних провадженнях при пошуку трупів за їх тепловим слідом з огляду на важкодоступність місць, умов події.

Таким чином, головна мета цього дослідження – надати практичні рекомендації до використання на БПЛА тепловізора для пошуку жертв під час огляду важкодоступних місць події та пошуково-рятувальних операцій. Викладені положення та практичні рекомендації актуальні у контексті використання сучасних технологій працівниками органів досудового розслідування у кримінальних провадженнях.

**Ключові слова:** тепловізор, безпілотний летальний апарат, дрон, кримінальне правопорушення, розслідування, огляд місця події, слідчий, спеціаліст, експерт, спеціальні знання.

### **Tychyna D. M., Pertsev R. V., Antoshchuk A. O. Foreign experience of using thermal imaging on an unmanned flight apparatus (dron) when conducting an inspection of the scene of the event**

In order to fulfill the tasks of criminal proceedings in terms of protecting the person, society and the state from criminal offenses, protecting the rights, freedoms and legitimate interests of the participants in criminal proceedings, as well as ensuring a quick, complete and impartial investigation, the activity of the investigator at the initial stage of the pre-trial investigation should be uniform, an interdependent system of procedural actions aimed at identifying, recording, removing and investigating traces of a criminal offense, establishing the identity of the criminal and the victim of a criminal offense, determining the further direction of the next stage of the investigation. Therefore, pre-trial investigation in criminal proceedings, including, requires the search for the latest scientific and technical means using digital technologies.

The practical use of unmanned aerial vehicles (drones) (UAVs) has grown dramatically over the past two decades, making them quite effective tools in various spheres of social activity and leading to a significant amount of scientific developments. Such technologies have become an everyday and integral part of our society, which is associated with rapid technological development, computerization, mobility, safety, ease, reliability, availability and economic profitability.

In addition, with the help of thermal imaging (infrared) cameras installed on drones, it is possible to search and recognize the human body, in particular during search and rescue operations, searching for victims by bleeding, as well as in criminal proceedings when searching for corpses by their heat trace due to difficult accessibility places, conditions of the event.

Thus, the main goal of this study is to provide practical recommendations for the use of a thermal imager on a UAV to search for victims during the inspection of hard-to-reach crime scenes and search and rescue operations. The stated provisions and practical recommendations are relevant in the context of the use of modern technologies by employees of pre-trial investigation bodies in criminal proceedings.

**Key words:** thermal imager, unmanned aerial vehicle, drone, criminal offense, investigation, scene inspection, investigator, specialist, expert, special knowledge.

**Вступ.** Виконання завдань кримінального провадження в частині захисту особи, суспільства та держави від кримінальних правопорушень, охорони прав, свобод та законних інтересів учасників кримінального провадження, а також забезпечення швидкого, повного та неупередженого розслідування [1], неможливе без комплексного використання спеціальних знань у різноманітних формах. У зв'язку з приведенням кримінального процесуального



законодавства України у відповідність з міжнародними стандартами та запровадження змагальної моделі судочинства, особливої актуальності набуває переосмислення теоретичних, правових і праксеологічних основ використання сторонами кримінального провадження спеціальних криміналістичних знань і техніко-криміналістичних засобів з метою отримання орієнтуючої та доказової інформації [2].

У широкому значенні, тепловізор (інфрачервона камера) – оптико-електронний прилад для візуалізації температурного поля та вимірювання температури. Переважно працює в інфрачервоній частині електромагнітного спектру – теплові зображення утворюються завдяки зміщенню максимумів спектрів власного випромінювання тіл під час їх нагрівання у короткохвильову область [3]. Тобто, тепловізор – це портативний або стаціонарний пристрій, здатний реєструвати тепловий розподіл температури об'єкта, що досліджується, в інфрачервоному діапазоні.

У вузькому розумінні, тепловізор – це пристрій, який допомагає побачити невидимі для людського ока теплові випромінювання від різних предметів, істот та людей з точністю від 0,1°C і вище у вигляді спеціальної теплової мапи. Палітра теплової мапи може бути різною, що дозволяє підібрати зображення, яке найкраще підходить до конкретної ситуації. Основним завданням є безконтактне вимірювання температури об'єктів неживої і живої природи, пошук людей тощо [4].

Перші прототипи тепловізора застосовувалися в основному в промисловості з основним завданням – відображення відмінностей температури на поверхні розглянутого об'єкта. Однак, із розвитком технологій з'явилася більш потужна тепловізійна оптика, яка дозволяє бачити на багато кілометрів [5].

Водночас, БПЛА – це невеликий керований літальний апарат, яким можна керувати дистанційно. За останні роки, їх суспільне використання значно розширилося від військового до приватного сектора, промисловості та суспільства загалом. Така популярність частково залежить від того, що на БПЛА сьогодні більш прийнятна ціна, яка зумовила їх використання в широкому діапазоні сфер діяльності – комерційних та державних, а також військових. Крім того, БПЛА вивчалися для використання в правоохоронних органах (наприклад, для патрулювання та поліцейського спостереження, пошуково-рятувальних операцій та виявлення браконьєрства) [6]. Не осторонь і залишилася практика діяльності при розслідуванні кримінальних правопорушень.

В умовах воєнних дій, науково-технічного прогресу, техніко-криміналістичне забезпечення розслідування тяжких та особливо тяжких злочинів набуває особливого значення та потребує окремого комплексного дослідження, у тому числі, з урахуванням досвіду іноземних країн, які змогли акумулювати технічні інновації у боротьбі зі злочинністю.

**Постановка завдання.** Метою статті є узагальнення іноземного досвіду використання тепловізора на безпілотному літальному апараті (дроні) при проведенні огляду місця події.

**Результати дослідження.** Сьогодні, існує широкий спектр БПЛА, так званих дронів, різних за можливостями і характеристиками. БПЛА – це літальний апарат без пілота-людини на борту та тип безпілотного літального апарату. БПЛА є компонентом безпілотної авіаційної системи (БАС), яка включає БПЛА, наземний контролер і систему зв'язку між ними. Політ БПЛА може здійснюватися з різним ступенем автономності: або під дистанційним керуванням людини-оператора або автономно бортовими комп'ютерами. Вони можуть знімати відео та зображення в реальному часі, передавати їх на віддалений сервер для зберігання та подальшого використання [7, с. 292].

Практичне використання БПЛА різко зросло за останні два десятиліття, що зробило їх досить дієвим інструментом у різних галузях життєдіяльності та призвело до значної кількості наукових розробок [8]. Здатність зависати та маневрувати за допомогою оператора або летіти за заданою програмою робить їх цінними інструментами у багатьох галузях. Захоплюючи зображення з різних кутів та висот, дрони можуть отримувати якісні знімки з повітря, що охоплюють довільні області та великі території. Наприклад, дрони можуть виступати як економічна альтернатива гелікоптерам при пошуку постраждалих, загиблих та



огляду великої або важкодоступної території місця події. Тим самим, екіпаж не наражається на ризик.

Для збільшення ефективності дронів при огляді місця події додатково до наявної камери зображення RGB можна встановити тепловізійну камеру (тепловізор), яка реєструє інфрачервоне випромінювання, що випускається об'єктами [9; 10]. Таке випромінювання невидиме для людського ока, але тепловізор перетворює його на видиме зображення. Тепловізор не вимагає підсвічування або навколишнього світла, проникаючи крізь перешкоди, включаючи дим, пил, серпанок, світле листя тощо.

Місця вчинення кримінальних правопорушень або надзвичайних ситуацій можуть відрізнятися один від одного за розміром і протяжністю, або включати безліч постраждалих, які мають травми різного ступеня тяжкості. Тому, наприклад, швидке виявлення таких постраждалих, особливо з великою кровотечею, набуває ще більшої актуальності при врятуванні життя й збереження місця події. Що стосується розташування місця, де сталася надзвичайна ситуація чи кримінальне правопорушення, то їх географічне положення може також бути важкодоступним через ліси, перепади висот (гори, мости, пагорби тощо) або навіть умови освітленості (день/ніч/вечір). Тому природня обстановка може ускладнити доступ до місця події, або, наприклад, окрім того, сприяти зниженню температури тіла жертви та призвести до смерті [11].

Дрони набувають все більшого значення в роботі екстрених служб і можуть надати підтримку поліції та рятувальникам у надзвичайних ситуаціях. Якщо зважати на те, що кровотеча – одна з основних причин смерті при травмах, критична кровотеча у пацієнтів має бути виявлена якнайшвидше з метою збереження життя пацієнта. За цим напрямом, варто зауважити, що теплове випромінювання, також зване інфрачервоним випромінюванням (IR), у своїй основі є коливаннями атомних частинок. Тепловий сигнал, випромінюваний об'єктами є прямим результатом ступеня руху складових атомів – більш високий ступінь руху відповідає підвищеній температурі. Вивчення та застосування таких теплових сигналів, відомих як термографія, дозволяє використовувати теплові зображення практично [12].

Хоча люди мають здатність сприймати тепло, візуалізація інфрачервоного випромінювання залишається невливою через виникнення на електромагнітній довжині хвилі, яка непомітна людському оку. Для того, щоб зробити такі інфрачервоні сигнатури видимими, були розроблені тепловізори, що перетворюють їх на формат помітний зору людини.

Закріплення до БПЛА тепловізора здійснюється за допомоги підвісу, що забезпечує стабілізацію зображення, обертання об'єктива на 360 градусів. Теплові датчики вбудовані в ці складні камери (мікроболометр – microbolometers) за останні роки зазнали значних удосконалень, а тому використання тепловізорів не вимагає застосування охолоджуючих матеріалів, що робить їх економічнішими та чутливішими [13].

Тепловізійні камери встановлені на дронах, можуть визначати температуру поверхні багатьох об'єктів, за деякими винятками – поліровані, що відображають об'єкти з низьким коефіцієнтом випромінювання; блискучі поверхні, не поглинають суттєвого тепла і тому їх важко виявити тепловізорами. Навпаки, об'єкти з високим коефіцієнтом випромінювання, такі як дерево, бетон та люди легко скануються. Знімаючи теплові дані за допомогою своїх інфрачервоних камер, БПЛА відображають інформацію у вигляді звичайного зображення, яке аналізується операторами [14].

Використання дронів для виявлення кровотеч може бути корисним для поліцейських та рятувальних служб під час пригод з великою кількістю постраждалих та їх пошуку, особливо в нічний час. Крім того, можна припустити, що теплові зображення мають перевагу перед зображеннями RGB, оскільки, наприклад, червоний одяг краще відрізнити від крові. Незважаючи на те, що температура крові дуже швидко падає, кровотечу все одно можна легко виявити за допомогою БПЛА. Комбінація тепловізора та RGB-камери, що можуть одночасно відображати зображення для оператора дрону, може покращити виявлення кровотечі для пошукової команди навіть після досить тривалого періоду часу. Розпізнавання кровотечі у постраждалих за допомогою дронів з інфрачервоними камерами можливе за температурою (силою сигналу на знімку) та характерним геометричним розширенням потоку



рідини. Відповідно до закону теплового випромінювання Г. Кірхгофа, для кожного тіла та на кожній довжині хвилі існує пропорційна залежність між поглинальною та випромінювальною здатністю. Чорне тіло – це гіпотетичний об'єкт, що повністю поглинає падаюче випромінювання будь-якої довжини хвилі та інтенсивності [15].

У проведених дослідженнях було встановлено, що залежно від розташування джерела кровотечі на тілі та погодних умов, незначну кровотечу з долоні потерпілого з невеликим обсягом рідини (близько 20 мл) дуже важко або неможливо виявити [16]. Прямий огляд з дрона оператором здійснюється за допомоги камери, яка є ключовим фактором успішного виявлення кровотечі у постраждалого. Висота польоту над землею/потерпілим, роздільна здатність, кут апертури інфрачервоної камери, температура навколишнього середовища (зима/літо) та ускладнена видимість через опади, туман, теплі хмари, дим, пожежі на об'єкті огляду, відіграють значну роль і можуть ускладнити виявлення джерел кровотечі на тілі потерпілого і, отже, зумовлюють дистанційне сортування за допомогою дрону. З іншого боку, неможливо виявити джерела кровотечі за допомогою інфрачервоної камери, якщо потерпілий покритий будь-яким матеріалом, оскільки камера завжди уловлює тільки температуру поверхні та відображає її на відповідному зображенні, що передається. Це особливо актуально, коли тіло закрито товстим одягом, снігом/лавиною, водою, фауною та флорою, іншими людьми, будинками або знаходиться за склом. У деяких випадках дистанційний відбір можливий за допомогою об'єднання зображень нічного бачення RGB-IR в один вихідний сигнал, оскільки переваги відповідної технології або вся інформація про зображення доступні оператору у відповідному цифровому вигляді. За допомогою алгоритмів розпізнавання зображень/форм (штучний інтелект), які раніше були задані для розпізнавання кровотеч, можливо отримати позитивний результат для судово-медичного експерта. Однак така абсолютно нова форма сортування з повітря або на відстані потребує подальших досліджень.

Ще одним з перспективних напрямків використання БПЛА із встановленою на них інфрачервоною камерою може бути пошук трупів у важкодоступних місцях на великих територіях (лісах, болотах, гірській місцевості тощо).

Хоча після смерті людини його тіло швидко охолоджується, при розкладанні – температура знову підвищується. В основному це пов'язано з впливом комах-некрофагів, щільно згруповані личинки яких протягом короткого часу вилуплюються та утворюють личинкові маси. Метаболічне тепло генерується личинками, що живляться тканинами тіла, причому підвищення температури зумовлюється збільшенням розміру маси тіла [17]. Оскільки яйця личинок відкладаються на ранніх стадіях розкладання тіла, личинки часто прискорюють процес розкладання до стадії активного розпаду, під час якої рівень метаболічного тепла є найвищим. Активність комах та утворення мас личинок залежать від температури навколишнього середовища, оскільки і те, й інше можливе лише за перевищення певних температурних порогів [18]. Таким чином, температурні характеристики та залежність личинок можуть бути використані для покращення виявлення трупів за допомогою тепловізора.

Різниця температур виявлена інфрачервоними камерами лягла в основу кількох іноземних судово-криміналістичних досліджень, які перевірили можливість використання тепловізорів при виявленні трупів. Так, під час проведення експерименту в одному з них за допомогою тепловізора було виявлено труп людини 145 разів з 379 польотів БПЛА (38 %), із них: свіжі – 4 (14 %), розкладені – 10 (16 %), здуті – 13 (36 %), після здуття – 26 (49 %), у процесі розкладу – 50 (47 %) та сухі останки – 42 (44 %). Кількість виявлених трупів за типом місцеперебування: мішаний ліс – 56 (36 %), хвойний ліс – 24 (29 %), листяний ліс – 8 (24 %), хмиз – 29 (38 %), лук – 28 (37 %). Швидкість польоту під час 36 обльотів з позитивним виявленням, становила в середньому 9 м/с, менша точність показана на висоті 60 м, а вища на 25 м [19].

Результати проведеного експерименту іноземними фахівцями-практиками надають рекомендації щодо більш ефективного використання БПЛА оснащених тепловізорами, зокрема: лісові масиви, похмуре небо та менша висота польоту позитивно впливають на точність вимірювання температури трупів, у той час як відкриті місця (луки) на їх точне





місцезнаходження (виявлення). У лісах ймовірність виявлення була вищою, коли відкритість полога перевищувала 30 %, при цьому вищі показники досягалися в умовах похмурого неба або польотів на світанку й при температурі повітря  $>3^{\circ}\text{C}$ , коли трупи виділяли досить помітне тепло. На виявлення також вплинула різниця між температурою трупа та температурою навколишнього повітря  $>6,4^{\circ}\text{C}$ .

Таким чином, аналіз досліджень показує, що використання дронів для виявлення кровотеч може бути корисним для поліцейських та рятувальних служб під час пригод з великою кількістю постраждалих та їх пошуку в нічний час. Крім того, можна припустити, що теплові зображення мають перевагу перед зображеннями RGB, оскільки, наприклад, червоний одяг краще відрізнити від крові. Також, при дослідженні пошуку трупів, були оцінені та охарактеризовані для практичного застосування переваги та обмеження використання інфрачервоних технологій на БПЛА, а також вивчені фактори впливу на ймовірність їх виявлення.

Результати в дослідженнях показують, що БПЛА оснащений тепловізором, може виявляти трупи та точно вимірювати температуру тіла. Також, велика відкритість погоди сходового масиву, похмуре небо та менша висота польоту позитивно вплинули на точність вимірювання температури трупів та успіх їх виявлення.

**Висновки.** В умовах науково-технічного прогресу, оновлення законодавства й правозастосовної практики, техніко-криміналістичне забезпечення розслідування кримінальних правопорушень в діяльності органів досудового розслідування, у першу чергу слідчих, набуває особливого значення й потребує впровадження новітніх технологій. Результатом такого дослідження мають стати новітні технології, спрямовані на вирішення наявних проблем підвищення ефективності техніко-криміналістичних досліджень, від чого залежать швидкість та повнота розслідування кримінальних правопорушень.

БПЛА корисні для моніторингу, оскільки вони долають відстані в складних умовах та обмеженого доступу, при цьому скорочують матеріальні витрати та час необхідний для обстеження територій, огляду об'єктів, відбору зразків для аналізу. Тому розробка рекомендацій використання тепловізорів встановлених на дронах з метою огляду місця події важкодоступних місць перебування людей, які постраждали при надзвичайних ситуаціях або вчинення щодо них злочинів має вагоме праксеологічне значення з огляду на те, що об'єкти пошуку часто маскуються ідеальними (сліди людини) або природними явищами (дерева, куші, листя, нічний час, погодні умови тощо).

БПЛА управляється вручну, що дозволяє йому швидко переміщатися на місцевості, а використання інфрачервоної камери робить його незамінним у пошуку об'єктів, які випромінюють тепло. Однак при використанні, варто враховувати й деякі обмеження, які можуть ускладнити отримання точних показань температури поверхні, зокрема: метеорологічні умови (надмірна спека, вологість, хмари, дощ, снігопад, які можуть поставити під загрозу точність тепловізора); скляна поверхня, яка може поглинати тепло від сонця, землі або іншого об'єкта; корозія або свіжий шар фарби. Поверхнєве покриття об'єкта може вплинути на здатність теплового дрона вимірювати температуру.

Таким чином, БПЛА із встановленими тепловізорами (тепловізійними/ інфрачервоними камерами тепер) можуть виконувати більше функцій завдяки передовим технологіям. Криміналістична наука не повинна бути осторонь технологічного процесу розвитку й використовувати новітні технології у розслідуванні кримінальних правопорушень.

#### Список використаних джерел:

1. Кримінальний процесуальний кодекс України: Закон України від 13.04.2012 р. № 4651-VI. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/4651-17>
2. Cherniavskiy, S., Tychyna, D. Pertsev, R. (2022). International experience of forensic support for crime investigation. *Scientific Journal of the National Academy of Internal Affairs*, 12(3), 9-16. URL: <https://doi.org/10.56215/04221203.09>
3. Тепловізор. *Вікіпедія*. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5-%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B7%D0%BE%D1%80>



4. Тепловізор: що це таке. *TCH*. URL: <https://tsn.ua/ato/scho-take-teplovizor-princip-roboti-cina-harakteristiki-de-vikoristovuyetsya-2079811.html>
5. Що таке тепловізор. *Optic Store*. URL: <https://opticstore.com.ua/ua/news/read/dlya-chego-nuzhen-teplovizor>
6. Al-Dhaqm A., Ikuesan R., Kebande V., Razak S., Ghabban F. Research Challenges and Opportunities in Drone Forensics Models. *Electronics*, 2021, 10, 1519. URL: <https://doi.org/10.3390/electronics10131519>.
7. Тичина Д. М., Антошук А. О., Перцев Р. В. Криміналістичне забезпечення використання безпілотного літального апарату (дрону) у досудовому розслідуванні. *Науковий вісник Ужгородського національного університету*. Серія «Право». 2023. № 78 (4). Ч. 2. С. 291–297. URL: <https://doi.org/10.24144/2307-3322.2023.78.2.46>
8. Alghazzawi D., Alzahrani B., Oubati O., Barnawi A., Atiquzzaman M. (2020). UAV assistance paradigm: State-of-the-art in applications and challenges: State-of-the-art in applications and challenges. *Journal of Network and Computer Applications*, 166, Article 102706. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102706>.
9. Vollmer M., Mollmann K.-P. *Infrared Thermal Imaging: Fundamentals, Research and Applications*. Germany, Wiley-VCH: Weinheim, 2010. URL: <https://doi.org/10.1002/9783527630868>
10. Kirk J., Havens E., Sharp J. (2016). *Thermal Imaging Techniques to Survey and Monitor Animals in the Wild*. *Academic Press*. USA, Cambridge, ISBN 9780128033845. URL: <https://www.researchgate.net/publication/282341852>
11. Goolsby C., Strauss-Riggs K., Rozenfeld M., Charlton N., Goralnick E., Peleg K. (2019). Equipping Public Spaces To Facilitate Rapid Point-of-Injury Hemorrhage Control after Mass Casualty. *Am J Public Health*. 109 (2), 236–241. URL: <https://doi.org/10.2105/AJPH.2018.304773>.
12. The Ultimate Infrared Handbook for R&D Professionals (2024). *Military+Aerospace Electronics*, April 19. URL: <https://www.militaryaerospace.com/white-papers/whitepaper/55019232/the-ultimate-infrared-handbook-for-rd-professionals>.
13. Yu L., Guo Y., Zhu H., Luo M., Han P., Ji X. (2020). Low-Cost Microbolometer Type Infrared Detectors. *Micromachines*. 11(9):800. URL: <https://doi.org/10.3390/mi11090800>.
14. Everything you NEED to know about thermal drones. *Coptorz*. 2022. November 8. URL: <https://coptorz.com/blog/everything-you-need-to-know-about-thermal-drones/>
15. Kirchhoff G. Ueber das Verhältniss Zwischen dem Emissionsvermögen und dem Absorptionsvermögen Der Körper für Wärme Und Licht. *Annalen der Physik*. 1860. Vol. 185, Issue 2, 193–384. URL: <https://doi.org/10.1002/andp.18601850205>.
16. West C., Kaus B., Sullivan S. *et al.* (2023). Using infrared cameras in drones to detect bleeding events. *BMC Emerg Med*, 142. URL: <https://doi.org/10.1186/s12873-023-00912-9>.
17. Судова медицина : навч. посіб. / Л. С. Купріянова. Харків : Харк. нац. ун-т внутр. справ, 2013. 148 с.
18. Butters O., Krosch M., Roberts M., MacGregor D. (2021). Application of forward-looking infrared (FLIR) imaging from an unmanned aerial platform in the search for decomposing remains. *Journal of Forensic Sciences*, Vol. 66, №1, 347–355. URL: <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14581>.
19. Rietz J., Ferry N., Schlüter J., Wehner H. *et al.* (2023). Drone-Based Thermal Imaging in the Detection of Wildlife Carcasses and Disease Management. *Transboundary and Emerging Diseases*, Vol. 2023, Article ID 5517000. URL: <https://doi.org/10.1155/2023/5517000>.

