



Д. І. Лобода, А. М. Домінік

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м. Львів, Україна

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6843-6941> – Д. І. Лобода

<https://orcid.org/0000-0003-0139-2002> – А. М. Домінік



lobodadima85@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТА ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ В ДСНС УКРАЇНИ

Реалії виконання підрозділами оперативно-рятувальної служби цивільного захисту своїх завдань за призначенням в умовах повномасштабного вторгнення країни-агресора виводять на перший план аспект їх оснащення передовими сучасними засобами спостереження та розвідки. Рятувальники не завжди готові до викликів, спричинених збройною агресією, із якими стикаються у ході рятувальних операцій, тому пріоритетним напрямком удосконалення роботи підрозділів ДСНС є цифровізація сучасної рятувальної справи, а практичним її втіленням є застосування безпілотних літальних апаратів та безпілотних авіаційних комплексів у всіх сферах цивільного захисту.

Метою дослідження є аналіз труднощів, які виникають у підрозділів оперативно-рятувальної служби під час виконання рятувальних робіт, та більш широке впровадження безпілотних систем в їх діяльність з метою більш ефективної реалізації поставлених завдань. Використання дронів у гасінні пожеж, проведення розвідки зон хімічного забруднення, огляд та спостереження за територіями забрудненими боєприпасами і вибухонебезпечними предметами на деокупованих територіях, постійний моніторинг повітряного простору над зоною ліквідації НС дає рятувальникам не тільки актуальну оперативну інформацію, а може запобігти травмуванню, пораненням та загибелі рятувальників чи цивільних осіб.

Для проведення цього дослідження використано наукові праці, відомі публікації, науково-популярні видання технічного спрямування, теоретичні і практичні аспекти в яких розглядають способи і методи використання безпілотної авіації у сфері цивільного захисту.

У статті відображено дослідження науковців щодо можливих способів застосування безпілотників та різноманітного корисного навантаження до них, проаналізовано підходи до визначення технічних характеристик безпілотних авіаційних систем, розглянуто практичні рішення різних практичних користувачів, щодо подолання чинників, які перешкоджають застосуванню безпілотних авіаційних комплексів під час ліквідації НС. Поряд із цим запропоновано сценарії більш актуального застосування безпілотних літальних апаратів в якості превентивного засобу моніторингу обстановки на хімічно-небезпечних об'єктах.

У ході дослідження з'ясовано, що науковці виконали чималий об'єм роботи в галузі дослідження теоретичного та практичного аспекту застосування дронів. Проте практичне застосування безпілотної авіації в умовах воєнного стану підтверджує необхідність збільшення спектру безпілотних авіаційних комплексів, що застосовуються підрозділами ДСНС у повсякденній діяльності, розширення зон їх застосування та варіацій корисного навантаження до них. Саме тому подальші дослідження слід акцентувати на практичному застосуванні безпілотників у важкодоступних локаціях, територіях та акваторіях забруднених вибухонебезпечними предметами, зонах міської забудови зруйнованих внаслідок бойових дій, впроваджувати здобутий досвід та інноваційні технології у повсякденну діяльність підрозділів оперативно-рятувальної служби.

Ключові слова: безпілотні авіаційні комплекси, безпілотні літальні апарати, сегригований повітряний простір, гасіння пожеж, проведення аварійно-рятувальних робіт, розвідка та моніторинг повітряного простору.

FEATURES OF USE AND PROBLEMATIC ISSUES IN THE APPLICATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES IN THE STATE EMERGENCY SERVICE OF UKRAINE

The current realities of civil protection emergency response units performing their assigned tasks in conditions of full-scale invasion by an aggressor country bring to the fore the issue of their equipment with advanced modern surveillance and reconnaissance tools. Rescuers are not always prepared for the challenges posed by armed aggression that they face during rescue operations, so the priority area for improving the work of the State Emergency Service units is the digitization of modern rescue operations, and its practical implementation is the use of unmanned aerial vehicles and unmanned aerial systems in all areas of civil protection. The purpose of the study is to analyze the difficulties faced by emergency rescue services during rescue operations and to promote the wider use of unmanned systems in their activities in order to more effectively carry out tasks that previously required a large amount of emergency rescue equipment, personnel, and financial resources. The use of drones in firefighting, reconnaissance of chemically contaminated areas, inspection and observation of areas contaminated with ammunition and explosive objects in de-occupied territories, and constant monitoring of the airspace above the emergency response zone not only provides rescuers with valuable and relevant information, but can also prevent injuries, wounds, or even the death of both rescuers and civilians.

The purpose of the study is to analyze the difficulties faced by emergency rescue services during rescue operations and to promote the wider use of unmanned systems in their activities in order to achieve their objectives more effectively. The use of drones in firefighting, reconnaissance of chemically contaminated areas, inspection and observation of areas contaminated with ammunition and explosive objects in de-occupied territories, and constant monitoring of the airspace above the emergency response zone not only provides rescuers with up-to-date operational information, but can also prevent injuries, wounds, and deaths among rescuers and civilians themselves.

This study draws on scientific research, well-known publications, popular science publications of a technical nature, and theoretical and practical aspects that examine ways and methods of using unmanned aircraft in the field of civil protection.

The article reflects the research of scientists on possible ways of using drones and various payloads for them, analyzes approaches to determining the technical characteristics of unmanned aerial systems, and considers practical solutions from various practical users for overcoming factors that hinder the use of unmanned aerial systems during emergency response. Along with this, scenarios for the more relevant use of unmanned aerial vehicles as a preventive means of monitoring the situation at chemically hazardous facilities are proposed.

The study found that scientists have done a considerable amount of work in the field of researching the theoretical and practical aspects of drone use. However, the practical application of unmanned aviation in martial law conditions confirms the need to increase the range of unmanned aerial systems used by the State Emergency Service in their daily activities, expand the areas of their application, and vary their payloads. That is why further research should focus on the practical application of drones in hard-to-reach locations, areas and water bodies contaminated with explosive objects, and areas of urban development destroyed as a result of hostilities, as well as on the implementation of the experience gained and innovative technologies in the daily activities of the operational rescue service units.

Keywords: unmanned aerial systems, unmanned aerial vehicles, segregated airspace, firefighting, emergency rescue operations, reconnaissance, and airspace monitoring.

Постановка проблеми. Повсякденне виконання підрозділами оперативно-рятувальної служби цивільного захисту заходів із порятунку людей, особливо в умовах війни, привертає увагу до оснащеності передовими сучасними засобами візуальної аеророзвідки. Акцент при цьому слід зробити на забезпеченості безпілотними літальними апаратами підрозділів ДСНС. Різноманітні ситуації із порятунку людей працівниками оперативно-рятувальної служби цивільного захисту при проведенні рятувальних операцій під час повномасштабного вторгнення потребують швидкого реагування на виклики. Покращення забезпеченості засобами спостереження, а саме безпілотниками, зменшить час для прийняття рішень та вибору пріоритетних напрямків проведення аварійно-рятувальних робіт

і вдосконалить порядок їх проведення. Практичним втіленням такого вдосконалення буде насичення власними безпілотними авіаційними комплексами з максимально якісною комплектацією всіх підрозділів ДСНС, що залучаються до ліквідації надзвичайних ситуацій від найнижчої ланки рятувальних операцій до керівної ланки включно.

Мета статті (постановка завдання) – проаналізувати та дослідити процеси застосування підрозділами ДСНС України та інших дотичних структур у сфері цивільного захисту безпілотної авіації в умовах надзвичайних ситуацій, проведення розвідки та моніторингу в умовах радіаційно та хімічного забруднення. Проаналізувати можливості, технічні характеристики та параметри різних типів безпілотних літальних апаратів, які

сприятимуть більш широкому їх застосуванню в рятувальній справі. Обґрунтувати використання на безпілотних авіаційних комплексах новітніх багатоспектральних та інфрачервоних засобів відеоспостереження та запропонувати більш оптимізовані моделі безпілотних авіаційних комплексів для застосування рятувальниками.

Методи дослідження. Основним методом проведення дослідження є аналіз та опрацювання наявних у відкритих джерелах результатів наукових досліджень, публікацій та рекомендацій науковців, які стосуються специфіки використання безпілотних систем під час рятувальних операцій та можливе розширення способів застосування безпілотників для здійснення безперервного моніторингу зон надзвичайних ситуацій.

Виклад основного матеріалу. Використання БпЛА впроваджено у всіх сферах цивільного захисту для запобігання надзвичайним ситуаціям та ліквідації їх наслідків. Так у статті [1] досліджено основні функції БпЛА зокрема для дистанційної розвідки та спостереження, пошуку та рятування, гасіння пожеж, моніторингу обстановки під час НС та їх наслідків. Розглянуто питання повноти класифікації, визначено можливості, систематизовано функції та завдання що можуть вирішуватись за допомогою безпілотних авіаційних комплексів (БпАК). Колектив авторів запропонував методику формування вимог до безпіотної авіації та систематизував роль БпЛА у запобіганні, виявленні, ліквідації та моніторингу наслідків надзвичайних ситуацій на території України.

Досвід використання БпАК підрозділами Сил оборони України є обов'язковим для вивчення та застосування у сфері цивільного захисту. В науковій праці [2] систематизовано досвід використання БпЛА військовими в період проведення ООС (раніше АТО). Значну увагу присвячено процесу підготовки до застосування безпілотників, безпековому фактору зокрема запобіганню витоку інформації, управлінню частотами керування, регулярній зміні кодів зв'язку. Запропонований цією науковою працею режим «зональної безпеки», щодо використання різними підрозділами (екіпажами БпАК) обмежених попередньо обумовлених повітряних просторів, географічних районів, або іншою системою обмеження зон відповідальності встановленою між підрозділами повинен і може бути використаний операторами БпЛА ДСНС України для уникнення авіаційних інцидентів під час ліквідації НС.

Деталізоване розуміння про безпілотні апарати та рекомендації по роботі із БпЛА мультикоптерного типу та по роботі із БпЛА типу «крило» дає науково-популярне видання [3]. У цій

науковій праці розглянуто порядок проведення підготовки розрахунків операторів БпЛА спираючись на досвід авторів при проведенні візуальної аеророзвідки, роботі із соцмережами, опитуванням місцевого населення, що є дотичним до роботи зовнішніх операторів безпіотної авіації ДСНС при пошуку постраждалих в умовах НС. Також детально розібрано порядок виконання дій за призначенням розрахунків БпЛА в умовах роботи РЕБ, при глушінні сигналу, підміні каналів телеметрії, GPS-спуфінгу. Окремо розглянуто питання метео- та аерології, а саме ускладнення, з якими стикаються розрахунки БпЛА в умовах зміни погодних умов, зміни атмосферних фронтів, формування місцевого вітру, різних перепадів температури. Значну увагу приділено правилам початку та закінчення польотів, визначенню технічних можливостей та обмежень для БпЛА, вибору злітних майданчиків і порядку зберігання та транспортування технічного обладнання і додаткового навісного корисного навантаження безпілотника.

В науковому виданні [4] спираючись на досвід застосування сил безпілотних систем в умовах повномасштабної збройної агресії проти нашої держави дано класифікаційно-категоричну характеристику безпілотних систем різних підрозділів сил оборони України та проведено порівняння із аналогічними підрозділами країн членів НАТО та країн партнерів. Розглянуто модель оптимізації вибору рішень за допомогою нейромереж та штучного інтелекту, перспективи розвитку кіберстійкості при застосуванні сил безпілотних систем. Передбачено значний потенціал у застосуванні дронів на морських та річкових акваторіях у сфері цивільного захисту, дослідження даних середовищ, збору даних про хімічне та міне забруднення берегової смуги та здійснення моніторингу великих площ акваторій внаслідок різних НС, в тому числі і воєнного характеру.

У праці [5] розроблено підходи до визначення технічних характеристик безпілотних авіаційних систем, що застосовуються підрозділами ДСНС для розвідки пожеж, які ґрунтуються на можливих сценаріях застосування безпілотників у різних випадках розповсюдження пожеж залежно від місця їх виникнення. Автори аналізують можливість застосування конкретного БпЛА залежно від ключових технічних можливостей та оптико-електронних характеристик бортової аерознімальної апаратури безпілотника в кожному окремому сценарії розвитку пожежі. Таким чином у статті обґрунтовано вибір корисного навантаження безпілотника та його можливість розпізнавати об'єкти у видимому діапазоні чи інфрачервоному спектрі, що є запорукою якісного збору аналітичних

даних на етапі розвідки пожежі для розуміння подальшої динаміки розвитку пожежі.

Умови і фактори, які впливають на функціонування БпЛА під час їх використання з метою ліквідації НС розглянуто у працях [6] та [7] де визначено загальні показники ефективності застосування БпЛА рятувальниками. У цих наукових роботах основною проблемою вважається відсутність галузевих стандартів, оскільки чинні авіаційні правила для непілотованих літальних апаратів в основному розроблені для комерційних БпЛА, без додаткового врахування специфічних характеристик, необхідних БпЛА для ліквідації та моніторингу надзвичайних ситуацій. У цих наукових роботах, не зважаючи на проблематику галузевих стандартів, як і в попередній [5] більш детально розглядається якість отриманої зовнішнім оператором БпЛА візуальної інформації із дисплея (пульта управління, планшета чи монітора) при використанні відеокамери, багатоспектральної, інфрачервоної оптико-електронної камер та оптичного зуму. Зокрема в науковій роботі [6], спираючись на досвід застосування БпЛА при гасінні лісових пожеж та пожеж у міських агломераціях, запропоновано метод детального розгляду аерофотознімків методом точної ідентифікації джерел відкритого полум'я та диму. Згідно із дослідженнями авторів, це забезпечується використанням на БпЛА фото- та відеоапаратури із високою роздільною здатністю. Проте особливістю цих наукових праць є розгляд в комплексі усіх умов та факторів, що впливають на якість отриманої візуальної інформації, таких як кут огляду, просторова розрізненість, кутова швидкість зображення об'єкту моніторингу, місцевість, метеоумови, турбулентність атмосфери, пора року, освітленість та час доби [7]. Розглядаються також і такі особливості авіаційної підготовки зовнішнього пілота-оператора як рівень практичних навичок управління БпЛА, його фізіологічний стан та досвід керування БпЛА у різних НС природного та техногенного характеру.

Якісне дослідження питань застосування безпілотників у сфері цивільного захисту неможливе без аналізу закордонного досвіду. У статті [8] розглянуто досвід використання БпЛА на теренах Європейського Союзу та світу під час пандемії коронавірусної хвороби у 2019 році, рятувальних операцій на воді, рятуванні у нічний час і підкреслено ключову роль безпілотних авіаційних систем під час ліквідації надзвичайних ситуацій у важкодоступних локаціях. У цій науковій роботі проаналізовано досвід європейських та світових користувачів безпілотників в галузі програмування дронів під час масового одночасного застосування для визначення кількості використовуваних БпЛА,

оптимізації загальної дальності польоту кожного окремого дрона та надання оператору кількох можливих маршрутів для використання БпЛА.

Поряд із виконанням дій за призначенням та безпосередньою ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій державним структурам у сфері цивільного захисту необхідно також здійснювати визначення шкоди, оцінку збитків та калькуляцію фінансових втрат внаслідок надзвичайних ситуацій природного, техногенного та воєнного характеру. Цю проблему розглянуто у праці [9], де автор аналізує використання різних типів БпЛА для збору інформації, про завдані збитки у різних країнах світу. Так БпЛА застосовували під час різних природних та техногенних катаклізмів у низці країн світу, зокрема в Японії під час ліквідації аварії на атомній електростанції «Фукусіма-1» внаслідок цунамі у 2011 році, землетрусу в Італії у 2012 році, тайфуну «Хайян» на Філіппінському архіпелазі у 2013 році, землетрусу в Непалі в 2015 році, тропічного циклону «Ідай» у Мозамбіку в 2020 році, землетрусу у Туреччині в 2022 році, щорічних масштабних лісових пожежах у штаті Каліфорнія США тощо. Застосування БпЛА для ідентифікації та оцінювання збитків як на промислових підприємствах, так і у цивільному секторі економіки дає можливість використовувати отриману за допомогою безпілотників інформацію навіть в інтересах страхових компаній та прискорювати процес врегулювання страхових випадків. Моніторинг та систематизація в ДСНС інформації про збитки внаслідок надзвичайних ситуацій чи інших природних катаклізмів, отриманої за допомогою БпЛА, зможе надалі зменшити ризики виникнення таких надзвичайних подій та дасть можливість їм запобігати.

Поява на ринку у вільному доступі різних типів безпілотників та комплектуючих до них призвела до безперешкодного їх цивільного та аматорського застосування. Кількість приватних безпілотників що знаходиться у цивільному використанні щорічно збільшується у всіх країнах світу і стає перешкодою навіть для роботи важливих економічних чи військових об'єктів. Приватні, цивільні та аматорські безпілотники можуть перешкоджати штатному функціонуванню таких масштабних об'єктів критичної інфраструктури як залізниця, аеропорти чи атомні електростанції. Несанкціоноване використання аматорськими безпілотниками повітряного простору над територією (акваторією), де проводяться рятувальні роботи чи ліквідація наслідків надзвичайної ситуації також заважає і роботі рятувальників, оскільки вони можуть

використовувати у цих зонах власні спеціалізовані БпЛА для координації проведення рятувальних робіт. А несанкціоноване використання сегригованого повітряного простору може призвести до різних нештатних ситуацій і навіть авіаінцидентів. Так у статті [10] подано дискусійний матеріал де наголошено на відсутності обмежень правового характеру під час застосування аматорських та приватних квадрокоптерів, що може негативно впливати на роботу рятувальників. Висловлено необхідність напрацювання законодавчих норм, щодо врегулювання несанкціонованого використання цивільних БпЛА в повітряному просторі над зонами ліквідації надзвичайних ситуацій. Ця проблема стосується законодавчих актів не тільки України а й інших розвинених країн світу.

У науковій праці [11] також розглянуто недоліки чинної нормативно-правової бази і відсутність стандартизації під час використання БпЛА країнами Європейського Союзу та зосереджено увагу на основних критичних проблемах. До таких проблем, на думку авторів, відносяться відсутність чітких правових рамок при проведенні польотів цивільних БпЛА та отримання дозволів на польоти при використанні спеціалізованих БпЛА для рятувальних операцій, що значно сповільнює реагування на різні види надзвичайних ситуацій. Окремо в науковій праці [11] наголошено на істотних відмінностях у внутрішній нормативній базі країн Європейського Союзу, що перешкоджає здійсненню трансрегіональних рятувальних операцій в межах самої організації. У статті також наведено приклади протидії аматорським безпілотникам, що базуються на досвіді рятувальників та інших уповноважених структур провідних країн світу.

Проблема несанкціонованого застосування БпЛА у розрізі збереження конфіденційності персональних даних розглядається також у наукових працях [12,13], де розглянуто не лише відсутність правових та законодавчих норм, а і етичні питання використання цивільних безпілотників з метою проведення несанкціонованої відеозйомки, що порушує право на приватність громадян. Негативні наслідки, спричинені несанкціонованою відеозйомкою та викладенням цих матеріалів у мережу Інтернет слід розглядати як перешкоду у діяльності підрозділів ДСНС під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах критичної інфраструктури та об'єктах, інформація про хід ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій на яких може містити державну таємницю. Таким чином у цих наукових працях розглянуто комплекс питань, які виникають у підрозділах поліції та інших організаціях уповноважених на

збір даних за допомогою БпЛА (у тому числі і оператори БпЛА ДСНС), що пов'язані зі встановленням загальних правил використання БпЛА, встановлення заборон щодо розміщення у соціальних мережах фото- та відеоматеріалів про приватне життя громадян та функціонування важливих об'єктів та обов'язкове встановлення єдиних вимог до сертифікації цивільних БпЛА.

Використання БпЛА в зонах хімічних, радіаційних та біологічних аварій є перспективним напрямком, оскільки зменшення кількості особового складу підрозділів радіаційного, хімічного та біологічного захисту ДСНС для розвідки осередків таких аварій є найбільш оптимальним рішенням. Світова практика свідчить, що аварії на таких підприємствах, як правило, спричиняються вибухом, нештатною ситуацією, землетрусом чи іншим стихійним лихом, що в свою чергу збільшує площу ураження через розповсюдження небезпечних речовин на велику територію (акваторію). Завданий у лютому 2025 року країною-агресором цілеспрямований удар безпілотником типу «Герань-2» із фугасною бойовою частиною по об'єкту «Укриття» Чорнобильської АЕС відомого як «Саркофаг» та подальший розвиток пожежі на цьому об'єкті створили надзвичайно небезпечний прецедент в умовах якого підрозділи РХБЗ ДСНС проводили забори проб в умовах руйнування двошарового захисного покриття об'єкта [14]. Рятувальниками підрозділів радіаційного, хімічного та біологічного захисту (РХБЗ) здійснювався постійний моніторинг радіаційного фону навколо об'єкта «Укриття» в тому числі і за допомогою спеціалізованих БпЛА, а контрольні рівні потужності амбієнтної дози контролювалися протягом всього періоду гасіння пожежі, щогодинно оновлювалися та в цілодобовому режимі передавалися до штабу ліквідації надзвичайної ситуації [15]. Саме для моніторингу таких великих забруднених площ і необхідні БпЛА, які із різних висот та із різним обладнанням можуть надавати інформацію про стан території в режимі реального часу до штабу із ліквідації надзвичайної ситуації. Проблема застосування безпілотників на радіаційно та хімічно небезпечних об'єктах і в зонах хімічного забруднення досліджувалася в роботі [16], де запропоновано локальне їх застосування для визначення зон та меж викиду небезпечних хімічних речовин військовими хімічними підрозділами. У цій науковій роботі розглянуто питання розширення корисного навантаження шляхом обладнання засобів повітряної розвідки (БпЛА) приладами пасивної інфрачервоної спектроскопії та системою автоматизованої передачі отриманих даних. Таке корисне навантаження для

БпЛА є коштовнішим, проте дає можливість більш точно ідентифікувати небезпечні отруйні речовини, а застосування таких БпЛА підрозділами РХБЗ ДСНС дасть змогу точніше та у більш стислі терміни встановити зони та межі осередків хімічних забруднень. Передбачено також автономне патрулювання різними типами БпЛА зон хімічного, бактеріологічного чи радіоактивного зараження з метою фіксації різниці рівня забрудненості у ході ліквідації таких аварій. Крім того у цій праці запропоновано застосовувати БпЛА на хімічно-небезпечних підприємствах за наперед заданими маршрутами, враховуючи особливості технологічного процесу, для постійного забору проб повітря з метою запобігання витокам ХНР, що перевищують гранично допустимі концентрації. За таким самим принципом невеликі компактні безпілотики із детектором промислових ХНР можуть контролювати магістральні трубопроводи здійснюючи постійний забір проб по всій довжині пролягання трубопроводу із одночасним візуальним оглядом усього заданого маршруту за допомогою камер спостереження цих БпЛА. Такий досвід може бути застосований і у зоні безумовного відселення внаслідок Чорнобильської катастрофи з метою проведення радіологічного картографування для створення більш безпечних умов роботи персоналу, що обслуговує територію, прилеглу до об'єкта «Укриття». Проаналізувавши вищезазначені джерела [14,15,16], можна із упевненістю зазначити, що БпЛА, обладнані приладами радіаційного, хімічного та біологічного контролю, використовуються підрозділами ДСНС лише в ході ліквідації таких надзвичайних ситуацій та на сьогодні не використовуються як превентивний засіб. Тоді як використання невеликих компактних безпілотики підрозділами ДСНС для постійного моніторингу радіаційної, біологічної та хімічної обстановки на промислових підприємствах, навколо лабораторій, дослідних установ та інших потенційно небезпечних об'єктів дасть можливість уникнути масштабних катастроф із викидом ХНР на велику територію, в тому числі дозволить запобігти транскордонним надзвичайним ситуаціям.

Перспектива застосування БпЛА у Державній службі медицини катастроф та медичній галузі в цілому спрогнозована у статті [17]. Автори у своїй роботі розглядають можливість застосування конструктивних рішень у сучасних безпілотиках для доставки вакцин, лікарських засобів, протиготрути, зразків крові, реактивів, лабораторних тестів та інших виробів медичного призначення. Особливо розглянуто питання передового досвіду різних країн у розробці інноваційних БпЛА для евакуації хворих та потерпілих і надання екстреної

медичної допомоги в цілому. У цій статті наголошено, що особливістю застосування безпілотики у медичній галузі є можливість доставки як невеликих, так і габаритних медичних вантажів із заданням маршруту руху, обминання перешкод та протистояння різним несприятливим погодним умовам, що забезпечує оперативне транспортування необхідних виробів медичного призначення, зокрема дефібриляторів безпосередньо медичним працівникам у важкодоступні місця. Практика використання БпЛА для доставки компонентів крові з метою їх трансфузії на догоспітальному етапі, із дотриманням адекватних температур для її зберігання в процесі доставки, вже позитивно зарекомендувала себе та застосовується в зонах проведення рятувальних операцій із великою кількістю постраждалих. Також у цій статті підкреслено, що слід розглядати як окремий позитивний момент використання БпЛА для транспортування медичних засобів, оскільки це забезпечує відсутність контакту додаткового медичного персоналу із хворими у зоні масштабних спалахів інфекційних захворювань. Схожу проблему опрацьовано і у науковій праці [18] де розглянуто логістичний досвід використання БпЛА під час пандемії коронавірусної хвороби COVID-19. У цій науковій статті автори розглянули систему, що об'єднує кілька критично важливих логістичних функцій БпЛА, які були застосовані в провінціях Ухань та Хубей у центральному Китаї під час пандемії. До них відносяться застосування БпЛА для транспортування медичних вантажів у віддалені інфіковані регіони, для дезінфекції, для оповіщення населення за допомогою гучномовців. Особливе значення мало таке застосування БпЛА у регіонах, що мали проблеми із бездротовим зв'язком або інтернет з'єднанням на момент пандемії коронавірусу.

Для проведення рятувальних операцій, із пошуку потерпілих, дітей та груп заблукалих туристів у різних регіонах нашої країни застосування БпЛА являється окремою нішею, оскільки має свою специфіку. Ця проблема розглядається в статті [19] де автор систематизує досвід використання різних БпЛА, що застосовуються підрозділами ДСНС під час пошуково-рятувальних операцій в гірській і лісовій місцевостях та інших природних важкодоступних локаціях. Обґрунтовано застосування БпЛА мультикоптерного типу та БпЛА типу «крило», що можуть надавати відеоінформацію та високоякісні зображення керівнику пошуково-рятувальних робіт. Спрогнозовано синхронізоване використання GPS-трекерів та топографічних карт для побудови маршрутів пошуку і вибору першочергових зон пошуку, встановлення зон для зручних злітних майданчиків при роботі із вищевказаними типами

БпЛА. Також в статті передбачено встановлення обмежень для польотів БпЛА особливо в прикордонних регіонах заходу нашої держави для уникнення порушення повітряного простору сусідніх країн під час пошуково-рятувальних робіт. Опрацювавши статті [20,21,22] проаналізовано особливості, специфіку та порядок залучення підрозділів ДСНС, національної поліції, національної гвардії та їх екіпажів БпЛА для проведення рятувальних операцій із пошуку громадян в цілодобовому режимі та у важкодоступних локаціях.

Висновки. Аналіз труднощів які виникають у рятувальників України під час повномасштабного вторгнення, розгляд та систематизація досвіду світової спільноти рятувальників при використанні безпілотної авіації наводять на висновок про необхідність розширення спектру застосовуваних безпілотної авіаційних комплексів. Проте, не зважаючи на системні дослідження в галузі застосування безпілотної літальних апаратів досі залишаються не розглянутими питання практичного використання рятувальниками безпілотної авіації на важкодоступних локаціях, у зонах дотичних до місць проведення бойових дій, на місцевостях, які піддаються впливу засобів радіоелектронної боротьби, радіоелектронної розвідки чи спуфінгу з боку противника. Окремо слід зазначити відсутність нормативної бази для використання БпЛА рятувальниками поблизу державних кордонів нашої країни, співробітництво із операторами безпілотної літальних апаратів рятувальних служб інших країн під час транскордонних надзвичайних ситуацій.

Проаналізувавши будову, конструктивні особливості та комплектацію обладнання вдалося виокремити певні елементи корисного навантаження безпілотної авіації, яке потребує покращення та доопрацювання для використання у рятувальних місіях. Зокрема це стосується масштабування та фокусування зображень в різних спектрах. Необхідне створення спеціальних тренувальних центрів для підготовки зовнішніх операторів безпілотної літальних апаратів для польотів на особливих локаціях, де значно обмежено політ самого літального апарата і ускладнено роботу його оператора. Проведення досліджень у цьому напрямку дасть можливість більш ефективного застосування безпілотної авіації над локаціями, які стали актуальними в роботі рятувальників в умовах повномасштабного вторгнення, а саме в зонах масових руйнувань житлових і виробничих будівель та на деокупованих територіях, що ймовірно можуть бути забрудненими вибухонебезпечними предметами внаслідок бойових дій.

Список літератури:

1. Мосов С., Хижняк В., Литовченко А., Ядченко Д. Функції та завдання безпілотної

авіації у сфері цивільного захисту України. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека № 2(12), 2021 с. 54-66.

2. Стрінада В., Гуменюк М, Ткач О., Родіонов А. Основи експлуатації та застосування безпілотної авіаційних комплексів тактичних класів. Безпілотний авіаційний комплекс класу поля бою. Житомир: ЖВІ, 2020.

3. Теорія і практика застосування безпілотної літальних апаратів (дронів). Київ: Видавництво «КНТ», 2023.

4. Лісовський П., Лісовська Ю. Сили безпілотної авіації: навч. посіб. Київ: Видавництво Ліра-К, 2024.

5. Мосов С., Станкевич С., Чумаченко С. Обґрунтування вимог до технічних характеристик засобів ведення розвідки пожеж із застосуванням безпілотної літальних апаратів. Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека № 1(3), 2017 с. 57-65.

6. Muksimova S., Umirzakova S., Mardieva S., Abdullaev M., Cho Y.I. Revolutionizing Wildfire Detection Through UAV-Driven Fire Monitoring with a Transformer-Based Approach. Fire 2024, 7, 443.

7. Колобродов В., Лихоліт М. Проектування тепловізійних і телевізійних систем спостереження: Київ: НТТУ «КПІ», 2007. с. 209-212.

8. Чубіна Т., Мосов С. Застосування безпілотної авіації у надзвичайних ситуаціях у зарубіжних країнах. Проблеми цивільного захисту населення та безпеки життєдіяльності: сучасні реалії України: Матеріали X Всеукраїнської заочної науково - практичної конференції. Київ: УДУ імені Михайла Драгоманова, 2024 с. 92-93.

9. Savva A., Zacharia A., Makrigiorgis R., Anastasiou A., Kyrkou C., Kolios P., Panayiotou C., Theocharides, T. ICARUS: Automatic autonomous power infrastructure inspection with UAVs. In Proceedings of the 2021 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), Athens, Greece, 15–18 June 2021; pp. 918–926.

10. Konert A., Kotliński M. U-Space–Civil Liability for damages caused by Un-manned Aircraft. Transp. Res. Procedia 2020, 51, 304–312.

11. Stöcker K., Bennet R., Nex F., Gerke M., Zevenbergen J. Review of the Current State of UAV Regulations. Remote Sens. 2017, 9, 459.

12. Саковський А., Науменко С., Кравченко С., Єфіменко І. Особливості застосування безпілотної літальних апаратів органами та підрозділами поліції. Київ: Нац. акад. внутр. справ. 2022. с. 48-55.

13. Group L.I. Drones and privacy: Data Protection Risks. Available online: URL: <https://legalitygroup.com/en/drones-and-privacy-data-protection-risks> (дата звернення 08.08.2025).

14. Ворожа атака на ЧАЕС: експерт відповів, чи може бути витік радіоактивних речовин. URL: <https://www.unian.ua/war/udar-po-chaes-ekspert-poyasniv-koli-mozhe-buti-zagroza-vitoku-radioaktivnih-rechovin-12916410.html> (дата звернення 17.02.2025).

15. Атака дрона по ЧАЕС: локалізовано займання обшивки укриття – Міндовкілля. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/news-chaes-ataka-dronu-hrynychuk-mindovkillya/33315305.html> (дата звернення 17.02.2025).

16. Шматов Є., Мартинюк І., Стаднічук О., Ларіонов В., & Ніконець І. Застосування безпілотних літальних апаратів для виявлення хімічної обстановки. Військово-технічний збірник, №24, 2021 с. 21–30.

17. Волянський П., Ядченко Д., Печиборщ В., Якимець В., Хорошун Е. Медичні дрони—інновація державної служби медицини катастроф. Харківська хірургічна школа, (3), 55-62.

18. Kumar A., Sharma K., Singh H., Naugriya S.G., Gill S.S., Buva R. A drone-based networked system and methods for combating coronavirus disease (COVID-19) pandemic. Future Gener. Comput Syst. 2021, 115, 1-19.

19. Лобода Д. Ефективність застосування безпілотних авіаційних комплексів для проведення пошуково-рятувальних операцій в гірській місцевості. XX Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених, курсантів та студентів. Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності: Зб. наук. праць. – Львів: ЛДУ БЖД, 2025. – С. 403-405.

20. На Прикарпатті знайшли живим хлопчика, якого шукали понад три доби. Що ускладнило пошуки. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/articles/c6251q6424vo> (дата звернення 21.06.2025).

21. На Львівщині знайшли живою зниклу дворічну дівчинку (фото). URL:

<https://weukraine.tv/suspilstvo/na-lvivshchini-znajshli-zhivoju-zniklu-dvorichnu-divchinku-foto/> (дата звернення 24.06.2025).

22. Зникли 15 серпня: на Львівщині розшукали двох підлітків зі Стрийщини. URL: <https://suspilne.media/lviv/1095670-znikli-15-serpna-na-lvivsini-rozsukali-dvoh-pidlitkiv-zistrijsini/> (дата звернення 21.08.2025).

References:

1. Mosov S., Khyzhniak V., Lytovchenko A., Yadchenko D. Funktsii ta zavdannia bezpilotnoi aviatsii u sferi tsyvilnoho zakhystu Ukrainy. Naukovyi visnyk: Tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka № 2(12), 2021 s. 54-66.

2. Strinada V., Humeniuk M., Tkach O., Rodionov A. Osnovy ekspluatatsii ta zastosuvannia

bezpilotnykh aviatsiinykh kompleksiv taktychnykh klasiv. Bezpilotnyi aviatsiinyi kompleks klasu polia boiu : navch. posib. Zhytomyr: ZhVI, 2020.

3. Teoriia i praktyka zastosuvannia bezpilotnykh litalnykh aparativ (droniv). Kyiv: Vydavnytstvo «KNT», 2023.

4. Lisovskiy P., Lisovska Yu. Syly bezpilotnykh system: navch. posib. Kyiv: Vydavnytstvo Lira-K, 2024.

5. Mosov S., Stankevych S., Chumachenko S. Obgruntuvannia vymoh do tekhnichnykh kharakterystyk zasobiv vedennia rozvidky pozhezh iz zastosuvanniam bezpilotnykh litalnykh aparativ. Naukovyi visnyk: Tsyvilnyi zakhyst ta pozhezhna bezpeka № 1(3), 2017 s. 57-65.

6. Muksimova S., Umirzakova S., Mardieva S., Abdullaev M., Cho Y.I. Revolutionizing Wildfire Detection Through UAV-Driven Fire Monitoring with a Transformer-Based Approach. Fire 2024, 7, 443.

7. Kolobrodov V., Lykholit M. Proektuvannia teploviziinykh i televiziinykh system sposterezhennia: Kyiv: NTTU «KPI», 2007. s. 209-212.

8. Chubina T., Mosov S. Zastosuvannia bezpilotnykh u nadzvychainykh sytuatsiakh u zarubizhnykh krainakh. Problemy tsyvilnoho zakhystu naseleennia ta bezpeky zhyttiedialnosti: suchasni realii Ukrainy: Materialy Kh Vseukrainskoi zaochnoi naukovo - praktychnoi konferentsii. Kyiv: UDU imeni Mykhaila Drahomanova, 2024 s. 92-93.

9. Savva A., Zacharia A., Makrigiorgis R., Anastasiou A., Kyrkou C., Kolios P., Panayiotou C., Theocharides, T. ICARUS: Automatic autonomous power infrastructure inspection with UAVs. In Proceedings of the 2021 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), Athens, Greece, 15–18 June 2021; pp. 918–926.

10. Konert A., Kotliński M. U-Space–Civil Liability for damages caused by Un-manned Aircraft. Transp. Res. Procedia 2020, 51, 304–312.

11. Stöcker K., Bennet R., Nex F., Gerke M., Zevenbergen J. Review of the Current State of UAV Regulations. Remote Sens. 2017, 9, 459.

12. Sakovskyi A., Naumenko S., Kravchenko S., Yefimenko I. Osoblyvosti zastosuvannia bezpilotnykh litalnykh aparativ orhanamy ta pidrozdilamy politsii. Kyiv: Nats. akad. vnutr. sprav. 2022. s. 48-55.

13. Group L.I. Drones and privacy: Data Protection Risks. Available online: URL: <https://legalitgroup.com/en/drones-and-privacy-data-protection-risks> (data zvernennia 08.08.2025).

14. Vorozha атака на ЧАЕС: експерт відповів, чы може бути витік радиоактивных речовин. URL: <https://www.unian.ua/war/udar-po-chaes-ekspert-poyasniv-koli-mozhe-buti-zagroza-vitoku-radioaktivnih-rechovin-12916410.html> (data zvernennia 17.02.2025).

15. Ataka drona po ChAES: lokalizovano zaimannia obshyvky ukryttia – Mindovkillia. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/news-chaes-ataka-drony-hrynychuk-mindovkillia/33315305.html> (data zvernennia 17.02.2025).

16. Shmatov Ye., Martyniuk I., Stadnichuk O., Larionov V., & Nikonets I. Zastosuvannia bezpilotnykh litalnykh aparativ dlia vyivlennia khimichnoi obstanovky. Viiskovo-tekhichniy zbirnyk, №24, 2021 s. 21–30.

17. Volianskyi P., Yadchenko D., Pechyborshch V., Yakymets V., Khoroshun E. Medychni drony—innovatsiia derzhavnoi sluzhby medytsyny katastrof. Kharkivska khirurhichna shkola,(3), 55-62.

18. Kumar A., Sharma K., Singh H., Naugriya S.G., Gill S.S., Buya R. A drone-based networked system and methods for combating coronavirus disease (COVID-19) pandemic. Future Gener. Comput Syst. 2021, 115, 1-19.

19. Loboda D. Efektyvnist zastosuvannia bezpilotnykh aviatsiinykh kompleksiv dlia

provedennia poshukovo-riatuvalnykh operatsii v hirs'kii mistsevoli. XX Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiia molodykh vchenykh, kursantiv ta studentiv. Problemy ta perspektyvy rozvytku systemy bezpeky zhyttiedialnosti: Zb. nauk. prats. – Lviv: LDU BZhD, 2025. – S. 403-405.

20. Na Prykarpatti znaishly zhyvym khlopchyka, yakoho shukaly ponad try doby. Shcho uskladnylo poshuky. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/articles/c625lq6424vo> (data zvernennia 21.06.2025).

21. Na Lvivshchyni znaishly zhyvoiu znyklu dvorichnu divchynku (foto). URL:

<https://weukraine.tv/suspilstvo/na-lvivshchini-znashli-zhivoju-zniklu-dvorichnu-divchynku-foto/> (data zvernennia 24.06.2025).

22. Znykly 15 serpnia: na Lvivshchyni rozshukaly dvokh pidlitkiv zi Stryshchyny. URL: <https://suspilne.media/lviv/1095670-znikli-15-serpna-na-lvivsini-rozsukali-dvoh-pidlitkiv-zi-strijsini/> (data zvernennia 21.08.2025).

© Д. І. Лобода, А. М. Домінік, 2025.

Оглядова стаття.

Надійшла до редакції 19.11.2025.

Прийнято до публікації 26.11.2025.