

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК

УДК 656.7.082

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.6.2/44>

Мандрик Я.С.

Українська державна льотна академія

ПРОВЕДЕННЯ АВІАЦІЙНОГО ПОШУКУ І РЯТУВАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

У статті проведено аналіз законодавчо-нормативної, спеціальної літератури встановлено, що проблема підвищення ефективності застосування пошуково-рятувальних сил та засобів є недостатньо вирішеною. Аналіз якісного стану та ресурсно-економічних показників повітряних суден авіації Державної служби України з надзвичайних ситуацій свідчить, що укомплектованість авіації становить 60% від штатної чисельності, що є суттєвою перешкодою для забезпечення виконання широкого кола завдань з авіаційного пошуку та рятування.

Теоретично обґрунтовано та розроблено методику проведення авіаційного пошуку і рятування із застосуванням безпілотних літальних апаратів. Метою запропонованої методики є визначення та підвищення рівня ефективності ресурсного забезпечення авіаційного пошуку і рятування із застосуванням безпілотних літальних апаратів. Розроблена методика проведення авіаційного пошуку і рятування із застосуванням безпілотних літальних апаратів здійснюється поетапно, відповідно до поступової реалізації основних концептуальних ідей: визначення показників ефективності безпілотних літальних апаратів; визначення нормативів часу виконання завдання з пошуку та рятування; визначення результатів виконання завдання, тобто виявлення місця авіаційної події та постраждалих; розробка рекомендацій щодо перспектив застосування безпілотних літальних апаратів.

В результаті проведеного дослідження розроблено алгоритм підтримки прийняття рішень щодо застосування безпілотних літальних апаратів для пошуку постраждалих при авіаційних подіях.

Ключові слова: авіаційний пошук і рятування, безпілотні літальні апарати, авіаційні події, методика проведення авіаційного пошуку і рятування із застосуванням безпілотних літальних апаратів.

Постановка проблеми. Швидке отримання координатними пошуково-рятувальними центрами наявної інформації необхідне для всебічної оцінки ситуації, якнайшвидшого прийняття рішень про оптимальний комплекс заходів та своєчасного приведення в дію пошуково-рятувальних сил та засобів з метою виявлення та порятунку осіб, що зазнають лиха, в максимально короткий термін. Від своєчасності виявлення постраждалих безпосередньо залежить кількість врятованих життів, тому необхідно розробити та реалізувати комплекс заходів, спрямованих на підвищення оперативності авіаційного пошуку та рятування постраждалих при авіакатастрофах, у зв'язку з чим тема дослідження є актуальною.

Завдання оптимального застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) вимагає розробки нових моделей та алгоритмів дій. На даний момент відсутні моделі та алгоритми підтримки прийняття рішень щодо застосування БПЛА для пошуку постраждалих при АП, тому дана тема є винятково актуальною.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Ми провели значний аналіз міжнародного досвіду із застосування БПЛА в сферах цивільного захисту. І як приклад, у країнах ЄС безпілотна авіація вже застосовується в різних сферах. Так, у Німеччині безпілотники використовують для перенесення дефібриляторів. БПЛА Deficopter дозволяє збільшити шанси на порятунок людей у важкодоступних місцях, куди машини швидкої допомоги фізично не зможуть доїхати. Долетівши до постраждалого, дрон повинен скинути дефібрилятор, яким зможуть скористатися постраждалі, або люди, які опинилися поруч із постраждалим, не чекаючи на прибуття медиків. Один такий безпілотник здатний доставити дефібрилятор пацієнту у радіусі 12 кв. км. протягом однієї хвилини, що підвищує шанс порятунку людини з 8% до 80% [1].

Зарубіжні дослідження спрямовані застосування БПЛА щодо пошуково-рятувальних операцій [2], пошуку постраждалих у важкодос-

тупних районах та зниження техногенних ризиків при надзвичайних ситуаціях [3]. У роботі [4] з використанням імітаційної моделі вивчається потенційне використання БПЛА для пошуку та визначення місцезнаходження постраждалих у гірських умовах.

Метою статті є теоретично обґрунтувати та розробити методику проведення авіаційного пошуку і рятування із застосуванням безпілотних літальних апаратів.

Виклад основного матеріалу. В дослідженні проведено експертне опитування щодо актуальності застосування БПЛА для проведення авіаційного пошуку. Проводилася апіорна оцінка компетентності експертів. Апіорними називаються методи оцінки якостей експерта, за яких не використовується інформація про результати його участі у попередніх експертизах. Ступінь відповідності експерта до цього комплексу вимог характеризується його компетентністю, що визначає здатність до експертизи.

Для визначення компетентності експертів застосовувався документальний метод, заснований на вивченні матеріалів, що характеризують експертів. Опитування експертів проводилося індивідуально під час особистої зустрічі з кожним із них.

Була розроблена відповідна анкета. При заповненні анкети експертам було запропоновано обрати найбільш актуальні та важливі заходи на даний момент. Такому пункту слід присвоїти ранг 1. Наступному за важливістю пункту – ранг 2. Експертами виступали провідні фахівці Голов-

ного управління Державної служби з надзвичайних ситуацій міста Київ.

Таким чином, можна зробити висновок про те, що актуальність та важливість запропонованих заходів розподіляється таким чином у порядку значимості (таблиця 1).

Найбільш актуальним заходом щодо застосування БПЛА по відношенню до традиційних засобів авіаційного пошуку та рятування, на думку експертів, є забезпечення безпеки особового складу пошуково-рятувальних служб (ваговий коефіцієнт $\omega = 0,18$).

На основі проведених досліджень з проблеми підвищення ефективності забезпечення авіаційного пошуку і рятування ми виділили одинадцять етапів застосування БПЛА (див. рис. 1).

Здійснимо покроковий опис алгоритму.

Крок 1. Початок.

Крок 2. Аналіз обстановки, що склалася. Від якості та всебічності проведеного аналізу предметної області, безпосередньо залежить ефективність наступних рішень.

Крок 3. Залучення та нарощування пошуково-рятувальних сил та засобів. Даний етап є одним із ключових, оскільки від правильності залучених пошуково-рятувальних сил та засобів, і навіть їх достатності залежить кількість врятованих життів. Слід зазначити, що для залучення та доставки деяких зразків техніки може знадобитися більше доби, тому при виборі пошуково-рятувальних сил та засобів слід враховувати час прибуття та доцільність їх залучення.

Таблиця 1

Актуальність заходів щодо застосування БПЛА по відношенню до традиційних засобів авіаційного пошуку та рятування

№ з/п	Переважними рисами БПЛА по відношенню до традиційних засобів	Ранг
6	Забезпечення безпеки особового складу	1
8	Висока економічна ефективність з урахуванням цінової політики	2
5	Ефективність дій – рятувальники, використовуючи БпЛА, здатні швидко зорієнтуватися в умовах надзвичайної ситуації та обрати ефективну стратегію дій для її ліквідації	3
1	Мобільність – відсутність потреби в спеціально обладнаних аеродромах чи спеціально підготовлених злітних майданчиках, а також враховуючи, що БпЛА легко транспортуються легковими автомобілями, а деякі з них можуть переноситися вручну	4
3	Висока оперативність – загальний цикл застосування: від виїзду в район події до отримання документальних результатів, займає мінімум часу	5
10	Здатність використовувати як цільове навантаження радіоелектронну і спеціальну апаратуру для вирішення широкого кола завдань	6
9	Висока маневреність та точковість – можливість досить детального аерознімання невеликих за розміром об'єктів і ділянок у місцях, де отримати зображення іншими способами не рентабельно або технічно неможливо, наприклад, в умовах щільної міської забудови	7
4	Можливістю польоту в режимі зависання	8
2	Багаторазовість використання БПЛА	9
7	Екологічна чистота – використовуються малопотужні бензинові або безшумні електричні двигуни, чим забезпечується мінімальне навантаження на довкілля	10

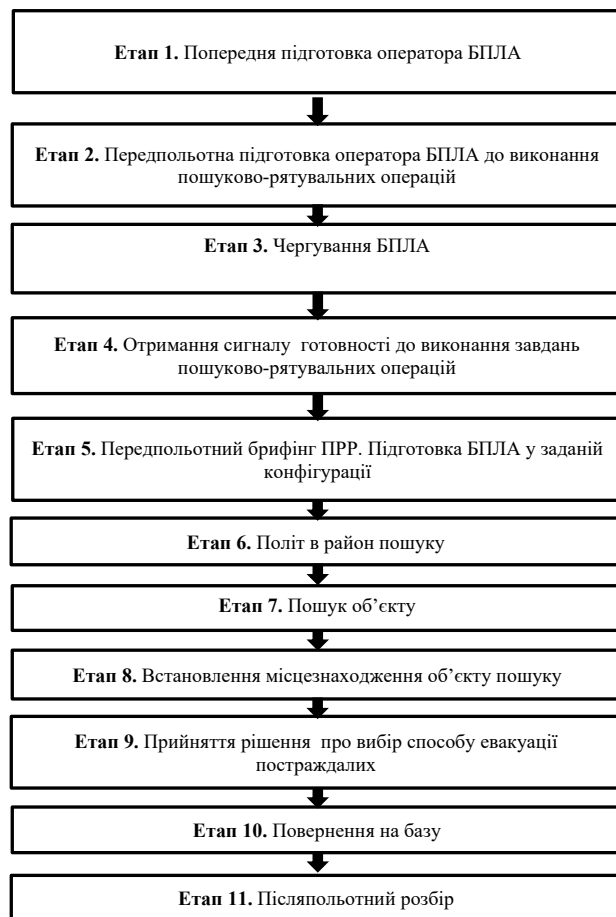


Рис. 1. Етапи застосування БПЛА

Крок 4. Збір та аналіз інформації з місця АП. Після того, як до місця події прибули перші підрозділи, з'являється достовірна інформація, безпосередньо з епіцентру подій. Тому важливо в найкоротші терміни її передати до вищого органу управління для аналізу та коригування прийнятих рішень

Крок 5. Прогноз ризиків. На цьому етапі здійснюється прогнозування виникнення ризиків, але для цього необхідно мати інформацію про природу виникнення факторів, що впливають на величину ризику. Слід зазначити, що виконання кроків 5 – 7 здійснюється одночасно з кроками 8 – 10.

Крок 6. Оцінка ризиків. Після виконання кроку 5 необхідно оцінити можливий вплив ризиків на життя та здоров'я людей. Якщо величина ризику перевищує допустиме значення, то необхідно вживати активних заходів щодо її зниження.

Крок 7. Контроль ризиків. Після оцінки ризиків необхідно здійснювати спостереження за їх величиною, оскільки можуть скластися несприятливі умови щодо проведення пошуку і рятування і величина ризику з прийнятною збільшиться до критичної. Необхідно здійснювати постійний

моніторинг за величиною ризику.

Крок 8. Вибір типу БПЛА. Для отримання додаткової інформації та оптимізації процесу проведення пошуку та рятування пропонується використовувати БПЛА різних типів. Однак вибір конкретного БПЛА залежатиме від ситуації, в якій він застосовуватиметься.

Крок 9. Розрахунок швидкості та застосування БПЛА. Після вибору типу БПЛА розраховується його оптимальна швидкість та здійснюється безпосереднє проведення пошуково-рятувальних робіт (пошук постраждалих).

Крок 10. Аналіз інформації, одержаної з БПЛА. Після того, як БПЛА здійснив політ необхідно провести аналіз отриманої інформації.

Крок 11. Отримана інформація є інформативною? Якщо отриманої інформації недостатньо або вона не інформативна, необхідно повернутися до кроку 8 і вибрати інший тип БПЛА, що володіє іншими тактико-технічними характеристиками та продовжити покрокове виконання алгоритму.

Крок 12. Відсутня загроза життю та здоров'ю людей? У разі, якщо відсутня загроза життю і здоров'ю людей, отже, всіх постраждалих знайдено і немає подальшої необхідності в проведенні пошуку і рятування. У разі, якщо існує загроза життю та здоров'ю людей, то здійснюється перехід до кроку 3.

Крок 13. Ліквідація наслідків аварії. Після того, як знайдено всіх постраждалих наявні сили необхідно направити на ліквідацію наслідків аварії.

Крок 14. Закінчення пошуково-рятувальної операції.

Таким чином, розроблений алгоритм дозволить ефективно проводити підтримку прийняття рішень щодо застосування БПЛА для пошуку постраждалих під час авіакатастроф.

В результаті проведеного дослідження розроблено алгоритм підтримки прийняття рішень щодо застосування БПЛА для пошуку постраждалих при АП (див. рис. 2).

Таким чином, розроблений алгоритм дозволить ефективно проводити підтримку прийняття рішень щодо застосування БПЛА для пошуку постраждалих під час авіакатастроф.

Метою запропонованої методики є визначення та підвищення рівня ефективності ресурсного забезпечення авіаційного пошуку і рятування із застосуванням БПЛА.

Розроблена методика проведення авіаційного пошуку і рятування із застосуванням безпілотних літальних апаратів здійснюється поетапно, відповідно до поступової реалізації основних концепту-

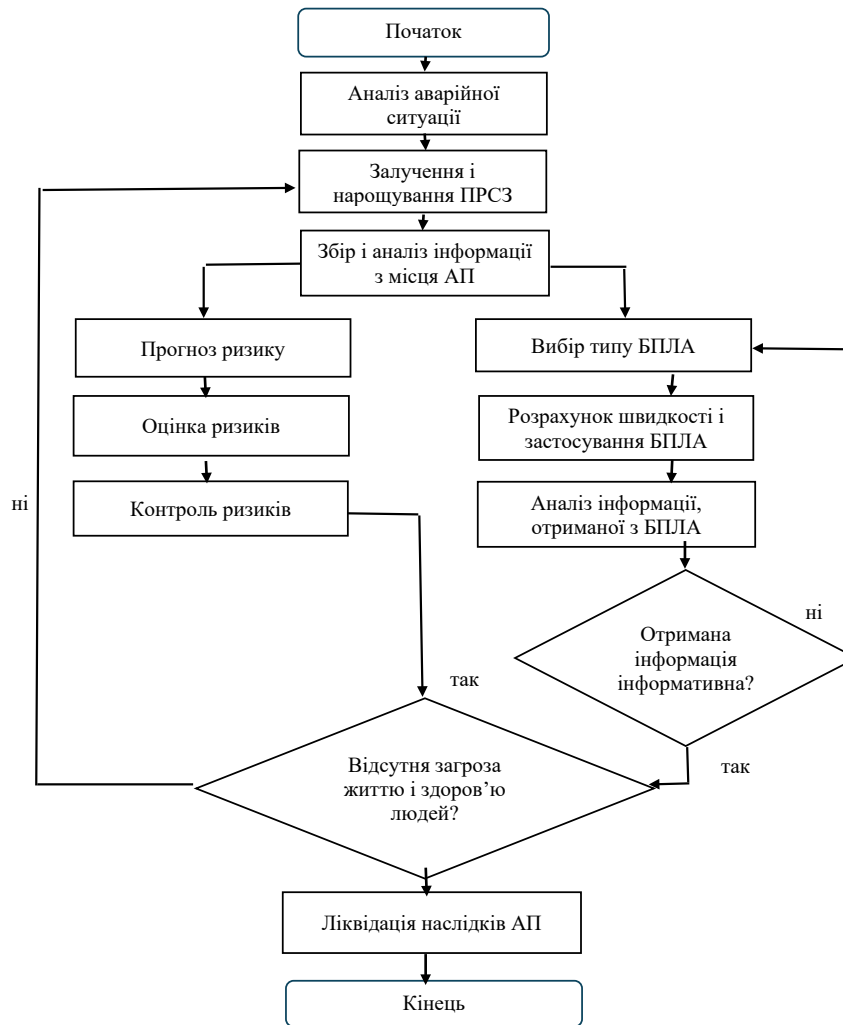


Рис. 2. Блок-схема алгоритму підтримки прийняття рішень щодо застосування БПЛА для пошуку постраждалих при АП

альних ідей: визначення показників ефективності БПЛА; визначення нормативів часу виконання завдання з пошуку та рятування; визначення результатів виконання завдання, тобто виявлення місця АП та постраждалих; розробка рекомендацій щодо перспектив застосування БПЛА.

Розкриємо сутність кожного етапу, спираючись на характеристику виділених компонентів методики проведення авіаційного пошуку і рятування із застосуванням безпілотних літальних апаратів.

Перший етап методики – визначення показників ефективності пошуково-рятувальних сил та засобів:

- час виконання завдання;
- результат виконання завдання;
- допуск виконання завдань в складних умовах;
- тип та призначення БПЛА;
- тактико-технічні характеристики БПЛА;
- спеціальне обладнання БПЛА;

- транспортно-десантна потужність;
- пошуково-рятувальна потужність;
- безпека.

Другий етап методики – визначення нормативів часу виконання завдання з пошуку та рятування БПЛА, а саме:

- час вильоту БПЛА;
- час візуального пошуку об'єкта;
- час радіотехнічного пошуку;
- час проведення евакуаційних робіт.

Нормативи часу вильоту чергового БПЛА відображено в таблиці 2.

Третій етап методики – виконання завдання пошуку і рятування. Визначення показників ймовірності виявлення і рятування об'єктів пошуку БПЛА, який реалізується на основі алгоритму визначення ймовірності виявлення об'єкта пошуку згідно методики Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO).

Таблиця 2

Час вильоту чергового БПЛА з моменту отримання команди (у хвиликах)

Оцінка	3 готовності № 1	3 готовності № 2	3 готовності № 3
	БПЛА	БПЛА	БПЛА
Відмінно	8	10	45
Добре	9	15	55
Задовільно	10	20	60
Незадовільно	> 10	> 20	> 60

Четвертий етап методики – розробка рекомендацій щодо перспектив застосування БПЛА. А саме, комплекс рекомендацій щодо перспективної схеми базування БПЛА у підрайонах пошуку і рятування, підключення БПЛА до автоматизованої системи управління «Пошук».

До особливих випадків відносяться:

- відсутність інформації про місце лиха;
- неможливість проведення повітряного або наземного пошуку за метеорологічними умовами;
- віддаленість району лиха від місцезнаходження БПЛА більше, ніж їх тактичний радіус та інше.

Результати дослідження представлені рекомендаціями:

- раціональне розміщення на території України БПЛА має бути з урахуванням найбільш небезпечних регіонів (районів) щодо виникнення

надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, які потребують постійного обслуговування авіаційними пошуково-рятувальними силами і засобами для виконання пошуково-рятувальних (аварійно-рятувальних) робіт, якими є:

- південно-східний регіон України, особливо у пожежонебезпечний період;
- акваторії Чорного та Азовського морів;
- райони Закарпаття та Прикарпаття;
- зони розташування атомних електростанцій: Рівненської, Хмельницької, Південно-Української, Запорізької;
- басейни рік Дніпро, Дунай та Прут, особливо у весняний період.

Висновки та перспективи подальших досліджень. В результаті проведеного дослідження нами розроблено алгоритм підтримки прийняття рішень щодо застосування безпілотних літальних апаратів для пошуку постраждалих при авіаційних подіях. Даний алгоритм дозволить ефективно проводити підтримку прийняття рішень щодо застосування безпілотних літальних апаратів для пошуку постраждалих під час авіакатастроф. Реалізація цього алгоритму у вигляді програмного комплексу дозволить автоматизувати процес прогнозування, оцінки та контролю ризиків, а також скоротити тимчасові та когнітивні витрати на прийняття рішень.

Список літератури:

1. Безпілотна авіація у військовій справі : колект. моногр. / С. П. Мосов та ін. Київ: Інтерсервіс, 2019. 324 с.
2. Ashour R., Aldaheri S., Abu-Kheil Y. Applications of UAVs in Search and Rescue. Unmanned Aerial Vehicles Applications: Challenges and Trends. Cham: Springer International Publishing. 2023. С. 169-200.
3. Lyu M. et al. Unmanned Aerial Vehicles for Search and Rescue: A Survey. Remote Sensing. 2023. Т. 15. №. 13. С. 3266.
4. Bravo R. Z. B., Leiras A., Cyrino Oliveira F. L. The use of UAV s in humanitarian relief: An application of POMDP based methodology for finding victims. Production and Operations Management. 2019. Т. 28. №. 2. С. 421-440.

Mandryk Ya.S. CONDUCTING AERIAL SEARCH AND RESCUE USING UNMANNED AIRCRAFT

The article analyzes the legislative and regulatory, special literature and establishes that the problem of increasing the efficiency of the use of search and rescue forces and means is not sufficiently resolved. Analysis of the qualitative condition and resource and economic indicators of aircraft of the State Emergency Service of Ukraine shows that the staffing of aviation is 60% of the full-time staff, which is a significant obstacle to ensuring the implementation of a wide range of tasks in aviation search and rescue.

The methodology for conducting aviation search and rescue using unmanned aerial vehicles is theoretically substantiated and developed. The purpose of the proposed methodology is to determine and increase the level of efficiency of resource provision of aviation search and rescue using unmanned aerial vehicles. The developed methodology for conducting aviation search and rescue using unmanned aerial vehicles is carried out in stages, in accordance with the gradual implementation of the main conceptual ideas: determining the efficiency indicators of unmanned aerial vehicles; determining the time standards for performing the search and rescue task; determining the results of the task, i.e. identifying the location of the aviation incident and victims; developing recommendations on the prospects for the use of unmanned aerial vehicles.

As a result of the research, an algorithm for supporting decision-making on the use of unmanned aerial vehicles for searching for victims in aviation incidents was developed.

Key words: *aviation search and rescue, unmanned aerial vehicles, aviation incidents, methods of conducting aviation search and rescue using unmanned aerial vehicles.*