

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЦИВІЛЬНОЇ ТА ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ Б.Д.Халмурадов
« ____ » _____ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА ЗА
СПЕЦІАЛЬНІСТЮ 263 «ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА»

Тема: «Використання безпілотної авіації при організації пошуково-рятувальних робіт»

Виконавець: студента групи 412 ЦБ Оксенчука Данила Валерійовича

Керівник: к.т.н., доцент Федина Василь Петрович

Нормоконтролер: _____ Козлітін О.О.

КИЇВ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій
Кафедра цивільної та промислової безпеки
Спеціальність 263 «Цивільна безпека»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Б.Д.Халмурадов
«___» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ на виконання кваліфікаційної роботи Оксенчука Данила Валерійовича

1. Тема роботи «Використання безпілотної авіації при організації пошуково-рятувальних робіт» затверджена наказом ректора від «26» квітня 2023 року № 566/ст.
2. Термін виконання роботи з 29.05.2023 по 25.06.2023.
3. Вихідні дані роботи:
 - провести загальний аналіз існуючих видів Безпілотних повітряних суден;
 - сформувані в роботі Приклади Безпілотних повітряних суден які можуть виконувати пошуково-рятувальні операціях
 - показати основні переваги Безпілотних повітряних суден при використанні пошуково-рятувальних операцій;
 - Показати основні недоліки використання безпілотних повітряних суден підчас виконання пошуково-рятувальних операцій.
4. Зміст пояснювальної записки:
 - загальні відомості про безпілотні повітряні судна;
 - недоліки та переваги БПС;
 - розрахунок економічної переваги БПС та використання ППС

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу:

-Приклади видів БПС

- Приклад БПС 7-Д «Небесний патруль», його характеристики

- Приклад ППС НАРП-1

6. Календарний план графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Постановка задачі та аналіз інформаційних джерел	29.05.2023-01.06.2023	
2.	Збір інформаційних даних та обґрунтування вибору рішення	01.06.2023-02.06.2023	
3.	Аналіз даних та їх класифікація	03.06.2023	
4.	Робота над розділом №1	04.06.2023-11.06.2023	
5.	Робота над розділом №2	12.06.2023-15.06.2023	
6.	Підготовка графічного матеріалу, оформлення і друк пояснювальних записки	16.06.2023	
7.	Оформлення презентації в Power point	17.06.2023-20.06.2023	
8.	Отримання Рецензій від опонентів	21.06.2023	
9.	Підготовка до захисту ДЕК	23.06.2023	

7. Дата видачі завдання: «29» __квітня__ 2023р.

Керівник кваліфікаційної роботи (проекту) _____ Федина В.П.

Завдання прийняв (ла) до виконання _____ Оксенчук Д. В. _____
РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, основної частини, що містить два розділи, висновку й списку використаної літератури. Загальний обсяг 59 сторінок. Робота містить 4 рисунки та 3 таблиці. Список бібліографічних джерел включає 42 джерела.

Ключові слова : БПС , БЕЗПЛОТНІ ПОВІТРЯНІ СУДНА, ПОШУКОВО-РЯТУВАЛЬНІ ОПЕРАЦІЇ, МОЖЛИВЕ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗПЛОТНИКА.

Об'єкт дослідження – Використання безпілотних повітряних суден під час виконання пошуково-рятувальних операцій.

Предмет дослідження – Переваги Повітряних суден під час виконання пошуково-рятувальних операцій.

Мета роботи – коротко проаналізувати можливості різних видів безпілотних повітряних суден що можуть використовувати пошуковорятувальні операції.

Методи застосовані в кваліфікаційній роботі : оцінка можливостей БПС, Переваг та недоліків.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в : порівнянні двох схожих по критеріям та технічним характеристикам двох різних повітряних суден у якості безпілотного та пілотованого повітряного судна. Та проведення їх у якості можливого використання їх у пошуково-рятувальних операціях. Порівняння їх можливостей, та показання переваги використання безпілотника в розрахунку собівартості обох апаратів.

Основні висновки роботи – проведено розрахунки та оцінки собівартості використання безпілотника та пілотованого судна. Наведено основні переваги Безпілотних повітряних суден та показану їх цінність під час планування використання техніки під час виконання пошуковорятувальних робіт.

Зміст

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....	9
ВСТУП.....	10
1.АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	
1.1. Види пошуково-рятувальних операцій із застосуванням БПС.....	13
1.2. Основні переваги використання БПС в пошуково-рятувальних операціях.....	18
1.3 Основні недоліки використання БПС в пошуково-рятувальних операціях.....	21
1.4. Види БПС.....	23
2.РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	
2.1.БПС М-7Д «Небесний патруль» як приклад використання в пошуковорятувальних операціях, його Характеристики.....	38
2.2.Техніко – економічне обґрунтування використання БПС М-7Д для виконання пошуково-рятувальних робіт.....	43
2.2.1ППС НАРП-1 Як приклад використання в пошуково-рятувальних операціях, його характеристики.....	44
2.3Розрахунок витрат палива при виконанні пошуково-рятувальних робіт для БПС М-7Д та ППС НАРП-1.....	46
2.4Розрахунок собівартості льотної години ППС НАРП-1 і БПС М-7Д «Небесний патруль».....	50

ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57

Перелік Умовних Позначень

БПС – безпілотне повітряне судно

ППП – пілотоване повітряне судно

Вступ

Надзвичайні ситуації є одним із основних проблем для людства та їх життів, через те, що людство буває неготовим до подолання негод, а якщо ж і готове, негативні наслідки дають про себе знати. За даними Центру досліджень епідемій та інновацій [1] (Center for Research on the Epidemiology of Disasters), з 1991 по 2022 роки сталося більше 8 000 надзвичайних ситуацій у всьому світі. Серед них були природні катаклізми, такі як землетруси, повені, торнадо, урагани та інші стихійні лиха, а також техногенні катастрофи, такі як аварії на ядерних електростанціях, викиди отруйних речовин та інші. В Україні протидії та безпеці в наслідок Надзвичайної ситуації (НС) існує такий підрозділ як "Державна служба України з надзвичайних ситуацій" скорочено "ДСНС". За даними "ДСНС" в упродовж 2021 року було забезпечено оперативне реагування на 124 класифіковані надзвичайні ситуації, які за масштабами розподілилися на державного рівня - 3, регіонального - 5, місцевого - 53, об'єктового - 63. Порівняно з 2020 роком, загальна кількість НС у 2021 році дещо збільшилася (на 8 НС або на 7 %), при цьому кількість НС природного характеру збільшилася на 1,6 %, а кількість НС техногенного характеру – на 12,8 %. Одночасно, упродовж 2021 року спостерігалось зменшення кількості загиблих та постраждалих в НС на 12,9 % та 46,9 % відповідно (більшість загиблих припадає на НС техногенного характеру, які сталися унаслідок пожеж (вибухів) та аварій на транспорті. З розвитком людства, їх вмінь та навичків, прогрес у використанні безпілотної авіації стає вже більш актуальним. В даній дипломній роботі ми будемо розглядати безпілотні судна в якості пошуково-рятувальних приладів. Розуміючи те, що людство поступово механізує свою роботу, вдосконалюючи роботу пошукових систем та приладів значною мірою дійдуть до тих самих безпілотних повітряних суден (БПС). Людина здавна практикує методи пошуково-рятувальних робіт з залученням особового складу, для цього вона навчає та споряджає людей, але при цих обставинах якою б вона була

досвідченою людиною ризик того що він/вона може теж стати жертвою тієї надзвичайної ситуації занадто великий та імовірність невдачі через те що не вдалося вчасно знайти , чи допомогти особам які потрапили в надзвичайну ситуацію через людський фактор залишається доволі великим. Якщо ж ми власне і кажемо про модернізацію та використання БПС в пошуково-рятувальних роботах, значною мірою це знижує та витрати на спорядження , підготовку особового складу та ризики людських факторів. Також проведення пошуково-рятувальних операцій може бути обмежене погодними умовами, складністю місцевості та іншими факторами, що можуть ускладнювати доступність до місця події. Тому використання безпілотної авіації при організації пошуково-рятувальних робіт може бути ефективним та безпечним рішенням. Безпілотні повітряні судна (БПС) можуть літати на великих висотах та охоплювати великі території, що значно зменшує час та зусилля, необхідні для здійснення пошукових операцій. БПС також можуть допомогти відшукати людей у важкодоступних місцях, таких як ліси, гори, а також в зоні стихійних лих та інших надзвичайних ситуацій. Однією з переваг використання БПС є зменшення ризику для рятувальників. У багатьох випадках, рятувальники повинні працювати в небезпечних умовах, таких як лавини, зсуви ґрунту, небезпечні речовини та інше. Використання БПС дозволяє проводити пошук та рятування без виставлення людей на небезпеку. Однак, на жаль, використання БПС також має свої недоліки. До них можна віднести відносно низьку швидкість та недостатню маневреність. Також, важко оцінити величину ризику та небезпеки з висоти, що може ускладнити процес прийняття рішень в ході операції . Метою данної дипломної роботи є поверхневе вивчення можливостей безпілотних повітряних суден при організації пошуково-рятувальних робіт, опис переваг та недоліків , та застосування безпілотних повітряних суден в надзвичайних ситуаціях. Безпілотні літальні апарати Мають величезні переваги та свої недоліки перед людиною, але їх появою успішність пошуково-рятувальних операцій суттєво

зросла, саме тому в наш час використання безпілотників та їх можливостей вигідніше і комфортніше, ніж піддавати ризику рятувальника.

Розділ 1

1.1. Види пошуково-рятувальних операцій із застосуванням БПС та їх опис.

Безпілотне повітряне судно,(БПС) – це літальний апарат, який може злітати, здійснювати політ і сідати без фізичної присутності пілота на його борту. Політ БПС може здійснюватися під дистанційним керуванням людини-оператора, як віддалено пілотований літальний апарат, або з різним ступенем автономності, як-от допомога автопілоту, аж до повністю самостійного, який не передбачає втручання людини.

Задачі які можуть бути виконані безпілотними повітряними суднами в наші часи є дуже різноманітними. БПС активно використовують у військовій справі як вид зброї для ураження техніки противника або ж виведення зі строю військової інфраструктури. Якщо ж казати про цивільне використання безпілотних повітряних суден, людство використовує для зйомки фільмів, чи для розваги, і т.д. Але безпілотні повітряні судна також використовуються і для пошуково-рятувальних операцій, і якщо ж ми говоримо саме про це, то застосування БПС є дуже ефективним та забезпечувати багато переваг в різних[2] ситуаціях, а саме :

- Пошук втрачених людей після стихійного лиха :Безпілотні повітряні судна, відомі як дрони, можуть відігравати значну роль у збереженні людських життів та координації рятувальних операцій. Перш за все, безпілотні повітряні судна можуть ефективно використовуватись для оцінки пошкоджень та зон небезпеки після стихійного лиха. Вони можуть проникнути в складно доступні місця, що є небезпечними для людей, такі як завалені будівлі або затоплені райони, і надати детальну інформацію про стан і розміри руйнувань. Це дозволяє рятувальникам визначити пріоритетні напрямки дій та врятувати людей, які можуть

бути заблоковані. По-друге, БПС можуть використовуватись для пошуку та рятування постраждалих. Вони оснащені камерами, які здатні здійснювати теплове зображення та виявляти людей навіть ускладнених умовах видимості. Це дозволяє рятувальним службам швидко зорієнтуватись у ситуації та знайти людей, які потребують допомоги. Безпілотні повітряні судна також можуть доставляти медикаменти, першу допомогу та невеликі засоби зв'язку до постраждалих місць, допомагаючи забезпечити допомогу в найкоротші строки. В координації рятувальних операцій після стихійного лиха. Вони можуть передавати живу відеоінформацію з місця події до центру управління, де рятувальники можуть аналізувати ситуацію в режимі реального часу. Це допомагає забезпечити швидку та точну передачу інформації, що забезпечує ефективність рятувальних дій. Крім того, БПС можуть бути використані для встановлення комунікаційних мереж. Після стихійного лиха може бути ускладнено сполучення між рятувальниками та постраждалими. Дрони можуть встановлювати тимчасові мережі зв'язку, що дозволяє рятувальникам координувати свої дії та отримувати інформацію з найважливіших точок. Не можна також забувати про ефективність та економічність використання безпілотників. Замість використання великого числа людських ресурсів і матеріалів, один рятувальник може керувати кількома дронами, що значно збільшує покриття та швидкість рятувальних операцій. Крім того, безпілотні повітряні судна можуть бути повторно використані, що дозволяє знизити витрати на проведення пошуково-рятувальних операцій. Важливо відзначити, що використання безпілотників в пошуково-рятувальних операціях також повинно дотримуватись правових та етичних норм. Потрібно враховувати конфіденційність і приватність осіб, які перебувають у зоні рятувальних операцій, і забезпечувати відповідну безпеку даних, зібраних дронами. Рятування

постраждалих на воді : Безпілотні повітряні судна можуть забезпечують можливість проводити огляд водоймищ з висоти, що раніше була недосяжною для людей. Їхні камери високої роздільної здатності та термальні сенсори дозволяють швидко виявляти втрачених або потерпілих осіб, навіть у важкодоступних місцях. Це дозволяє зменшити час, необхідний для локалізації потерпілих, та почати негайні рятувальні дії. Можуть бути використані для пошуку та рятування людей, що опинилися в біді на воді, таких як моряки, рибалки або потерпілі від корабельної аварії. Вони можуть пролітати над водними просторами, виявляти затонулі судна або позначати місце перебування людей, чекаючи на надходження допомоги. Також БПС можуть бути використані для доставки рятувального спорядження, такого як плавальні круги, жилети або перша медична допомога, до потерпілих на водоймі. Завдяки своїй маневреності та можливості швидко змінювати маршрут, безпілотники забезпечують швидку та точну доставку необхідного обладнання туди, де воно найбільше потрібне. Безпілотні повітряні судна можуть ефективно використовуватись для постійного патрулювання водоймищ, перевірки великого обсягу території на наявність потерпілих або загиблих осіб. Завдяки безперервному моніторингу з повітря, також вони можуть виявити навіть найменші рухи або ознаки життя на воді, що допомагає вчасно виявити та реагувати на небезпеку.

Безпілотники можуть бути обладнані засобами передачі відео в реальному часі, що дозволяє рятувальним службам отримувати докладну інформацію про ситуацію на місці події. Це дозволяє оперативним командам приймати швидкі та обґрунтовані рішення щодо рятувальних операцій. Крім того, Безпілотні повітряні судна можуть служити як засіб комунікації між рятувальними командами, що знаходяться на воді та на березі, спрощуючи обмін інформацією та координацію дій.

- Використання БПС у гірських районах :У гірських районах пошуковорятувальні операції відзначаються певними труднощами, такими як небезпека для рятувальників, складність території та обмеженість доступу, тим самим використання БПС дозволяє ефективно вирішувати ці проблеми.

Основні ролі у гірських пошуково-рятувальних операціях включають:

А) Розвідка: Дрони можуть швидко та безпечно пролітати над важкодоступними територіями та збирати важливі дані про розташування постраждалих, місця зсувів, падінь або інших небезпечних об'єктів.

Б) Пошук та рятування: Завдяки вбудованим камерам і тепловізорам, безпілотники можуть ефективно знаходити людей у складних гірських умовах, допомагати у встановленні точного місцезнаходження постраждалих. Це дозволяє рятувальним службам оперативно приймати рішення щодо подальших дій і здійснювати швидке врятування.

В) Доставка спорядження та медичної допомоги: Безпілотники можуть використовуватися для доставки необхідного спорядження, засобів першої допомоги та медичних засобів на місце події. Це особливо важливо у випадках, коли пряма людська діяльність є небезпечною або неможливою.

Г) Комунікація та координація: БПС можуть використовуватися для підтримки комунікації між рятувальними групами, постраждалими та командним центром. Вони можуть передавати важливі повідомлення, забезпечувати зв'язок та допомагати у координації дій.

Д) Безпілотні повітряні судна можуть працювати в режимі постійного моніторингу, що дозволяє виявляти небезпечні ситуації, зсуви ґрунту або зміни в території. Це допомагає запобігати негативним наслідкам та швидко реагувати на них.

- Пошук людей під завалами : одним із ключових аспектів у таких операціях є швидке та ефективне виявлення та рятування людей, які можуть бути під завалами внаслідок природних катастроф, обвалів будівель або інших небезпечних ситуацій. У цьому контексті використання безпілотників, або дронів, набуває все більшої популярності та значимості. Точність та швидкість виявлення: Безпілотні повітряні судна оснащені передовими датчиками, включаючи теплові камери та високо роздільні відеокамери, які можуть проникнути в складні області та виявити ознаки присутності людей під завалами. Вони можуть надати рятувальникам важливу інформацію про місце знаходження потерпілих, допомагаючи зосередити зусилля на конкретних ділянках.

Зменшення ризику для рятувальників: Пошук людей під завалами є небезпечним завданням для рятувальників, оскільки можуть існувати ризики обвалу або небезпечних газів. Використання безпілотників дозволяє зменшити ризик для життя рятувальників, оскільки в важкодоступних або небезпечних зонах для проведення пошукових операцій. Безпілотники можуть проникати у вузькі проміжки, тунелі та інші недоступні місця, де ризик для рятувальників є надзвичайно високим.

- Оперативність та мобільність: Безпілотні повітряні судна можуть швидко розгорнутися та почати пошукову діяльність, не потребуючи значних підготовчих робіт. Вони можуть бути запуснені з різних місць та працювати одночасно на різних ділянках пошукової зони. Крім того, безпілотники можуть бути легкими та портативними, що полегшує їх транспортування та маневрування в ускладнених умовах.
- Висока точність картографування: БПС можуть виконувати картографування та створення тривимірних моделей руйнувань, що дозволяє рятувальникам отримати більш точну інформацію про

структуру та розташування завалів. Це допомагає зрозуміти складність ситуації, а також планувати оптимальний шлях дій та визначити найбільш безпечні шляхи до пошуку та рятування.

- Використання технологій штучного інтелекту: Завдяки розвитку технологій штучного інтелекту, безпілотники можуть бути оснащені алгоритмами машинного навчання, які допомагають автоматично аналізувати зображення та виділяти ознаки людської присутності. Це підвищує ефективність та швидкість пошукових операцій, дозволяючи оперативно в важкодоступних або небезпечних зонах можна використовувати безпілотні повітряні судна для проведення пошукових операцій. Вони також можуть проникати вузькі проміжки, тунелі та інші недоступні місця, де ризик для рятувальників є надзвичайно високим.

1.2. Основні переваги використання БПС в рятувальних Операціях.

Рятувальні операції є невід'ємною частиною цього світу, тому поява технології дронів стає все більш популярною у сфері на пошуковорятувальних роботах. Використання БПС дає ряд переваг які можуть скоротити пошук або надання допомоги потерпілим, тим самим підвищуючи шанси провести успішності пошуково-рятувальної роботи. Переваги використання БПС саме такі :

Ефективність та швидкість: У минулому пошук зниклих людей проводився здебільшого пішки, що призводило до повільних і неефективних операцій, і залишався ризик втрати зв'язку з пошуково-рятувальною групою. Безпілотні повітряні судна можуть швидко досягати небезпечних місць та виконувати завдання рятувальних операцій без ризику для життя пілота. Вони можуть облітати великі площі і висоти, виявляти пошкоджені місця та шукати

загиблих людей за значно менший проміжок часу, порівняно зі звичайними літаками або гелікоптерами.

- Доступ до важкодоступних місць: Через загрозу життя або здоров'я рятувальна деякі пошуково-рятувальні роботи стають надзвичайно складними. Ці ситуації можуть бути пов'язані як і з природним характером (зсув ґрунту, повінь) або ж техногенного (аварії або катастрофи на виробництві, раптове руйнування споруд). Безпілотні повітряні судна можуть дістатися до важкодоступних місць, де людям складно або небезпечно проникати без участі самого рятувальника, а оператору Бпс нічого не буде загрозувати. Наприклад, в гірських районах або в районах стихійного лиха, де ландшафт складний або пошкоджений, Бпс можуть проводити пошук та надавати допомогу важкодоступним зонами . Під час катастрофи на виробництві , безпілотник може визначити місце перебування потерпілих, та з його допомогою будуть планувалися наступні кроки для порятунку.
- Збір і передача інформації: З розвитком технологій, пошукові системи стають точніше і ефективність їх зростає. Безпілотні повітряні судна обладнуються різноманітними сенсорами, такими як камери високої роздільної здатності, теплові камери, лазерні сканери тощо. Це дозволяє здійснювати детальний збір інформації про обстановку в зоні катастрофи, в десятки разів швидше і ефективніше, ніж це робили б люди. БПС можуть передавати цю інформацію в реальному часі, що допомагає забезпечити швидке реагування та прийняття рішень рятувальним службам.
- Можливості пошуку та рятування: Через зниження людського фактору ефективність пошуку і порятунку постраждалих та мінімізації смертності ,Безпілотні повітряні судна використовуються в різних

надзвичайних ситуаціях для пошуку людей. У складних умовах, наприклад, під завалами після землетрусу або під час лавини.

Оператори Бпс можуть здійснювати прецизійну навігацію та маніпулювати об'єктами, такими як дрони-маніпулятори, для звільнення заблокованих людей або надання першої медичної допомоги.

- Мінімізація ризику для рятувального персоналу: Використання безпілотної авіації дозволяє мінімізувати ризик для життя рятувальних працівників. Пілоти та рятувальники можуть керувати БПС з безпечного місця, не піддаючись прямому небезпеці або погіршенню обстановки. Це сприяє збереженню життя та забезпечує більш ефективну координацію рятувальних дій.
- Економічна вигода : використання безпілотної авіації в рятувальних операціях може призвести до зниження витрат. Безпілотні повітряні судна, порівняно з традиційними пілотованими літаками або гелікоптерами, мають більш низькі розходи на паливо та експлуатацію, так як вони не потребують пілота та інших членів екіпажу. Крім того, безпілотні літальні апарати можуть бути більш ефективні у виконанні завдань, оскільки вони можуть здійснювати більш точний та систематичний пошук і збір інформації з використанням датчиків, камер та інших пристроїв, які забезпечують високу якість зображення та збір даних. Додатковою економічною перевагою використання Бпс в рятувальних операціях є можливість реалізації широкого спектру завдань у різних умовах, які можуть бути складними або небезпечними для людей. Наприклад, використання безпілотної авіації може допомогти у пошуку відсутніх людей або дітей, що загубилися в лісі, горах або на іншій території, яка може бути важко доступна для рятувальників.

- Підготовка персоналу :Вигідність підготовки персоналу для керування безпілотними повітряними суднами є критично важливою для забезпечення успішної реалізації рятувальних операцій. Вимоги до персоналу, який працює з БПС, включають знання про технічні характеристики Бпс досвід у використанні програмного забезпечення, вміння проектувати маршрути польоту, а також вміння аналізувати дані, зібрані під час польоту. Також важливо, щоб персонал був здатен ефективно спілкуватися з командою на землі та забезпечував безпечний політ Безпілотних повітряних суден. Підготовка персоналу для роботи з Бпс має численні переваги для рятувальних операцій. Перш за все, це дозволяє забезпечити ефективну координацію дій між командою на землі та персоналом, який працює з Безпілотними повітряними суднами. Крім того, це зменшує ризики для людського життя, оскільки персонал не потребує здійснення ризикованих маневрів на повітряному транспорті. Підготовка персоналу також дозволяє забезпечити ефективний захист інформації, зібраної Бпс, що є важливим для забезпечення конфіденційності та безпеки.

1.3 Недоліки використання БПС у пошуково рятувальних роботах.

Безпілотні повітряні судна мають значну кількість переваг використання у пошуково-рятувальних роботах, їх ефективність у справі пошуку врази вища чим у звичайного рятувальника, але у кожного механізму чи предмету існують свої недоліки. Безпілотні повітряні судна також не є виключенням. Також конкретні недоліки можуть варіюватися в залежності від моделі та застосування БПС.

Найголовнішими недоліками БПС у використанні в пошуковорятувальних операціях є :

- Недостатня вантажопідйомність: У надзвичайній ситуації доставка предметів що можуть врятувати життя потерпілому чи обладнання для подальшого застосування є одним із пріоритетів для проведення успішної операції. Безпілотники здатні переміщувати підняти не дуже важкі та невеликі вантажі, це обмежує їх ефективність у використанні у пошуково-рятувальних операціях.
- Технологічна залежність : Використання безпілотних повітряних суден також обмежується зв'язком, та функціонуючих технологіями. Якщо під час проведення пошуково-рятувальної операції зв'язок з безпілотником пропаде, це може суттєво вплинути на хід операції, так як за планом проведення операції безпілотник може грати ключову роль у пошуку постраждалих. Втрата зв'язку важкодоступному місці може вплинути також і до втрати самого безпілотника, тим самим може додати ще більше труднощів із пошуком місця де знаходиться повітряне судно. Технічні неполадки, як от втрата потужності в одному із двигунів чи порушення комунікації також можуть стати проблемами під час пошуковорятувальної операції.
- Погана адаптація : Погодні умови є одним із головних факторів використання БПС під час пошуково-рятувальних операцій. Деякі безпілотні повітряні судна взагалі непридатні для польоту при поганій видимості або у нічний час. Через дощ, сніг, або сильний вітер повітряне судно може втратити стабільності та маневреність. Під час проведення пошуково-рятувальної операції, де часто зустрічаються непередбачувані умови, саме погана адаптація може вплинути на використання безпілотників.
- Проблеми з безпекою та приватністю : під час проведення пошуково-рятувальних робіт з використанням безпілотників також

постає питання безпеки та приватністю. Хоч безпілотники може бути надійним у цьому питанні, але іноді існує ризик того, що збір та передача великої кількості даних може ставити під загрозу конфіденційності осіб, які потребують допомоги. Крім того, хакери можуть зламати систему керування повітряним судном і використовувати його у злочинних цілях, викликаючи цим додаткову небезпеку.

- Досвідченість операторів : Оператор, який управляє безпілотними повітряним судном, має бути досвідченим. Він повинен мати достатні навички та знання для керування безпілотним повітряним судном, а також вміти аналізувати зібрані дані, і приймати швидкі та обґрунтовані рішення. Якщо оператор безпілотника недосвідчений, ризик того що повітряне судно буде неефективний у пошуково-рятувальні операції набагато вище. Нехватка кваліфікованих операторів також може бути однією із головних проблем використання безпілотників.
- Обмеженість маневрування : деякі безпілотні повітряні судна можуть мати обмежену здатність маневрувати в складних умовах, або обмеженому просторі. Наприклад, у вузьких каньйонах або між високими будівлями. , тим самим знижуючи спроможність виконувати пошуково-рятувальні операції.
- Відсутність людського фактору ; Людський фактор може бути як і недоліком так і перевагою в пошуково-рятувальній операції. Якщо розглядати момент із його відсутності, безпілотні повітряні судна не можуть реагувати на ситуації так ефективно, як людина. БПС не має інтуїції, життєвого досвіду та здатності до емоційного сприйняття, що може бути важливим аспектом в порятунку постраждалого.

Нормативно-правове середовище в Україні в питанні що до використання БПС у пошуково-рятувальних операціях ,тому це ускладнено. Навіть незважаючи на те, що уряд зробив певні кроки для розробки законів про безпілотники, вони ще не впроваджені. Ця відсутність регулювання означає, що немає ясності що до того, як потрібно використовувати дрони під час пошуково-рятувальних операціях, і це саме ускладнює їх використання .

1.4 Види Безпілотних повітряних суден для виконання у пошуковорятувальних операціях.

Мультироторні БПС - вони також відомі як квадрокоптери або мультикоптери, вони є одними з найпоширеніших видів безпілотників для використання в пошуково-рятувальних операціях. Вони мають кілька роторів, тому вони чудово піднімаються і стабільно тримаються у повітрі.



Найбільш за все вони використовуються у таких операціях:

- Мультироторні дрони можуть бути використані для швидкого та ефективного пошуку постраждалих або загублених осіб. Вони оснащені камерами високої роздільної здатності, що дозволяє здійснювати повітряне спостереження над великими територіями.

Завдяки вбудованим

GPS-системам та термальним камерам, мультироторні дрони можуть локалізувати постраждалих навіть у важкодоступних місцях або під завалами.

- Доставка рятувальних засобів: Мультироторні дрони можуть бути використані для доставки рятувальних



засобів, таких як медичні аптечки, попереджувальні сигнали, рятувальні канати тощо, на місце надзвичайної ситуації. Завдяки своїй маневреності та здатності до вертикального зльоту і посадки, вони можуть швидко доставити необхідні матеріали на місце пригоди навіть у важкодоступних районах.

- Поглиблений моніторинг та оцінка пошкоджень: Квадрокоптер з високо роздільними камерами та іншими сенсорами можуть проводити детальне спостереження над пошкодженими будівлями або територіями після надзвичайних подій. Вони можуть здійснювати аерофотограмметрію, створювати тривимірні моделі та картографічні дані, що дозволяє зробити оцінку пошкоджень, виявити небезпечні зони та допомогти у плануванні рятувальних операцій.
- Моніторинг небезпечних умов: безпілотні повітряне судно може бути використані для моніторингу небезпечних умов, таких як лавини, повені, лісові пожежі тощо. Вони можуть надавати інформацію в реальному часі про стан безпеки, що допомагає рятувальникам приймати обґрунтовані рішення та організовувати евакуацію.
- Комунікація та координація: БПС можуть бути використані як комунікаційні вузли для передачі важливої інформації між рятувальними командами на місці події. Вони можуть бути оснащені системами передачі звуку або відео, що допомагає забезпечити швидко та ефективну комунікацію у складних умовах.
- Повітряна зйомка для пошукових операцій: Мультироторні дрони можуть здійснювати повітряну зйомку для пошукових операцій. Вони можуть забезпечити високоякісні фото- та відеозаписи, які допомагають в розслідуванні, ідентифікації та розшуку осіб.

Прикладами таких мультироторних дронів можуть слугувати такі :

DJI Matrice 300 RTK: Цей безпілотник має високу стійкість і надійність, що робить його ідеальним для пошуково-рятувальних операцій. Він оснащений передовою технологією навігації, нічним баченням, тепловізійною камерою та здатний працювати в непридатних для польотів умовах.



DJI Phantom 4 Pro: Це один з найпопулярніших безпілотників для пошуково-рятувальних робіт. Він має високу якість зображення завдяки 4K камері з оптичною стабілізацією. Також він має вбудований GPS, систему виявлення перешкод і здатність працювати в автономному режимі.



Freefly Alta 6: Цей безпілотник має шести гвинтову конфігурацію, що забезпечує йому більшу стійкість і надійність. Він може піднімати велику вагу, що дозволяє використовувати його для пошуковорятувальних місій з вантажами, такими як медичні прилади або важкі обладнання.



Yuneec Typhoon H Pro: Цей Безпілотне повітряне судно оснащений 360-градусною камерою з об'єктивом зі змінною фокусною відстанню, що дозволяє отримати деталізовані зображення. Він також має систему виявлення перешкод, автопілот і функцію автономної посадки.



Фіксовано крилі дрони, також відомі як беспілотні повітряні судна з фіксованим крилом, є ще одним типом безпілотників, які можуть бути використані в пошуково-рятувальних операціях. Ось декілька прикладів їх використання:



- **Повітряне спостереження та розвідка:**
Безпілотники можуть забезпечувати панорамне спостереження та розвідку великих територій. Вони можуть бути оснащені високо роздільними камерами, тепловізорами, радаром та іншими сенсорами, що дозволяють отримувати детальну інформацію про обстановку на землі. Це допомагає виявляти постраждалих, визначати розмір небезпеки та планувати рятувальні операції.
- **Доставка ресурсів та медична підтримка:** Безпілотні повітряні судна можуть бути використані для доставки ресурсів, таких як медичне обладнання, ліки, їжа, вода та інші необхідні матеріали, на місце надзвичайної ситуації. Вони можуть оперативно доставляти ці ресурси навіть у важкодоступних районах, що забезпечує швидку медичну підтримку та допомогу постраждалим.
- **Моніторинг пожеж та виявлення диму:** Фіксовано крилі дрони можуть бути використані для моніторингу пожеж та виявлення диму. Вони можуть бути оснащені тепловізорами та датчиками, що реагують на продукти згоряння, що дозволяє виявляти пожежі навіть у великих лісових масивах або віддалених районах. Це допомагає рано виявляти пожежі і сприяє швидкому редагуванню рятувальних служб для припинення поширення вогню та евакуації населення.
- **Пошук та рятування водолазів:** Також вони можуть бути використані для пошуку та рятування водолазів. Вони можуть мати системи

визначення місцезнаходження, що дозволяють локалізувати водолазів у воді та надати їм допомогу. Додатково, дрони можуть бути оснащені плаваючими пристроями, які забезпечують підтримку на поверхні води, допомагаючи водолазам під час рятувальних операцій.

- Аерофотограмметрія та картографування: Фіксовано крилі дрони можуть проводити аерофотограмметрію та створювати тривимірні моделі територій після надзвичайних ситуацій. Вони можуть збирати високоякісні фото- та відеозаписи, які потім можуть бути використані для оцінки пошкоджень, планування робіт зі відновлення та надання допомоги.

Прикладами фіксовано крильних повітряних суден можуть слугувати такі:

senseFly eBee: Цей легкий Безпілотник має довгий час польоту і велику площу зібрання даних. Він може використовуватися для виявлення пошкоджень, пошуку людей та картографування небезпечних територій.



AeroVironment Puma AE: Це Безпілотне повітряне судно є компактним і легким, з можливістю збільшення максимальної висоти польоту. Він оснащений високоякісною камерою з оптичним зумом та інфрачервоним сенсором, що дозволяє здійснювати пошук та рятування в складних умовах.



Lockheed Martin Stalker XE: Цей безпілотник має довгий час польоту і може працювати у важкодоступних місцях. Він оснащений високо



роздільною оптичною камерою та інфрачервоним сенсором, які допомагають виявляти людей із висоти.

BAE Systems HERTI: Цей безпілотник має фіксовано крилу конструкцію і велику витривалість. Він може працювати у важких погодних умовах та візуалізувати отримані дані у режимі реального часу для ефективного пошуку та рятування.



Гвинтокрилі дрони, також відомі як фіксовано крилі апарати з гвинтовою системою підйому, можуть бути використані в пошуково-рятувальних операціях. Вони використовують гвинти для створення підйому та політної стабільності. Ось декілька прикладів їх використання:



- Швидка реакція та маневреність:

Гвинтокрилі дрони можуть швидко реагувати на надзвичайні ситуації та мати високу маневреність у повітрі. Вони здатні швидко підійматися в повітря, оперативно реагувати на виклики та доставляти необхідні матеріали чи засоби допомоги.

- Повітряне спостереження: Гвинтокрилі дрони можуть бути оснащені камерами та сенсорами, що дозволяють проводити повітряне спостереження. Вони можуть здійснювати зйомку з високою роздільною здатністю, забезпечуючи детальне спостереження над

областями пошукових операцій та надавати цінну інформацію про стан ситуації.

- Пошук та локація: Гвинтокрилі дрони можуть бути використані для швидкого виявлення та локації постраждалих або загублених осіб. Завдяки своїй висоті польоту та можливості широкого огляду з повітря, вони можуть проникати в важкодоступні місця та виявляти постраждалих навіть у важких умовах.
- Доставка рятувальних засобів: Гвинтокрилі дрони можуть бути використані для доставки рятувальних засобів, таких як медичні аптечки, рятувальні канати або плаваючі пристрої. Завдяки своїй здатності до точного позиціонування та стабільності польоту, вони можуть доставляти ці засоби прямо до місця надзвичайної ситуації, що допомагає забезпечити швидку реакцію та допомогу постраждалим.
- Картографування і розвідка: Гвинтокрилі дрони можуть використовуватися для картографування території та проведення розвідувальних місій. Вони можуть зібрати детальні дані про терен, створити тривимірні моделі місцевості та надати цінну інформацію для планування рятувальних операцій.
- Комунікація та координація: Гвинтокрилі дрони можуть бути використані для покращення комунікації та координації між рятувальними командами. Вони можуть бути оснащені системами передачі відео та звуку, що дозволяє швидко обмінюватися інформацією та виконувати тактичні дії на місці події.

Прикладами таких гвинтокрильних безпілотних суден, можуть слугувати такі

Arcturus T-20: Цей гвинтокрильний безпілотний є маневреним та стійким у



повітрі. Він має велику вантажопідйомність і здатність працювати у важкодоступних місцях. Arcturus T-20 оснащений нічним баченням, системою теплового зображення та може передавати відео та зображення у реальному часі, що допомагає виявляти потерпілих та оцінювати пошкодження.

Vertical Technologies DeltaQuad: Цей безпілотник має гвинтокрильну конструкцію з чотирма двигунами, що забезпечує йому довгий час польоту та велику витривалість. Він оснащений високою якістю камери з оптичною стабілізацією, системою GPS та можливістю автономного польоту. DeltaQuad може виконувати широкий спектр пошуково-рятувальних завдань, включаючи виявлення потерпілих та пошук великих територій.

Автономні пожежні дрони – це безпілотні літальні апарати, які призначені для виявлення, моніторингу та боротьби з пожежами. Вони використовуються в пожежній техніці для покращення ефективності та безпеки пожежних операцій. Ось деякі можливості та функції автономних пожежних дронів:



- **Виявлення пожеж:** Автономні пожежні дрони можуть бути оснащені спеціальними датчиками, які виявляють ознаки пожежі, такі як дим, висока температура або зміни в хімічному складі повітря. Завдяки своєму маневреному характеру і можливості проникати в важкодоступні місця, вони можуть виявляти початкові вогні та повідомляти про них рятувальні служби для негайного реагування.
- **Моніторинг пожежі:** Автономні пожежні дрони можуть проводити моніторинг пожежі, надаючи рятувальникам цінну інформацію про розмір, розповсюдження та характер вогню. Вони можуть бути

оснащені високо роздільними камерами, тепловізорами та іншими сенсорами, що дозволяють отримувати детальні зображення та дані про пожежу. Це допомагає виробляти більш точну стратегію гасіння та забезпечувати безпеку рятувальників.

- Передача відео та інформації: Автономні пожежні дрони можуть передавати відео та інформацію в режимі реального часу до пунктів керування та командних центрів. Це дозволяє рятувальникам миттєво отримувати оновлену інформацію про ситуацію на місці пожежі.
- Пошук та рятування: Автономні пожежні дрони можуть бути використані для пошуку та рятування людей під час пожеж. Вони можуть проникати в небезпечні зони, де рятувальникам складно або небезпечно проникнути, і виявляти постраждалих. Деякі моделі дронів можуть навіть бути оснащені пристроями для підняття людей у повітря для їх евакуації або для надання медичної допомоги.
- Доставка пожежного обладнання: Автономні пожежні дрони можуть доставляти пожежне обладнання та матеріали на місце пожежі. Вони можуть перевозити водяні контейнери, засоби гасіння, медичні прилади та інші необхідні засоби, що допомагають рятувальникам ефективно боротися з вогнем.
- Моніторинг після пожежної ситуації: Після гасіння пожежі автономні пожежні дрони можуть проводити моніторинг території для виявлення можливих гарячих точок, залишків вогню або потенційно небезпечних ситуацій. Це допомагає попередити виникнення повторної пожежі та вжити необхідні заходи для безпеки та відновлення.

Прикладами автономних пожежних безпілотних суден можуть слугувати такі:

Aerones firefighting drones : Цей дрон оснащений потужними водяними струменями, які можуть бути спрямовані на загоряння для гасіння пожеж. Він може підніматися на велику висоту і мати доступ до важкодоступних місць, що робить його ефективним у боротьбі з пожежами.



Autel Dragonfish Triple Sensor : безпілотне повітряне судно використовують фахівці ,які проводять пошуково-рятувальні операції, також безпілотне судно проводить протипожежний контроль, здійснює інспекцію, оцінку або охорону об'єктів будівництва та енергетики.



Автономні медичні дрони – це безпілотні літальні апарати, які використовуються для доставки медичної допомоги та засобів першої допомоги на віддалені або важкодоступні території. Вони можуть бути оснащені спеціальними контейнерами або пристроями для перевезення медичного обладнання, ліків, крові та інших



необхідних речовин. Ось кілька прикладів використання автономних медичних дронів:

- Екстрена медична допомога: Автономні медичні дрони можуть доставляти необхідні медичні засоби до місця надзвичайної ситуації або туди, де доступність швидкого медичного обслуговування обмежена. Вони можуть перевозити дефібрилятори, медичні набори першої допомоги, кровотворні засоби або інші пристрої, що можуть

зберегти життя, та доставляти їх до постраждалих у найшвидший можливий спосіб.

- **Транспортування медичних препаратів:** Автономні медичні дрони можуть доставляти ліки, вакцини та інші медичні препарати в місця, де доступ до медичних установ обмежений або час є критичним. Це особливо важливо в ситуаціях кризи, епідемії, стихійних лих або віддалених районах, де доставка медичних препаратів є складною.
- **Доставка медичної апаратури:** Автономні медичні дрони можуть перевозити портативні медичні пристрої, такі як мобільні рентгенівські апарати, УЗД-апарати або інші діагностичні засоби, які можуть бути використані на місці, де знаходиться потерпілий.
- **Екстрена трансплантація органів:** Автономні медичні дрони можуть бути використані для транспортування органів для трансплантації з місця донора до медичного центру. Це особливо корисно в ситуаціях, коли швидка доставка органів є критично важливою для виживання пацієнта. Дрони можуть забезпечувати швидку, безпечну і ефективну доставку органів, зменшуючи час перевезення та покращуючи успішність трансплантації.
- **Телемедицина та консультації на відстані:** Автономні медичні дрони можуть бути використані для забезпечення телемедичних консультацій та медичної підтримки на віддалених територіях. Вони можуть мати вбудовану телекомунікаційну систему, яка дозволяє лікарям віддалено спілкуватися з пацієнтами, проводити діагностику та надавати медичні поради. Це особливо корисно в віддалених регіонах або під час надзвичайних ситуацій, коли доступ до медичних фахівців обмежений.
- **Надання допомоги в гуманітарних кризах:** Автономні медичні дрони можуть бути використані для надання медичної



допомоги в гуманітарних кризах, таких як природні катастрофи, конфлікти або внутрішньо переміщені особи. Вони можуть доставляти необхідні медичні ресурси та допомагати в лікуванні постраждалих, де доступ до медичної допомоги обмежений або неможливий.

Прикладами Медичних безпілотних повітряних суден є такі безпілотники :

Zipline's Zip: Це безпілотний медичний дрон, розроблений спеціально для доставки медичних засобів першої необхідності в віддалені та важкодоступні регіони. Дрон автоматично злітає, летить до заданого місця доставки та автоматично скидає посилки, залишаючи їх безпосередньо на місці призначення.

Matternet's M2: Цей автономний медичний дрон використовується для транспортування медичних вантажів, зокрема



критично важливих медичних препаратів та зразків для аналізу. Він може автоматично злітати, летіти до пункту призначення та виконувати посадку з високою точністю.

ENang 216: Цей автономний повітряний транспортний засіб розроблений для пасажирських та медичних перевезень. Він може перевозити медичний персонал та обладнання, що дозволяє оперативно доставляти медичну допомогу до важкодоступних місць або в екстрених ситуаціях.



Wingcopter's MED: Цей безпілотний медичний дрон має високу швидкість та дальність польоту. Він оснащений спеціальною медичною системою, що дозволяє перевозити докторів, дефібрилятори, медикаменти та інше медичне обладнання. Він може автономно летіти до місця призначення та здійснювати безпосередню доставку необхідних медичних ресурсів.

Термальні дрони мають широке застосування в пошуково-рятувальних операціях, особливо в умовах, коли важко досягнути району або коли особа потребує негайної допомоги. Ось деякі способи, які термальні дрони можуть використовуватися в таких операціях:

- Локалізація загублених або заблукалих осіб: Термальні дрони можуть виявляти теплове випромінювання людського тіла, навіть в умовах поганої видимості, таких як туман, ніч або густа рослинність. Це дозволяє рятувальним службам швидко визначити місцезнаходження потерпілих і направити рятувальну команду до них.
- Моніторинг пошкоджень та оцінка стану: Термальні дрони можуть оцінювати ступінь пошкоджень будівель, інфраструктури та інших об'єктів внаслідок небезпечних ситуацій. Це допомагає рятувальним службам прийняти відповідні рішення щодо рятувальних операцій та захисту життя і майна.
- Доставка життєво важливих засобів: Термальні дрони можуть бути використані для доставки медичних припасів, ліків, їжі та води до постраждалих або заблукалих осіб, особливо вночі у важкодоступних місцях.
- Спостереження та орієнтування: Термальні дрони можуть надавати рятувальним командам додатковий огляд з висоти,



допомагаючи виявляти потенційно небезпечні області, перешкоди або шляхи евакуації. Це дозволяє оптимізувати планування рятувальних операцій та забезпечити безпеку персоналу.

- Евакуація осіб: Термальні дрони можуть бути використані для пошуку та рятування людей, які опинилися в небезпеці або заблоковані в недоступних місцях. Завдяки термальній камері, дрон може знайти та оцінити кількість людей, їхній стан та визначити найбезпечніший шлях евакуації.
- Документування та докази: Термальні дрони можуть бути використані для фіксації доказів або документування рятувальних операцій. За допомогою термальної камери, дрон може реєструвати відбитки людських тіл, що можуть бути корисними при розслідуванні або встановленні обставин небезпечних ситуацій.

Прикладами таких термальних повітряних суден є такі безпілотники : Parrot ANAFI Thermal: Це компактний безпілотник з вбудованою термовізійною камерою, яка дозволяє виявляти теплові сигнали. ANAFI Thermal легкий у використанні і може бути швидко розгорнутий у пошукових операціях. Він забезпечує високу роздільну здатність зображень та може бути контрольований з допомогою мобільного пристрою.

PowerVision PowerEgg X: Цей універсальний безпілотник має можливість встановлення термальної камери як одного з варіантів обладнання. PowerEgg X забезпечує високу якість зображень і відео на основі теплових сигналів, що дозволяє виявляти і візуалізувати теплові плями та джерела тепла.



FLIR SkyRanger R70: Цей термальний безпілотник розроблений спеціально для пошуково-рятувальних місій. Він оснащений високороздільною термовізійною камерою, яка забезпечує зображення на основі теплового випромінювання. SkyRanger R70 має компактні розміри та може працювати у режимі реального часу, допомагаючи знаходити людей або виявляти джерела пожежі.



Autel EVO II Dual Rugged Bundle: Цей безпілотний літальний апарат має дві камери – оптичну та термовізійну. Термальна камера дозволяє виявляти теплові сигнали та отримувати детальні зображення з високою термальною роздільною здатністю. EVO II Dual може літати на велику відстань і тривалий час, забезпечуючи надійну підтримку при пошуково-рятувальних операціях.



Розділ 2

2.1. БПС М-7Д «Небесний патруль» як приклад для використання в пошуково-рятувальних операціях. Його Характеристики.

У якості прикладу під час обробки літературних джерел для обчислення параметрів технологічного процесу під час пошуковорятувальних операцій було взято безпілотне повітряне судно (БПС) винахід науково – виробничого центру «Віраж» Національного Авіаційного Університету БПС М-7Б «Небесний патруль» (Рис. 2.1, 2.2).



Рис. 2.1 Зовнішній вигляд БПС М-7д «Небесний патруль»

БПС М-7Д «Небесний патруль», його можливо ості добре проявляються у, аерознімальних роботах, також він може вести відеоспостереження в реальному часі, та патрулювання лінійних об'єктів. Може доставляти БПС М-7Д «Небесний патруль» є модифікованою версією літального апарату БПС М-7 «Небесний патруль». Основною модифікацією стало розміщення моторів

на крилах. У базовій модифікації мотор розташований на центральній частині крила, а інший знаходиться у задній частині гондоли і є штовхаючий.

Передня, верхня та задня частина гондоли безпілота виконані у вигляді знімних обтічників, щоб спростити доступу у відсік навантаження. Для зручного транспортування хвостова балка зробили поворотною у вертикальній площині в сторону носа безпілота. Крім того в конструкції передбачено змінні гондоли для різних типів цільового навантаження. За стандартне цільове навантаження прийнято гіростабілізовану денну CCDкамеру.

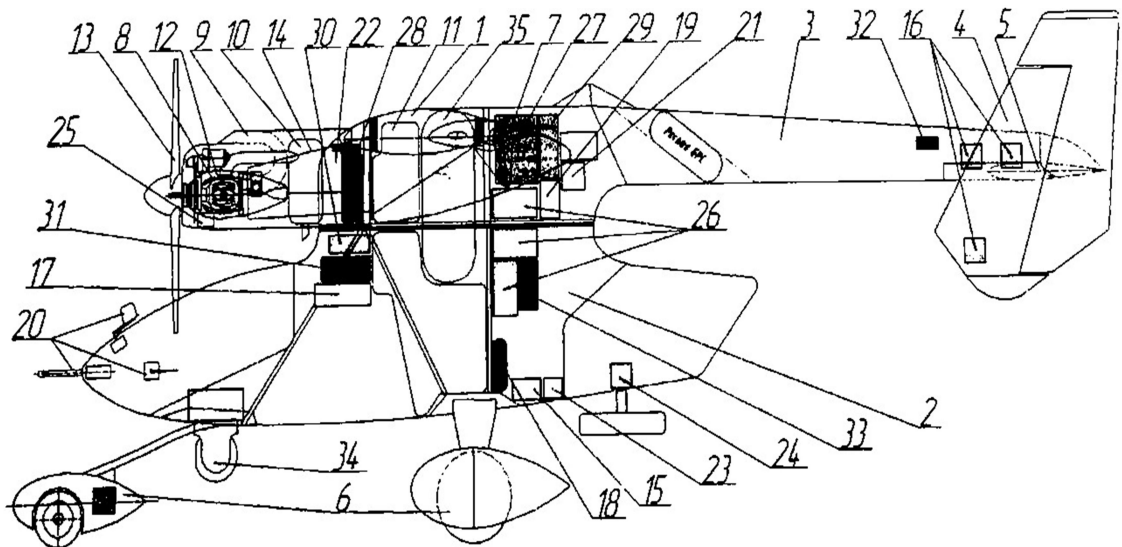


Рис. 2.2 Основні функціональні елементи БПС М-7Д

1 – крило з центропланом; 2 – гондола фюзеляжу; 3 – хвостова балка; 4 – вертикальне оперення; 5 – горизонтальне оперення; 6 – опори шасі з колесами і обтічниками; 7 – злітно-посадкова механізація крила; 8 – двигун; 9 – впускний пристрій двигуна; 10 – випускний пристрій двигуна; 11 – паливна система; 12

– система охолодження двигуна; 13 – повітряний гвинт; 14 – підмоторна рама; 15 – приймачі радіо-командних сигналів; 16 – сервоприводи

системи управління; 17 – автопілот із системою планування польоту; 18 – гальмівна система; 19 – система навігаційного обладнання; 20 – система датчиків повітряних сигналів; 21 – бортова система телеметрії; 22 – система відеоводіння зовнішнього пілота; 23 – система радіозв'язку; 24 – система відеозв'язку; 25 – бортові електрогенератори; 26 – бортові електрогенератори; 27 – силовий електричний блок; 28 – протипожежна система; 29 – протирозрядна система; 30 – система автоматичного самотестування БПС; 31 – бортовий обчислювач системи об'єктивного контролю; 32 – бортовий накопичувач системи об'єктивного контролю; 33 – система бортових вимірювань; 34 – цільова камера денна.

2.1.1. Основні технічні характеристики та короткий опис

Конструкції БПС М-7Д «Небесний патруль» Основні геометричні характеристики БПС

- Висота - 1,4 м ;
- Розмах крила – 6 м ;
- Площа крила. – 3,2 м² ;
- Довжина – 3,9 м ;

Основні масові характеристики БПС

- Максимальна злітна маса, кг – 200;
- Максимальна маса комерційного навантаження, кг – 70;
- Маса конструкції, кг – 100;
- Максимальне навантаження на одиницю площі, кг/м² – 62,9;

Характеристики силової установки (СУ)

- Двигун – ZDZ 210, двотактний, двоциліндровий з повітряним охолодженням, електростартером та електрогенератором;
- Тип гвинта – багалопатевий переставного кроку;

- Силова установка (маса) – 20 кг ;
- Потужність(злітний режимі) – 2x18 – кВт ;
- Потужність (крейсерський режим) , – 2x7 кВт ;
- Повітряний двигун (діаметр) – 0,75 м; Льотні характеристики :
- Макс. швидкість польоту– 240 км/год ;
- Крейсерська швидкість польоту – 190 км/год ;
- Посадкова швидкість– 75 км/год ;
- Макс. висота підйому – 3000 м ;
- Довжина ЗПС (мінімум) – 100 м;
- Тривалість польоту – 7 год ;

Основні експлуатаційні характеристики : –

Макс. запас палива– 98 (130) кг (л) ;

- Запас палива (для роботи), кг – 40;
- Крейсерський режим (витрата палива) – 4 кг/год ;
- Злітний режим (витрата палива) – 20 кг/год;
- Марка палива – АІ-98;
- Довжина маршруту, – до 1200 км ;
- Час приготування в робоче положення – 0,5 год.

БПС М-7Д «Небесний патруль» представляє собою двомоторний вільнонесучий високоплан – парасоль з двокілевим хвостовим оперенням, винесеним на одній хвостовій балці. Планер виготовлений із склопластику та деревини, а найбільш навантажені елементи конструкції – із алюмінієвих сплавів.

Гондола фюзеляжу (ГФ) – окремий змінний елемент конструкції, який з'єднується болтами з пілоном. Вона складається із трьох частин: основної та двох обтічників (носового і хвостового). Основна частина ГФ має напівмонококову конструкцію із тришаровою силовою обшивкою. На дні гондоли розташовано люк цільового навантаження. В ГФ розміщується цільове навантаження.

Крило – дволонжеронної конструкції і складається із центроплана, виготовленого заодно із пілоном, в якому розміщується поворотна пілотажна камера та контейнер із парашутом балістичної рятувальної системи (БРС) і

двох легко знімних консолей. Полиці лонжеронів крила – дюралюмінієві пластини. Механізація крила складається із чотирьох секцій однощільного висувного закріпка, дві з яких розміщено в на центроплані; та чотирьох секцій однощільного флаперона. Флаперони мають вагову та осьову аеродинамічні компенсації.

Хвостова балка напівмонококової конструкції, в якій розміщується ракета БРС. Балка разом із оперенням складається в транспортне положення поворотом навколо верхніх кронштейнів кріплення.

Хвостове оперення двокілеве Н-подібне. Стабілізатор дволонжеронний із кілями, розміщеними на закінцівках. Рух висоти двосекційний однощільний із осьовою аеродинамічною компенсацією та винесеними вгору – вперед ваговими балансирами. Рухі напрямку виконані із ваговою та кутовою аеродинамічною компенсаціями.

Шасі – триопорне із керованою носовою опорою, в польоті не прибирається. Стійки шасі виготовлені у вигляді склопластикових ресор обтічної форми. Колеса пневматичні з обтічниками. Колеса основних опор оснащені диференційними гальмами.

Силова установка (СУ) включає в себе два поршневі двигуни ZDZ210B2DV із трилопатеви́ми дерев'яними повітряними гвинтами постійного кроку. Двигун – бензиновий карбюраторний двотактний двоциліндровий опозитний повітряного охолодження із електрогенератором. Двигуни закріплені на моторамі із склопластику. Відсік двигуна мотогондоли відділений протипожежною перегородкою, за якою в мотогондолі

розміщується витратний паливний бак об'ємом 7 л. Запуск двигуна відбувається від електрогенератора. Для запуску на землі від зовнішнього джерела живлення на пілоні по лівому борту передбачено роз'єм аеродромного живлення.

Паливо розміщується в чотирьох паливних баках: двох баках в гондолі фюзеляжу загальним об'ємом 44 л і по одному в кожній мотогондолі по 7 л. Баки в гондолі фюзеляжу оснащені системою аварійного зливу палива в польоті. В гондолі фюзеляжу можуть встановлюватись допоміжні паливні баки загальним об'ємом до 70 л.

Електросистема. Живлення електричної бортової системи здійснюється від штатних електрогенераторів двигунів силової установки і двох бортових акумуляторних батарей із номінальною напругою 6 В та 12 В і ємністю відповідно 7 А·год і 12 А·год.

Керування БПС здійснюється дистанційно в реальному масштабі часу. Бортова система керування складається із набору необхідних датчиків, блоків отримання і обробки інформації, рухомої камери зовнішнього пілота, допоміжних оглядових камер, приймаючих і передаючих антенних пристроїв, а також сервоприводів рухомих окремими сервоприводами.



Для виконання пошуково-рятувальних робіт БПС М-7Д «Небесний патруль» може бути використана іч камера для БПС «WORKSWELL WIRIS 640» (рис 2.3)

Рис. 2.3 Зовнішній вигляд «WORKSWELL WIRIS 640»

Таблиця 2.1 Характеристики «WORKSWELL WIRIS 640»

Загальні характеристики :	
Габарити	139 x 84 x 69 мм
Вага	< 400 гр
Робоча температура	-25 .. +150 °С
Додаткові характеристики :	
Бездротовий зв'язок	Є
Вхідна напруга	7 – 28 В
Геоприв'язка GPS	Є
Діапазон температур	Від -25°С до +150° С

Калібрування	Є
Оптичне масштабування	11x
Пам'ять	32Гб
Розділення	640 x 512 Пкс
Точність	± 2°
Фокусування	Є
Чутливість до температури	0.05°C

Додаткові функції камери

- Регулювання коефіцієнта випромінювання;
- Редагування радіометричних зображень (ІК-зображень) для встановлення рівня і діапазону;
- Зміна режимів палітри;
- Масштабування;
- Додавання інструментів вимірювання – плям, ліній, поліліній, прямокутників, функцій теплового профілю;
- Відображення збереженої інформації GPS і трасування траєкторії на реальній карті;
- Формування звіту PDF з отриманих вимірів;
- Експорт фотографій з цифрової камери (JPG, PNG);
- Експорт даних в Microsoft Excel (файл CSV) або просте зображення PNG;
- Створення графіка часу з радіометричного відео (опційно); □ Експорт відео AVI з радіометричного відео (опційно).

2.2. Техніко – економічне обґрунтування використання БПС М-7Д для виконання пошуково-рятувальних робіт.

Для визначення ефективності використання БПС при виконанні пошуково-рятувальних робіт в порівнянні з іншими ПС проведемо порівняльний аналіз проведення робіт і економічну ефективність БПС М-7Д і пілотованого ПС НАРП-1.

2.2.1. ППС НАРП-1 Як приклад використання в пошуково-рятувальних операціях, його характеристики.

Двомісний літак класу моторних дуже легких літальних апаратів з аеродинамічним керуванням" НАРП-1 (Рис. 2.4) був спроектований Державним підприємством «Миколаївський авіаремонтний завод».

Літак «НАРП-1» універсальний. Він призначений для початкового навчання та тренування льотного складу, для маршрутних польотів, перевезення пасажирів, аеровізуальних польотів, лісоавіаційних робіт, пошуково-рятувальних робіт, аерофотозйомки, для участі в змаганнях, агітаційних і спортивних перельотах, а також для особистого використання. Відповідно до призначення літака пілотажно-навігаційне обладнання забезпечує виконання польотів вдень у простих метеоумовах за правилами візуальних польотів. «НАРП-1» безпечно керований, не вимагає застосування прийомів складної техніки пілотування.



Рис. 2.4 Зовнішній вигляд

НАРП-1 - підкисний високоплан класичної схеми. Крило з жорстким носком і простим закрилком покрито полотняною обшивкою. Фюзеляж - суцільнометалевий, клепаної конструкції з хвостовій балкою і полотняною обшивкою задньої частини кабіни. Кабіна закрита, дводверна. Розміщення пілотів рядне.

Льотно-технічні характеристики:

Двигун: ROTAX - 912ULS, один, чотирициліндровий, потужність 100 к.с. ;

Гвинт: трилопатевий, фіксованого кроку, склопластиковий,
виробництво "Кіевпроп" м.Київ.

Розміри літака: Довжина

– 6,58 м; Висота – 2,4 м.

Розмах крила – 11,68 м;

Площа крила – 18,5 м²;

Вагові характеристики:

Злітна маса – 630 кг;

Маса порожнього літака – 410 кг;

Паливний бак – 36 л;

Швидкісні характеристики:

Крейсерська швидкість – 110 км / год;

Максимальна швидкість – 150 км / год; Швидкість

звалювання – 74 км / год.

Посадкова швидкість – 69 км / год.

Тривалість польоту – 2,5 години.

Витрата бензину А-95 – 17-22 л / год;

Спеціальна злітно-посадкова смуга не потрібно; ЗПС - 250 м.

Дальність перельоту з підвісним паливним баком (64л) штиль - 580 км;

Розрахункові перевантаження: +3,8;

2.3. Розрахунок витрат палива при виконанні пошуково-рятувальних робіт для БПС М-7Д та ППС НАРП-1.

Основним джерелом економічної ефективності при використанні безпілотних повітряних суден (БПС) в порівнянні з пілотованими повітряними суднами (ППС) є економія паливно-мастильних матеріалів (ПММ), прямих експлуатаційних витрат та вивільнення людей і техніки при виконанні авіаційних робіт.

В умовах економічної кризи і кризи енергоносіїв економія ПММ може стати ключовою при виборі засобів для проведення аерофотознімальних робіт.

Проведемо розрахунок витрат палива ППС НАРП-1 і БПС М-7Д для двох типів польотів: зльоти/посадки через 3 годин для; зльоти/посадки при використанні максимальної тривалості польоту за умови, що річний наліт повітряного судна складає 500 год.

Для розрахунків використаємо експлуатаційні характеристики ППС НАРП-1 і БПС М-7Д (Табл. 2.3).

1. Зльоти/ посадки через 2,5 годин.

При річному нальоті у 500 годин повітряне судно здійснює 171 зліт і посадку.

Витрати палива на один зліт складає:

$$Q_{зл} = q_{зл} \cdot t_{зл},$$

де $q_{зл}$ – витрати палива на злітному режимі;

$t_{зл}$ – час зльоту (відповідно до керівництва з льотної експлуатації ПС $t_{зл} = 5 \text{ хв} = 0,07 \text{ год}$);

Експлуатаційні характеристики ППС НАРП-1 і БПС М-7Д

Таблиця 2.3

	Параметр	ППС НАРП-1	БПС М-7Д
1	Витрати палива на крейсерському режимі, л/год	17	4

2	Витрати палива на злітному режимі, л/год	22	20
3	Макс. розрахункова швидкість горизонтального польоту, км/год	150	240
4	Крейсерська швидкість, км/год	110	190
5	Час польоту при повній заправці, год	2,5	7

Для ППС НАРП-1 за один рік :

$$Q_{зл} = 22 \cdot 0,07 \cdot 171 \approx 264 \text{ л}$$

Для БПС М-7Д за один рік:

$$Q_{зл} = 20 \cdot 0,07 \cdot 171 \approx 239 \text{ л}$$

Витрати палива крейсерський політ:

$$Q_{кр} = q_{кр} \cdot t_{кр},$$

де $q_{кр}$ – витрати палива на крейсерському режимі;

$t_{кр}$ - час польоту на крейсерському режимі.

Для ППС НАРП-1 за один рік:

$$Q_{кр} = 17 \cdot (500 - 0,07 \cdot 171) = 8296 \text{ л}$$

Для БПС М-7Д за один рік:

$$Q_{кр} = 4 \cdot (500 - 0,07 \cdot 171) = 1952 \text{ л}$$

Загальні річні витрати палива для ППС НАРП-1 один рік складають:

$$Q = Q_{зл} + Q_{кр} = 264 + 8296 = 8560 \text{ л.}$$

Загальні річні витрати палива для БПС М-7В5 на один рік складають:

$$Q = Q_{\text{зл}} + Q_{\text{кр}} = 239 + 1952 = 2191 \text{ л.}$$

За один рік економія пального для БПС М-7Д в порівнянні з ППС НАРП-1 складає 7867 л.

2. Зльоти/ посадки через 2,5 годин для ППС НАРП-1 і через 7 годин для БПС М-7Д

При річному нальоті у 600 годин ППС НАРП-1 здійснює 171 зліт і посадку, а БПС М-7Д – 86.

Тоді витрати палива на зліт для ППС НАРП-1 за 1 рік складає:

$$Q_{\text{зл}} = 22 \cdot 0,08 \cdot 171 = 301 \text{ л}$$

а такі ж витрати для БПС М-7Д:

$$Q_{\text{зл}} = 20 \cdot 0,08 \cdot 86 = 137,6 \text{ л.}$$

Витрати палива крейсерський політ:

– для ППС НАРП-1:

$$Q_{\text{кр}} = 17 \cdot (600 - 0,08 \cdot 171) = 10186 \text{ л}$$

– для БПС М-7Д:

$$Q_{\text{кр}} = 4 \cdot (600 - 0,08 \cdot 86) = 2393 \text{ л.}$$

Загальні витрати палива за рік складають:

– для ППС НАРП-1:

$$Q = Q_{\text{зл}} + Q_{\text{кр}} = 301 + 10186 = 10487 \text{ л.}$$

– для БПС М-7Д:

$$Q = Q_{\text{зл}} + Q_{\text{кр}} = 137,6 + 2393 = 2530,6 \text{ л.}$$

Відповідно, економія палива складає $10487 - 2530,6 = 7956,4$ л.

2.4. Розрахунок собівартості льотної години ППС НАРП-1 і БПС М-7Д «Небесний патруль».

Собівартість льотної години складається із прямих та непрямих витрат.

Прямі витрати включають в себе:

- витрати на паливно-мастильні матеріали (ПММ);
- витрати на повне відновлення ПС;
- витрати на технічне обслуговування і ремонт (ТОіР);
- витрати на оплату праці членів екіпажу;
- відрахування на соціальні потреби;

- аеропортові збори; – аеронавігаційні збори; – інші витрати.

Розрахунок собівартості льотної години $V_{\text{ЛГ}}^{\text{АСМІ}}$ по АСМІ для фотознімальних робіт, як правило, складається із наступних кроків:

A-aircraft: розрахунок амортизаційних відрахувань для ПС на реновацію планера і двигунів. Цей показник визначається по фактичному нальоту за рік ($T_{\text{Г}}$) і нормі амортизації, розрахованої із ресурсу ПС:

$$A = 0,04 \cdot \frac{V_{\text{ПС}}}{T_{\text{Г}}}, \text{ грн/год.}$$

C-crew: потреба в персоналі і рівень витрат на заробітну плату льотного і інженерно-технічного складу. Виплати у розрахунку на годину нальоту визначаються за формулою:

$$\frac{n \cdot 365 \cdot C_{\text{опл}}}{1000}, \text{ грн/год.}$$

де n – кількість членів екіпажу;

365 – передбачувана кількість діб у році, у якому будуть здійснюватись виплати на відрядження;

$C_{\text{опл}}$ – ставка оплати на одну людину.

M-maintenfnce: необхідні витрати, пов'язані із технічним обслуговуванням ПС з розрахунку на одну годину льотного часу. Для підрахування даного показника необхідно визначити трудомісткість процесу технічного обслуговування, виходячи із умов проектного ресурсу ПС. На практиці вважають, що:

$$M = \frac{A}{3}, \text{ грн/год.}$$

I-insurance: сума усіх видів страховок (КАСКО, страховка перед третіми особами, страхування екіпажів), що припадають на одну льотну годину. Розмір страхових платежів, зазвичай, складає 3% від первісної вартості ПС:

$$I = \frac{0,03 \cdot V_{\text{ПС}}}{T_{\Gamma}}, \text{ грн/год.}$$

Таким чином, в загальному вигляді, АСМІ складає:

$$V_{\text{ЛГ}}^{\text{АСМІ}} = A + C + M + I.$$

Витрати на ПММ:

$$C_{\text{ПММ}} = (1 + Q) \cdot g \cdot C_{\text{П}},$$

де $C_{\text{П}}$ – вартість 1000 кг палива;

$Q = 0,05$ – коефіцієнт, який враховує невиробничий наліт годин;

g – середньоденна витрата палива.

Відрахування на соціальні потреби:

$$C_{\text{СП}} = C_{\text{ЗП}} \cdot J,$$

де, $C_{\text{ЗП}}$ – витрати на заробітну плату;

$J = 0,42$ – коефіцієнт відрахувань на соціальні заходи.

Інші льотні витрати:

$$C_{\text{ін}} = \frac{K \cdot V_{\text{ПС}}}{T_{\text{Г}}},$$

де, $K = 0,015$ – коефіцієнт, який враховує інші льотні витрати;

$V_{\text{ПС}}$ – первісна балансова вартість ПС;

$T_{\text{Г}}$ – нормативний термін експлуатації ПС.

Аеропортові збори.

Вартісна основа аеропортових зборів включає наступні складові:

- посадковий збір (збір на зліт-посадку) без обслуговування повітряного руху;
- збір на забезпечення авіаційної безпеки.

Таким чином:

$$C_{\text{АЗ}} = \frac{C_{\text{пос}} + C_{\text{наз}}}{T_{\text{бп}}} K,$$

де $C_{\text{пос}}$ – загальна сума зборів на зліт- посадку;

$C_{\text{наз}}$ – загальна сума зборів на наземне обслуговування;

$T_{\text{бп}}$ – час безпосадочного польоту;

K – коефіцієнт використання аеропортових зборів (в межах України $K = 1$).

Аеронавігаційні збори.

Розмір плати за послуги з аеронавігаційного обслуговування ПС у повітряному просторі України (R), пов'язаний із забезпеченням організації повітряного руху (ОПР) на маршруті, визначається залежно від максимально дозваної злітної маси (МТОВ) ПС, указаної в сертифікаті експлуатанта, ортодромічної відстані та одиничної ставки плати (T) за формулою:

$$R = T \frac{D}{100 \sqrt{\frac{W}{50}}}$$

де T – одинична ставка плати за послуги ОПР на маршруті для ПС злітною масою 50 метричних тон та ортодромічної відстані 100 км;

D – ортодромічна відстань польоту в кілометрах, зменшена на 20 км з кожним зльотом та/або посадкою на території України;

W – МТОВ ПС у метричних тонах.

Розмір плати за послуги з аеронавігаційного обслуговування ПС у повітряному просторі України, пов'язане із забезпеченням ОПР на підході та в районі аеродрому, визначається залежно від МТОВ ПС:

$$r = t \cdot W,$$

де W – одинична ставка плати за послуги ОПР на підході та в районі аеродрому.

Непрямі витрати зазвичай становлять 40% від прямих витрат.

Для порівняння собівартості льотної години використані звітні дані АК

«Конкордавіа» для ППС НАРП-1 та результати розрахунків Наукововиробничого центру безпілотної авіації «Віраж» для БПС М-7Д «Небесний патруль». Результати порівняння представлені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Порівняння собівартості льотної години ППС НАРП-1 і БПС М-7Д

№	Статті витрат	Витрати на л.г. НАРП-1 (2008р), грн./год	Витрати на л.г. БПС М-7Д, грн./год
1	2	3	4
1	Ремонт, ТО і амортизація ПС	207,7	207,7
2	Оренда місць стоянки в аеропорту	15,0	–
3	Продовження льотних і медичних посвідчень льотному складу	25,0	–
4	Метеозабезпечення	62,0	62,0
5	Управління повітряним рухом	10,0	10,0
1	2	3	4
6	Вартість Сертифіката експлуатанта, ліцензій, дозволів	14,0	14,0
7	Паливно-мастильні матеріали	250,0	45,0
8	Витрати на спецодяг	6,7	–
9	Типографські витрати на виготовлення льотно-технічної документації	2,0	2,0

10	Відрядження (добові, квартирні)	81,7	81,7
11	Фонд оплати праці	114,0	114,0
12	Відрахування на соціальні виплати	7,3	7,3
13	Оренда приміщень під офіс, витрати на телефон, факс, Інтернет, канцтовари	2,8	2,8
14	Страхування життя, здоров'я та відповідальності перед третіми особами	4,0	4,0
15	Витрати на рекламу та маркетинг	58,6	58,6
16	Витрати на електроенергію НПУ	–	0,5
Всього		862,3	611,1

Висновок

В даній кваліфікаційній роботі було проведено приклади щодо використання безпілотних повітряних суден (дронів) в контексті пошуковорятувальних операцій. Основною метою дослідження було визначення можливостей та переваг ,та недоліків використання цих технологій у надзвичайних ситуаціях та ефективності їх впровадження для покращення результатів пошуку та рятування.

Вступний розділ був присвячений проблемі надзвичайних ситуацій у світі, була проведена статистика ДСНС упродовж 2021 року, та поступове зростання попиту на безпілотники для виконання робіт пошуку та порятунків людей під час надзвичайних ситуацій.

У першому розділі дипломної роботи було приведено приклади дронів які можуть виконувати пошуково-рятувальні операції під час різних умов, або ж їх можливості для моніторингу та перевезення постраждалих під час надзвичайних ситуацій. Зроблено акцент на переваги які присутні майже в усіх безпілотних повітряних суднах, а також переваги місцевого характеру. Та недоліки які також присутні в усіх безпілотних повітряних суднах під час виконання надзвичайних ситуацій включаючи складнодоступні або небезпечні місця, де ризик для життя людей є значним.

Другий розділ присвячений дослідженню переваги використання БПС у пошуково-рятувальних операціях. Було взято як приклад Безпілотник М-7Д «небесний патруль», його технічні характеристики, вигляд, будову. Було наведено приклад іч камера для БПС «WORKSWELL WIRIS 640» що може знаходитися на самому безпілотнику та вказані технічні характеристики цієї камери. Для зрівняння було взято с ППС НАРП-1 через . Ці два механізми за своїми характеристиками можуть виконувати пошуково-рятувальні роботи, зокрема виявлення та локація постраждалих, моніторинг джерел небезпеки та надання реального часу інформації рятувальним службам. Показано, як ефективно використання безпілотників може значно підвищити швидкість та точність рятувальних операцій.

В Розрахунковій частині було вказано БПС М-7Д «Небесний патруль» має перевагу над ППС НАРП-1. Також із урахуванням витрат собівартість обробки 1 км² становить:

- для ППС НАРП-1 – 1,45 грн/км²;
- для БПС М-7Д – 0,871 грн/км².

Список використаних джерел

1. <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit2021/zvit2021-dns.pdf>
2. <https://tokar.ua/read/33087/u-shveytsarii-stvoryly-bezpilotnyk-dlia/>
3. <https://ts2.space/uk/%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B2%D0%B0%D0%B3%D0%B8-%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1>

- <https://ts2.space/uk/%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B2-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D0%BF%D0%BE%D1%88-2/>
4. <https://ts2.space/uk/%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B2-%D0%B2%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D1%85-%D0%BF%D0%BE/>
 5. [https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BE%D0%BA_%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%86%D0%B8%D0%B2%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B2_\(%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D1%96%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D1%96%D0%B2\)](https://wiki.legalaid.gov.ua/index.php/%D0%9F%D0%BE%D1%80%D1%8F%D0%B4%D0%BE%D0%BA_%D0%B2%D0%B8%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%86%D0%B8%D0%B2%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%B4%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B2_(%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D1%96%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D1%96%D0%B2))
 6. https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%B8%D1%81%D0%BE%D0%BA_%D0%B1%D0%B5%D0%B7%D0%BF%D1%96%D0%B%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D1%85_%D0%B0%D0%BF%D0%B0%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%96%D0%B2
 7. <https://def-c.com/ua/industries/poslugi-bezpilotnikiv-dlya-dsns-mns/>
 8. <https://www.5.ua/dv/avtotekhno/224911>
 9. <https://store.quadro.ua/droni-z-nichnim-bachennyam-dji-enterprise/>
 10. <https://fire-journal.ck.ua/index.php/fire/article/view/90/113>
 11. <https://idundcz.dsns.gov.ua/upload/1/0/7/9/1/6/5/eSLU7FcmeJYIEPehdm0II13Cn39Bi1BMII3IedcX.pdf>
 12. <https://rayon.in.ua/news/530084-kvadrokopteri-dlya-znimannya-video>
 13. <https://glavnoe.in.ua/news/kvadrokoptery-dlya-vijskovyih-perevahy-tamozhlyvosti>
 14. https://uk.m.wikipedia.org/wiki/AeroVironment_RQ-20_Puma
 15. https://en.m.wikipedia.org/wiki/Boeing_Insitu_ScanEagle
 16. <https://www.ukrinform.ua/rubric-technology/3106233-u-ssa-predstaviligibridnij-dronpozeznik.html>
 17. https://zaxid.net/ukrayinskim_likaryam_u_zoni_boyovih_diy_dopomagatim_ut_medichni_droni_n1542168
 18. <https://store.quadro.ua/ru/droni-z-nichnim-bachennyam-dji-enterprise/>
 19. <https://csecurity.kubg.edu.ua/index.php/journal/article/view/262>
 20. https://uk.m.wikipedia.org/wiki/DJI_Phantom

21. <https://www.dronarium.com.ua/uk/shop/professionalnyemultikoptery/freely-alta-8/>
22. https://en.m.wikipedia.org/wiki/Yuneec_International_Typhoon_H
23. https://uk.m.wikipedia.org/wiki/Ehang_UA
24. https://en.m.wikipedia.org/wiki/Lockheed_Martin_Stalke
25. https://en.m.wikipedia.org/wiki/BAE_Systems_HERT
26. https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%BB:Arcturus_T-20_UAV_in_flight_Aug_2011.jpg
27. https://www.deltaquad.com/?utm_term=deltaquad&utm_campaign=EN%20=%20Branded&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=1674375646&hsa_cam=1983332835&hsa_grp=73742855449&hsa_ad=651564717761&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-753296489462&hsa_kw=deltaquad&hsa_mt=e&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gad=1&gclid=CjwKCAjwsvujBhAXEiwA_UXnAOIozlhCkqkg_Yjhh2yhTT9xoNm9eCaVnUXueH2gY9JFhmWR7zIqCxoCKZUQAvD_Bw
28. <https://www.google.com/amp/s/www.businessinsider.com/aeronesfirefighting-drones-2018-4%3famp>
29. <https://elistair.com/company-news/product-releases/orion-the-persistenttethered-drone/>
30. <https://flytechnology.ua/bezpilotnyk-autel-dragonfish-pro-triple-sensor>
31. [https://en.m.wikipedia.org/wiki/Zipline_\(drone_delivery_company\)](https://en.m.wikipedia.org/wiki/Zipline_(drone_delivery_company))
32. <https://postandparcel.info/104583/news/swiss-post-suspends-medicaldelivery-drones-for-the-second-time/>
33. <https://aeroautosales.com/xpeng-x2-a-two-seater-evtol-flying-car/>
34. <https://www.hutchregional.com/news/wingcopter-medical-delivery-dronescoming-to-hutch-regional/>
35. <https://www.parrot.com/us/drones/anafi-thermal>
36. <https://www.amazon.com/PowerVision-SyncVoice-TechnologyTransmission-Protection/dp/B083C59SCM>
37. <https://bssholland.com/product/skyranger-r70-uas/>
38. <https://enovosty.com/armiya/full/883-bespilotnyj-letatelnyj-apparat-m-7nebesnyj-patrul>
39. <https://narp.ua/samolet-narp-1/>
40. <https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%90%D0%A0%D0%9F-1>
41. https://ngc.com.ua/ua/p/767-aibotix-workswell_wiris_640.html