

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: «Ефективність застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій»**

Виконавець: студент групи 412 ЦБ Куденко Андрій Сергійович

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»  
Освітньо-професійна програма «Захист об'єктів критичної  
інфраструктури»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
\_\_\_\_\_ Б.Д.Халмурадов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

## **ЗАВДАННЯ** **на виконання кваліфікаційної роботи** Куденка Андрія Сергійовича

1. Тема роботи «Ефективність застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій» 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:
  - Визначити сутність ефективності застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
  - Виявити ефективність застосування повітряних суден при виконанні робіт з пожежогасіння;
  - Навести характеристику лісових зон та фактори, що сприяють погіршенню лісопожежної ситуації в Україні;
  - Охарактеризувати дії підрозділів пожежно-рятувальної служби під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
  - Провести аналіз основних досягнень та висновків з діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій;
  - Оцінити ефективності пожежних авіаційних робіт при боротьбі з лісовими пожежами;

- Провести оцінку ефективності застосування вертольотів типу Eurocopter EC225 та Мі-8МТ, у ліквідації наслідків лісових пожеж;
- Охарактеризувати схему підготовки та здійснення повітряних польотів для боротьби з лісовими пожежами.

4. Зміст пояснювальної записки:

- провести повний аналіз ефективності використання повітряних суден при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- детальний аналіз лісових зон;
- послідовність дій пожежно-рятувальних служб;
- характеристика повітряних суден Мі-8МТ та Eurocopter EC225;
- порівняння ефективності використання повітряних суден Мі-8МТ та Eurocopter EC225
- аналіз схеми підготовки та здійснення польотів

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу:

- Гасіння лісової пожежі за допомогою Ан-2П
- Гасіння лісової пожежі за допомогою Ан-32П
- Кількість лісових пожеж (випадків)
- Площа лісових пожеж (га)
- Динаміка виникнення НС та їх наслідків
- Розподіл кількості надзвичайних ситуацій, що виникли в регіонах України у 2022 році

1. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	2	3	4
1	Постановка задачі та аналіз інформаційних джерел	29.05.2023-06.05.2023	
2	Збір інформаційних даних та обґрунтування вибору рішення	06.05.2023-10.05.2023	
3	Аналіз даних та їх класифікація	11.05.2023	
4	Робота над частиною №1	12.05.2023-07.06.2023	
5	Робота над частиною №2	26.05.2023-07.06.2023	
6	Підготовка графічного матеріалу, оформлення і друк пояснювальної записки	08.06.2023-09.06.2023	
7	Оформлення презентації в Power Point	15.06.2023-18.06.2023	

8	Отримання рецензій від опонентів	21.06.2023	
9	Підготовка до захисту в ДЕК	20.06.2023- 23.06.2023	

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

Керівник кваліфікаційної роботи: \_\_\_\_\_ Федина В.П.

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_ Куденко А.С.

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота складається із вступу, основної частини, що містить 2 розділи, висновку й списку літератури. Загальний обсяг роботи – 62 сторінки. Робота містить 8 рисунків та 5 таблиць. Список бібліографічних посилань включає 24 джерел.

Ключові слова: НАДЗВИЧАЙНІ СИТУАЦІЇ, ПОВІТРЯНЕ СУДНО, ЛІКВІДАЦІЯ, ПОВІТРЯНИЙ МОНІТОРИНГ, ЛІСОВЕ ПОЖЕЖОГАСІННЯ, АВІАЦІЙНІ РОБОТИ, ПОЖЕЖНО-РЯТУВАЛЬНІ СЛУЖБИ.

Об'єкт дослідження - застосування повітряних суден під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Предмет дослідження - ефективність застосування повітряних суден під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, зокрема лісових пожеж.

Мета роботи – проведення аналізу ефективності застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, а також обґрунтування технологічної та економічної ефективності та доцільності робіт з пожежогасіння.

Методи дослідження: у кваліфікаційній роботі застосовуються методи системного, статистичного, фінансово-економічного аналізу, метод розрахунку собівартості льотної години.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в: визначенні ефективності застосування повітряних суден для робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, а також в аналізі і порівнянні різних типів повітряних суден їх можливостей і економічних перевагах при виконанні робіт з пожежогасіння.

Основні висновки роботи – в рамках теоретичної частини дослідження було розглянуто сутність ефективності застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій; виявлено, що авіаційне гасіння лісових пожеж має лише дві технологічні переваги - високу швидкість і можливість проведення гасіння незалежно від наявності під'їзних шляхів; вивчено характеристики лісових зон та фактори, що сприяють погіршенню лісопожежної ситуації в Україні; досліджено характеристику дій підрозділів пожежно-рятувальної служби під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, що дозволило зрозуміти вимоги та умови, з якими стикаються пожежні служби при гасінні пожеж; в рамках аналітичної частини проведено аналіз діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій; зроблено порівняльну оцінку ефективності застосування вертольотів типу Eurocopter EC225 та Мі-8МТ у ліквідації лісових пожеж; розроблена схема підготовки та здійснення повітряних польотів для боротьби з лісовими пожежами.

Матеріали кваліфікаційної роботи рекомендуються для застосування у навчальному процесі та в практичній діяльності авіакомпаній спецпризначення.

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ.....</b>	<b>8</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>9</b>
<b>1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>12</b>
1.1. Сутність ефективності застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій .....	12
1.2. Ефективність застосування повітряних суден при виконанні робіт з пожежогасіння .....	16
1.3. Характеристика лісових зон та фактори, що сприяють погіршенню лісопожежної ситуації в Україні .....	24
1.4. Характеристика дій підрозділів пожежно-рятувальної служби під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій .....	34
<b>2. ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>39</b>
2.1. Аналіз основних досягнень та висновків з діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій .....	39
2.2. Оцінка ефективності пожежних авіаційних робіт при боротьбі з лісовими пожежами.....	46
2.3. Порівняльна оцінка ефективності застосування вертольотів типу Eurocopter EC225 та Мі-8МТ, у ліквідації наслідків лісових пожеж.....	50
2.4. Схема підготовки та здійснення повітряних польотів для боротьби з лісовими пожежами.....	60
<b>ВИСНОВКИ.....</b>	<b>65</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>68</b>

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ**

БПС – безпілотне повітряне судно;

ДАРЛУ – Державне агентство лісових ресурсів України;

ДАСУ – Державна авіаційна служба України

ДСНС – Державна служба з надзвичайних ситуацій;

МНС – Міністерство надзвичайних ситуацій;

НС – надзвичайна ситуація;

ПС – повітряне судно;



## ВСТУП

*Актуальність теми.* Застосування повітряних суден є невід'ємною складовою боротьби з різними наслідками надзвичайних ситуацій, таких як природні катастрофи, техногенні аварії, терористичні напади та інші. Швидке та безпечне пересування рятувального особового складу та обладнання на місце події, здійснення пошуку та проведення рятувальних операцій, а також виконання інших завдань, пов'язаних з ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій, є основними перевагами застосування повітряних суден в цих випадках.

Авіація грає важливу роль у гасінні пожеж. Головне завдання авіації полягає в тому, щоб зупинити поширення вогню до прибуття на місце події наземних сил та засобів пожежогасіння. У цьому контексті авіаційне гасіння є ефективним засобом оперативної підтримки наземних сил. Щоб досягти позитивного результату, необхідна повна взаємодія між екіпажем авіаційного загону ДСНС та наземними силами. Це дозволяє уникнути значних збитків та забезпечити успішну ліквідацію пожежі.

Ліси постійно піддаються руйнуванню як від природних факторів, так і від діяльності людини. Антропогенні впливи мають дуже негативний вплив на природне середовище в цілому, зокрема на лісові масиви. Проте, найбільше пошкоджень лісові масиви зазнають внаслідок пожеж.

Проблема збереження лісів від пожеж набула особливої актуальності в останні роки через зміну клімату, що спричинює частіші та більш інтенсивні пожежі, особливо в південних і східних регіонах України, де в минулому створено великі штучні насадження хвойних порід на сотнях тисяч гектарів, а також на Поліссі, де переважають хвойні лісові масиви. В умовах високої

горючості лісів зазвичай трапляється десятки великих пожеж, які потребують високопродуктивних методів для їх ліквідації.

На підставі вищенаведеного, можна сказати, що тема дипломної роботи «Ефективність застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій» є досить актуальною.

**Метою кваліфікаційної роботи** є проведення аналізу ефективності застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, а також обґрунтування технологічної та економічної ефективності та доцільності робіт з пожежогасіння.

Для досягнення мети потрібно вирішення наступних завдань:

- Визначити сутність ефективності застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- Виявити ефективність застосування повітряних суден при виконанні робіт з пожежогасіння;
- Навести характеристику лісових зон та фактори, що сприяють погіршенню лісопожежної ситуації в Україні;
- Охарактеризувати дій підрозділів пожежно-рятувальної служби під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- Провести аналіз основних досягнень та висновків з діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій;
- Оцінити ефективності пожежних авіаційних робіт при боротьбі з лісовими пожежами;
- Провести оцінку ефективності застосування вертольотів типу Eurocopter EC225 та Мі-8МТ, у ліквідації наслідків лісових пожеж;
- Охарактеризувати схему підготовки та здійснення повітряних польотів для боротьби з лісовими пожежами.

**Об'єкт дослідження** - застосування повітряних суден під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

**Предмет дослідження** - ефективність застосування повітряних суден під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, зокрема лісових пожеж.

**Методи дослідження:** у кваліфікаційній роботі застосовуються методи системного, статистичного, фінансово-економічного аналізу, метод розрахунку собівартості льотної години.

**Практичне значення отриманих результатів.** Матеріали кваліфікаційної роботи рекомендуються для застосування у навчальному процесі та в практичній діяльності авіакомпаній спецпризначення.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, основної частини, що містить 2 розділи, висновку й списку літератури. Загальний обсяг роботи – 62 сторінки. Робота містить 8 рисунків та 5 таблиць. Список бібліографічних посилань включає 24 джерел.

## **1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА**

### **1.1. Сутність ефективності застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій**

Ефективне використання повітряних суден при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій дозволяє підвищити ефективність робіт та забезпечити швидку та якісну допомогу потерпілим. Застосування повітряних суден забезпечує доступ до важкодоступних місць та дозволяє проводити роботи на великій висоті, що зменшує час на проведення робіт та підвищує безпеку рятувальників.

У наш час термін «ефективність» є широко використовуваним в різних наукових галузях, включаючи природні та суспільні науки. Визначення ефективності полягає у досягненні певних результатів з мінімальними витратами або отриманні максимально продуктивного результату з наявних ресурсів. Це є загальноприйнятим визначенням ефективності [1].

Авіатранспортна ефективність визначається комплексом факторів, які включають соціальні, технічні та організаційні аспекти, що впливають на продуктивність перевезень і використання авіаційних засобів виробництва. Наука, що вивчає ці аспекти та шукає шляхи підвищення ефективності авіатранспорту, враховуючи специфіку поставленої мети та доцільності результату.

Ефективність застосування авіації можна умовно поділити на чотири типи. Економічна ефективність застосування авіації розраховується з врахуванням виключно фінансових показників, які стосуються повітряних суден та організації визначеного типу робіт. Дана ефективність застосування повітряних суден полягає в зменшенні витрат на транспортування матеріалів та обладнання до місця проведення робіт, а також зниженні часу на проведення робіт. Також застосування повітряних суден забезпечує можливість швидкої доставки

потерпілих до медичних установ, що може зберегти життя та зменшити витрати на лікування.

Техніко-економічна ефективність враховує залежність технічних та економічних показників ПС.

Технічна ефективність ПС виявляється з врахуванням виключно технічних показників ПС. Вона полягає в забезпеченні доступу до недоступних місць, де неможливо дістатися земним транспортом, та можливості проведення робіт на великій висоті. Застосування повітряних суден дозволяє проводити роботи в труднодоступних умовах та в разі неможливості доступу на землі [2].

Соціальна ефективність полягає в забезпеченні швидкої та ефективної допомоги при надзвичайних ситуаціях, що підвищує благополуччя та безпеку населення. Застосування повітряних суден дозволяє швидко та ефективно реагувати на надзвичайні ситуації, такі як пожежі, повені, землетруси, та інші.

Ефективність застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій полягає в забезпеченні швидкого та ефективного реагування на надзвичайні ситуації, зменшенні часу на проведення робіт, зниженні витрат на транспортування матеріалів та обладнання до місця проведення робіт, та забезпеченні швидкої доставки потерпілих до медичних установ.

Застосування повітряних суден дозволяє здійснювати надзвичайні рейси до важкодоступних місць, що не доступні для земного транспорту, та здійснювати підйом великих об'єктів на велику висоту. Це дозволяє значно збільшити швидкість та ефективність проведення робіт і зменшити їх тривалість.

Крім того, застосування повітряних суден може збільшити швидкість та ефективність надання допомоги при надзвичайних ситуаціях, таких як наводнення, землетруси, пожежі та інші. Швидкий доступ до місця події та можливість здійснення рятувальних операцій з повітря забезпечує збереження людських життів та майна.

Вимірювання ефективності авіації під час виконання аварійно-рятувальних робіт залежить від багатьох факторів. Ефективність може відрізнитись в залежності від конкретного виду аварійно-рятувальних робіт, які виконуються.

Ефективність авіаційного патрулювання та моніторингу зон надзвичайних ситуацій може бути визначена різними факторами, але ключовими з них є площа розвідки та точність збору та передачі даних. Використання БПС є ефективним рішенням у цьому випадку, оскільки вони забезпечують реальні часові передачі візуальних та термальних зображень з місця надзвичайної ситуації. Це дозволяє оперативніше та точніше збирати інформацію для прийняття рішень щодо подальшого реагування на надзвичайну ситуацію.

Ефективність робіт з пожежогасіння, проведених авіаційними засобами, можна визначити за допомогою різноманітних критеріїв, таких як час прибуття на місце пожежі, кількість згаснутої площі пожежі за певний час, кількість вильотів без необхідності заправлення паливом тощо. Пожежні літаки та вертольоти з різним обладнанням є ефективними для виконання цих завдань, але вибір конкретного типу повітряного судна залежить від розмірів пожежі та її масштабів.

В пошуково-рятувальних операціях, ефективність може залежати від швидкості прибуття на місце НС та здатності спеціальної техніки до евакуації постраждалих. Для успішного знаходження постраждалих важливою є негайна передача інформації про їх кількість та стан, що робить БПС ефективними. Для евакуації постраждалих з важкодоступних місць найбільш ефективними є вертольоти з можливістю зависання. У випадку, коли кількість постраждалих є великою, використання пошуково-рятувальних літаків може бути необхідним, якщо така можливість є.

Для робіт з розчищення завалів, ефективність повітряних суден залежить від їх технічних характеристик, зокрема вантажопідйомності. У цьому випадку,

ефективними є важкі вертольоти та літаки, що мають спеціальне вантажопідйомне обладнання.

Використання вертольотів є доцільним для аварійно-рятувальних робіт з метою забезпечення економічної та техніко-економічної ефективності. Це обґрунтовано їх економічними перевагами та широким спектром функцій, які вони можуть виконувати.

Надзвичайна ситуація - це непередбачувана подія або стан, що виникає внаслідок природних катастроф, техногенних аварій, соціально-політичних конфліктів тощо, і призводить до порушення нормального функціонування життєво важливих систем та інфраструктури, загрози життю та здоров'ю людей, матеріальних втрат і екологічних проблем.

Застосування повітряних суден може значно підвищити ефективність ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, забезпечити швидкий та ефективний доступ до важкодоступних місць. Проте, ефективність застосування повітряних суден залежить від правильної організації робіт та координації з іншими підрозділами, що забезпечують ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій.

Таким чином, застосування повітряних суден є ефективним рішенням при ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, оскільки воно дозволяє забезпечити швидкий та ефективний реагування на надзвичайні ситуації, зменшити час на проведення робіт, знизити витрати та забезпечити швидку доставку потерпілих до медичних установ.

## **1.2. Ефективність застосування повітряних суден при виконанні робіт з пожежогасіння**

Кожного року пожежі завдають величезних збитків і впливають не тільки на економіку країни, а й на навколишнє середовище. Для того щоб ефективно боротися з пожежами різного характеру - потрібна авіація. Авіація – це та основа, на якій будується мобільність і ефективність дій МНС України.

У першій половині ХХ століття, під час пошуків шляхів поліпшення боротьби з пожежами, було встановлено головний висновок - для зменшення витрат на ліквідацію пожежі, її необхідно виявляти на ранніх стадіях та вживати негайні заходи щодо її припинення.

Отже, використання авіації дозволяє вирішувати дві фундаментальні задачі одночасно:

- раннє виявлення пожеж;
- оперативну доставку спеціалізованих пожежних команд для гасіння [3].

Завдяки великій швидкості пересування та незалежності від доріг, літальні апарати можуть швидко досягати будь-якого місця і брати активну участь у боротьбі з пожежами. У нашій країні, лісові пожежі є найбільш поширеними та масштабними, тому авіаційні роботи більш націлені на їх попередження та гасіння.

Починаючи з 1932 року, почалися дослідження щодо переваг авіації. Найбільш ретельні та всебічні дослідження були проведені професором В.Г. Нестеровим в Науково-дослідному інституті Цивільного Повітряного Флоту.

Всі зусилля дослідників протікали в напрямку з'ясування можливостей:

- Авіаобприскування, яке включає прокладання загороджувальних смуг з використанням хімікатів або води, що виливається з літальних апаратів, з метою зупинення поширення вогню.
- Створення перешкод, таких як мінералізовані смуги та канали, для зупинення просування вогню, а також створення водойм для гасіння пожеж водою.
- Безпосереднє гасіння пожеж з літаків шляхом скидання вогнегасних бомб або струменя хімікатів або води з літальних апаратів.



– Використання парашутистів-пожежників для гасіння пожеж поблизу місця виникнення, а також пожежних десантів, які доставляються за допомогою вертольотів або висаджуються безпосередньо в ліс.

Дослідження з авіаобприскування та виливання рідини розпочалися зі створення баків-авіаобприскувачів, які постійно вдосконалюються. Об'єм цих баків зростав від 100 до 1000 літрів. Баки наповнювалися різними розчинами, такими як хлористий кальцій, хлористий магній або чотирихлористий вуглець, для зупинення поширення вогню. У нижній частині бака розміщувалася вивідна труба з клапанами, які можна було відкривати за допомогою важеля з кабіни пілота.

Для захисту лісу від пожежі літак може створювати загороджувальну смугу, випускаючи розчин хімікату перед лінією поширення вогню. Однак, дослідження показали, що ефективність такої смуги залежить від типу пожежі і дозування хімікату. Для степових пожеж дозування до 0,5 л на 1 м є достатнім, але для гасіння пожеж на вирубках ці дозування не ефективні через недостатню щільність обприскування. При створенні загороджувальної смуги під пологом лісу, 70-75% рідини затримується кронами дерев, що ускладнює покриття поверхні надгрунтового покриву під кронами дерев. Гасіння пожеж в таких умовах можна досягти за допомогою потужних виливних апаратів та зниження висоти польоту до 10 метрів.

Досліди зі створення мінералізованих смуг і канав шляхом скидання дрібних фугасних авіабомб з літака не увінчалися успіхом. Бомби, розсіюювались, не створювали суцільної мінералізованої смуги. Дрібні і невеликі водойми, вириті ними, також не чинили належного злиття на гасіння пожеж.

Широке практичне застосування для створення загороджувальних смуг з мінерального ґрунту отримав вибуховий метод. З цією метою уздовж наміченої лінії закладаються в ґрунт вибухові заряди через 2-5 м один від одного, які після

вибуху створюють суцільну мінералізовану смугу. Для автоматизації цієї складної операції розроблений мотобур МБ-1 на базі мотопилки «Дружба», який замінює ручне копання шурфів лопатою. За допомогою цього бура можна свердлити отвір в ґрунті за 10-40 секунд в залежності від типу ґрунту. Зазвичай цю роботу виконують спеціально підготовлені парашутисти або пожежні-десантники, які висаджуються з вертольотів.

Якщо потрібно вести зустрічний вогонь від загороджувальної смуги для гасіння пожежі, можна використовувати спеціальний запальний пристрій ЗА-1, який діє на зразок паяльної лампи. Цей апарат, вагою 7,2 кг, можна носити на спині, закріпивши його за допомогою заплічних ременів.

Україна вперше проводила дослідження щодо безпосереднього гасіння лісових пожеж з повітря у 1932 році, коли були використані авіахімічні бомби. Ці бомби склалися з ємностей заліза товщиною 1 мм, об'ємом від 5 до 16 літрів, заповнених вогнетривкими речовинами, такими як чотирихлористий вуглець та розчин хлористого кальцію або каустичної соди. Однак такий метод гасіння пожежі був неефективним, оскільки бомби рідко потрапляли всередину пожежі, що призводило до нерівномірного гасіння [4].

Починаючи з 1955 року, науковці в партнерстві з центральною авіа базою проводили дослідження гасіння лісових пожеж вогнегасними рідинами та водою з вертольота МІ-4 на висоті 5-10 метрів над поверхнею лісу. При швидкості польоту 10-20 км на годину та завантаженні бака 600 літрів рідини, вдалося прокласти загороджувальні смуги довжиною 120-250 м та шириною 2-4 м. Дослідження показали, що таку загороджувальну смугу можна прокласти не тільки під пологом густих соснових молодняків, але і в стиглих сосново-ялинових насадженнях. Максимальне дозування вогнегасної рідини становило 1 літр на 1 квадратний метр. У деяких випадках вогонь зупинявся у загороджувальній смузі, а в інших - його інтенсивність різко знижувалась, що дозволяло зупинити подальше поширення вогню.

У 1961 році було створено лісопожежне обладнання для вертольота МІ-4, яке складається з двох баків ємністю по 500 літрів, мотопомпи М-800 та спеціального стовбура з прогумованим рукавом. Щоб заповнити баки вертольота водою з найближчої водойми, використовується малогабаритна мотопомпа М-200. У баках, які призначені для води, можуть розміститися 8 чоловік. Спочатку на вертольот доставляються десантники, після чого вертольот перельотом до найближчої водойми наповнює свої баки водою. Для підвищення вогнегасних властивостей води, що подається з магістралі до стовбура, та в момент прокладки загороджувальної смуги, буде додаватися концентрований розчин змочувача.

Серія загороджувальних смуг, прокладених з вертольоту, надасть істотну допомогу наземним командам в боротьбі з вогнем.

Найбільш ефективним способом гасіння лісових пожеж є використання пожежних-парашутистів і десантів робочих. Після виявлення пожежі з літака парашутисти швидко доставляються до місця пожежі і наземними засобами борються з вогнем. Це може включати охлестування вогню гілками, створення мінералізованої смуги, обприскування хімікатами з ранцевих оприскувачів РЛО або РПБ, які розробили в Центральній авіабазі, в залежності від місцевої обстановки.

У сучасний час для гасіння лісових пожеж застосовуються вогнегасні суміші марок ЕС-1 і ЕС-2, які складаються з розчинів хлористого кальцію ( $\text{CaCl}_2$ ) і хлористого магнію ( $\text{MgCl}_2$ ), до яких додається 30% рідкого чотирьохлористого вуглецю та 0,3% емульгатора (ОП-7, ОП-10).

В порівнянні з водою, ці суміші мають вдвічі-тричі більший вогнегасний ефект при гасінні вогню. В районах, особливо поруч з річками, струмками та озерами, пожежі зазвичай гасяться водою з додаванням невеликої кількості (0,3-0,5%) змочуючих рідин, таких як ОП-7, ОП-10, НП-1, що збільшують змочування або прилипання до сухого пального матеріалу.

Однак, після локалізації пожежі, всі ці засоби боротьби з вогнем, включаючи парашути, повинні бути винесені парашутистами з лісу до місця базування, що обмежує їх широке застосування.

Впровадження в широку практику потужних турбогвинтових вертольотів, таких як Мі-6, В-2 і В-8, що мають значну вантажопідйомність, сприятиме успішному розвитку методів гасіння лісових пожеж. Це дозволить доставляти важкі мотопомпи, ґрунтообробні знаряддя, тягачі всюдиходи та інші засоби, необхідні для ефективної боротьби з пожежами в лісах [5].

Між 1990 та 1997 роками фахівці авіабудування та пожежної служби тестували найбільш потужну та інноваційну модель Іл-76П з виливним приладом ВАП-1, що містив у собі 32 т. вогнегасного розчину. Хоча це повітряне судно перевершувало закордонні аналоги, виявилось, що її параметри не економічно доцільні, особливо на територіях з короткими злітними смугами. Для правильної роботи також потрібен був додатковий легкий літак, який координував би дії екіпажу Іл-76П та виконував функцію наведення. Технічна неготовність аеродромних служб до швидкої заправки літака стала ще одним недоліком, оскільки повний цикл між зливами займав принаймні 3 години. Крім того, широка та пряма лінія поливу не була ефективною, оскільки не враховувала нерівну форму кромки пожежі та збільшувала витрати вогнегасних речовин. Кінцевим недоліком було те, що політ Іл-76П на низькій висоті створював ризик роздування пожежі.

Пожежні літаки-амфібії довели свою ефективність, особливо в тих випадках, коли відстань від місця гасіння пожежі до джерела води не перевищувала 100 км. Наприклад, Бе-12П, що може перевозити до 6 т рідини для гасіння пожеж, виявився дуже ефективним. Однак нова модель амфібії Бе-200 була спеціально розроблена з урахуванням оптимального розміщення водойм у визначених зонах.

При апробації двох літаків Ан-26П було отримано чудові результати. Кожен з літаків міг перевозити 4 т води і одночасно здійснювати десантування пожежних. Нажаль, модель танкера Ан-32РК, яка була розроблена в Україні на АНТК ім. Антонова спільно з фахівцями «авіалісоохорони» в 1993 році, не стала можливою через розрив дружніх зв'язків між країнами. Проте саме ця модель повинна була стати основою парку служби, оскільки мала можливість десантування пожежних, а також можливість одночасного або послідовного зливу вогнегасної рідини з 4 баків, кожен з яких вмщував 8 т.

Зараз значна кількість машин в «Авіалісоохороні» займають моделі танкерів Ан-2П з ВСУ, розрахованої на 1,2 т вогнегасної рідини.



Рис. 1.1. Гасіння лісової пожежі за допомогою Ан-2П

Нижче, на рисунку 1.2 зображено гасіння лісової пожежі за допомогою літака Ан-32П.



Рис. 1.2. Гасіння лісової пожежі за допомогою Ан-32П

Мінімальна швидкість, точний локальний вплив забезпечують високу ефективність роботи екіпажу на цьому літаку. Додатковими перевагами є невибагливість до умов посадки і зльоту, відсутність необхідності прив'язки до стаціонарного аеродрому [2].

Роль авіації в гасінні пожеж у лісах включає патрулювання лісових масивів з метою виявлення осередків пожеж та направлення "водяних бомбардувальників" на ці області. Літаки та вертольоти, які використовуються для розвідки, називаються «birddogs» або пташками-шукачами. Вони також виконують роль повітряних командних пунктів, що координують дії наземних та повітряних сил. Система FUR (forward looking infrared – переднього огляду, інфрачервона), яка включається до обладнання розвідників, дозволяє бачити крізь дим як вдень, так і вночі. Крім того, на борту "birddogs" можуть бути встановлені апаратура передачі даних в наземні центри, приймачі супутникової навігаційної системи GPS та додаткове радіоустаткування. Фактор часу залишається найважливішою складовою при гасінні пожеж, тому розвідка лісів є однією з головних функцій авіації.

Авіація використовує різні типи літаків та вертольотів, такі як "Цесна", North American OV-10 "Bronco" і AeroCommander 690, як "birddogs" для виявлення осередків пожеж та координації дій всіх наземних і повітряних сил. Навіть в століття супутників, старі добрі літальні апарати, такі як Grumman G21A "Goose" в парі з величезним Martin JRM "Mars", продовжують використовуватися в якості "шукачів". Це пов'язано з великими витратами на розгортання та підтримання в працездатному стані систем космічного моніторингу. Крім того, інформація, отримана з повітряного розвідника, доходить до споживачів на місцях швидше, ніж із супутника. Фактор часу відіграє велику роль при гасінні пожеж. Тому застосування авіації щодо виконання авіаційного патрулювання лісових масивів дає змогу швидкого попередження про наявність осередку загоряння [2].

Таким чином, застосування повітряних суден в процесі пожежогасіння є ефективним і дозволяє забезпечити швидкий та ефективний доступ до важкодоступних місць та пожежних загорянь, що знаходяться на значній відстані від наземних пожежних бригад. Повітряні судна можуть бути використані для перевезення пожежних бригад, обладнання та запасів, а також для забезпечення доставки води та розпилення засобів для гасіння пожеж. При цьому важливо дотримуватися правил безпеки та професійного підходу до виконання робіт з пожежогасіння. Необхідно проводити систематичне навчання пілотів та пожежних бригад щодо безпеки польотів та пожежогасіння з повітря, а також забезпечувати регулярний технічний огляд та обслуговування повітряних суден.

### **1.3. Характеристика лісових зон та фактори, що сприяють погіршенню лісопожежної ситуації в Україні**

Ліс є цінним природним ресурсом, здатним до відновлення і забезпечує більше 20 тисяч видів цінної продукції. Це найбільш розвинутий і відтворюваний природний комплекс, який забезпечує багатофункціональний

виробництво. Розташування лісів на території України неоднакове. Наприклад, на Поліссі вони займають 37% площі, у Лісостепу - 30,2%, у Карпатах - 22,8%, у Степу - 5,8%, а в Криму - 4,2% від загальної площі цих регіонів. Найвищу лісистість спостерігають у Карпатах, де вона становить 40,2%. Гірські ліси виконують важливі функції з охорони водних ресурсів та регулювання водного режиму.

Гірські ліси мають важливу роль у водоохороні та водорегулюванні, а також в захисті ґрунтів від ерозії та регулюванні клімату. Крім того, ліси створюють умови для оздоровлення та відпочинку людей. Однак, на допомогу лісовим ресурсам необхідно спрямовувати велику увагу, зокрема, дотримання заходів пожежної безпеки, особливо в хвойних насадженнях. Щороку лісові пожежі у всьому світі завдають значної шкоди, знищуючи тисячі гектарів лісів та призводячи до порушення планової роботи лісового господарства та використання лісових ресурсів.

Лісові пожежі є поширеним явищем як природного, так і техногенного характеру в багатьох регіонах світу. Найбільш вразливі території знаходяться в помірному кліматі з високим рівнем опадів, що забезпечує значну кількість рослинності, але літні періоди характеризуються спекою та сухістю, що створює потенційну загрозу для пожеж. Зі зростанням глобального потепління кількість та значимість цих катастроф можуть збільшуватись.

Хоча за останні десятиліття було досягнуто значного прогресу у боротьбі з лісовими пожежами, все ще існує потреба у зміцненні реагування на ці катастрофи, зокрема, вдосконалення систем раннього попередження та обміну даними в режимі реального часу на всіх етапах та рівнях моніторингу лісів. Технологічні досягнення стають ключовими факторами, що сприяють продуктивним змінам у боротьбі з лісовими пожежами. Останні події в галузі інформаційно-комунікаційних технологій вже мають величезний вплив на розвиток систем раннього виявлення лісових пожеж.



Пожежі в дикій природі - це стихійне явище, що не контролюється, та зазвичай виникає у лісових районах, але може також поширюватися на міські або сільськогосподарські території. Людські дії є найбільшими причинами лісових пожеж, як умисними, так і ненавмисними. Очікується, що кількість та вплив лісових пожеж збільшаться внаслідок глобального потепління. Для ефективної боротьби з цими явищами необхідний комплексний та багаторівневий підхід, що ґрунтується на постійному моніторингу та негайному реагуванні на негативні зміни.

Практика спостережень показує, що лісові пожежі можуть за короткий час знищити мільйони гектарів землі. Швидкість їх поширення часто перевищує 20 км/год, тому без швидкісних засобів пересування, таких як мотоцикл або автомобіль, врятуватися від пожежі надзвичайно складно.

Проте, варто відзначити, що природні пожежі відіграють важливу роль у природному балансі. Вони допомагають повернути в ґрунт поживні речовини, спалюючи мертву рослинність або ті, що розкладаються. Крім того, природні пожежі діють як дезінфікуючий засіб, виводячи з екосистеми рослин-паразитів та шкідливих комах.

Згідно з класифікацією Агенції з охорони навколишнього середовища, лише 10-15% пожеж в природі є стихійними лихами, тоді як 85-90% випадків є наслідком людської діяльності, такої як підпал, викидання сигарет, пожежі в таборах та сміттєвих майданчиках. Природні пожежі можуть виникнути під час сухої погоди і посухи, коли звичайно зелена рослинність стає сухим горючим матеріалом, який швидко розпалюється під впливом сильного вітру та високої температури. Іскри, такі як блискавка, підпал, збита лінія електропередач або сигарета, можуть легко спричинити пожежу в таких умовах.

Для спалаху лісової пожежі необхідні природні або штучно створені умови, такі як наявність палива, кисню та джерела тепла. Ці три складові називають пожежним трикутником пожежники.

На території України ліси і торфовища займають понад 10 мільйонів гектарів. Лісові та торфові пожежі є найпоширенішими. Зокрема, 31% лісів розташовано в північному регіоні, 17% - у східному, 10% - у південному, 8% - в південно-західному і 32% - в західному регіоні.

Лісовий фонд України на майже 50% складається з хвойних лісів, з яких 60% становлять молодники. На сотнях тисяч гектарів створені соснові насадження, які досягли віку 15-30 років, що є критичним періодом з пожежного планування.

Природні пожежі, які називають ландшафтними, представляють серйозну загрозу для навколишнього середовища, економіки та життя населення. Ці пожежі поширюються по території з однаковим типом ландшафту і найбільш небезпечні серед них є верхові та торф'яні пожежі. Гасіння таких пожеж вимагає великих зусиль, а їх наслідки можуть бути катастрофічними для довкілля.

Лісові пожежі особливо небезпечні, оскільки приносять значні збитки лісовому господарству. Ці пожежі не тільки знищують насадження, але і послаблюють їх життєздатність, що може сприяти масовому розмноженню шкідливих комах та захворювань. Збитки від лісових пожеж перевищують збитки від інших шкідливих факторів, таких як комахи та хвороби лісу.

Останнім часом проблема лісових пожеж отримує особливу увагу, особливо в контексті зменшення глобальної лісової площі, що є наслідком саме пожеж.

Відновлення одного гектара хвойного лісу приблизно коштує 300 доларів США. Для відновлення згорілої площі в 1 гектар необхідно висадити від 3 до 5 тисяч саджанців. Точна кількість залежить від природних умов і характеристик ґрунту. Ефективність гасіння лісових пожеж і кількість ресурсів, які витрачаються на пожежні заходи, залежать від швидкості виявлення пожежі.

Ліси мають значно довший період росту, ніж сільськогосподарські культури. Якщо не станеться нових пожеж, новий ліс на згарищах може

виникнути не раніше, ніж через 80-100 років. Для вирощування одного покоління лісу необхідно працювати над зміною, як мінімум, трьох поколінь лісничих. В Україні у 2017 році було знищено 27,8 тис. га лісових насаджень, проте після цього року тенденція до знищення лісових масивів трохи зменшилася. Основними причинами виникнення лісових загибелей були лісові пожежі (30,8% або 8,6 тис. га), несприятливі погодні умови (30,1% або 8,4 тис. га) та хвороби лісу (26,1% або 7,3 тис. га).

В табл. 2.1 відображено динаміку зміни площ лісів за останні 5 років, втрачених в результаті дії несприятливих чинників [18].

Основними передумовами надзвичайної лісопожежної ситуації є:

1. Малосніжна зима, тривалі бездошові періоди (15-20 діб) з високою (вище середньої багаторічної) середньодобовою температурою повітря і малою відносною вологістю на початку пожежонебезпечного сезону, коли ступінь пожежної небезпеки в лісі за умовами погоди характеризується IV, V класами пожежної небезпеки;
2. Ступінь пожежної небезпеки, яка характеризується IV, V класами, атмосферна посуха в будь-який час пожежонебезпечного сезону;
3. Наявність у лісовому фонді безконтрольних антропогенних джерел вогню і (або) часті грозові розряди за високого ступеня пожежної небезпеки в лісі.

**Динаміка зміни площ лісів, втрачених у результаті дії несприятливих чинників за період 2018 – 2022 роки**

Показники	2018	2019	2020	2021	2022
Площа загибелі лісових насаджень	15069	12398	39756	9518	12390
від пошкоджень шкідливими комахами	8762	6223	5492	2785	3690
від хвороб лісу	2464	2808	2079	1503	1429
від впливу несприятливих погодних умов	2605	2817	3919	2524	902
від лісових пожеж	1085	395	28056	2607	6310
від інших причин	153	155	210	99	59
від пошкоджень дикими тваринами	59	112	70	51	41
від антропогенних факторів	81	41	140	47	15
від надмірної вологості	13	2	–	1	3

Дані за 2018-2022 роки наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях.

У разі виникнення лісової пожежі контролюються такі параметри:

1. Координати зони пожежі та адміністративно-господарська приналежність території;
2. Площа горіння, вид та інтенсивність пожежі;
3. Довжина всієї крайки пожежі та її фронту (головної частини);
4. Породний склад, вік та тип палаючого лісу;
5. Напрямок і швидкість поширення фронту пожежі;
6. Висота конвективної колонки над пожежею;
7. Довжина димового шлейфу.

Основними критеріями для введення надзвичайної лісопожежної ситуації є:

1. Наявність великих лісових пожеж (більше 5 га охопленої пожежею лісового фонду);
2. Кількість виникаючих в один і (або) одночасно діючих лісових пожеж, що перевищує середній багаторічний рівень;
3. Наявність лісових пожеж, що вийшли з-під контролю.

Для виявлення лісових пожеж необхідно будувати, розміщувати та організовувати діяльність пожежних спостережних пунктів, проводити наземне та авіаційне патрулювання лісів, здійснювати космічний моніторинг лісів, організувати зв'язок та взаємодію наземних і авіаційних служб для оповіщення про лісові пожежі.

У випадках, коли вітер швидкістю більше 5 м/сек або IV-V клас пожежної небезпеки в лісах, підрозділ лісопожежної організації повинен прибути на місце пожежі, яка виникла в районі застосування наземних сил і засобів пожежогасіння, не пізніше, ніж за 30 хвилин після виявлення осередків вогню. Якщо ж ситуація не критична, чисельність залучених сил і засобів повинна бути збільшена не менше ніж у два рази.

У практиці досить складно встигнути прибути на місце пожежі в зазначений термін через віддаленість територій та недостатньо розвинену дорожню мережу. Крім того, правильно розрахувати необхідну кількість наземних сил та засобів є завданням непростим. Часто наземні лісопожежні підрозділи прибувають з запізненням, що ускладнює боротьбу з вогнем.

У 2022 році до зростання пожежної небезпеки в лісах, що спричинене глобальним потеплінням, додалися лісові пожежі, викликані військовими діями, обстрілами та наявністю замінованих територій з великою кількістю вибухонебезпечних предметів. Це ускладнює своєчасне виявлення та оперативну реакцію на пожежі.

За час повномасштабного вторгнення рф (з 24.02.2022 та до 1.07.2022), на території України виникло 2878 пожеж, а площа пошкоджених пожежами територій станом на 01.07.2022 орієнтовно сягає понад 15 тис. га (усі типи ландшафтів). Близько 70,7% пожеж та 67,9% за площею виникло у березні, що пояснюється значним підвищенням пожежних ризиків внаслідок активних бойових дій (збільшення кількості джерел вогню у ландшафтах) так і природними умовами. У квітні, травні та червні, як кількість так і площа пожеж значно знизилася, таке зниження горимості пояснюється фенологічними змінами у відкритих ландшафтах (розвиток живого надґрунтового покриву, який через значний вміст вологи в ньому є бар'єром для поширення пожеж).

Щільність пожеж регіонах де ведуться активні бойові дії вища на 37,5%. Загальна горимість ландшафтів збільшилася у 2,3 рази. Горимість лісів у регіонах де ведуться активні бої підвищилася у 9 разів. Для хвойних лісів горимість збільшилася у 15 разів. Одночасно з цим спостерігається збільшення середньої площі пожежі на 32,6%, що викликане складнощами, а часто неможливістю гасіння пожеж через ризики для життя і здоров'я пожежних та неможливістю виконання у повному обсязі протипожежних профілактичних заходів у прифронтових лісах [20].

За 2022 рік в лісах галузі ліквідовано 1012 пожеж на площі 15,7 тис. га, що у 1,5 рази більше від кількості та у 54 рази від площі загорянь за попередній рік.

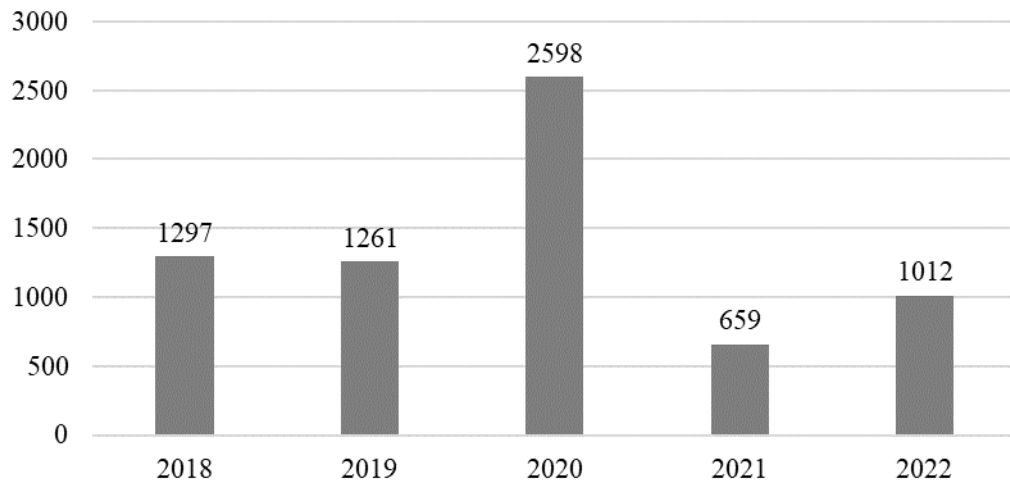


Рис. 1.3. Кількість лісових пожеж (випадків)

*Джерело: створено автором на основі [18]*

У 27 відсотків випадків до гасіння пожеж залучалися сили та засоби ДСНС. Середня площа однієї пожежі зросла у 35 разів та становила 15,5 га, а збитки склали 439 млн гривень.

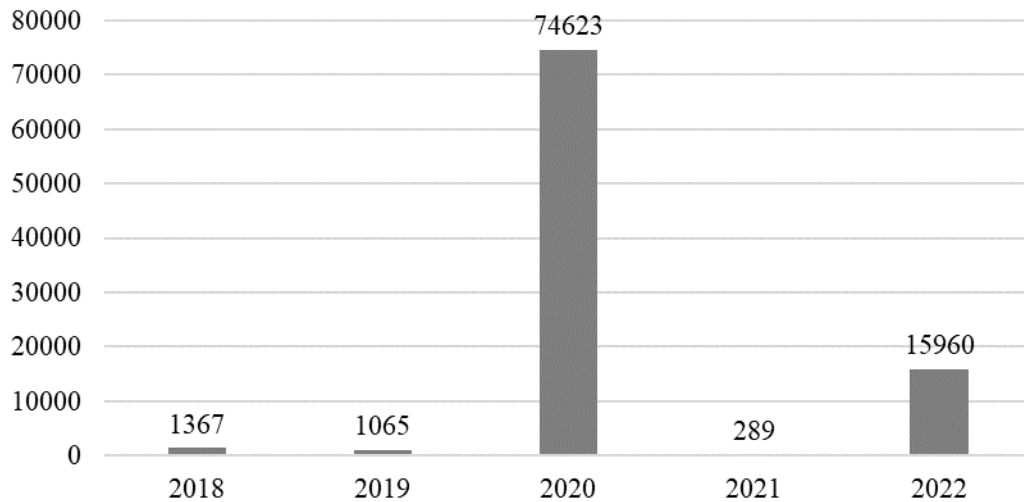


Рис. 1.4. Площа лісових пожеж (га)

*Джерело: створено автором на основі [18]*

У 2020 Україна втратила майже 75 тис. га., лісу. У такій кількості лісові насадження не гинули жодного разу за попередні 10 років.

У 202 випадках площа загоряння перевищила 5 га. Загальна площа всіх великих пожеж з початку року склала 14,4 тис. га, у т.ч. верхових – 1,2 тис. гектарів.

Варто відзначити, що облік лісових пожеж не враховував значну частину лісових масивів (зокрема, Запорізької, Луганської, Миколаївської, Донецької, Херсонської та інших областей), де тривали бойові дії, а певні території зазначених областей наразі перебувають під контролем окупантів. Оцінка прямих та побічних збитків від лісових пожеж та інструментальне вимірювання площ, що постраждали від вогню, стає неможливим, і вони будуть враховані після завершення воєнних дій та визволення тимчасово окупованих територій від мін.

Для порівняння: у 2021 році було ліквідовано лише одну велику пожежу, у 2020 році - 95 пожеж. Загальна площа великих пожеж збільшилася в 2363 рази порівняно з попереднім роком, а в порівнянні з 2020 роком зменшилася в 5 разів.

Основними причинами пожеж (62%) є загоряння насаджень внаслідок активних бойових дій, обстрілів крилатими ракетами та снарядами, а також наявність в них вибухонебезпечних предметів.

З метою попередження лісових пожеж підприємствами влаштовано майже 12 км протипожежних розривів і бар'єрів та 36,2 тис. км мінералізованих смуг, проведено догляд за ними в обсязі 164 тис. кілометрів.

У лісових масивах вздовж громадських доріг та на місцях відпочинку населення було встановлено 10,3 тисячі аншлагів, панно, плакатів з протипожежною тематикою. Засоби масової інформації опублікували 2,3 тисячі статей, було організовано 911 радіовиступів та 185 виступів на телебаченні, а також проведено 11,6 тисячі лекцій та бесід щодо дотримання протипожежних вимог у лісах. Також було заблоковано 12,5 тисячі додаткових доріг, не передбачених планом.



Здійснено 16,5 тисяч рейдів щодо дотримання вимог Правил пожежної безпеки в лісах України, зафіксовано порушення і оштрафовано 161 особу на загальну суму 265 тисяч гривень [21].

#### **1.4. Характеристика дій підрозділів пожежно-рятувальної служби під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій**

Пожежно-рятувальні служби є невід'ємною складовою системи безпеки населення та територій в умовах надзвичайних ситуацій. Дії підрозділів пожежно-рятувальної служби є ключовим елементом ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, таких як пожежі, землетруси, повені та інші. У залежності від виду надзвичайної ситуації, підрозділи пожежно-рятувальної служби залучаються для здійснення рятувальних та ліквідаційних робіт, які повинні виконуватися згідно з чітко визначеними стандартами та процедурами. У цьому контексті, важливо розуміти характеристику дій підрозділів пожежно-рятувальної служби під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та вдосконалювати їх методи та техніки роботи для забезпечення максимальної ефективності та безпеки під час проведення рятувальних та ліквідаційних робіт.

Характеристика дій підрозділів пожежно-рятувальної служби під час авіаційного пожежогасіння лісових угідь виглядає наступним чином:

1. Збір та обробка статистичних даних згідно інформації від ДАЛРУ та ДСНСУ про особливості території вогнища спалаху пожежі:
  - опис типу, масштабу та місцезнаходження пожежі
  - аналіз характеристик району пожежі, включаючи місцевість, наявність перешкод, водоймищ;
  - оцінка можливості евакуації людей, що постраждали;
  - визначення умов проведення авіаційного пожежогасіння, включаючи вибір типу повітряного судна та необхідне спеціальне обладнання.
2. Передпольотна підготовка:

- проведення інструктажу з техніки безпеки для екіпажу перед виконанням польоту
  - координація використання повітряного простору з ДАСУ , ДАЛРУ та ДСНСУ;
  - виїзд льотного складу до місця початку виконання завдання;
  - розвідка повітряним судном осередків пожежі.
3. Виконання завдання з пожежогасіння лісової місцевості:
- здійснення вильоту авіаційної техніки на місце завдання;
  - проведення висадки наземної пожежної групи біля осередків пожежі (якщо потрібно);
  - організація евакуації постраждалих з місця пожежі (в разі необхідності);
  - здійснення ліквідації лісової пожежі.
4. Складання звіту про виконані роботи (надається органам ДАС, ДАЛРУ та ДСНС відповідно до вимог).

Організація взаємодії між авіацією та пожежною наземною групою під час гасіння лісових пожеж передбачає:

1. Використання наземних сил та засобів разом з авіацією для більшої ефективності та безпеки під час гасіння лісових пожеж.
2. Створення координаційного штабу для комунікації між усіма силами та засобами, які задіяні у гасінні лісових пожеж, із координатором дій авіації.
3. Головні завдання авіаційного персоналу під час гасіння лісових пожеж включають:
  - проведення авіаційного моніторингу лісових масивів та пошкоджених районів, складання відповідної документації про ситуацію та надсилання звітів у координаційний штаб;

- координація дій вертольоту мобільної оперативної групи в повітряному пункті керування авіаційними та наземними силами під час гасіння лісових пожеж;

- виконання авіаційних завдань з гасіння лісових пожеж за допомогою літаків та вертольотів;

- зрошення площі для зниження швидкості розповсюдження лісової пожежі;

- локалізація пожежі до прибуття наземної пожежної групи;

- зниження температури в осередку лісової пожежі;

- транспортування наземної пожежної групи до місця лісової пожежі;

- швидка доставка вертольотом води з найближчих водойм на зовнішній підвісі;

- евакуація постраждалих осіб вертольотом з зони пошкодження, спричиненої лісовими пожежами.

4. Основними завданнями територіальних органів ДСНС під час гасіння лісових пожеж за участю авіації є:

- визначення найбільш критичних напрямків поширення лісової пожежі;

- забезпечення заправки пожежних літаків/вертольотів водою на аеродромах;

- пошук природних водних джерел для забору води вертольотами;

- уточнення порядку використання аеродромів та аеропортів, ЗПМ району застосування;

- матеріально-технічне забезпечення всіх сил під час надзвичайної ситуації.

5. Координатор дій авіації забезпечується картами і схемами лісових масивів району, приймачем визначення координат на місцевості (GPS), усіма

засобами зв'язку з керівником гасіння лісових пожеж, представниками ДСНС та ДАС.

6. Обов'язки координатора авіаційних дій під час гасіння лісових пожеж включають наступні пункти:

- отримати детальну інформацію про ситуацію в районі пожежі;
- передати керівнику гасіння лісових пожеж необхідну інформацію про доступні авіаційні сили та засоби;
- узгодити з керівником гасіння лісових пожеж встановлений порядок дій для екіпажів повітряних засобів, згідно з встановленими вимогами;
- координувати з екіпажами повітряних засобів час і місце зливів води на місце лісових пожеж, забезпечуючи безпеку наземних сил;
- інформувати керівника гасіння лісових пожеж про результати повітряної розвідки, яку здійснюють екіпажі повітряних засобів;
- інформувати екіпажі повітряних засобів (та отримувати від них інформацію) про результати зливів води;
- аналізувати роботу авіаційних сил під час гасіння лісових пожеж з повітря.

7. Аналіз результатів виконаних авіаробіт з гасіння лісових масивів виконує керівник гасіння лісових пожеж на нараді із залученням керівників усіх підрозділів, які брали участь у цьому процесі.

Координатор дій авіації, представники Держлісагентства та місцевих органів виконавчої влади, яких стосується гасіння лісових пожеж або ліквідація надзвичайних ситуацій, залучаються до наради. Після виконання авіаційних робіт з гасіння лісових пожеж і ліквідації надзвичайних ситуацій, командир авіаційного підрозділу звітує про результати виконання робіт, використання матеріально-технічних засобів та виявлені недоліки в організації польотів, управлінні та взаємодії з органами управління. Після цього командир

авіаційного підрозділу надає свої пропозиції начальнику Управління авіації та авіаційного пошуку і рятування Державної служби України з надзвичайних ситуацій в кінці кожної льотної зміни.

Підсумковий звіт надається письмово начальнику Управління авіації та авіаційного пошуку і рятування Державної служби України з надзвичайних ситуацій після завершення завдання та повернення екіпажів на аеродром базування (чергування) [19].

## 2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Аналіз основних досягнень та висновків з діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій

Центральним органом виконавчої влади, який забезпечує реалізацію державної політики у сфері цивільного захисту, захисту територій та населення від надзвичайних ситуацій, є Державна служба України з надзвичайних ситуацій. Кабінет Міністрів України через Міністра внутрішніх справ координує діяльність цієї служби. До компетенції Державної служби України з надзвичайних ситуацій належить ліквідація наслідків надзвичайних ситуацій, рятувальні операції, гасіння пожеж та забезпечення пожежної та техногенної безпеки. Вона також займається діяльністю аварійно-рятувальних служб та проводить гідрометеорологічні дослідження [8].

Основні зусилля ДСНС у 2022 році були зосереджені на ліквідації наслідків збройної агресії росії проти України та наданню допомоги населенню; здійсненні заходів щодо евакуації населення з районів ведення бойових дій та надання психологічної допомоги постраждалим; гасіння пожеж, розбору завалів зруйнованих будинків та рятування людей; забезпечення нормальних умов життєдіяльності населення; реалізації комплексу заходів протимінної діяльності.

Упродовж 2022 року органами та формуваннями ДСНС забезпечено оперативне реагування на 66 класифікованих надзвичайних ситуації (далі – НС), які за масштабами розподілилися на державного рівня – 2, місцевого – 32, об'єктового – 32.

Внаслідок цих надзвичайних ситуацій загинуло 7 тис. 4 особи (з них 471 дитина) та постраждало 11 тис. 72 особи (з них 893 дитини).

Порівняно з 2021 роком, загальна кількість НС у 2022 році зменшилася майже на 47 %, при цьому майже на 40 % зменшилася кількість НС природного характеру та кількість НС техногенного характеру, а кількість НС соціального

характеру – на 54 %. Натомість у лютому зареєстровано НС воєнного характеру державного рівня у зв'язку з широкомасштабним вторгненням на територію України 24 лютого 2022 року збройних сил російської федерації.

Таблиця 2.1

**Кількісні показники класифікованих НС, що виникли за період 2021 – 2022 років**

Дані про надзвичайні ситуації	2021 рік	2022 рік	Зменшення (збільшення), у %
<b>Загальна кількість НС:</b>	<b>124</b>	<b>66</b>	<b>46,8</b>
<i>з них за характером походження:</i>			
Техногенного характеру	53	33	37,7
Природного характеру	65	30	37,7
Соціального характеру	6	2	53,8
Воєнного характеру	0	1	збільшення
<i>з них за рівнями:</i>			
Державного рівня	3	2	33,3
Регіонального рівня	5	0	100,0
Місцевого рівня	53	32	39,6
Об'єктового рівня	63	32	49,2
Загинуло людей внаслідок НС	148	7004	у 47,3 раза
Постраждало людей внаслідок НС	545	11072	у 20,3 раза

*Джерело: складено автором на основі [8]*

Зростання кількості загиблих та постраждалих в НС у 2022 році пов'язано із значною їх кількістю унаслідок НС воєнного характеру державного рівня. За іншими видами НС у 2022 році спостерігається зменшення кількості постраждалих, насамперед за рахунок зменшення їх частки в медико-біологічних НС, разом з цим зафіксовано зростання кількості загиблих в НС унаслідок аварій на автомобільному транспорті. Значну частку серед НС техногенного характеру становлять НС, пов'язані із пожежами у будівлях житлової призначеності, причинами виникнення яких є недотримання громадянами правил пожежної безпеки, а серед НС природного характеру – метеорологічних НС спричинених ускладненнями погодних умов.

## Статистичні дані щодо кількісних показників класифікованих НС

Вид НС	Кількість НС		Загинул олюдей		Постраждало людей	
	2021 р.	2022 р.	2021 р.	2022 р.	2021 р.	2022 р.
<b>НС техногенного характеру</b>						
НС унаслідок аварій чи катастроф на транспорті	5	8	24	49	33	63
НС унаслідок пожеж, вибухів	28	20	88	39	31	47
НС унаслідок раптового руйнування будівель і споруд	3	0	0	0	11	0
НС унаслідок аварій у системах життєзабезпечення	17	5	0	0	0	0
<b>Всього НС техногенного характеру</b>	<b>53</b>	<b>33</b>	<b>112</b>	<b>88</b>	<b>75</b>	<b>110</b>
<b>НС природного характеру</b>						
Геологічні НС	1	0	0	0	0	0
Метеорологічні НС	10	8	2	2	8	8
Гідрологічні НС поверхневих вод	1	0	0	0	0	0
НС, пов'язані з пожежами у природних екологічних системах	3	3	0	0	0	0
Медико-біологічні НС	50	19	22	24	462	7
<b>Всього НС природного характеру</b>	<b>65</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>470</b>	<b>15</b>
<b>НС соціального характеру</b>						
Збройний напад, захоплення й утримування установи правоохоронних органів або реальна загроза здійснення такої акції	2	0	0	0	0	0
НС, пов'язані з нещасними випадками з людьми	4	2	12	6	0	0
<b>Всього НС соціального характеру</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>НС воєнного характеру</b>						
НС воєнного характеру	0	1	0	6884	0	10947
<b>Всього НС</b>	<b>124</b>	<b>66</b>	<b>148</b>	<b>7004</b>	<b>545</b>	<b>11072</b>

Джерело: складено автором на основі [8]

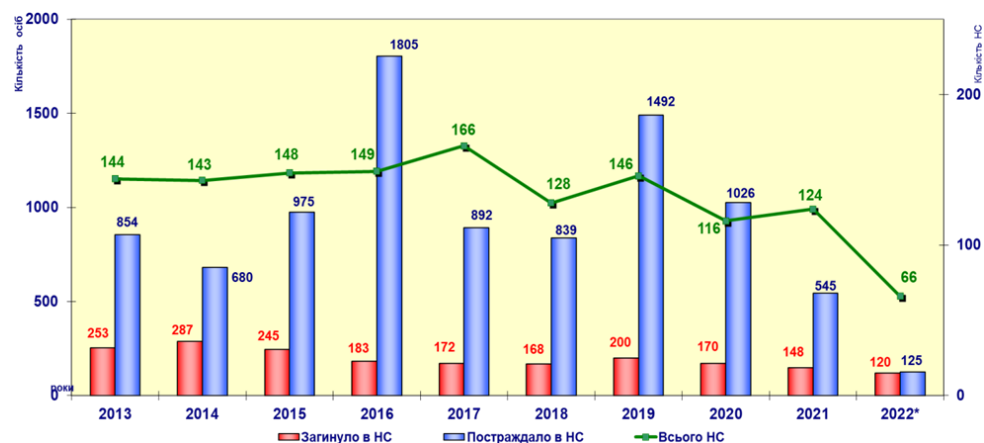




Рис. 2.1. Динаміка виникнення НС та їх наслідків

Таблиця 2.3

**Кількісні показники класифікованих НС, які сталися на території України  
у 2013-2022 роках**

Дані про надзвичайні ситуації	2013 рік	2014 рік	2015 рік	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік	2020 рік	2021 рік	2022 рік	Всього НС за 10 років
<b>Всього НС</b>	<b>144</b>	<b>143</b>	<b>148</b>	<b>149</b>	<b>166</b>	<b>128</b>	<b>146</b>	<b>116</b>	<b>124</b>	<b>66</b>	<b>1330</b>
<i>з них за характером походження:</i>											
НС техногенного характеру	76	74	63	56	50	48	60	47	53	33	<b>560</b>
НС природного характеру	56	59	77	89	107	77	81	64	65	30	<b>705</b>
НС соціального характеру	12	10	8	4	9	3	5	5	6	2	<b>64</b>
НС воєнного характеру	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	<b>1</b>
<i>з них за рівнями:</i>											
Державного рівня	1	5	2	1	2	2	2	6	3	2	<b>26</b>
Регіонального рівня	12	9	9	9	8	6	7	4	5	0	<b>69</b>
Місцевого рівня	58	59	62	64	70	64	63	50	53	32	<b>575</b>
Об'єктового рівня	73	70	75	75	86	56	74	56	63	32	<b>660</b>
<b>Загинуло людей</b>	<b>253</b>	<b>287</b>	<b>245</b>	<b>183</b>	<b>172</b>	<b>168</b>	<b>200</b>	<b>170</b>	<b>148</b>	<b>120*</b>	<b>1826</b>
<b>Постраждало людей</b>	<b>854</b>	<b>680</b>	<b>975</b>	<b>1805</b>	<b>892</b>	<b>839</b>	<b>1492</b>	<b>1026</b>	<b>545</b>	<b>125*</b>	<b>9108</b>
<b>Матеріальні збитки, млн грн</b>	<b>396,33</b>	<b>198,85</b>	<b>532,72</b>	<b>265,31</b>	<b>896,80</b>	<b>496,97</b>	<b>1625,87</b>	<b>28262,70</b>	<b>660,05</b>	<b>263,70*</b>	<b>33335,60</b>

*Джерело: складено автором на основі [8]*

У регіональному розрізі найбільшу кількість НС зареєстровано на території Закарпатської (11 НС), Донецької (8 НС) та Рівненської (7 НС) областей, по 6 НС виникло у Київській та Кіровоградській областях, по 5 НС зареєстровано у Миколаївській та Одеській областях, по 4 НС – у Дніпропетровській, Сумській та Харківській областях. По три НС зареєстровано

у Житомирській, Запорізькій, Луганській, Тернопільській, Чернігівській областях та місті Києві, в інших регіонах зареєстровано по одній-дві НС.

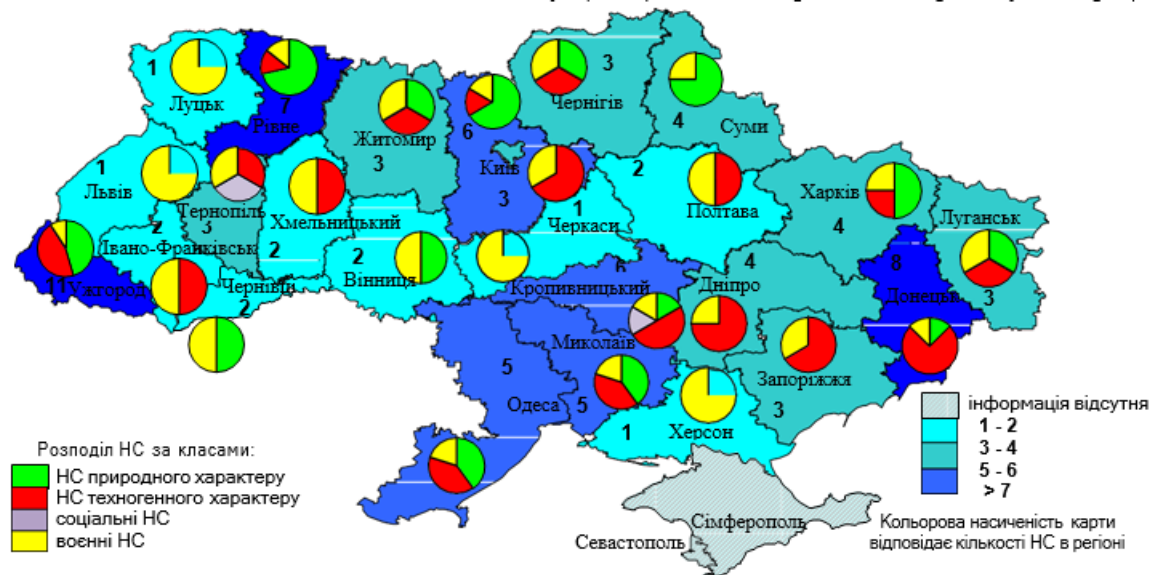


Рис. 2.2. Розподіл кількості надзвичайних ситуацій, що виникли в регіонах України у 2022 році

У 2022 році в населених пунктах та на об'єктах суб'єктів господарювання зафіксовано 80 тис. 654 пожежі, що на 1,5 % більше порівняно з 2021 роком.

Внаслідок пожеж загинуло 1 тис. 639 людей (у тому числі 36 дітей), 1 тис. 617 людей отримали травми (з них 123 дитини). Порівнюючи з 2021 роком, кількість загиблих унаслідок пожеж зменшилась на 11,5 %, а кількість травмованих на пожежах збільшилась на 16,9 %.

Матеріальні втрати від пожеж становили близько 99,5 млрд. грн, у тому числі прямі збитки становили 36,3 млрд грн., побічні – 63,2 млрд гривень. Під час ліквідації пожеж врятовано 1 тис. 892 людини, у тому числі 184 дитини, та матеріальних цінностей на суму понад 8,5 млрд гривень.

У будівлях і спорудах житлового сектору виникло 33 тис. 446 пожеж (+ 18 %), внаслідок яких загинуло 1 тис. 492 людини (- 13,7 %). На об'єктах, на яких здійснюється державний нагляд (контроль), виникло 2 тис. 790 пожеж (+

68,7 %), із них 9 пожеж – у житлових будинках (- 83,6 %). На підприємствах, в організаціях, закладах: приватної власності виникло 2 тис. 324 пожежі (+ 56,6 %); колективної власності – 528 пожеж (+ 63,5 %; комунальної (муніципальної) власності – 358 пожеж (+ 24,7 %); загальнодержавної власності – 400 пожеж (+ 2,9 %).

Основними причинами виникнення пожеж були: необережне поводження з вогнем – 45 тис. 793 випадки (- 13,3 %); порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації електроустановок – 10 тис. 447 випадків (- 10,8 %); порушення правил пожежної безпеки при влаштуванні та експлуатації печей теплогенеруючих агрегатів та установок – 4 тис. 681 випадок (- 23,9 %); підпали – 1 тис. 427 випадків (- 46,3%); порушення технологій виробництва та правил експлуатації транспортних засобів – 2 тис. 114 випадків (- 25,5 %); пустощі дітей з вогнем – 323 випадки (- 24 %); несправність виробничого обладнання, порушення технологічного процесу виробництва – 123 випадки (- 25 %).

ДСНС забезпечено оперативне реагування та ліквідацію пожеж, спричинених масованими обстрілами ворогом об'єктів зберігання і виробництва нафтопродуктів та важливих об'єктів паливо-енергетичного комплексу України, що надало можливість у найкоротші терміни відновити їх функціонування.

Протягом року ліквідовано 30 масштабних пожеж на об'єктах зберігання та виробництва нафтопродуктів та 120 великих пожеж об'єктів енергетики, пошкоджених обстрілами.

Протягом звітнього періоду проведено:

- підготовку та перенавчання авіаційного персоналу до експлуатації вертольотів EC225LP та подальше удосконалення підготовки екіпажів на літаках та вертольотах;

- будівництво вертолітного майданчика, двох ангарів для зберігання вертольотів EC225LP на території Мобільного рятувального центру швидкого реагування ДСНС України (сmt Козин);
- комплексну перевірку організації льотної роботи, безпеки польотів та видів забезпечення польотів у САЗ;
- підсумкову конференцію за результатами діяльності системи авіаційного пошуку і рятування у 2022 році.



Організовано та проведено збори з підготовки екіпажів та авіаційних рятувальників, а саме:

- тренувальні збори з підготовки екіпажів літаків Ан-32П, вертольотів Мі-8М та EC225LP до виконання авіаційних робіт з гасіння лісових пожеж у рівнинній та гірській місцевості в аеропорту «Ужгород».
- тренувальні збори з авіаційними рятувальниками та льотними екіпажами ДСНС з підготовки до виконання авіаційних робіт із пошуку і рятування в аеропорту «Ужгород».

За результатами навчань виконано підготовлено 4 авіаційних рятувальника, відновлено 24, виконано 322 стрибки з парашутом, 202 безпарашутних десантувань та евакуацій.

Загальний наліт авіації у 2022 році:

- польотів 1481, наліт 846 годин, із них:

- на застосування за призначенням, польотів 457, наліт 569 годин; на спеціальні завдання, польотів 57, наліт 48 годин;
- на навчально-тренувальні польоти, виконана 41 льотна зміна, польотів 967, наліт 238 годин;
- застосування БпЛА, польотів 2339, наліт 863 години.

Аналіз кількості надзвичайних ситуацій, що виникають у регіонах України надає можливості виявити фактори впливу на такі події та розробити і прийняти відповідні заходи щодо їх уникнення.

## **2.2. Оцінка ефективності пожежних авіаційних робіт при боротьбі з лісовими пожежами**

Лісові пожежі є серйозною загрозою для природи, людського життя та майна. Їхнє швидке поширення і знищення лісових екосистем вимагають надзвичайних зусиль для їхнього приборкання. В останні роки пожежна авіація стала невід'ємною складовою у боротьбі з цими небезпечними природними лихами.

Оцінка ефективності пожежних авіаційних робіт грає важливу роль у підвищенні ефективності протипожежних заходів. Цей процес включає в себе аналіз та оцінку результатів використання авіаційних засобів під час гасіння лісових пожеж. Дані, зібрані під час пожежних авіаційних робіт, дозволяють визначити ефективність використання ресурсів, оцінити шкоду та розробити плани подальших дій.

Сучасна технологія дозволяє збирати великі обсяги інформації про пожежні авіаційні операції. За допомогою спеціалізованих дронів, літаків та супутників здійснюється зйомка вогню з повітря, що надає детальну картину розповсюдження пожежі і дозволяє точно визначити її межі. Крім того, використання сучасних систем зв'язку та навігації сприяє координації робіт між повітряними та наземними екіпажами.

Оцінка ефективності пожежних авіаційних робіт допомагає вдосконалити стратегії боротьби з лісовими пожежами. Аналізуючи дані та розраховуючи ризики, вдається покращити планування і розподіл ресурсів, забезпечити оптимальне використання літаків, гелікоптерів та інших пожежних засобів. Такий підхід дозволяє збільшити шанси на успішну боротьбу зі звороднілим вогнем та мінімізувати його негативний вплив на природні ресурси і життя людей.

При необхідності гасіння лісових пожеж в районах авіаційної охорони лісів використовуються безпосередні методи гасіння з літаків і вертольотів, які здійснюються за допомогою гідролітаків, амфібій і літаків, які стартують з сухопутних аеродромів. Ці літаки мають баки ємністю від 640 до 12000 тонн. Вода, яка висипається з повітряних танкерів на місце лісових пожеж, обов'язково містить речовини, які підвищують її вогнегасні властивості. Зливання вогнегасної рідини з баків може бути здійснене шляхом вільного висипання або під тиском.

При використанні традиційних авіаційних засобів пожежогасіння вогнегасний склад, що скидається, потрапляє в зону пожежі у незначній кількості. У порівнянні з іншими відомими методами доставки, такими як артилерія (70 разів) або реактивні установки (300 разів), засоби доставки вогнегасної суміші (води) при гасінні пожеж є значно економічними. Це пояснюється тим, що конвективні потоки гарячого повітря утворюють екран, який ускладнює точне групування центрів падіння водяних мас поруч з місцем розташування пожежі.

Переваги авіаційних технологій перед наземними:

- швидка доставка вогнегасної рідини до місця пожежі, що забезпечує високу оперативність.
- можливість здійснити ефективну одномоментну атаку з повітря на осередок горіння, що сприяє високій ефективності гасіння.

- незалежність від наявності та стану під'їзних шляхів і доріг, що дозволяє оперативно дістатися до будь-якого району пожежі.

- забезпечення високого рівня безпеки для людей, які займаються гасінням, оскільки ризикові роботи можуть бути виконані з безпечної відстані у повітрі.

Авіація Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України) є рухомою частиною аварійно-рятувальних сил, яка спеціалізується на виконанні спеціальних завдань, пов'язаних з прогнозуванням, попередженням та ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій. Вона призначена для захисту населення і територій у разі виникнення надзвичайних ситуацій, а також бере участь у міжнародних рятувальних і гуманітарних операціях.

Складові Авіазагону ДСНС України включають:

Управління авіації та авіаційного пошуку і рятування, яке здійснює управління, організацію і контроль над діяльністю авіації ДСНС України.

Бюджетна установа "Служба координації авіаційних робіт з пошуку і рятування" (БУ "СКАРПР"), яка відповідає за організацію чергування авіаційних сил і засобів, а також здійснення авіаційних робіт з пошуку і рятування на території України.

Спеціальний авіаційний загін Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту (САЗ), який має виконувати завдання з авіаційного забезпечення в рамках своїх функцій.

САЗ структурно складається із основних підрозділів:

- авіаційної ескадрильї спеціального призначення на літаках Ан-26, Ан-30 і Ан-32П;

- вертолітної ескадрильї спеціального призначення на вертольотах Мі-8 та ЄС-145;

- пошуково-рятувальної і парашутно-десантної служби;

- інженерно - авіаційної служби;
- підрозділів засобів зв'язку, автоматизованих систем управління та радіотехнічного забезпечення польотів;
- підрозділів частини авіаційно-технічного та матеріального забезпечення.

Координація та контроль діяльності Спеціального авіаційного загону ОРС ЦЗ МНС України здійснюється у порядку, визначеному МНС [8].

Чергові сили Спеціального авіаційного загону несуть цілодобове чергування у 20-30 хвилинній готовності до вильоту. Щоденно більше 70-ти осіб заступають на чергування. Місця чергування екіпажів розташовуються в Ніжині, Харкові, Сімферополі, Ужгороді.

САЗ потребує збільшення парку ПС, доказом цього стала пожежа в зоні відчуження – Чорнобилі. Це має бути не лише АТ для пожежогасіння, але й ПС для патрулювання лісових масивів, задля попередження пожеж.

Авіаційне патрулювання лісів означає систематичне спостереження з повітря за лісовою територією з метою виявлення лісових пожеж та порушень правил пожежної безпеки. Виконання регламенту патрульних польотів дозволяє майже на 99% виявляти займання на площах до 1-5 га. Тому своєчасне авіаційне патрулювання лісів є важливим чинником для ефективної роботи Держлісагентства у співробітництві з ДСНС України.

Під час проведення авіапатрулювання, льотчик-спостерігач на борту повітряного судна має групу аварійно-пожежних спостерігачів (АПС). У разі виявлення пожежі, він негайно повідомляє інформацію про неї в диспетчерський пункт авіаційного відділення (лісгоспу) і приймає рішення щодо направлення наземних пожежних команд або про гасіння пожежі за допомогою АПС. У цьому випадку, група парашутистів-пожежників виконує висадку. Загалом, від моменту виявлення пожежі до початку гасіння, включаючи



час, потрібний на повітряну розвідку та десантування пожежних, пройшов не більше 1 години.

Таким чином, оцінка ефективності пожежних авіаційних робіт при боротьбі з лісовими пожежами свідчить про важливу роль авіаційних технологій у цій сфері. Авіаційне патрулювання лісів забезпечує своєчасне виявлення пожеж і порушень пожежної безпеки, дозволяючи швидко реагувати на виникнення загорянь. Використання авіаційних засобів доставки вогнегасної рідини демонструє велику ефективність в гасінні пожеж шляхом одномоментної атаки з повітря. Важливою перевагою є незалежність від стану доріг та шляхів, що дозволяє оперативно дістатися до будь-якого району пожежі. Крім того, авіаційні роботи забезпечують високий рівень безпеки для працівників, що займаються гасінням. Оцінка показує, що використання пожежної авіації має значний вплив на результативність боротьби з лісовими пожежами та сприяє збереженню лісових ресурсів та захисту екосистем.

### **2.3. Порівняльна оцінка ефективності застосування вертольотів типу Eurocopter EC225 та MI-8MT, у ліквідації наслідків лісових пожеж**

Лісові пожежі є серйозною загрозою природному середовищу та людським життям, і їх швидка та ефективна ліквідація є важливим завданням. У цьому контексті вертольоти грають важливу роль у боротьбі з лісовими пожежами, забезпечуючи доступ до важкодоступних територій і оперативну доставку пожежних бригад та обладнання.

Дві популярні моделі вертольотів, що використовуються в таких надзвичайних ситуаціях, Eurocopter EC225 та MI-8MT - здатні ефективно діяти в умовах лісових пожеж. Обидва вертольоти мають свої особливості та переваги, які варто враховувати при порівняльній оцінці їх ефективності.

Eurocopter EC225 є сучасним комерційним вертольотом з великою вантажопідйомністю та дальністю польоту. Він має велику швидкість та може бути обладнаний системами датчиків для виявлення джерел пожежі та

моніторингу поширення вогню. Багатофункціональна кабіна дозволяє екіпажу оперативно координувати дії пожежних бригад та розміщувати їх на місці події.

З іншого боку, Мі-8МТ є військовим транспортним вертольотом, який також здатний виконувати функції боротьби з пожежами. Він має високу маневреність та вантажопідйомність, що дозволяє ефективно перевозити пожежні бригади та вантажі. Мі-8МТ також може бути обладнаний системами поливу та викиду води для гасіння пожеж.

Порівняльна оцінка ефективності цих вертольотів у ліквідації наслідків лісових пожеж має враховувати кілька факторів, таких як продуктивність, швидкість реагування, маневреність, дальність польоту, доступ до уражених територій та можливості обладнання. Остаточний вибір залежить від специфічних умов та вимог оперативного втручання.

#### Характеристика повітряних суден Мі-8МТ і Eurocopter EC225

Мі-8МТ повторює компонування гелікоптера Мі-8, але конструкція більшості агрегатів та вузлів була змінена (рис. 2.4). Були внесені зміни до конструкції двигунних капотів, і на повітрозабірниках були встановлені захисні пілозахисні щитки. Була додана допоміжна силова установка, яка розташована за головним редуктором. Ця установка призначена для постачання стислого повітря до систем запуску основних двигунів, а також для забезпечення сталого постійного струму у бортовій мережі в аварійних ситуаціях під час польоту.



Рис. 2.4. ПС МІ-8МТ

У вантажному люці гелікоптера передбачений отвір з кришкою, що призначений для аварійного покидання. Також на правому борті гелікоптера встановлено люк-вікно. В військовому варіанті гелікоптера кабіна броньована, і це досягається шляхом кріплення броньованих плит на зовнішніх вузлах та залишення шасі незмінним. Лопасті несучого та рульового гвинтів обладнані системою проти утворення льоду.

Модифікація Мі-8МТ гелікоптера призначена для різних завдань, включаючи висадку та евакуацію десанту, підтримку вогню сухопутних військ, бомбометання з прицільністю, а також перевезення вантажів та десантників. Вантажна кабіна може бути обладнана 24 відкидними сидіннями, лавками або іншими розташуваннями, залежно від потреб використання гелікоптера. У складі устаткування присутні такі компоненти, як радіостанції "Баклан-20" і "Ядро-1", радіокомпаси АРК-15М і АРК-УД, доплерівський вимірювач швидкості і зносу ДИСС-32-90, авіагоризонти АГК-77 і АГК74В, радіовисотомір Ф-037, навігаційна система А-723 та метеорадіолокатор 8А-813.

Також були розроблені спеціальні модифікації гелікоптера Мі-8МТ для пошуково-рятувальних операцій, зокрема Мі-8МТБ, Мі-8МТД та Мі-8МА для

роботи в арктичних умовах. Модель Мі-8МТВ є наступним етапом модернізації Мі-8МТ і оснащена високошвидкісними двигунами ТВЗ-117ВМ, новою системою електропостачання та оновленим устаткуванням.

Нові моделі мають в устаткуванні лебідки ЛПП-300, люк в підлозі для зовнішнього підвішування вантажів, а також 30 сидінь.

Мі-8МТ був використаний для створення різних пасажирських модифікацій, гелікоптера для VIP-перевезень та літаючого госпіталю, якими є Мі-8МТМ, медичні Мі-8МТБМ та пошуково-медичний Мі-8МТБМПС. Крім того, існують спеціалізовані варіанти, такі як літаючий кран, гелікоптер-постачальник димових завіс, постачальники перешкод, розвідувальні та метеорологічні версії і так далі. Всі ці модифікації базуються на Мі-8МТ і відрізняються в залежності від своїх специфічних завдань та потреб.

Eurocopter EC225 Super Puma (віднедавна Airbus Helicopters H225) є далекомагістральним пасажирським вертольотом, розробленим Airbus Helicopters як наступне покоління цивільного сімейства Super Puma. Є двомоторним ПС і здатен переносити до 24 пасажирів, 2 пілотів та одного борт-провідника, залежно від варіанта комплектування (рис. 2.5).

Eurocopter EC225 Super Puma – наступник багатоцільового французького вертольота AS 332 Super Puma, який використовували у 1980-90-х роках. Порівняно з попередником, він має нову технологію ротора, інші двигуни та коробку передач, інтегровану польотну систему. Відповідно вертольоти EC225 отримали вищу швидкість польоту, більшу зручність для пасажирів, кращу авіабезпеку та менші операційні витрати.

Цивільний H225 має військовий аналог, який спочатку позначався як Eurocopter EC725. В 2015 році його перейменовано на H225M, відповідно до програми ребрендингу Airbus Helicopters.

При створенні гелікоптера широко використовували сучасні сплави легких металів і композитні матеріали, завдяки чому EC 225 Super Puma має високу

стійкість до корозії, що дає змогу використовувати його для обслуговування нафтових промислів у прибережних шельфах і для проведення рятувальних операцій на морі. Гелікоптер оснащений вузлами зовнішньої підвіски, які можна використовувати як для перевезення вантажів, так і для розміщення додаткових паливних баків, що дають змогу істотно збільшити дальність польоту.



Рис. 2.4. ПС Eurocopter EC225

Завдяки широкому застосуванню в бортовому обладнанні вертольота новітньої електроніки (чотириканального автопілота, систем запобігання зіткненню із землею і системи автоматичного контролю роботи систем), EC 225 Super Puma має високий ступінь безпеки, і може експлуатуватися в будь-який час доби навіть у складних метеоумовах.

Загальний аналіз технічних характеристик МІ-8МТ і Eurocopter EC225 показує, що обидва вертольоти є потужними машинами з високою вантажопідйомністю і великим діапазоном можливостей (табл. 2.4).

МІ-8МТ має невелику перевагу у довжині і висоті, але його маса, як порожнього, так і максимальна злітна, є важшою порівняно з Eurocopter EC225. Це означає, що EC225 має більшу потужність вантажопідйому. Обидва вертольоти мають двигуни забезпечувального класу, але потужність двигунів

Eurocopter EC225 перевищує Мі-8МТ. Це дозволяє EC225 досягати більших максимальних і крейсерських швидкостей.

Таблиця 2.4

### Порівняльна характеристика Мі-8-МТ та Eurocopter EC225

Технічні характеристики	Мі-8МТ	Eurocopter EC225
Довжина (м)	18.42	19,5 м
Висота (м)	5.34	4,97 м
Маса (кг)	7200	5256
- Порожнього	13000	11200 кг
- Максимальна злітна		
Тип двигуна	2 ГТД Klimov ТВ3-117МТ	2 × турбовальний Turbomeca Makila 2A1 (1776 кВт)
Максимальна швидкість (км/год)	250	275,5
Крейсерська швидкість (км/год)	230	260,5
Швидкопідйомність (м/хв)	540	522
Практична стеля (м)	5000	5530
Практична дальність (км)	500	987
Екіпаж (чол)	2-3	2

*Джерело: складено автором на основі [10-13]*

Швидкопідйомність і практична стеля є істотними факторами для вертольотів, особливо для місій у важкодоступних умовах або на великих висотах. Обидва вертольоти мають впевнену швидкопідйомність, але EC225 трохи випереджає Мі-8МТ в цьому аспекті. Практична стеля EC225 також трохи вища, що дає йому перевагу при виконанні завдань на великих висотах.

Щодо практичної дальності, Eurocopter EC225 має значно більший діапазон польоту, що робить його більш придатним для довгих місій або транспортування на великі відстані. Екіпаж обох вертольотів складається з двох осіб, хоча Мі-8МТ може мати також третю особу.

Загалом, вибір між Мі-8МТ і Eurocopter EC225 буде залежати від конкретних потреб та вимог, таких як вантажопідйомність, швидкість, діапазон польоту та бюджет. Обидва вертольоти мають свої переваги і можуть ефективно

виконувати різноманітні завдання при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Собівартість продукції (робіт, послуг) відображає суму витрат, пов'язаних з виробництвом та реалізацією продукції (робіт, послуг). Ці витрати включають вартість природних ресурсів, сировини, матеріалів, палива, енергії, основних фондів, трудових ресурсів та інших затрат, пов'язаних з виробництвом і продажом.

Собівартість реалізованої продукції (робіт, послуг) складається з витрат, пов'язаних з виробництвом протягом певного звітного періоду, включаючи загальновиробничі витрати та витрати, що перевищують нормативні показники.

Головною метою обліку витрат і визначення собівартості перевезень (робіт, послуг) є точний, повний і надійний розрахунок фактичних витрат на їх виконання, визначення фактичної собівартості окремих видів перевезень (робіт, послуг) і контроль за ефективним використанням матеріальних, трудових і фінансових ресурсів.

Для подальшого розрахунку ефективності застосування обраних типів ПС для застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій необхідно дослідити собівартість льотної години для кожного типу ПС.

Для визначення собівартості льотної години для кожного типу повітряного судна необхідно розрахувати різні складові витрат, включаючи витрати на авіаційне паливо, витрати на капітальний ремонт основних вузлів та агрегатів, витрати на періодичне та сезонне обслуговування повітряного судна, витрати на авіаційне страхування і фонд оплати праці для екіпажу.

Для початку розрахуємо собівартість льотної години для Mi-8MT і Eurocopter EC225.

Розрахунок проводиться за методикою АСМІ, яка складається з наступних чотирьох складових:

1.  $A$  – aircraft, тобто розрахунок амортизаційних відрахувань для ПС на реновацію планера і двигунів. Даний показник визначають по фактичному нальоту годин у рік ( $T_r$ ) і нормі амортизації розрахованої з ресурсу літака. Даний показник у цьому випадку приймаємо як 10% амортизаційних відрахувань від початкової вартості ПС, плановий річний наліт 500 годин/рік, початкова вартість ПС – 508125\$ і розраховується за формулою 2.1.

$$A = 0,1 * \frac{В_{пс}}{T_r}$$

де  $В_{пс}$  - початкова вартість ПС, грн;

$T_r$  - річний наліт годин, год.

$$A_{Mi8-MT} = 0,1 * 508125 / 500 = 101,62\$$$

$$A_{EC225} = 0,1 * 675675 / 500 = 135,13\$$$

2.  $C$  – crew, тобто потреба в персоналі і рівень витрат на заробітну плату льотного та інженерно-технічного складу. Виплати на відрядження у розрахунку на годину річного нальоту розраховується за формулою 2.2.

$$C = \left( n * N * \frac{R}{T_r} \right) + R_{зп}$$

де  $n$  – число членів екіпажу;

$N$  – передбачувана кількість діб у році, у якому будуть здійснюватися виплати на відрядження;

$R$  – ставка оплати відрядження на одну людину;

$R_{зп}$  – витрати на оплату праці льотного екіпажу.

В заданих умовах  $n=2$ ,  $N=90$ ,  $R= 50$  \$,  $R_{зп}= 100$ \$, тому:

$$C_{Mi8-MT - EC225} = (2*90діб*50\$ / 500год)+100\$ = 118 \$$$

3.  $M$  – maintenance, тобто необхідні витрати, пов'язані з технічним обслуговуванням ПС, що приходиться на 1 годину льотного часу. Для визначення даного показника необхідно прорахувати трудомісткість процесу



технічного обслуговування, виходячи з умов проектного ресурсу по планеру і по двигунах. Оскільки таку інформацію важко визначити, практика показує, що технічне обслуговування складає третину від амортизаційних відрахувань і розраховується за формулою 2.3.

$$M = A/3$$

$$M_{Mi8-MT} = 101,62/3 = 33,87 \text{ \$/год}$$

$$M_{EC225} = 135,13/3 = 45,04 \text{ \$/год}$$

4. I – insurance, тобто сума всіх видів страховок, що приходиться на одну льотну годину. Це страхування відповідальності за шкоду, заподіяну третім особам; КАСКО; страхування екіпажів. Розмір страхових платежів складає приблизно 2% від первісної вартості ПС і розраховується за формулою 2.4.

$$I = Rs * V_{пс}/T_p$$

де Rs – розмір страхових платежів

$$I_{Mi8-MT} = 0,02 * 508125 \text{ \$} / 500 \text{ год} = 20,32 \text{ \$/год}$$

$$I_{EC225} = 0,02 * 675675 \text{ \$} / 500 \text{ год} = 27,02 \text{ \$/год}$$

Таким чином, собівартість години польоту по АСМІ складає:

$$АСМІ = A+C+M+I$$

$$АСМІ_{Mi8-MT} = 101,62 + 118 + 33,87 + 20,32 = 273,81 \text{ \$/год}$$

$$АСМІ_{EC225} = 135,13 + 118 + 45,04 + 27,02 = 325,19 \text{ \$/год}$$

Крім показника собівартості, отриманого за методикою АСМІ, при розрахунку собівартості об'єму робіт вертольотом Мі-8МТ і Eurocopter EC225 необхідно враховувати наступні показники:

1. Авіаційне паливо.

Враховуючи, що ціна авіаційного палива Гас JET A-1 авіаційний для Мі-8МТ і Eurocopter EC225 становить 2169,37 \\$/тонна, прорахуємо ціну на паливо для обраного типу ПС:

$$N_{п} = C_{п.кг} * Q$$

де  $C_{п.кг}$  – ціна палива за 1 кг;

$Q$  – годинна витрата палива.

$$N_{п\ Mi8-MT} = 2169,37 * 0,750 = 1627,02 \text{ \$/год}$$

$$N_{п\ EC225} = 2169,37 * 0,659 = 1429,6 \text{ \$/год}$$

## 2. Авіаційне мастило.

Авіаційне мастило для двигунів складає приблизно 3% від вартості палива (формула 2.7), тому:

$$N_{м} = N_{п} * 0,03$$

$$N_{м\ Mi8-MT} = 1627,02 * 0,03 = 48,81 \text{ \$/год}$$

$$N_{м\ EC225} = 1429,6 * 0,03 = 42,88 \text{ \$/год}$$

Вирахувавши прямі і непрямі затрати можемо розрахувати собівартість льотної години для *Mi-8MT* і *Eurocopter EC225*:

$$C_{л.г.\ Mi8-MT} = 273,81 \text{ \$/год} + 1627,02 \text{ \$/год} + 48,81 \text{ \$/год} = 1949,64 \text{ \$/год}$$

$$C_{л.г.\ EC225} = 325,19 \text{ \$/год} + 1429,6 \text{ \$/год} + 42,88 \text{ \$/год} = 1797,67 \text{ \$/год}$$

Таким чином, можна зробити наступні висновки, *Mi-8MT* має меншу довжину, висоту та масу порожнього вертольота порівняно з *Eurocopter EC225*. Однак, *Eurocopter EC225* має вищу максимальну швидкість, крейсерську швидкість, швидкопідйомність, практичну стелю та практичну дальність у порівнянні з *Mi-8MT*. Щодо вартості льотної години, використання *Mi-8MT* у пожежогасінні складають 1949,64 долара на годину, тоді як для *Eurocopter EC225* ці витрати становлять 1797,67 долара на годину.

Однак, прийняття рішення щодо вибору конкретного вертольота для пожежогасіння повинно базуватися не тільки на вартості льотної години, але й на таких факторах, як технічні характеристики, потужність пожежогасіння, маневреність, доступність запасних частин та інші вимоги і умови, що стосуються конкретної ситуації та потреб пожежних служб.

## 2.4. Схема підготовки та здійснення повітряних польотів для боротьби з лісовими пожежами.

Боротьба з лісовими пожежами є важливим завданням, яке вимагає ефективних та швидких заходів для запобігання поширенню вогню та максимального зниження його наслідків. Одним з ефективних засобів боротьби з лісовими пожежами є використання повітряних польотів, які дозволяють оперативно та ефективно виявляти, контролювати та гасити пожежі з повітря.

Схема підготовки та здійснення повітряних польотів для боротьби з лісовими пожежами є складним процесом, який вимагає чіткої організації, спеціалізованого обладнання та кваліфікованого персоналу. Вона передбачає виконання різних етапів, починаючи від планування та підготовки до польоту, аж до самого виконання завдання з гасіння пожежі.

Для виконання авіаційних робіт по боротьбі з пожежами використовуються вертольоти Мі-8МТ, Ка-32, обладнані водозливним пристроєм ВСУ-5. Складання, регулювання та установка ЗЗП на вертоліт виконується відповідно до експлуатаційної документації, затвердженої та погодженої в установленому для авіаційної техніки порядку. Вертоліт з водозливним пристроєм на зовнішній підвісці застосовується на боротьбі з різного роду пожежами шляхом забору води в режимі висіння з відкритих водойм (водосховище, озеро, річка, ставок, море, басейн), доставки води до місця пожежі і зливу її безпосередньо на осередки пожежі або в накопичувальні резервуари, що використовуються наземними бригадами.

Водозливний пристрій ВСУ-5 має конструкцію, в якій оболонка ємності складається з двох шарів і не є жорсткою у вертикальному напрямку. Для забезпечення жорсткості в області верхнього отвору застосовується спеціальний елемент у формі кільця. В нижній частині оболонки присутнє друге металеве кільце меншого діаметра, яке регулює об'єм витоку води. Водозливний патрубок пристрою ВСУ-5 спроектований таким чином, що при зануренні оболонки він автоматично відкривається, дозволяючи воді заповнити оболонку знизу.

В порівнянні з зарубіжними аналогами, ВСУ-5 має наступні переваги:

1. Через відсутності жорсткості оболонки в поздовжньому напрямку і спеціальному процесу заповнення водою, ВСУ-5 може бути наповнений водою з невеликих водойм глибиною 0,7 - 1,0 м.

2. Система рифлення (система для регулювання обсягу оболонки) в ВСУ-5 має більш раціональну конструкцію, що дозволяє регулювати обсяг оболонки до 50%.

3. ВСУ-5 легко розбирається на окремі компоненти, кожен з яких має масу, що не перевищує 40 кг.

ВСУ-5, який є водонесучою м'якою ємністю, складається з двох оболонок, кожна з яких виконує різні функції. Зовнішня оболонка, що складається з капронової основи та каркасу з кільцевими і радіальними стрічками, відповідає за міцність конструкції. Внутрішня оболонка, яка виготовлена з прогумованої капронової тканини, забезпечує герметичність.

У конструкції ВСУ-5 передбачена можливість регулювання обсягу вогнегасної рідини (ОЖ) в залежності від типу вертольота і його вантажопідйомності. У першому варіанті рифлення оболонки ВСУ є обсяги: 1,3; 2,0; 2,5 куб. м, що переважно використовується на вертольотах Мі-8Т та Мі-8МТ. У другому варіанті обсяги становлять 3,0; 4,0; 4,5 куб. м і застосовуються на вертольотах Мі-8МТВ та Ка-32.

Вдосконалені ВСУ-5А мають покращені характеристики експлуатації, зокрема:

– зменшений час підготовки ВСУ до наступного забору води після зливу з 40 до 20 секунд, а також підвищена швидкість закриття зливного клапана ємності з 60 до 120 км/год. Це досягнуто завдяки додатковому пружинному механізму та потужнішому електродвигуну замість стандартного, що забезпечує більш швидке закриття клапана. Ці параметри є дуже важливими, оскільки дозволяють вертольоту ефективно працювати над пожежею на

невеликих відстанях від водойми і безпечно рухатись після зливу з набором швидкості.

- зменшена витрата вогнегасної рідини з 900 літрів за секунду до 600.
- до комплекту ВСУ-5А включена стрічкова стропа ЛС-5А, що дозволяє відмовитися від піврічних випробувань на міцність і перевіряти технічний стан стропи з регулярністю.

- стрічкова стропа ЛС-5А має довжину 20 метрів і виготовлена зі синтетичного високомолекулярного матеріалу, забезпечуючи вантажопідйомність 5 тон при розривному навантаженні 30 тон. Крім того, м'яка оболонка ВСУ-5А зроблена розбірною, що дозволяє замінити пошкоджений герметичний вкладиш у польових умовах.

Порядок здійснення повітряних польотів для боротьби з лісовими пожежами:

Вертоліт з ВСУ-5 перебуває на черговому режимі на аеродромі та отримує виклик від патрульного повітряного судна для гасіння пожежі. У момент виклику передаються необхідні дані щодо лісової пожежі, такі як час виявлення, площа та інтенсивність пожежі. Пілот-спостерігач, який отримав цю інформацію, аналізує її і вибирає найближчу до пожежі придатну водойму для роботи. З командиром повітряного судна пілот-спостерігач розраховує обсяг палива для заправки, допустиме попутне завантаження для доставки десантно-пожежної команди (ДПК) та вантажів. Після цього вертоліт здійснює зліт до місця пожежі.

На висоті 100 метрів під час польоту здійснюється огляд пожежі, складається схема гасіння, визначаються місця для розташування наземних резервуарів. Потім здійснюється висадка ДПК з вантажем на вибраний майданчик або в режимі висіння. Після успішної десантування ДПК вертоліт знаходить майданчик для посадки, вимикає двигун для установки ВСУ в робоче положення, а потім направляється до водойми.

З дотриманням вимог льотної безпеки здійснюється процес забору води, доставки до місця пожежі і зливу встановленими резервуарами. Під час зливу, старший групи десантників спілкується з екіпажем через радіостанцію, надаючи інструкції щодо точності зливу. Після успішного зливу, вертоліт направляється до водойми для наступного забору води. При гасінні кромки лісових пожеж, пілот-спостерігач виконує розрахунок точного зливу води, вказує екіпажу режим польоту та визначає кромку для гасіння, яка знаходиться на відстані 15 метрів від полога лісу до ємності. Гасіння кромки пожежі здійснюється послідовними зливами з обов'язковим перекриттям. Під час процесу гасіння пожежі, постійно підтримується радіозв'язок з ДПК, яка використовує воду з резервуарів, що дозволяє проводити роботу оперативно і безпечно.

При виборі тактики гасіння пожежі, льотчик-спостерігач керується різними параметрами, які впливають на змочену смугу, що утворюється. Ці параметри включають повноту деревостану (чим менше дерев, тим більше кількість зливів ОЖ на одиницю площі), швидкість польоту вертольоту та відстань між аеродромом і водоймою від місця пожежі, що впливають на кількість можливих зливів.

Таким чином, схема підготовки та здійснення повітряних польотів для боротьби з лісовими пожежами є надзвичайно важливою і ефективною стратегією в протидії цим небезпечним природним явищам.

## ВИСНОВКИ

Метою даного дослідження було проведення аналізу ефективності застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, а також обґрунтування технологічної та економічної ефективності та доцільності робіт з пожежогасіння.

Об'єктом дослідження було застосування повітряних суден під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Під час виконання даної роботи проаналізовано використання парку повітряних суден при виконанні авіаційних робіт з пожежогасіння в Україні.

Існують різні способи гасіння лісових пожеж. Також є три найголовніші особливості повітряного гасіння лісових пожеж:

- не можна гасити пожежу без видимості землі;
- застосування авіації без наземної підтримки є неефективним;
- наявність постійного зв'язку і координації.

Для збільшення ефективності гасіння лісових пожеж в воду додаються спеціальні хімічні добавки – ретарданти (згущувачі, змочувачі, харчові барвники).

В теоретичній частині дипломної роботи розглянуто теоретичні основи ефективності застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій. Застосування авіації має різні типи ефективності, включаючи економічну, техніко-економічну, технічну та соціальну ефективність. Економічна ефективність пов'язана зі зниженням витрат та скороченням часу на транспортування матеріалів та обладнання. Техніко-економічна ефективність враховує залежність між технічними та економічними показниками повітряних суден. Технічна ефективність полягає в забезпеченні

доступу до важкодоступних місць і виконанні робіт на висоті. Соціальна ефективність пов'язана зі здатністю авіації надавати швидко та ефективну допомогу в надзвичайних ситуаціях, підвищуючи безпеку та благополуччя населення. Застосування повітряних суден має потенціал збереження життів та зменшення витрат на лікування. Враховуючи ці різні типи ефективності, авіація є цінним інструментом для різних галузей та суспільних потреб.

В аналітичній частині дипломної роботи проаналізовано виробничо-господарську діяльність Державної служби з надзвичайних ситуацій України. Було надано оцінку ефективності пожежних авіаційних робіт при боротьбі з лісовими пожежами. За 2022 рік в лісах галузі ліквідовано 1012 пожеж на площі 15,7 тис. га, що у 1,5 рази більше від кількості та у 54 рази від площі загорянь за попередній рік. В даній частині запропоновано порівняння за техніко-економічними характеристиками вертольотів типу Eurocopter EC225 та Мі-8МТ на виконанні робіт з ліквідації наслідків лісових пожеж.

Провівши розрахунки, можна зробити висновок, що Мі-8МТ має меншу довжину, висоту та масу порожнього вертольота порівняно з Eurocopter EC225, однак, Eurocopter EC225 має вищу максимальну швидкість, крейсерську швидкість, швидкопідйомність, практичну стелю та практичну дальність у порівнянні з Мі-8МТ. Щодо вартості льотної години, використання Мі-8МТ у пожежогасінні складає 1949,64 долара на годину, тоді як для Eurocopter EC225 ці витрати становить 1797,67 долара на годину. На основі наданих даних про характеристики та вартість льотної години, можна зробити висновок, що Eurocopter EC225 виявляється більш вигіднішим варіантом у пожежогасінні порівняно з Мі-8МТ з погляду продуктивності та економічної ефективності.

Підводячи підсумок щодо застосування повітряних суден при організації робіт із ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, при виборі ПС для пожежогасіння необхідно уважно розглядати всі аспекти, включаючи технічні характеристики, вартість льотної години, а також вимоги та умови конкретної



ситуації та потреб пожежних служб. Кожен вертольот має свої переваги та обмеження, тому вибір повинен базуватися на оптимальному сполученні цих факторів для досягнення успішного та ефективного пожежогасіння.

Можна зробити висновок, що авіаційне гасіння лісових пожеж має лише дві технологічні переваги порівняно з іншими методами - це висока швидкість і можливість проведення гасіння незалежно від наявності під'їзних шляхів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Євдіна О.М. Аварійно-рятувальні та інші невідкладні роботи: [Підруч.]. – К.: 2012. – 156 с.
2. Аветисян В. Г., Адаменко М. І., Александров В. Л., Кулаков С. В., Куліш Ю. О., Сенчихін Ю. М., Ткачук Р. С., Тригуб В. В. Рятувальні роботи під час ліквідації надзвичайних ситуацій: [Підруч.]. – К.: Основа, 2006. – 400 с.
3. Наказ. Про затвердження Порядку організації та застосування авіаційних сил та засобів для гасіння лісових пожеж [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0595-17#Text>
4. С.О. Панченко, В. Ніжник, А. Биченко Тенденції застосування авіаційної техніки для гасіння пожеж // Збірник наукових праць ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗ України «Надзвичайні ситуації та ліквідація» Том 5 №1 (2021) С. 104-114
5. В.В. Ніжник, С.О. Панченко Аналіз вогнегасних речовин для гасіння за допомогою пожежної авіації // Надзвичайні ситуації: безпека та захист 29 – 30 жовтня 2020 року м.Черкаси С.181-183
6. Копилов Н.П., Хасанов І.Р., Кузнецов А.Е., Федоткин Д.В., Москвілін Е.А., Стрижак П.А., Карпов В.М. Параметри скидання води авіаційними засобами при гасінні лісових пожеж // Пожежна безпека. 2015. № 2. С.49-55.
7. Дубінін Д. П., Коритченко К. В., Ліснюк А. А. Технічні засоби пожежогасіння дрібнорозпилим водяним струменем. Проблемы пожарной безопасности. 2018. № 43. С. 45–53 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb\\_2018\\_43\\_10](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ppb_2018_43_10)
8. Державна служба з надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dsns.gov.ua/>

9. Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2022 році [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dsns.gov.ua/upload/1/6/4/9/3/5/0/publicnii-zvit-2022-ostannia-versiia-1.pdf>
10. Eurocopter EC225 Super Puma [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Eurocopter\\_EC225\\_Super\\_Puma](https://uk.wikipedia.org/wiki/Eurocopter_EC225_Super_Puma)
11. Eurocopter EC225 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Eurocopter\\_EC225](https://ru.wikipedia.org/wiki/Eurocopter_EC225)
12. Мі-8 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mil.in.ua/uk/articles/mi-8/>
13. Мі-8 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96-8>
14. Гас JET A-1 авіаційний [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://helmcoil.prom.ua/ua/p3955941-kerosin-jet-aviatsionnyj.html>
15. В.Б. Козловський Ю.П. Таршин 2001 р. //р. ІНСТРУКЦІЯ щодо застосування пристрою ВСУ-15А при гасінні пожеж гелікоптером Мі-26Т Начальник відділу технікотехнологічних досліджень...» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ampir-invest.ru/uk/growth/vertol-tnye-sistemy-dlya-tusheniya-lesnyh-pozharov-spravochno-informacionnaya-sistema-landshaftnye-pozhary.html>
16. Про затвердження Порядку класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями. / Постанова КМУ від 24.03.2004 № 368. Київ: 2004.
17. Taylor S. W. Science, technology, and human factors in fire danger rating: the Canadian experience / S. W. Taylor, M. E. Alexander. // International Journal of Wildland Fire. – 2006. – №15. – Р. 121–135
18. Динаміка зміни площ лісів, втрачених у результаті дії несприятливих чинників за період 2018 – 2022 роки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrstat.gov.ua/>

19. Наказ МВСУ від 13.04.2017 № 311 «Про затвердження Порядку організації та застосування авіаційних сил та засобів для гасіння лісових пожеж»

20. Buchhorn, M., Smets, B., Bertels, L., De Roo, B., Lesiv, M., Tsendbazar, N.E., Linlin, L., Tarko, A. (2020) Copernicus Global Land Service: Land Cover 100 m: Version 3 Globe 2015–2019: Product User Manual; Zenodo, Geneva, Switzerland, September 2020. DOI: 10.5281/zenodo.3938963

21. Державне агентство лісових ресурсів України  
<https://forest.gov.ua/napryamki-diyalnosti/lisove-gospodarstvo/ohorona-i-zahist-lisiv/ohorona-lisiv-vid-pozhezh>

22. Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів щодо способів здійснення державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2875-20#Text>

23. Багаторічна динаміка лісових пожеж в Україні/С. В. Зібцев, О. М. Сошенський, В. А. Корень 2019. – 40 стр.

24. Офіційний сайт Державної авіаційної служби України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://avia.gov.ua/>