

Міністерство освіти і науки України  
Український науковий центр розвитку інформаційних технологій

Шевченко В. Л., Хижняк В.В., Поліщук В.Б.,  
Нестеренко О.В., Нетесін І.Є.

**ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В ЕКОСИСТЕМАХ  
ІЗ ЗАЛУЧЕННЯМ СПЕЦІАЛЬНОЇ АВІАЦІЇ  
ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

**Монографія**



Київ  
УкрНЦ РІТ  
2023

*Рекомендовано до видання  
Науково-технічною радою Українського наукового центру  
розвитку інформаційних технологій  
(протокол № 6 від 25 грудня 2022 року)*

*Рецензенти:*

- 1. Казачков І. В., д.т.н., професор, Королівський технологічний інститут, Стокгольм, Швеція*
- 2. Ковалишин В. В., д.т.н., професор, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*
- 3. Шерман З. О., к.ф.-м.н., доцент, Міжнародний європейський університет*

Авторський колектив: Шевченко В. Л. (Передмова, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.6, 2.2., 2.3, 2.4, 2.5, 3.4, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, Висновки); Хижняк В. В. (1.5, 1.6, 2.1, 2.6.); Поліщук В.Б. (3.1, 3.2, 3.3); Нестеренко О.В. (3.1, 3.2, 3.3); Нетесін І.Є. (3.2, 3.3).

**Гасіння пожеж в екосистемах із залученням спеціальної авіації Державної служби України з надзвичайних ситуацій:** монографія / Шевченко В. Л., Хижняк В. В., Поліщук В. Б., Нестеренко О. В., Нетесін І. Є.: [за ред. В. Л. Шевченка]. Київ: УкрНЦ РІТ, 2023. 227 с.

У монографії розкриваються актуальні питання теорії і практики гасіння пожеж в екосистемах із залученням спеціальної авіації Державної служби України з надзвичайних ситуацій. Проведені дослідження актуальних питань тактики гасіння лісових пожеж із залученням авіації ДСНС, наведено опис надзвичайних ситуацій та їх наслідки при виникненні пожеж в екосистемах. Розкрито сучасний стан проблем модернізації спеціальних повітряних суден та перспективи подальшого розвитку пожежної авіації ДСНС, тактики її застосування. Розроблено рекомендації щодо організації підготовки льотних екіпажів до гасіння пожеж в екосистемі у взаємодії з наземними силами і засобами боротьби з вогняною стихією. Здійснено опис інтеграційного методу розв'язання багатокритеріальних задач, спрямованих на підтримку процедури прийняття рішення щодо проведення операцій, пов'язаних з протидією та ліквідацією розвитку вогняної стихії в екосистемі, на засадах онтології, методів схвального голосування експертів, аналізу ієрархій та аналітичних мереж, а також візуалізації прийняття рішень у формі графів. Наведено приклади апробації розроблених моделей засобами спеціального програмного забезпечення, яке реалізує інтеграційний метод, для оцінювання альтернативних варіантів способів застосування авіаційного угруповання пожежних повітряних суден та визначення раціонального їх складу для ліквідації лісових пожеж.

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ.....</b>	<b>5</b>
<b>ПЕРЕДМОВА.....</b>	<b>6</b>
<b>ВСТУП.....</b>	<b>8</b>
<b>РОЗДІЛ I. АВІАЦІЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ: ЇЇ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ТАКТИКО-ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПЕЦІАЛЬНИХ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН.....</b>	<b>11</b>
1.1.    Авіація Державної служби України з надзвичайних ситуацій: склад, принципи і мета діяльності .....	11
1.2.    Основні задачі спеціальної авіації Державної служби України з надзвичайних ситуацій при виникненні пожеж в екосистемах.....	25
1.3.    Вітчизняні спеціальні повітряні судна боротьби з пожежами в екосистемах.....	36
1.4.    Зарубіжні спеціальні повітряні судна боротьби з пожежами в екосистемах.....	44
1.5.    Дистанційно пілотовані повітряні судна як комплекси боротьби з пожежами в екосистемах.....	62
1.6.    Сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку пожежної авіації.....	70
<b>РОЗДІЛ II. ПОЖЕЖІ В ЕКОСИСТЕМАХ ЯК ОБ'ЄКТ ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ АВІАЦІЇ .....</b>	<b>76</b>
2.1.    Надзвичайні ситуації, пов'язані з пожежами в екосистемах України, та їх наслідки.....	76
2.2.    Види і класифікація пожеж в екосистемах.....	89
2.3.    Особливості розвитку та поширення лісових пожеж на рівнинній місцевості.....	96
2.4.    Особливості розвитку та протікання лісових пожеж на місцевості складного та гірського характеру рельєфу.....	103
2.5.    Повітряний моніторинг лісових масивів екосистеми з залученням авіації.....	109

**РОЗДІЛ III. ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ЩОДО  
ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ГАСІННЯ  
ЛІСОВОЇ ПОЖЕЖІ ЗАСОБАМИ АВІАЦІЇ ІЗ ЗСТОСУВАННЯМ  
ІНТЕГРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРТНОГО МЕТОДУ.....121**

3.1. Вступна частина .....121

3.2. Формалізований опис інтеграційного експертного  
методу.....123

3.3. Приклади застосування інтеграційного експертного методу  
визначення необхідних ресурсів для гасіння лісових пожеж  
засобами авіації.....135

3.4. Оцінка компетентності експертів.....154

**РОЗДІЛ IV. ПІДГОТОВКА ОСОБОВОГО СКЛАДУ САЗ ДСНС ДО  
ВИКОНАННЯ ПОЛЬОТІВ З ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ  
СИТУАЦІЙ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ПОЖЕЖАМИ В ЕКОСИСТЕМАХ**

4.1. Способи застосування спеціальної авіації ДСНС та тактичні  
прийоми боротьби з пожежею в екосистемі.....162

4.2. Організація управління силами і засобами, що залучаються до  
ліквідації надзвичайної ситуації, пов'язаної з гасінням пожежі в  
екосистемі.....171

4.3. Організація підготовки льотних екіпажів до гасіння пожеж в  
екосистемі.....178

4.4. Комп'ютерно орієнтоване дидактико-психологічне  
забезпечення попередньої та передпольотної підготовки екіпажів  
повітряних суден до льотно-тактичних тренувань, пов'язаних з гасінням  
пожежі в екосистемі.....189

4.5. Норми робочого часу, польотний час, службовий польотний  
час та час відпочинку екіпажу повітряного судна.....200

4.6. Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій,  
пов'язаних з пожежами в екосистемах.....205

**ВИСНОВКИ.....210**

**ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....221**

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

БАК	– безпілотний авіаційний комплекс;
БАС	– безпілотна авіаційна система;
ВЗП	– водозабірний пристрій;
ГКрП	– Група керівництва польотами;
ГУ(У)	– Головне управління (Управління);
ДПАК	– дистанційно пілотований авіаційний комплекс;
ДППС	– дистанційно пілотоване повітряне судно;
ДСНС	– Державна служба України з надзвичайних ситуацій;
ЗПМ	– злітно-посадковий майданчик;
КГЛП	– керівник гасіння лісової пожежі;
ІАС	– інженерно-авіаційна служба;
ІВП	– інструкція з виконання польотів у районі аеродрому;
ЛП	– лісові пожежі;
КТА	– контрольна точка аеродрому;
МАІ	– метод аналізу ієрархій;
МAM	– метод аналітичних мереж;
НПУ	– наземний пункт управління;
НС	– надзвичайна ситуація;
ОРС ЦЗ	– Оперативно-рятувальна служба цивільного захисту ДСНС;
ППУ	– повітряний пункт управління;
ПЗРВ	– пункт захоронення радіоактивних відходів;
ПТЛРВ	– пункт тимчасової локалізації радіоактивних відходів;
ПдО	– предметна область;
ПС	– повітряне судно;
РЛЗ	– радіолокаційні засоби;
РТЗ	– радіотехнічні засоби;
САЗ	– Спеціальний авіаційний загін Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту;
УКХ	– ультракороткі хвилі;
ЦЗ	– цивільний захист.

## ПЕРЕДМОВА

Серед важливих завдань, що стоять перед Державною службою України з надзвичайних ситуацій, є залучення її авіаційних сил і засобів до гасіння лісових пожеж у природних екосистемах. При виконанні зазначених завдань особливо актуальною й практично-значимою проблемою постає питання оцінки спроможності й обґрунтування раціонального складу авіаційних сил і засобів за кількістю та типами повітряних суден, що залучаються на боротьбу зі стихією, визначення стратегії й тактики ефективного їх застосування й такої організації польотів в умовах прийняттого ризику, яка гарантує безпечне виконання екіпажами завдань, пов'язаних зі скиданням вогнегасної рідини на палаючі осередки.

Ця монографія ґрунтується на аналізі вітчизняного та зарубіжного досвіду застосування спеціальної авіації при гасінні масштабних лісових пожеж з урахуванням вищезазначених особливостей. В ній також представлені особливості конструктивних рішень пожежних повітряних суден, призначених для боротьби з інтенсивними й масштабними палаючими лісовими осередками.

Новаторським виглядає зміст третього та четвертого розділів монографії. У цьому контексті треба визнати вдалою розробкою авторів застосування нематематичних методів експертного аналізу оцінки спроможності спеціальної авіації при виконанні завдань, пов'язаних з гасінням масштабних лісових пожеж як у складі групи однотипних повітряних суден, так і змішаної. Отримані за цією методикою висновки дозволили обґрунтовано сформулювати пріоритети модернізації й оновлення парку спеціальних повітряних суден (літакового, вертолітного, дистанційно пілотованого типів).

Позитивним є те, що в монографії значна увага приділяється розгляду безпеки польотів в умовах масштабних пожеж. Автори відмічають, що рельєф місцевості як рівнинний, а особливо гірський, своєрідно впливають на характер та інтенсивність розповсюдження вогню, чим часто створюють неприйнятно небезпечні умови ризику щодо застосування авіації до гасіння пожежі.

Авторам вдалося на високому професійному рівні узагальнити матеріал і довести, що завдяки застосуванню авіаційних технологій, особливо при відсутності належних під'їзних шляхів, досягається висока оперативність й ефективність спільних дій пожежно-рятувальних підрозділів лише за умов чітко скоординованих за місцем і зосереджених за напрямом та часом вогнегасних атак на палаючі осередки.

Тому очевидним стає висновок, що вкрай важливим постає питання перегляду в нормативних документах питань регламентації деяких аспектів, пов'язаних з організацією польотів при залученні авіації до гасіння пожеж в екосистемах (способи реагування в залежності від умов базування і рівня готовності в положенні чергування, склад змішаної за типом або одного типу групи повітряних суден, одночасний чи послідовний вихід на заданий палаючий об'єкт у визначений час).

Підсумовуючи, слід зазначити, що ця монографія буде корисною для використання в навчальному процесі для підготовки та підвищення кваліфікації відповідних профільних фахівців, а також й у науковій діяльності.

Василь КОВАЛИШИН  
доктор технічних наук,  
професор

## ВСТУП

Сучасний період розвитку суспільства характеризується все більшими протиріччями між людиною і навколишнім середовищем. Як результат цих протиріч – виникнення масштабних стихійних лих і катастроф як природного, так і техногенного характеру, пожеж і надзвичайних ситуацій, наслідки яких можуть бути жахливими.

В еволюційному розвитку нашої планети ліси складали і складають базову основу створення умов життєіснування усього живого на Землі. Біорізноманіття екосистем має надзвичайно велике значення для практичного життя людини, матеріальну цінність якого неможливо охарактеризувати ніякою критеріальною множиною показників. Водночас і соціальна цінність лісів, починаючи від рекреації і закінчуючи духовними та культурними цінностями дедалі більше визначається основою людського буття. Тому еколого-економічна проблематика екосистем займає пріоритетне значення для суспільства, влади і науки.

Вплив суспільства на природу нині набуває такого самого морального значення, як і ставлення людини до людини. Глобальне знищення природи – лише побічний результат згубної діяльності суспільства. Екологічна драма розгортається за напрямками забруднення води, повітря, довкілля, що неминуче веде людство до загибелі.

Неможливо повністю оцінити знищувально-руйнівний характер війни на довкілля. Чим довше триває війна, тим більше шкоди вона завдає довкіллю, і тим більше наслідків ми матимемо в майбутньому.

За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, станом на 1 березня 2022 року під загрозою знищення перебувають близько 200 територій Смарагдової мережі площею 2,9 млн га. Смарагдова мережа — це мережа природоохоронних територій, створена задля збереження видів та оселищ, які потребують охорони на



загальноєвропейському рівні, але розташовані в країнах, які не є членами ЄС. Усе це середовища існування для тисяч видів рослин і тварин. Ці території мають важливу роль для захисту біорізноманіття та збереження клімату. Внаслідок зазначеного екологічна ситуація близька до критичної [22].

Влада свою адміністративно-правову функцію спрямовує на раціональне використання, відтворення і збереження в необхідному обсязі природних ресурсів землі, обмеження негативного впливу людської діяльності на навколишнє середовище шляхом реалізації сукупності міжнародних, державних і регіональних заходів, включаючи правові, економічні, політичні, технологічні, соціальні і суспільні.

У свою чергу і наука (міжнародна асоціація вчених, технологів, інженерів та інших зацікавлених груп (Global Nest)), бере активну участь в усіх наукових і практичних заходах збереження навколишнього середовища, здійснює пошук теоретико-методологічних рішень, спрямованих на забезпечення сталого розвитку природи. Головною метою організації є підтримка та сприяння поширенню інформації про найсучасніші методи для поліпшення якості життя на основі розробки і застосування технологій і політики, дружньої до навколишнього середовища. Потрібні нові ідеї, зусилля і колосальні матеріальні витрати, щоб зупинити катастрофу.

З набуттям Україною незалежності разом із створенням усіх необхідних державних інституцій виникла необхідність побудови своєї національної системи захисту населення і територій від різного роду надзвичайних ситуацій. Отже, з перших днів державотворення проблема формування «надзвичайної служби» України стала очевидною, зокрема, щоб у найкоротші терміни приходити на допомогу людям, які зазнають лиха в різних районах країни, була потрібна «надзвичайна» авіація. Для вирішення рятувальних і гуманітарних завдань потрібен був парк різноманітної нової авіаційної техніки та підготовлені фахівці. У зв'язку з цим у 1999 році на державному рівні було прийнято рішення про створення авіаційних підрозділів у структурі Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи. У той же час надзвичайно

актуальним постало і питання пошуку раціональних у контексті економічних показників стратегій боротьби з надзвичайними ситуаціями, пов'язаними з пожежами в екосистемах із залученням досить витратних спеціальних ресурсів протидії природній катастрофі в екосистемі. Сьогодні постала гостра необхідність пошуку альтернативних варіантів способів застосування пожежних авіаційних угруповань та оцінка їхньої спроможності шляхом використання комплексного оціночного критерію «ефективність – витратність – безпека польоту». Для розв'язання такої багатокритеріальної задачі у монографії запропоновано використання інтеграційного експертного методу на основі модифікованих методів схвального голосування і аналізу ієрархій, аналітичних мереж з візуалізацією порівняння альтернатив на основі графів.

В монографії використанні ілюстративні матеріали з відкритих джерел, зокрема з джерел в Інтернеті.

Автори висловлюють подяку колективу науковців і програмістів Українського наукового центру розвитку інформаційних технологій, які взяли участь у створенні програмного інструментарію інтеграційного експертного методу визначення необхідних ресурсів для гасіння лісових пожеж засобами авіації, особливо Ходаківському В. М. та Макогонюку Ю. П.



## **РОЗДІЛ 1.**

# **АВІАЦІЯ ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ: ЇЇ ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ТАКТИКО-ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ СПЕЦІАЛЬНИХ ПОВІТРЯНИХ СУДЕН**

### **1.1. Авіація Державної служби України з надзвичайних ситуацій: склад, принципи і мета діяльності**

У Державній службі України з надзвичайних ситуацій (далі ДСНС) авіація представлена як Спеціальний авіаційний загін Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту (далі – САЗ), призначений для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та проведення інших спеціальних робіт у складних умовах. САЗ є авіаційним аварійно-рятувальним підрозділом, центрального підпорядкування зі статусом державної аварійно-рятувальної служби, який входить до складу підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту Державної служби України з надзвичайних ситуацій (далі – ОРС ЦЗ ДСНС України).

Створення САЗ як окремої воєнізованої частини відбулося рішенням Кабінету Міністрів України – Постанова від 22 лютого 1999 року № 242 « Про створення Спеціального авіаційного загону (на той час) Міністерства надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи» (далі – МНС України) [1]. За

поданням командира САЗ наказом Міністра України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи «Про здійснення організаційно-штатних заходів у організаційних структурах, підпорядкованих МНС України» від 08.11.2005 року № 320 відбулося формування Спеціального авіаційного загону Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України. На той час у штаті САЗ налічувалося дві авіаційні ланки на літаках і на вертольотах та підрозділи забезпечення. У справному стані були лише один літак Ан-26, один літак Ан-30 і один вертоліт Мі-8МТ. Для виконання завдань за призначенням були готові лише два екіпажі на літаку Ан-30.

Протягом 1999 - 2003 років на авіаремонтних підприємствах України було проведено капітальний ремонт двох літаків Ан-26 та чотирьох вертольотів Мі-8МТ, решта одиниць авіаційної техніки була приведена до льотного стану спеціалістами інженерно-авіаційної служби (ІАС) САЗ.

Стосовно виконання завдань, покладених на МНС України, пов'язаних з лісовими пожежами, як на території України, так і поза її межами, була прийнята і реалізована «Державна цільова програма щодо оснащення авіації МНС України спеціальними літаками вітчизняного виробництва Ан-32П». Протягом 2008 року чотири літаки Ан-32П було передано від виробника – Державного підприємства «Київський авіаційний завод «Авіант» до САЗ. У 2020 році силами інженерно-технічного складу САЗ була проведена модернізація пожежних літаків Ан-32П шляхом встановлення сучасних радіостанцій УКХ діапазону.

Окрім того, постало питання щодо оснащення авіації МНС України сучасними та економічними легкими вертольотами для залучення їх до надання екстреної медичної допомоги та евакуації постраждалих, особливо що стосується гірської місцевості (АР Крим, Закарпатська та Івано-Франківська області) та великих адміністративно-промислових центрів. Державна підтримка створення авіації екстреної медичної допомоги забезпечення проведення чемпіонату Європи з футболу в 2012 році та цільове виділення коштів з бюджету дало можливість доукомплектувати САЗ двома сучасними,

багатофункціональними вертольотами ЄС-145 «Єврокоптер», з необхідним медичним обладнанням.

Досвід бойових дій на сході країни показав, що в екстремальних ситуаціях наявність спеціальних медичних літаків і вертольотів дуже важлива для швидкої евакуації поранених та оперативного надання їм невідкладної допомоги. Тому увага з боку держави до санітарної авіації значно посилилася. Згідно з указом Президента №744/2014 від 24.09.2014 та Рішенням Ради національної безпеки і оборони №7982/С від 26.03.2015, в Україні створюється зведений авіаційний підрозділ для надання екстреної кваліфікованої медичної допомоги. Відповідно до зазначених рішень, у травні 2016 року до ДСНС був переданий перший вітчизняний реанімаційний літак Ан-26, модернізований за стандартами НАТО. Це унікальний для України літак, здатний транспортувати на відстань до 2000 км двох тяжкохворих і поранених, шістьох лежачих та чотирнадцятьох сидячих пацієнтів. Літак обладнано рухомими модулями інтенсивної терапії і реанімації австрійського виробництва, що забезпечує підтримку життєдіяльності пацієнта під час його транспортування у стаціонарну медичну установу. Спеціалісти називають цей літак «повітряним шпиталем».

Завдяки розбудові авіаційної складової системи Міністерства внутрішніх справ України, авіапарк ДСНС постійно збільшується, що значно підвищує ефективність виконання рятувальних робіт. Нині САЗ є професійним спеціальним авіаційним пожежно-рятувальним, пошуковим, аварійно-рятувальним формуванням у складі ДСНС у сфері запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру державного, регіонального та місцевого рівнів за переліком державного класифікатора надзвичайних ситуацій ДК 019:2010 [2].

САЗ призначений для виконання заходів щодо захисту населення та територій у разі виникнення НС техногенного, природного і воєнного характеру, запобігання та реагування на їх виникнення, участі у заходах територіальної оборони і антитерористичної діяльності, а також участі у міжнародних рятувальних та інших гуманітарних операціях. Залучення САЗ до ліквідації НС техногенного і природного характеру та окремих

їх наслідків, проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування, авіаційних пожежно-рятувальних, пошукових, аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт у разі виникнення НС проводиться відповідно до чинного законодавства та здійснюється:

- у межах України – рішенням ДСНС;
- за межами України – рішенням Кабінету Міністрів України на підставі міжнародних договорів.

Постійним місцем дислокації САЗ ОРС ЦЗ ДСНС є аеродром першого класу в районі н.п. Ніжин, Чернігівської області (рис.1.1.).



Рис. 1.1. Аеродром постійного базування САЗ ОРС ЦЗ ДСНС

Аеродром має злітно-посадкову бетонну смугу завдовжки 3000 м і шириною 80 м, придатної для прийому повітряних суден різних типів вантажопідйомністю до 190 тон, в простих і складних метеорологічних умовах, як вдень, так і вночі. До складу САЗ також входять відокремлені структурні підрозділи, місце дислокації яких знаходиться за межами місця постійної дислокації.

Особовий склад САЗ складається з осіб рядового і начальницького складу служби цивільного захисту та працівників, які комплектуються на контрактній основі. САЗ функціонує на принципах одноосібного начальництва, централізації управління, статутної дисципліни та особистої відповідальності осіб усього службового персоналу, для якого запроваджуються спеціальні (льотна, наземна, спеціальна, фізична, медична і психологічна) види підготовки, атестація рятувальників та керівного складу. Всі екіпажі повітряних суден підготовлені до виконання завдань за призначенням вдень і вночі у складних метеорологічних умовах [3].

Основними структурними підрозділами САЗ є:

- управління: керівництво; штаб; група спеціального зв'язку і режиму секретності; метеорологічна служба; група керівництва польотами; фінансово-економічна група.

- підрозділи: авіаційна ескадрилья спеціального призначення на літаках; авіаційна ескадрилья спеціального призначення на вертольотах; авіаційна ескадрилья безпілотних авіаційних комплексів спеціального призначення; інженерно-авіаційна служба; пошуково-рятувальна і парашутне-десантна служба; група засобів розпізнавання; відділення обробки інформації і об'єктивного контролю.

- забезпечення: частина авіаційно-технічного і матеріального забезпечення; група аеродромного обслуговування і забезпечення польотів; вузол зв'язку (автоматизованих систем управління і радіотехнічного забезпечення); медична служба; пожежна варта; відділення охорони.

На озброєнні авіаційного загону ДСНС перебувають спеціальні пожежні літаки Ан-32П, транспортно-десантні літаки Ан-26, гелікоптери Мі-8, Eurocopter EC- 145, та Airbus H225 Super Puma, які можуть використовувати спеціальне протипожежне обладнання. Продовжуються заходи щодо оновлення парку спеціальних повітряних суден та придбання нових типів.

У зазначеному складі САЗ забезпечує:

- постійну готовність та термінове реагування на НС техногенного і природного характеру за завданнями ДСНС на державному,

регіональному, місцевому та об'єктовому рівнях;

- готовність авіаційних сил та засобів до проведення пошуку і рятування;

- пошук і рятування в єдиній системі проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування;

- моніторинг забруднення навколишнього природного середовища з повітря;

- пошуково-рятувальні роботи повітряних суден, що зазнали лиха в повітряному просторі України;

- участь у виконанні авіаційних, пожежних, пошуково-рятувальних та аварійно-рятувальних роботах у порядку, який визначається ДСНС;

- взаємодію з іншими підрозділами ОРС ЦЗ, спеціальними (воєнізованими) та спеціалізованими аварійно-рятувальними формуваннями, спеціальними службами центральних і місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування, підприємств, установ і організацій, на які покладено завдання цивільного захисту при виникненні НС у порядку, встановленому ДСНС.

Базовими принципами діяльності САЗ є:

- пріоритетність завдань, пов'язаних з рятуванням життя і охороною здоров'я людей;

- обов'язковість своєчасної реалізації заходів, спрямованих на запобігання виникненню НС і мінімізацію їх негативних наслідків;

- забезпечення постійної готовності до оперативного реагування на НС як у мирний час, так і воєнний та в умовах особливого періоду;

- ефективне і комплексне використання наявних сил і засобів, призначених для запобігання НС та реагування на них;

- надання переваги забезпеченню раціональної та превентивної безпеки життєдіяльності населення;

- одноосібне начальництво, централізація управління, статутна дисципліна, особиста відповідальність;

- забезпечення високого рівня льотної підготовки, професіоналізму особового складу, зміцнення дисципліни, створення необхідних умов для несення служби;



- постійне підтримання високого рівня льотної підготовки, професіоналізму особового складу, якість підготовки яких повинна відповідати міжнародним стандартам з аварійно-рятувальної справи;

- зміцнення дисципліни та створення необхідних умов для несення служби;

- комплектування особового складу за станом здоров'я при постійному підтриманні належного їх фізичного та психологічного рівня підготовки та забезпечення дотримання норм законодавства з охорони праці.

Метою діяльності САЗ є:

- запобігання виникненню НС, мінімізація їх наслідків та захист населення і територій;

- авіаційне забезпечення виконання завдань, покладених на ДСНС;

- невідкладне реагування на НС, гасіння лісових пожеж (далі – ЛП), проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування, аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт;

- захист навколишнього природного середовища, локалізація зон впливу шкідливих і небезпечних факторів, що виникають під час аварій та катастроф.

Досягнення зазначеної мети забезпечується виконанням наступних основних завдань:

- виконання заходів щодо захисту населення і територій у разі виникнення НС техногенного та природного характеру;

- участь у гасінні пожеж з повітря, рятування людей, надання допомоги у ліквідації наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха та інших видів небезпечних подій, що становлять загрозу життю або здоров'ю населення чи призводять до завдання матеріальних збитків;

- повітряні перевезення мобільних оперативних груп, рятувальників, медичних працівників, спеціальної аварійно-рятувальної техніки, майна та спорядження, гуманітарних вантажів у район НС ситуації на території України та поза її межами;

- проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування в авіаційному районі пошуку і рятування України;

- проведення аварійно-рятувальних, пошуково-рятувальних, спеціальних та відновлювальних робіт, евакуації населення під час виникнення НС на об'єктах і територіях, участь у здійсненні заходів щодо життєзабезпечення постраждалого населення;

- проведення авіаційних робіт із застосуванням спеціального обладнання з метою виявлення, аналізу та запобігання виникнення НС техногенного та природного характеру;

- авіаційне забезпечення оперативного реагування підрозділів ДСНС при виникненні НС та ліквідації їх наслідків;

- участь у міжнародному співробітництві у сфері цивільного захисту.

Відповідно до покладених завдань основними функціями САЗ є:

- забезпечення готовності до дій за призначенням;

- авіаційні аварійно-рятувальні роботи по ліквідації аварій, наслідків НС і катастроф техногенного та природного характеру;

- проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування пасажирів та екіпажів повітряних суден, що зазнали лиха в зоні відповідальності України за пошук і рятування, у тому числі і внутрішніх річкових і морських водах та територіальному морі;

- проведення пошуково-рятувальних та інших невідкладних робіт авіаційними силами і засобами;

- оперативне перевезення повітряним та автомобільним транспортом оперативних груп ДСНС, аварійно-рятувальних загонів з необхідним обладнанням, вантажів та техніки у райони НС;

- несення цілодобового чергування екіпажами літаків, вертольотів і БАК для проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування на території України в єдиній системі проведення авіаційних робіт з пошуку і рятування;

- пошук і рятування людей у т.ч. з повітря на об'єктах і територіях, які зазнали руйнувань, пошкоджень, уражень внаслідок НС, надання першої медичної, фельдшерської (долікарської) та першої лікарської допомоги особам, які її потребують на місці події та під час евакуації до лікувальних закладів;

- надання екстреної медичної допомоги постраждалим та

рятувальникам у зоні НС (осередку ураження);

- участь у розробленні та погодженні планів реагування на НС;
- участь під час НС у заходах з евакуації населення з районів (місць), зон можливого впливу наслідків НС і розміщення його у безпечних районах (місцях);

- моніторинг з повітря районів та небезпечних об'єктів, які схильні до виникнення НС з використанням спеціального обладнання;

- здійснення заходів з мінімізації та ліквідації наслідків НС, пов'язаних із технологічними терористичними проявами та іншими видами терористичної діяльності під час проведення антитерористичних операцій, практично-навчальних заходів з метою підготовки особового складу та працівників САЗ до дій в умовах вчинення терористичного акту;

- проведення з повітря радіаційної, хімічної розвідки в зонах радіаційного і хімічного забруднення, а також на маршрутах висування до них;

- локалізація та гасіння ЛП з повітря;

- оцінка та документування масштабів надзвичайної події шляхом аерофотозйомок, дозиметричного та хімічного контролю;

- підготовка звітної документації та фотопланшетів за результатами повітряного спостереження, доведення її до ДСНС та інших державних органів;

- участь у підготовці рішень з питань створення, розміщення, визначення обсягів матеріальних резервів для ліквідації НС;

- організація ремонту та технічного обслуговування авіаційної техніки, засобів забезпечення польотів, аварійно-рятувальних засобів;

- льотна та професійна підготовка особового складу САЗ та підготовка спеціалістів до виконання авіаційних пошуково-рятувальних робіт;

- проведення роботи із психологічного забезпечення особового складу і працівників САЗ та психологічного захисту населення у разі загрози і виникнення надзвичайної ситуації;

- підготовка авіаційної техніки, аеродрому та засобів забезпечення польотів до виконання покладених на САЗ завдань;

- забезпечення постійної готовності системи оповіщення та системи управління;
  - організація зв'язку та радіотехнічне забезпечення польотів і перельотів повітряних суден;
  - збір метеорологічної та орнітологічної інформації;
  - взаємодія з центрами (пунктами) управління польотів міністерств та інших центральних органів виконавчої влади;
  - реагування на особливо небезпечні прояви НС в умовах екстремальних температур, задимленості, загазованості, загрози вибухів, обвалів, зсувів, затоплень, радіаційно-хімічного забруднення та бактеріального (біологічного) зараження тощо;
  - взаємодія з центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами та організаціями незалежно від форми власності під час проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт;
  - здійснення підбору особового складу відповідно до кваліфікаційного рівня та за станом здоров'я, придатного до роботи за фахом;
  - організація ремонту і технічного обслуговування авіаційної та іншої техніки і засобів САЗ;
  - організація експлуатації, ремонту будівель і споруд та цільове використання нерухомого майна;
  - виконання робіт підвищеної небезпеки, відповідно до чинного законодавства, що включає зберігання, експлуатацію балонів із стиснутими та інертними газами, їх заповнення, спорожнення та ремонт, експлуатацію устаткування підвищеної небезпеки, роботи з інертними газами;
  - організація дотримання вимог охорони праці щодо забезпечення безпеки особового складу, авіаційної безпеки та безпеки дорожнього руху під час виконання завдань за призначенням;
  - організація накопичення, збереження та раціонального й доцільного використання техніки та майна САЗ;
  - виконання інших функцій у межах своїх повноважень.
- Підготовка екіпажів повітряних суден за призначенням

організується та здійснюється з орієнтацією на завдання, що покладаються на ДСНС:

На літаках Ан-32П:

- виконання повітряного моніторингу пожежонебезпечних районів, виявлених осередків лісових, степових пожеж та пожеж в екосистемах;

- виконання авіаційних робіт з гасіння ЛП на рівнинній та гірській місцевостях;

- оперативне перевезення та десантування авіаційних рятувальників, спеціального обладнання, спорядження та вантажів до місць степових і ЛП та надзвичайних ситуацій;

- радіотехнічний та візуальний пошук екіпажів і пасажирів повітряних суден, що зазнали лиха та своєчасна передача інформації на пункти управління, залучені до проведення пошуково-рятувальної операції;

- ретрансляція інформації пошуково-рятувальних вертольотів на пункти управління під час проведення ними пошуку і рятування за межами зони дії УКХ радіозв'язку;

- виконання повітряної та радіотехнічної (радіолокаційної) розвідки місцевості;

- перевезення вантажів (гуманітарної допомоги).

На літаках Ан-26:

- оперативне та своєчасне перевезення мобільних оперативних груп ДСНС, рятувальників і вантажів до місця події в райони надзвичайних ситуацій (у тому числі і за межами України);

- візуальний пошук екіпажів і пасажирів повітряних суден, що зазнали лиха, своєчасна передача інформації на пункти управління та пошукові повітряні і наземні сили і засоби, що залучаються до проведення пошуково-рятувальної операції;

- проведення гуманітарної допомоги, евакуація потерпілих як в Україні, так і за її межами;

- ретрансляція інформації пошуково-рятувальних вертольотів на пункти управління під час проведення ними пошуку і рятування за межами зони дії ультракороткохвильового радіозв'язку;

- виконання повітряної і радіаційної розвідки місцевості.

На літаку Ан-26 з медичним обладнанням:

- перевезення у супроводі медичних працівників важкохворих та поранених до спеціальних медичних закладів;
- оперативне перевезення підготовленого медичного персоналу з медичних закладів у район надзвичайної ситуації для надання допомоги потерпілим і хворим.

На літаку Ан-30:

- повітряний моніторинг, оцінка та документування масштабів надзвичайних ситуацій для підготовки об'єктивної інформації керівництву центральних органів виконавчої влади для прийняття рішення щодо залучення основних сил спеціальних підрозділів;
- виконання повітряної і радіаційної розвідки місцевості;
- визначення координат надзвичайної події та оперативного доведення їх до зацікавлених установ, повітряне фотографування, дистанційне зондування землі з метою обстеження магістральних і місцевих шляхопроводів;
- візуальний пошук екіпажів і пасажирів повітряних суден, що зазнали лиха, та своєчасна передача інформації на зацікавлені пункти управління та пошукові і наземні сили і засоби;
- ретрансляція інформації пошуково-рятувальних вертольотів на пункти управління під час проведення пошуку і рятування за межами зони дії УКХ радіозв'язку;
- картографування територій та топографічна зйомка місцевості.

На вертольотах Мі-8Т (МТ, МТВ):

- виконання авіаційних робіт з пошуку і рятування над сушею і водною поверхнею, у гірській місцевості з радіотехнічним і візуальним пошуком екіпажів і пасажирів повітряних суден, що зазнали лиха;
- виконання посадок вдень не позначені, обмежені за розміром майданчики, зокрема гірські майданчики, з самостійним підбором їх з повітря, а також вночі – на підготовлені, позначені обмежені за розміром майданчики;
- десантування авіаційних рятувальників та вантажів парашутним, безпарашутним і посадковим способом, а також за допомогою бортової

лебідки та спускових пристроїв;

- перевезення мобільних оперативних груп ДСНС у райони надзвичайних ситуацій;

- виконання авіаційних робіт з гасіння ЛП на допомогу ВЗП-5 у рівнинній та гірській місцевостях;

- виконання повітряного моніторингу лісових масивів та сільгоспугідь;

- виконання повітряної розвідки об'єктів, інженерної, радіаційної та хімічної розвідки місцевості;

- перевезення вантажів на зовнішній підвісі.

На вертольотах Airbus H225 Super Puma:

- виконання авіаційних робіт з пошуку і рятування над сушею та водною поверхнею, у гірській місцевості з радіотехнічним і візуальним пошуком і рятуванням екіпажів і пасажирів повітряних суден, що зазнали лиха;

- виконання повітряного моніторингу пожежонебезпечних районів, виявлення осередків ЛП;

- проведення радіотехнічного та візуального пошуку;

- виконання посадок вдень не позначені, обмежені за розміром майданчики, зокрема гірські майданчики, з самостійним підбором їх з повітря, а також вночі – на підготовлені, позначені обмежені за розміром майданчики;

- десантування авіаційних рятувальників та вантажів парашутним, безпарашутним і посадковим способом, а також за допомогою бортової лебідки та спускових пристроїв;

- перевезення мобільних оперативних груп ДСНС у райони надзвичайних ситуацій;

- виконання авіаційних робіт з гасіння ЛП на допомогу ВЗП-5 у рівнинній та гірській місцевостях;

- виконання повітряного моніторингу лісових масивів та сільгоспугідь;

- виконання повітряної розвідки об'єктів, інженерної, радіаційної та хімічної розвідки місцевості;

- перевезення вантажів на зовнішній підвісі.

На вертольотах Eurocopter EC- 145:

- перевезення мобільних оперативних груп, виконання авіаційних робіт з пошуку і рятування екіпажів і пасажирів повітряних суден, що зазнали лиха;

- аеромедична евакуація постраждалих до лікувальних закладів у супроводі медичних працівників;

- оперативне перевезення медичного персоналу в райони надзвичайних ситуацій для надання кваліфікованої медичної допомоги потерпілим на місці аварій, евакуації потерпілих до лікувальних закладів у супроводі медичних працівників;

- десантування авіаційних рятувальників та вантажів парашутним, безпарашутним і посадковим способом, а також за допомогою бортової лебідки та спускових пристроїв;

- повітряний моніторинг наземних об'єктів (автомобільних доріг, шляхопроводів, газопроводів, нафтопроводів тощо), визначення експлуатаційного стану та своєчасне надання інформації до зацікавлених установ;

- виконання повітряного моніторингу лісових масивів;

- виконання повітряної розвідки об'єктів на інженерної розвідки місцевості;

- виконання завдань у якості повітряного пункту управління із забезпечення координації та управління наземними та повітряними силами під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Таким чином на сьогодні авіація ДСНС – це мобільна, потужна та невід'ємна складова частина аварійно-рятувальних сил, яка створена для вирішення спеціальних завдань по прогнозуванню, попередженню та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, захисту населення і територій у разі виникнення надзвичайних ситуацій регіонального та державного рівня, участі у заходах територіальної оборони, а також участі в міжнародних рятувальних та інших гуманітарних операціях.



## **1.2. Основні задачі спеціальної авіації Державної служби України з надзвичайних ситуацій при виникненні пожеж в екосистемах**

Гасіння пожежі – процес проведення заходів активного впливу протипожежних сил і засобів, спрямованих на протидію поширенню пожежі, її локалізації та остаточної ліквідації [4].

Гасіння лісової пожежі проходить у такій послідовності:

- 1) зупинення поширення пожежі;
- 2) локалізація пожежі;
- 3) гасіння осередків горіння, що залишилися на території, пройденій вогнем.

Локалізація пожежі – дії, спрямовані на припинення можливості подальшого поширення горіння і створення умов для його успішної ліквідації наявними силами та засобами.

Фронт лісової пожежі - найбільш рухома частина крайки пожежі (на рівнині рухається за вітром, у гірській місцевості - угору схилами).

Оперативні, чітко скоординовані і рішучі дії залучених до гасіння пожежі сил і засобів на початковому етапі виникнення пожежі в екосистемі є вирішальними. Втрата часу, невизначеність і прорахунки щодо складу, типажу і чисельності залучених сил і засобів та запізнення з нарощуванням додаткових сил призводять до значних ускладнень щодо боротьби з поширенням пожежі, збільшення людських трудовитрат і матеріально-технічних ресурсів, суттєвого зростання небезпеки для вогнеборців, загрози неприпустимого пошкодження і втрат технічних засобів, неприйнятних ризиків безпечного застосування авіації в умовах сильного задимлення та інтенсивної повітряно-теплової турбулентності потоків, масштабному забрудненню навколишнього середовища, нанесенню суттєвих збитків населенню, знищенню унікальної червонокнижної флори і фауни (рис.1.2).

Поширення лісової пожежі зупиняють, впливаючи засобами пожежогасіння безпосередньо на її палаючу крайку. Крайка лісової пожежі – межа між пройденою або охопленою вогнем територією і не

пройденою вогнем. Саме крайка є об'єктом зосередження зусиль усіх залучених до локалізації пожежі сил і засобів, в тому числі і пожежних повітряних суден.



Рис. 1.2. Вид масштабної лісової пожежі в екосистемі з висоти польоту повітряного судна

Основні завдання пожежної авіації у боротьбі з масштабними лісовими пожежами в екосистемах визначені у наказі Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Порядку організації та застосування авіаційних сил та засобів для гасіння лісових пожеж» від 13.04.2017 № 311, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 13.05.2017 за № 595/30463, а саме є:

- упереджаючий моніторинг виникнення лісової пожежі та забезпечення прогнозування її розвитку;
- протидія розповсюдженню та локалізація палаючої крайки і боротьба з окремими осередками шляхом скоординованих за часом і місцем дій з наземними силами та засобами;
- управління та координація з повітряного пункту управління на вертольоті діями авіаційних та наземних рятувальних сил під час гасіння лісової пожежі;
- повітряне десантування парашутне-десантних команд та пакетів

пожежного спорядження до місць гасіння лісової пожежі;

- постачання повітрям необхідних матеріалів, технічних засобів і техніки та особового складу до важкодоступних за рельєфом місцевості районів лісової пожежі;

- евакуація потерпілих вогнеборців і населення, що перебуває в небезпечній зоні.

Для ефективного виконання перелічених вище завдань, а також участі України у міжнародних заходах боротьби з наслідками надзвичайних ситуацій, в структурі Міністерства внутрішніх справ з серпня 2021 року реалізується державна програма створення Єдиної авіаційної системи безпеки та цивільного захисту в рамках якої передбачено проведення модернізації наявних повітряних суден (літаки сімейства «Антонов» та гелікоптери Мі-2 і Мі-8) та придбання в рамках контракту з французькою компанією Airbus Helicopters гелікоптерів Н-125, Н-145 та Н-225 (рис.1.3).

З метою оволодіння новою авіаційною технікою та готовності екіпажів до оперативної протидії розвитку і ліквідації наслідків, надзвичайних ситуацій, пов'язаних з лісовими пожежами в екосистемах України, щорічно наказом ДСНС про організацію застосування авіаційних сил і засобів САЗ ОРС ЦЗ ДСНС визначаються завдання з підготовки екіпажів повітряних суден до гасіння ЛП, узгоджуються питання стосовно аеродромів оперативного базування та встановлюються відповідні ступені готовності до вильоту.



а) Airbus H-125



б) Airbus Eurocopter H-145



в) Airbus H-225 Super Puma

Рис. 1.3. Французькі вертольоти сімейства Airbus Helicopters на озброєнні САЗ ОРС ЦЗ ДСНС

У готовності №1 вдень – виліт чергових повітряних суден з аеродрому постійного базування м. Ніжин, Чернігівської області та з оперативних аеродромів і аеропортів (Харків, Ужгород, Одеса) для літаків встановлена – 1 година, вертольотів – 50 хвилин, готовності № 2 для всіх повітряних суден вдень – 1 година 30 хвилин і готовності № 3 вночі – 3 години.

Аеродроми та тимчасові ЗПМ для вертольотів повинні визначатися якнайближче до району лісової пожежі та відповідати таким вимогам:

1) на аеродромі (ЗПМ) повинні бути засоби наземного забезпечення польотів, технічне обслуговування для заправки вертольотів авіаційним паливом;

2) мають бути визначені та передбачені місця для харчування та відпочинку екіпажів.

Від оперативності виявлення загрози виникнення лісової пожежі залежить ефективність подальшого його гасіння та визначення потреби у задіяних ресурсах для проведення пожежних заходів. Своєчасне виявлення ЛП дає змогу запобігати їх розповсюдженню. Лісовій пожежі легше запобігти ніж ліквідувати, оскільки вогонь у лісі розповсюджується з великою швидкістю. Так, при швидкості поширення вогню по фронту 3 м/хв, за сприятливих умов зовнішнього середовища площа лісової пожежі через 2 години після виникнення може збільшитися в 10 разів, а периметр – у 1,2 рази.

Моніторинг – це система послідовних і систематичних заходів, що здійснюються засобами космічної, повітряної і наземної розвідки з метою виявлення та відстеження тенденцій і загроз виникнення лісової пожежі та встановлення відповідності планових протипожежних дій фактичним умовам їх виникнення [5].

У контексті інформаційного забезпечення прийняття рішення щодо залучення авіації ДСНС до гасіння ЛП в екосистемах, моніторинг відіграє важливу роль з питань планування, організації та забезпечення польотів спеціального авіаційного загону оперативно-рятувальної служби цивільного захисту. Стосовно цього, особливо важливою є процедура прогнозування виникнення, розвитку і поширення лісової

пожежі. Найбільш ефективною формою цієї моніторингової процедури є повітряна розвідка. Основним завданням повітряної розвідки є інформаційне забезпечення керівника гасіння лісової пожежі щодо формування оперативних планів протипожежних заходів, визначення змісту тактико-спеціальної підготовки особового складу до дій при виникненні масштабних ЛП з урахуванням особливостей рослинності лісу, рельєфу місцевості та доступних водних джерел регіону.

Одним з шляхів підвищення ефективності повітряного моніторингу є застосування інструментальних засобів розвідки та діагностики стану лісових масивів у пожежонебезпечний період. Оснащення повітряних суден відповідними інструментальними засобами (тепловими датчиками оптичного, інфрачервоного та мікрохвильового діапазонів) є основним напрямом вдосконалення та підвищення ефективності моніторингових можливостей авіації ДСНС.

Прогностичні розрахунки щодо виникнення та можливого розвитку лісової пожежі може бути виконане з використанням Методичних рекомендацій щодо зниження небезпеки впливу ЛП на арсенали, бази і склади боєприпасів, що розташовані в лісових масивах [5; додаток 6 (табл. 6.1, 6.2)]. Використовуючи показники повітряного моніторингу за допомогою вказаних таблиць можна спрогнозувати орієнтовний характер розвитку лісової пожежі з урахуванням наявної метеорологічної обстановки, рельєфу місцевості і типу лісового масиву. З застосуванням цього ж нормативного документу (додаток 3, таблиці 3.1, 3.2) визначають можливі площі та периметри ЛП, їх тривалість та середньодобову швидкість поширення фронту палаючої крайки.

Рішення про застосування авіації для гасіння ЛП з повітря можуть приймати Голова, перший заступник (заступник) Голови, директор Департаменту реагування на надзвичайні ситуації, начальник Управління авіації та авіаційного пошуку і рятування ДСНС, а також начальники територіальних органів ДСНС (за погодженням з вищезазначеними посадовими особами) – якщо авіація тимчасово перебазована в райони їхньої відповідальності для виконання пожежогасіння [4; розділ V, п.2].

Після прийняття рішення про залучення авіації до гасіння лісової пожежі начальник Управління авіації та авіаційного пошуку і рятування ДСНС письмово у формі розпорядження ставить задачу командирів САЗ ОРС ЦЗ на виконання проведення авіаційних робіт, а також начальнику Головного авіаційного координаційного центру пошуку і рятування ДСНС щодо забезпечення перебазування повітряних суден, задіяних до ліквідації наслідків надзвичайної ситуації з аеродрому постійного базування на оперативні аеродроми та обмеження (закриття) польотів цивільної авіації й авіації інших відомств у повітряному просторі проведення авіаційних робіт, пов'язаних з гасінням лісової пожежі [4; розділ IX, п.3].

Участь авіації ДСНС у локалізації палаючої крайки пожежі та боротьба з окремими осередками вимагає прискіпливого підходу до організації польотів. Саме це дає можливість чітко взаємодіяти екіпажам різних типів повітряних суден між собою за часом, місцем, висотою та напрямками виходу на бойовий курс скидання вогнегасної рідини.

Під час гасіння масштабної пожежі, тривалої за часом її ліквідації, чітка організація дій пожежної авіації потребує розроблення планової таблиці польотів, форма якої передбачена відповідними нормативними документами [6; розд. I, гл. 1, п. 8]. Як правило розробляється декілька варіантів планових таблиць на льотну зміну. Організація польотів, пов'язаних з гасінням ЛП в екосистемі, як правило, передбачає дії авіації в дві зміни у період світлого часу доби. Для гасіння такої ЛП необхідно передбачувати подвійні екіпажі та створюватися групи як змішаного складу повітряних суден, так і одного типу. Варіанти планових таблиць польотів за умов базування Ан-32П на оперативному аеродромі, а Мі-8 на злітно-посадковому майданчику показані у табл. 1.1.

Для управління польотами авіації, пов'язаних з гасінням масштабних ЛП, відповідними нормативними документами [4, 6], призначаються керівник польотами і координатор дій авіації на місці пожежі (помічник керівника польотами). Керівник польотами здійснює управління польотами авіації з диспетчерського пункту аеропорту (аеродрому), використовуючи стаціонарні засоби зв'язку та радіолокаційного контролю.

Тип ПС	Прізвище командира екіпажу ПС	Позивний командира екіпажу ПС	Перша година	Друга година	Третя година	Четверта година	П'ята година	Шоста година	Кількість заправок/кількість склянок	Сумарний наліг
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲	▲	2/6	3 год. 00 хв.
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲	▲	2/6	3 год. 00 хв.
Мі-8			▲	▲	▲	▲	▲	▲	2/12	3 год. 20 хв.
Мі-8			▲	▲	▲	▲	▲	▲	3/18	4 год. 25 хв.
Мі-8			▲	▲	▲	▲	▲	▲	3/18	3 год. 15 хв.
									11/60	20 год. 00 хв.

Табл. 1.1. а – змішана група повітряних суден. Базування Ан-32П на оперативному аеродромі, віддаленому від центру пожежі в межах 100 км, а Мі-8 – на злітно-посадковому майданчику в межах 50 км, з віддаленням водойм водозабору – 15-20 км. Довжина сформованої смуги локалізації досягає 4 800 м.

Тип ПС	Прізвище командира екіпажу ПС	Позивний командира екіпажу ПС	Перша година	Друга година	Третя година	Четверта година	П'ята година	Шоста година	Кількість заправок/кількість склянок	Сумарний наліг
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲	▲	2/4	3 год. 20 хв.
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲	▲	2/4	3 год. 20 хв.
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲	▲	2/4	3 год. 20 хв.
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲	▲	2/4	3 год. 20 хв.
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲	▲	2/4	3 год. 20 хв.
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲	▲	2/4	3 год. 20 хв.
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲	▲	2/4	3 год. 20 хв.
									14/28	13 год. 20 хв.

Табл. 1.1. б - група повітряних суден ЕС Н225, що залучаються до гасіння лісової пожежі. Базування на злітно-посадковому майданчику в межах 50 км, з віддаленням водойм водозабору – 15-20 км. Довжина сформованої смуги локалізації досягає 5 400 м.досягає 4 800 м.

Тип ПС	Прізвище командира екіпажу ПС	Позивний командира екіпажу ПС	Перша година	Друга година	Третя година	Четверта година	П'ята година	Шоста година	Кількість заправок/кількість склянок	Сумарний наліг
Ан-32П			▲	▲	▲		▲		2/4	3 год. 20 хв.
Ан-32П			▲	▲		▲	▲		2/4	3 год. 20 хв.
Ан-32П			▲	▲	▲		▲		2/4	3 год. 20 хв.
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲		2/4	3 год. 20 хв.
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲		2/4	3 год. 20 хв.
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲		2/4	3 год. 20 хв.
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲		2/4	3 год. 20 хв.
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲		2/4	3 год. 20 хв.
									14/28	14 год. 20 хв.

Табл. 1.1. в – група повітряних суден Ан-32П, що залучаються до гасіння лісової пожежі.  
 Базуванні на оперативному аеродромі, віддаленому від центру пожежі в межах 200 км.  
 Довжина сформованої смуги локалізації досягає 4 480 м.



Для безпосередньої взаємодії та ефективної координації дій повітряних суден з наземними силами і засобами під час гасіння лісової пожежі (за необхідності) координатор дій авіації може знаходитися на борту вертольоту (ППУ) у складі мобільної оперативної групи. Координатор дій авіації забезпечується плановою таблицею польотів, картами і схемами лісових масивів району, приймачем визначення координат на місцевості (GPS), засобами зв'язку з КГЛП, керівником польотами, екіпажами ПС та командиром наземної пожежної команди.

Підготовка координаторів дій авіації здійснюється на базі авіаційного підрозділу ДСНС за окремою навчальною програмою підготовки не рідше одного разу на рік перед початком пожежонебезпечного періоду.

Під час гасіння лісової пожежі координатор дій авіації повинен:

1) керувати розподілом авіаційних сил та засобів, які залучаються до гасіння ЛП;

2) виконувати наведення літаків і вертольотів на найбільш небезпечні осередки горіння та забезпечувати взаємодію та авіаційних сил і засобів з наземними;

3) вміти використовувати карти і схеми лісових масивів району лісової пожежі;

4) вміти визначати приймачем (GPS) координати осередків лісової пожежі та об'єктів на місцевості, у тому числі із застосуванням приладів визначення координат на місцевості;

5) знати порядок взаємодії наземних та авіаційних сил і засобів;

6) знати льотно-технічні характеристики ПС, що залучаються до гасіння ЛП;

7) знати позивні командирів ПС та вміло проводити наведення їх на осередки пожежі;

8) знати тактику гасіння лісових пожеж із залученням авіаційних сил та засобів;

9) вміти користуватися засобами зв'язку та знати порядок ведення радіообміну з екіпажами ПС;

10) знаходитися в штабі гасіння ЛП (ліквідації наслідків НС) для надання допомоги КГЛП з питань застосування авіації під час гасіння

невеликих за розмірами ЛП;

11) знати заходи безпеки під час виконання авіаційних робіт з гасіння ЛП.

Після отримання розпорядження на залучення авіації, командир авіаційної частини організує попередню підготовку екіпажів до проведення авіаційних робіт, пов'язаних з гасінням масштабної ЛП. Після затвердження планової таблиці здійснюється перед польотна підготовка, яка починається з постановки задачі групі керівництва польотами, екіпажам повітряних суден та командирам підрозділів обслуговування і забезпечення польотів. Постанова задачі на польоти здійснюється в усній формі з записом на магнітофон.

Підготовка до польотів кожного екіпажу проводиться в обсязі, необхідному для виконання поставленого завдання. Контроль за підготовкою екіпажів здійснює командир авіаційного САЗ ОРС ЦЗ особисто або уповноважена командиром особа керівного льотного складу. Начальник Головного управління (Управління) (далі ГУ(У)) області, на території якої виникла лісова пожежа організує підготовку і проводить інструктаж персоналу оперативного-координаційних центрів та керівників аварійно-рятувальних команд, що залучаються до гасіння лісових пожеж із застосуванням авіаційних сил та засобів.

Основними завданнями територіальних органів ДСНС під час гасіння ЛП за участю авіації є:

1) визначення найбільш небезпечних напрямків розвитку лісової пожежі; визначення необхідної кількості особового складу, авіаційних сил та засобів, які необхідно залучити до гасіння ЛП;

2) забезпечення заправки пожежних літаків водою в аеропортах за допомогою підвозу технічними засобами або від пожежних гідрантів;

3) визначення природних та штучних водоймищ для забору води вертольотами з ВЗП;

4) забезпечення заправки сертифікованим авіаційним паливом залученої авіаційної техніки;

5) уточнення порядку використання аеродромів та аеропортів, ЗПМ району застосування;

6) координація спільних дій сил реагування, їх матеріально-

технічне забезпечення у процесі реагування на НС.

У процесі організації підготовки та проведення інструктажу начальник ГУ(У) здійснює:

- 1) перевірку готовності системи зв'язку та оповіщення підпорядкованих підрозділів;
- 2) уточнення порядку взаємодії наземних сил та засобів, які залучатися до гасіння лісової пожежі з застосуванням авіації;
- 3) визначення координат, параметрів та напрямку заходу формування смуги локалізації палаючої крайки;
- 4) визначення координат і параметрів окремих палаючих осередків, що підлягають локалізації з повітря;
- 5) попередню підготовку особового складу і техніки до проведення комплексу робіт з формування смуги локалізації палаючої крайки у взаємодії з повітряними суднами під час скидання вогнегасної рідини.

Основними завданнями взаємодії авіації з наземними силами та засобами гасіння лісових пожеж є:

- 1) організація та здійснення постійної взаємної допомоги, зв'язку та обміну інформацією між різними за призначенням силами та органами управління, що залучаються до ліквідації ЛП на території України;
- 2) проведення попередніх розрахунків і визначення складу, чисельності підрозділів взаємодіючих сил і засобів та пунктів управління ними, матеріальних засобів, які необхідно залучати для гасіння ЛП;
- 3) встановлення порядку використання аеродромів та аеропортів, ЗПМ усіх центральних органів виконавчої влади для посадки вертольотів під час здійснення зазначених заходів;
- 4) координація спільних дій наявних сил та засобів, здійснення матеріально-технічного забезпечення залучених сил у процесі гасіння лісової пожежі (ліквідації наслідків НС).

Остаточне гасіння ЛП полягає у ліквідації окремих осередків горіння, що залишилися на пройденій пожежею площі після її локалізації. У цьому випадку найбільш ефективним способом є оперативне залучення вертольотів з ВЗП до гасіння осередків ЛП,

особливо у важкодоступних та непрохідних для наземної техніки місцях, шляхом зрошення з малої висоти польоту визначених ділянок горіння.

### **1.3. Вітчизняні спеціальні повітряні судна боротьби з пожежами в екосистемах**

У перекладі з англійської Firekiller буквально означає «убивця вогню», що максимально відповідає спеціалізованим повітряним суднам Ан-32П і вертольотам Мі-8мт та ЕС-Н225. І це дійсно так, порівнюючи ефективність їх попередників, наприклад, легкого і маневреного пожежного літака Ан-4 (рис. 1.3), з якого вдавалося скидати



Рис. 1.3. Легкий маневрений пожежний літак

вогнегасну рідину з малої висоти точно у палаюче вогнище, але об'єм води був надто замалий, щоб досягати необхідного гарантованого промочування поверхні глибиною 6 см. Водночас і важкі літаки, такі як СА-130 Grumman, Boeing 747-400, Іл-76, літаючі човни Martin Mars та Бе-200 з обмеженими маневреними можливостями та за умов дотримання прийнятного рівня безпеки виконання польоту, примушують скидати воду з більших висот, на більших швидкостях, що надто розпилює вогнегасну рідину та швидке її випаровування ще до падіння на поверхню землі.

Порівнюючи вертольоти гасіння пожеж Мі-8мт і ЕС-Н225, що експлуатуються САЗ ОРС ЦЗ ДСНС, з вертольотом того ж класу Ка-32А1 та спеціалізованими важкими вертольотами S-64 Skycrane та Мі-6ПЖ, очевидною слабкою ланкою для перших є обмеження по масі вогнегасної рідини, що переноситься і скидається з зовнішньої підвіски (3-5т). Для важких вертольотів надмірно складним для екіпажу є виконання навіть короткотривалого польоту в зоні пожежі за причин досить потужних конвекційних, високого рівня турбулентності потоків та задимлення, а також складними динамічними процесами, що виникають у системі «вертоліт-підвіска-водозливний пристрій» як при заборі води, так і при її скиданні.

Перелічені недоліки вдалося перебороти розробленням конструктивно нового повітряного судна на базі військово-транспортного літака Ан-32. Нова модифікація літака Ан-32П, з оснащенням чотирма зовнішніми баками по 2 т кожен, що легко демонтуються, призначена для гасіння пожеж виливанням вогнегасних рідин, десантування парашутистів-пожежників та перевезення засобів пожежогасіння у райони пожеж (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Пожежний літак Ан-32П під час скидання вогнегасної рідини

Вогнегасна рідина може скидатися як залпом у 8 т, так і послідовно з автоматичною затримкою по 4 т. У випадку залпового скидання з 30-метрової висоти на швидкості 230 км/год. на поверхні землі створюється водяна пляма товщиною промочування ґрунту до 6 см і концентрацією рідини більше  $1 \text{ л/м}^2$  та довжиною 120–160 м і шириною 10–35 м. Окрім того, це унікальне повітряне судно має спеціальне спорядження, яке дозволяє активно впливати на хмари та штучно викликати опади над зоною загоряння.

Для екіпажів цього типу повітряного судна, важливим виявилось те, що в момент залпового скидання 8 т вогнегасної рідини, та ще й умовах потужної турбулентності повітряних потоків може виникати надмірне зростання перенавантаження до 3,3 g, при допустимих 1,4 g. Не врахування цієї особливості може призводити до звалювання літака і авіаційної катастрофи.

Передбачено переобладнання літака в аеродромних умовах на суто транспортний варіант (рис.1.5). Для цього він має удосконалену електричну вантажно-розвантажувальну лебідку на 3000 кг та роликові контейнери, призначені для скидання вантажів з



Рис. 1.5. Пожежний літак Ан-32П

малих висот, які можуть швидко встановлюватися та зніматися. Крейсерська швидкість польоту становить 500 км/год., максимальна – 530 км/год., мінімальна при скиданні вогнегасної рідини – 220-240 км/год. Радіус польоту з повною сумарною заправкою паливом і вогнегасною рідиною становить 330 км. Перегінна дальність 1700 км.

Для виконання транспортних операцій на літаку є великий вантажний люк у хвостовій частині фюзеляжу, який закривається рампою. Рампа може опускатися на землю і служити трапом або зміщуватися під фюзеляж, що забезпечує швидке завантаження вантажів з борту автомобіля. Рампа обов'язково зміщується і при скиданні вантажних платформ та парашутному десантуванні людей (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Внутрішній вигляд фюзеляжу літака Ан-32П у транспортному варіанті

Розміри вантажної кабіни (довжина 12.48 м, ширина 2.78 м, висота 1.84 м) та хвостового люка забезпечують перевезення вантажів, самохідної та несамохідної колісної техніки. Вантажна кабіна герметична, обладнана системою кондиціонування повітря. Це дозволяє у вантажному салоні розмістити до 30 споряджених пожежних або 24 потерпілих на ношах у супроводі трьох медичних працівників (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Літак Ан-32П у транспортно-десантному варіанті

Мі-8МСБ – український варіант модернізації радянського багатопільового вертольоту Мі-8, розроблений компанією «Мотор Січ». У ході модернізації Мі-8 до рівня Мі-8МСБ, була здійснена ремоторизація, у ході якої двигуни ТВ2-117 замінені на нові, більш потужні турбовальні ТВ3-117ВМА-СБМ1В серії 4Е власного виробництва з електронним запуском (рис.1.8).



Рис. 1.8. Вертоліт Мі-8 МСБ

Також частково було змінено і реконструйовано фюзеляж та встановлена нова система запуску двигунів. Заміна двигуна дозволила зменшити споживання палива та підвищити на 30 % його експлуатаційний ресурс. Крім того, на вертоліт можуть встановлюватися додаткові паливні баки. У ході випробувань було встановлено, що в разі виходу з ладу одного з двигунів, вертоліт здатний злетіти на одному двигуні в режимі перевантаження.

На вертольоті для перевезення вантажів встановлена зовнішня електролебідка, яка дозволяє брати вантажі масою до 3000 кг, для чого в комплект поставки входять чотири вантажних стропа довжиною 4 метри. Для визначення ваги вантажу застосовується спеціальний вимірювальний прилад. Зовнішня підвіска кріпиться до стелі вантажної кабіни, а підлога має люк з системою роликів для протягування троса. На вертольоті передбачено встановлення бортової балки з електролебідкою над входними дверима, що дозволяє завантажувати вантажі масою 150 кг як на стоянці на землі, так і в режимі висіння. Довжина повністю випущеного троса лебідки 40 метрів.

Для гасіння пожеж вертоліт оснащений підвісним водозливним пристроєм, який дозволяє доставляти вогнегасну рідину масою до 3 т. Вертоліт обладнаний системою обігріву та вентиляції кабіни екіпажу і вантажного салону. Електро-, радіо-, пілотажно-навігаційне обладнання вертольоту забезпечує виконання польотів протягом усієї доби в простих і складних метеорологічних умовах.

Важливим удосконаленням стало також дообладнання вантажної кабіни гелікоптера для встановлення медичного модулю, за допомогою якого стає можливим підключення медичних приладів (рис. 1.9).



Рис. 1.9. Вертоліт Мі-8МСБ у санітарному варіанті

Збільшена вантажна кабіна дозволяє перевозити 29 екіпірованих пожежних, 18 потерпілих на носшах і 36 евакуйованих пасажирів.

Нормальна злітна маса становить 11100 кг, максимальна – 13000 кг. Максимальна маса вантажу, що перевозиться 4000 кг. Максимальна швидкість 240 км/год. крейсерська – 230 км/год. Вертикальна швидкість підйому – 540 м/хв. Практична дальність становить 500 км.

Невибагливість до умов базування та мобільність роблять вертоліт Мі-8МСБ (при обладнанні пасажирського салону робочими місцями персоналу штабу та відповідним електронним, відео-, інфрачервоним обладнанням і радіо-телефонними засобами зв'язку) ефективним засобом координації дій наземних і повітряних сил і засобів гасіння масштабної лісової пожежі в екосистемі у якості повітряного пункту управління. Окрім персоналу штабу, в пасажирському салоні одночасно можуть знаходитися і члени мобільної оперативної групи.

Французький вертоліт EC-H225 LP Super Puma створений на базі далекомагістрального двомоторного пасажирського вертольоту Airbus Helicopters AS332 як наступне покоління цивільного сімейства Super Puma. Екіпаж два пілота та один борт-технік (рис.1.10).



Рис. 1.10. Вертоліт EC-H225 LP

Ознайомлення з можливостями вертольоту EC-H225 LP Super Puma, що надходить на озброєння САЗ ОРС ЦЗ ДСНС відповідно за міжнародним договором між Францією та Україною, доречно здійснити шляхом порівняння з вітчизняним вертольотом Мі-8МСБ (табл. 1.2).



Таблиця 1.2.

Порівняння вертольота EC-H225 LP Super Puma з вітчизняним вертольотом Мі-8МСБ

Порівняльні характеристики	EC-H225 LP	Мі-8МСБ
Екіпаж	3	3
Крейсерська швидкість, км/год	260,5	225
Бойовий радіус, км	857	
Перегінна дальність, км	985	
Дальність польоту без підвісних баків, км	1135	1210
Швидкість вертикального підйому, м/с	8,7	
Силова установка	2 × турбовальний Turbomeca Makila 2A1 (2414,7 к.с.)	2 × ТВ3-117ВМА-СБМ1В 4Е (2500 к. с)
Діаметр несучого гвинта, м	16,2	21,3
Максимальна злітна маса, кг	11200	12500
Нормальна злітна маса, кг	11000	11 878
Об'єм вантажного відсіку, м <sup>3</sup>	6,8	
Габарити вантажного відсіку (дхшхв), м	3,42x1,4x1,22	
Площа підлоги вантажного відсіку, м <sup>2</sup>	4,72	
Максимальна місткість пожежних у спорядженні	28	36
Довжина (з рух. гвинтами), м	19,5	25,31
Висота, м	4,97	5,54
Можливість зберігання без ангару	ні	так
Вартість гелікоптера, млн. EUR	21	5
Вартість льотної години, у.о.	3968	1000

Оснащений двома потужними турбогвинтовими двигунами та міцним несучим гвинтом EC-H225 LP дозволяє досягати значної дальності і тривалості польоту, яка перевищує 5 годин 30 хвилин, на досить високій крейсерській швидкості.

Вертоліт оснащений сучасною пілотською кабіною з цифровим приладдям, що забезпечує повною інформацією про режим польоту та здійснювати моніторинг роботи всіх систем у польоті та їх діагностику на землі під час підготовки до вильоту (рис.1.11).

Висока точність виходу на заданий об'єкт, стабільність польоту, автоматизоване утримання режиму висіння, розрахунок траєкторії пошуково-рятувальних дій та вихід на посадку забезпечується автопілотом з автоматичною системою контролю заданих пілотажно-навігаційних режимів.



Рис. 1.11. Пілотажна кабіна вертольоту EC-H225 LP

Інтегрована бортова система контролю і діагностики стану повітряного судна орієнтована на неперервний запис даних та проактивний моніторинг, чим реалізується найсучасніший підхід щодо забезпечення безпеки польотів. Сучасна авіоніка та система автопілотування суттєво знижують фізичне і психологічне навантаження на екіпаж у польотах, пов'язаних з виконанням чисельних водозаборів і скидань вогнегасної рідини при гасінні лісових пожеж (рис.1.12)..



Рис. 1.12. Вертоліт EC-H225 LP з ВЗП на зовнішній підвісці

Мі-2 вертоліт одновинтової схеми з рульовим гвинтом, двома ГТД та трьохопорним шасі. Вертоліт має суттєві переваги перед зарубіжними літальними апаратами цього класу в швидкості польоту та підйому вантажів (рис.1.13).

У пасажирському варіанті з габаритними розмірами вантажної кабіни 2.27 x 1.2 x 1.4м, обладнаної системою кондиціювання, можуть розміщуватися керівник гасіння лісової пожежі та 7 членів штабу. Для перевезення чотирьох потерпілих у санітарному варіанті на ношах та вантажів пасажирські сидіння демонтуються.



Рис. 1.13. Вертоліт Мі-2

час доби в простих і складних метеорологічних умовах.

У пошуково-рятувальному варіанті має електричну лебідку вантажопідйомністю 120кг, рятувальне та медичне обладнання, а також додатковими прожекторами та пошуковим радіокомпасом. У транспортному варіанті на зовнішній підвісці має силовий гак, розрахований підйом вантажу масою до 800 кг (рис.1.14).



Рис. 1.14. Вертоліт Мі-2 з зовнішньою лебідкою

Обладнання складається з середньо-хвильових та короткохвильових радіостанцій, радіо-компасу, радіо-висотоміру та внутрішнього переговорного пристрою, а також системою супутникової навігації GPS-195. Таке обладнання дозволяє здійснювати польоти в будь який

Вертоліт обладнаний фотоапаратами проведення планового і перспективного фотографування місцевості та тепловізорами здійснення контролю оточуючого середовища.

Вертоліт може розвивати максимальну швидкість 210 км/год. та виконувати польоти на крейсерській 194 км/год. Максимальна швидкість вертикального підйому 270 м/хв. Маса пустого вертольоту 2372 кг, нормальна – 3500 кг, максимальна – 3550 кг. Практична дальність польоту 580 км.

#### **1.4. Зарубіжні спеціальні повітряні судна боротьби з пожежами в екосистемах**

Кожен день у світових новинах з'являються повідомлення про масштабні лісові пожежі. Надзвичайні ситуації, пов'язані з масштабними лісовими пожежами регулярно трапляються у весняно-літній сезон, завдаючи великої шкоди природному середовищу, та призводять до великих фінансових збитків (які витрачаються на відновлення знищеного лісового фонду, будівель та об'єктів інфраструктури) (рис.1.15). Від вогню не можуть захиститися ні в економічно стабільних країнах, ні в країнах з економікою що тільки розвивається.



Рис. 1.15. Масштабна лісова пожежа в екосистемі

Як показують випадки виникнення пожеж в Луганській області в жовтні 2020 року та Чорнобильській зоні відчуження в березні 2022

року, площею понад 7600 га, такі пожежі особливо небезпечні коли вогонь підходить до об'єктів критичної інфраструктури. Таких об'єктів на території України дуже багато. Крім зазначених, це й арсенали зберігання боєприпасів, склади з високотоксичним ракетним паливом (гептилом), газопроводи, та багато інших. У разі потрапляння таких об'єктів у зону пожежі, масштаби лиха можуть бути ще більшими.

Зазвичай лісові пожежі гасяться силами пожежних підрозділів лісокористувача і які стаціонарно розміщені поблизу зони загоряння. Коли масштаби пожежі збільшуються, а зусиль місцевих сил недостатньо запобіганню її поширенню, то їх дії підсилюються підрозділами сусідніх регіонів, а також, а також може залучатися пожежна авіація. У цьому контексті проблеми боротьби з масштабними пожежами в екосистемах стали передумовами створення унікальних літаків, здатних надати неоціненну допомогу у їх гасінні.

Перші спроби боротьби з вогняною стихією з повітря зафіксовано на наприкінці 20-х років минулого століття у США і Канаді. Пожежні повітряні судна призначені для гасіння пожеж шляхом скидання вогнегасної рідини. Однак, через їхню на той час незначну вантажопідйомність утлі біплани могли взяти від сили кілька сотень літрів води, тому ефективність їхньої роботи на цьому терені виявилася невисокою (рис.1.16).



Рис. 1.16. Пожежний літак Stearman PT-17

На місці кабіни другого пілота встановлювали ємність об'ємом 605 літрів. Однак хоча кількість води, що скидається за раз, була невеликою, досвід «бойового застосування» показав, що в поєднанні з розвиненою мережею повітряної розвідки і тотальною радіофікацією пожежних літаків, за умови своєчасного виявлення загоряння, поки його осередок ще малий, навіть легкі літаки можуть бути дуже ефективними. Тому в межах набутого досвіду, ідея використання пожежної авіації, в цілому, була визнана перспективною.

Багато що змінилося після закінчення Другої світової війни, коли утворився величезний надлишок списаних військових літаків, що перебували у ще дуже пристойному стані, і демобілізованих кваліфікованих пілотів. Однак американській владі знадобився певний час, щоб усвідомити можливість передачі в приватні руки і протипожежним службам законверсовані бойові літаки.

Першими в США створювати серйозний парк пожежної авіації почала влада штату Каліфорнія, який щорічно страждав від пожеж у літній період. У 1954 році був переобладнаний перший, куплений за низькою ціною у ВМС, палубний торпедоносець-бомбардувальник TBM Avenger (рис.1.17).



Рис. 1.17. Модернізований у пожежний варіант літак TBM Avenger

З літака демонтували все непотрібне військове обладнання та вузли підвіски озброєння. Баки для вогнегасної рідини мали об'єм близько 1300 літрів і разом із системою зливу розміщували в звільненому бомбовідсіку. Баків було кілька, це давало змогу звести до мінімуму шкідливий вплив розгойдування води в польоті, поліпшити центрування і забезпечити почерговий або залповий скид води, залежно від характеру і протяжності лісової пожежі. Літаки фарбувалися в яскраві кольори, характерні для пожежної охорони. Avenger дуже часто називали «водяними

бомбардувальниками». У 50-ті роки в Північній Америці утворилася ціла повітряна армія таких «водяних бомбардувальників», за чисельністю достатня для комплектування авіакрил для пари авіаносців.

У пожежній авіації життя літака Avenger виявилося дуже довгим. Лісова служба США та низка таких компаній, як «Cisco Aircraft», «TBM Inc», «Sis-Q Flying Services» і «Hemet Valley Flying Services» експлуатували кілька десятків колишніх «палубників» до початку 90-х років, а в Канаді вони гасили пожежі ще у 2000-ті роки.

Успішне застосування Avenger як повітряного пожежника відкрило дорогу на цьому терені іншим застарілим поршнеvim бомбардувальникам. У цих умовах у 50-60-ті роки переобладнання в «літаючі водяні танкери» врятувало від перетворення у брухт десятки бомбардувальників North American B-25, Douglas A-26, Consolidated B-24, Boeing B-17, що мали ще досить великий експлуатаційний ресурс (рис. 1.18).



Рис. 1.18. Скидання вогнегасної суміші з літака B-17

Порівняно з Avenger, дво- і чотиримоторні машини мали більшу вантажопідйомність і надійність. Але з часом з виробленням експлуатаційного ресурсу постало питання про їх заміну. Відслуживши своє в службі лісоохорони, багато літаків зайняли почесні місця в музейних експозиціях.

З подальшим розвитком пожежної авіації, перед країнами з розвинутою авіабудівною галуззю, постало питання необхідності розроблення крім малих пожежних повітряних суден мати середні і важкі пожежні літаки. У цьому контексті невичерпним джерелом поповнення парку пожежних літаків стала база зберігання авіатехніки Девіс-Монтан в Аризоні. Значну частину протичовнових літаків S-2 Tracker і P-2 Neptune (рис. 1.19, 1.20), згодом було перероблено на пожежні машини. Хороші злітно-посадкові характеристики, невибагливість, відносно недорогі запчастини та обслуговування, великі внутрішні об'єми – все це робило їх вельми привабливими для протипожежних служб. Деякі S-2 і P-2 літають у США, Бразилії, Австралії досі. У 70-80-роки практика поповнення протипожежного авіаційного парку застарілими літаками ВПС і ВМС продовжилася. У справу пішли базові патрульні P-3A Orion, військово-транспортні C-54 Skymaster і C-130 Hercules перших модифікацій. Їхні лави також поповнили цивільні авіалайнери DC-4, DC-6, DC-7 і навіть широкофюзеляжний DC-10, від яких у міру заміни сучасними машинами стали відмовлятися авіакомпанії.

S-2A Tracker з двома турбогвинтовими двигунами представляє собою клас літаків у пожежному варіанті, до якого відноситься й вітчизняний Ан-32П. Високоплан з класичним хвостовим оперенням. Екіпаж: два пілота і два оператора. S-2A обладнаний пневматиками великого розміру, що забезпечує посадку на ґрунт. Бак для вогнегасної



Рис. 1.19. Пожежний літак Grumman S-2A Tracker



Рис. 1.20. Скидання вогнегасної суміші з P-2 Neptune



рідини ємністю 3450 л, з чотирма відсіками для її скидання залпом або послідовно. Довжина літака – 13,26 м, розмах крила – 22,12 м, площа крила – 45,06 м<sup>2</sup>, розмах хвостового оперення – 8,06 м, висота – 5,33 м. Маса порожнього – 8308 кг, максимальна злітна маса – 11 860 кг, максимальна посадкова маса – 10630 кг. Максимальна швидкість – 450 км/год., крейсерська швидкість – 240 км/год. Практична дальність – 2170 км. Тривалість польоту – 9 год. Практичний потолок – 6700 м. Мінімальна довжина розбігу – 340 м.

У США крім літаків середнього класу до боротьби з вогнем залучаються важкі військові С-130 «Геркулес» та цивільної авіації Global Super Tanker на базі літака Boeing 747-400, а також гігантський літаючий човен Martin Mars.

Військово-транспортний літак С-130 «Геркулес» – це літак середньої вантажності (рис.1.21). Екіпаж переобладнаного в пожежний варіант літака (С-130А) складає чотири особи. Маса порожнього літака – 34 274 кг, спорядженого – 53 230 кг. Нормальна злітна маса становить 70 305 кг, максимальна – 79 380 кг. Маса вогнегасної рідини – 19000



Рис. 1.21. Пожежний літак С-130

кг. Маса палива – 20 819 кг (+8506 кг у підвісному паливному баку). Вантажопідйомність – 18 955 кг. Пасажиромісність – 92 особи в пасажирському варіанті, 72 бійця з військом спорядженням, 64 парашутиста, 74 поранених на ношах із двома особами супроводу. Розмах крила – 40,4 м, площа крила – 162,1 м<sup>2</sup>, довжина літака – 29,7 м, висота – 11,6 м. Розміри вантажної кабіни: довжина – 29,79 м, ширина – 3,13 м, висота – 2,8 м, корисний об'єм – 128,9 м<sup>3</sup>. Практична дальність – 5250 км (з вагою масою 18 144 кг). Дальність польоту з вантажем 9 070 кг – 7 560 км. Практичний потолок – 9315 м (при злітній масі 66 680 кг). Довжина розбігу – 1433 м, пробігу – 777 м при посадковій масі 58 967 кг). Максимально допустима швидкість – 700 км/год. на 3050 м, максимальна швидкість – 645 км/г, крейсерська швидкість – 628 км/г,

швидкість звалювання – 185 км/г. Вертикальна швидкість підйому – 10,7 м/с. Час набору висоти 6100 м протягом 14 хв.

З класу важких повітряних суден досить затребуваним є літак цивільної авіації Global Super Tanker на базі літака Boeing 747-400 (рис. 1.22). Свої перші бойові вильоти літак у такому варіанті виконав у 2016 році при гасінні пожеж в Ізраїлі та Чилі, а в 2017 – у Каліфорнії. У 2019 році на протязі семи тижнів здійснював гасіння лісових пожеж у Болівії.



Рис. 1.22. Пожежний літак Global Super Tanker на базі Boeing 747-400

Важливою характеристикою цього Super Tanker є внутрішньо-фюзеляжні водозливні ємності об'ємом 70 000 л вогнегасної рідини і здатність злітати та здійснювати посадку в аеропортах із злітно-посадковою смугою до 2400 м. Крім того, його відмінними особливостями є :

- оснащеність системою скраплення рідини під тиском, що дозволяє регулювати інтенсивність розпилення вогнегасної рідини безпосередньо над палаючим осередком;
- можливість проводити скидання води на малій швидкості 260 км/год з висоти 120-240м;
- оснащення резервуарів системою почергового скидання вогнегасної рідини чи блокуючого порошку через задані відрізки часу;
- довжина смуги локалізації за одне скидання води досягає 4800 м у довжину, і шириною 46 м;
- максимальну швидкість 970 км/г, що дозволяє у короткий термін опинитися в будь-якій точці палаючої стихії;
- наявність на верхній палубі п'яти пасажирських місць дає можливість перевозити на борту мобільну оперативну групу визначення стратегії гасіння масштабної пожежі.

В країнах пострадянського простору в гасінні ЛП найбільш

затребуваними є військовий транспортно-десантний літак Іл-76МТД та літаючий човен Бе-200.



Рис. 1.23. Транспортно-десантний літак у пожежному варіанті Іл-76МТП

ВАП-2, що дозволяла піднімати до 42 000 літрів рідини для гасіння (рис.1.24).



Рис. 1.24. Внутрішньо-фюзеляжний водозливний авіаційний пристрій літака Іл-76 МТД

Іл-76МТП кличуть «повітряною діждкою», хоча літаку Boeing 747-400 він поступається масою вогнегасної рідини, яка становить 42 т (рис.1.23). Пожежна модифікація Іл-76ТДП створювалась шляхом встановлення на літак виливного авіаційного пристрою (ВАП). ВАП являв собою дві циліндричні ємності для рідини, ємністю по 16000 літрів кожна. В 1993 році була розроблена модифікація

Перевагою системи ВАП є можливість її встановлення на будь-якому транспортному літаку для його виключно пожежного використання. Чотири спеціаліста за допомогою транспортних тельферів встановлюють обладнання ВАП за 1,5-2 години. При централізованому завантаженні водою, час заправки не перевищує 15 хвилин.

Літак може здійснювати зліт і посадку як на бетонну, так і ґрунтову злітно-посадкову смугу з щільністю не нижче 0,6 Мпа. Довжина розбігу при злеті становить 1700-1800 м (2000 м при повному навантаженні і температурі повітря від +25 °С). Пробіг при посадці 930-1000 м. Екіпаж літака 6-7 чоловік. Усі кабіни Іл-76 герметичні, що дає можливість перевозити 167 екіпірованих пожежних або 245 – у двопалубному варіанті та забезпечити викидання 126 пожежних при їх відповідній десантній підготовці. Вантажна кабіна 24,5 м завдовжки (з яких 4,5 м рампа), 3,45 м завширшки і 3,4 м у висоту. Розмах крила 50,5 м, площа

300 м2. Довжина літака 46,59 м, висота – 14,76 м. Максимальна злітна маса 157—210 т. Максимальна швидкість 900 км/год., крейсерська – 750-800 км/год. Практична дальність польоту 4200 км, практичний потолок – 13000 м. Літак може транспортувати всю номенклатуру пожежної техніки і долати відстань до 6700 км брати на борт вантажі максимальною масою 28—60 тон на відстань 3600-4200 км при запасі палива 109,5 т, з крейсерською швидкістю 750—800 км/год., із середньою витратою пального 9 т на годину.

Новим явищем у світовій пожежній авіації стали літаки-амфібії. Практика боротьби з лісовими пожежами засвідчила, що гідролітак має серйозні переваги порівняно з літаками аеродромного базування, оскільки може здійснювати забір води на режимі глісерування в будь-якій найближчій але достатньо великій водоймі. Для сухопутних машин потрібні обладнані аеродроми зі спеціальною наземною інфраструктурою для доставки води, виготовлення вогнегасних рідин і їх заправки.

До такого класу пожежних повітряних суден відноситься турбогвинтовий двомісний літак DHC-515 Firefighter, прийнятий у експлуатацію ще в середині 70-тих років минулого століття, який і до сьогодні є важливою частиною європейських, австралійських та північноамериканських повітряних пожежних флотів (рис. 1.25).



Рис. 1.25. Літаючий човен  
De Havilland DHC-415

Розроблений для боротьби з лісовими пожежами, літак De Havilland DHC-415 здатен здійснювати повне завантаження прісної або солоної води за 12 секунд із прилеглих водойм, таких як річки чи озеро. Має прямолінійну конструкцію крила з великим розмахом і розташованими зверху потужними турбогвинтовими двигунами, здатними миттєво збільшувати тягу, що дає можливим виконувати енергійне і безпечне маневрування в гористій місцевості. Завдяки своїй міцній конструкції він також може працювати в дуже складних

турбулентних потоках, характерних для масштабних лісових верхових пожеж. Екіпаж 2 пілота, пасажиромісткість – 8 чоловік. Однак, після демонтажу водозливних внутрішньо-фюзеляжних ємностей, цей літак може використовуватися для доставки груп рятувальників у кількості до 30 осіб, а також спеціального устаткування загальною масою до 3 864 кг. Довжина літака становить 19,82 м, розмах крила – 28,6 м, висота – 8,9 м. Маса пустого літака 12 880 кг, максимальна злітна маса на суші 19890 кг, з водної поверхні – 17170 кг. Максимальна маса вогнегасної рідини – 6120 кг. Максимальна швидкість 360 км/год, крейсерська – 330 км/год, швидкість звалювання 126 км/год. Вертикальна швидкість набору висоти 8 м/с. Практична дальність польоту 2500 км. Мінімальна глибина водойми для забору води 1,8 м.



Рис. 1.26. Літаючий човен Martin Mars

Літаючий човен Martin Mars – чотирьох моторне повітряне судно дальнього радіусу літ (рис. 1.26). При загальній польотній масі понад 65 т має крейсерську швидкість 365 км/год, і здатен досягати дальності польоту 8000 км.

У пожежному варіанті у внутрішньо-фюзеляжних водозливних пристроях розміщується 27750 л води та 2270 л піноутворюючого концентрату з скиданням через бокові двері та люки у днищі літака. Основними характеристиками літаючого човна є: розмах крила – 90,65 м; площа крила – 342, 15 м<sup>2</sup>; довжина літака – 36, 65 м; висота – 13,59; маса пустого літака – 34279 кг; максимальна злітна маса – 74843 кг; максимальна швидкість – 356 км/год.; крейсерська швидкість – 240 км/год.; практична дальність польоту – 7958 км; практична стеія – 4450 м. На швидкості до 200 км/год він здатен у режимі глісірування здійснювати забір до 12 000 л води в баки, розміщені під вантажною кабіною. У відсіку літака додатково встановлені баки для хімічних препаратів гасіння пожежі.

Бе-200 «Альтаір» літаючий човен, здатний злітати як з землі, так і з водної поверхні. Основні сфери застосування: гасіння пожеж,

пошуково-рятувальні операції, охорона водних поверхонь, екологічні місії, перевезення пасажирів і вантажів (рис.1.27).

Технічні характеристики: екіпаж – 2 людини, пасажиромісткість до – 43 пасажирів, довжина – 32,05 м, розмах крила – 32,70 м, площа крила – 117,44 м<sup>2</sup>, висота – 8,90 м. Габарити кабіни: 18,7 м x 2,4 м x 1,8 м. Маса порожнього повітряного судна 28000 кг, маса корисного навантаження – 5000 кг, а також 12 м<sup>3</sup> води в баках (8 секцій з можливістю одночасного або послідовного скидання). Максимальна злітна маса: з суші – 41000 кг, з води – 37900 кг, з глісування – 43000 кг. Силова установка: 2 × ТРДД Д-436ТП, тяга: 2 × 7500 кгс.



Рис. 1.27. Літаючий човен Бе-200

Льотні характеристики: максимальна швидкість – 700 км / год на висоті 7000 м, крейсерська швидкість – 550—610 км / год, швидкість при зльоті – 220 км / год, швидкість при посадці – 195 км / год, швидкість при наборі води –180—200 км / год, практична дальність –3100 км, практичний потолок – 8100 м, вертикальна швидкість підйому – 8 м/с. Протипожежне обладнання – під підлогою вантажної кабіни розташовані дві групи водяних баків. Баки розділені поздовжніми перегородками на секції. Кожна секція оснащена стулкою для скидання води і дренажним патрубком, що з'єднує бак з атмосферою. У міжбаковому просторі є пристрій для забору води при глісуванні. Поруч розташовані агрегати системи заправки водою на аеродромі, пристрій для управління повітрозбірниками і приготування вогнегасних розчинів.

Під час глісування за 12-14 секунд літак бере на борт до 12 тон води. Коли палаючий осередок знаходиться на відстані до 10 км від водойми, Бе-200 на одній заправці може здійснити 25 скидань вогнегасної рідини, загальною масою до 300 т. Скидання води може здійснюватися як залпом, так і окремо з кожного бака, що значно підвищує ефективність пожежогасіння. На Бе-200 встановлено обладнання здатне вивести літак на бойовий курс попереднього

скидання води автоматично, що вкрай важливо для роботи в умовах задимлення. Повітряне судно може експлуатуватися як з сухопутних аеродромів, так і з водойм при висоті хвилі до 1,2 метра.

У даний час, окрім літаків, безліч аварійно-рятувальних і пошукових завдань виконують і вертольоти. Це й перевезення пасажирів, доставка продуктів харчування та інших вантажів в найвіддаленіші і важкодоступні регіони. Цей вид повітряного транспорту знайшов широке застосування у військовій, цивільній сферах, в різних галузях промисловості і господарства. Останнім часом вертольоти стали незамінними помічниками при проведенні операцій з пошуку і рятування людей, гасіння пожеж, надання невідкладної медичної допомоги, усунення наслідків стихійних лих.

Пожежний вертоліт призначений для гасіння пожежі з повітря методом водного бомбардування. Як правило, пожежні вертольоти обладнані водо-забірно-зливним пристроєм на зовнішній підвісі. Є й такі, що обладнуються внутрішньо-фюзеляжними баками забору і скидання вогнегасної рідини.

Найбільш затребуваними зарубіжними пожежними вертольотами є: S-64 Skycrane, Боїнг СН-47 «Чінок», Airbus H225 Super Puma, Мі-26ТП, Мі-14ПЖ, Ка-32А.



Рис. 1.28. Пожежний вертоліт S-64 Skycrane

Першим «літаючим краном» компанії Sikorsky став вертоліт S-64. Екіпаж повітряного судна складає 2 пілота і 1 оператор, який при скиданні вогнегасної рідини може розвернутися назад (рис. 1.28).

На зовнішній підвісі вертоліт може переносити вогнегасну рідину масою 5443 кг. Унікальною особливістю цього повітряного судна є його можливість перевозити універсальний контейнер, в якому може розміститися до 67 пожежних у спорядженні, мобільний шпиталь, командний штаб гасіння лісової пожежі та інше. Довжина вертольоту 21,41 м, висота – 5,66 м, діаметр несучого гвинта 21,95м. Вага порожнього вертольоту 8724 кг, максимальна

злітна вага становить 19051 кг, Може одночасно перевозити 5 осіб та 9100кг корисного навантаження. Максимальна швидкість 202 км/год., крейсерська – 169 км/год, швидкість вертикального підйому 6,8 м/с. Дальність польоту при максимальній заправці паливом становить 370 км.

Пожежний вертоліт Боїнг СН-47 «Чинук» має двомісні пілотські кабіни з обох сторін фюзеляжу (рис. 1.4.15.). Екіпаж два пілота і один бортовий технік-оператор. Вантажна кабіна має об'єм 41,7 м3, площею підлоги 21 м2, обладнана 44 сидіннями і дозволяє розміщення вантажу масою 2725 кг. Маса пустого вертольоту 12210 кг, нормальна злітна – 22680 кг, максимальна – 24494 кг, корисне навантаження 12284 кг. У санітарному варіанті розміщується 24 потерпілих на ношах та 2 медичних працівника супроводу.



Рис. 1.29. Пожежний вертоліт СН-47

Статична стеля 1850 м при температурі навколишнього повітря 35°C. Практичний стеля 3090 м. Максимальна швидкість польоту 285 км/год., крейсерська – 240 км/год, швидкість вертикального підйому 9,35 м/с. Радіус дії 185 км з перевезенням на зворотному шляху половини навантаження (1363 кг), тактичний радіус – 935 км, дальність перегону – 2333 км. Центральний вантажний гак розрахований на зусилля 11970 кг, а передній і задній – на 7140 кг кожний. Довжина повітряного судна 30,14 м, фюзеляжу – 15,87 м. Діаметр несучих гвинтів 18,29 м кожний. Висота – 5,59 м.

Особливої уваги й оцінки ефективності та безпеки виконання польотів заслуговують важкі вертольоти, які можуть залучатися до гасіння лісових пожеж. До такого класу пожежних повітряних суден можуть бути віднесені справжні гіганти вертольоти Мі-6 та його модифікація Мі-26, здатні перевозити до 150 осіб або техніку вагою до 12 т. Усередині фюзеляжу цих вертольотів змонтовано спеціальні цистерни, оснащені центральною зливною горловиною. Ще шість



підвісних півторатонних баків розташовані зовні, а також можуть набирати та нести вогнегасну рідину на зовнішній підвісці об'ємом до 15 т. Вертольоти оснащені насосами, різноманітним рятувальним та пожежним обладнанням і баком для піноутворювача. Окрім того, на модифікації вертольоту — Мі-6ПЖ2 встановлена водяна гармата.

Відповідно до свого обладнання вертоліт Мі-26ТП залучається до гасіння як лісових пожеж, так і промислових об'єктів, доставки спеціальної пожежної техніки і пожежних десантників (рис. 1.30).



Рис. 1.30. Пожежний вертоліт Мі-6ПЖ2 з водометною гарматою

Екіпаж п'ять чоловік. До складу протипожежного обладнання входять: робоче місце оператора, чотири ємності зливу вогнегасної рідини ВЗУ-15, загальним об'ємом 15 м<sup>3</sup>, яка наповнюється з відкритої водойми в режимі висіння за 10 секунд, а скидання на палаючий осередок 15 секунд. Для підвищення ефективності гасіння має 2 ємності

для хімічних добавок (0,9м<sup>3</sup>) та систему дозування хімічних добавок. На вертольоті також встановлено тепловізор, засоби зв'язку з наземними пожежними підрозділами, система супутникової навігації, засоби індивідуального захисту екіпажу. Скидання вогнегасної рідини здійснюється за 35-45 с, а заправка – не більше 2 хвилин.

У варіанті використання зовнішньої підвіски вертоліт обладнаний 60-метровим центральним канатом з закріпленому на ньому блоку модулів з двома ємностями типу ЄП-8000, що дає можливість доставити до палаючого осередку 19600 л води, розміщеної в баках, зі скиданням залпом або роздільно (рис. 1.31). Нормальна злітна маса становить 49650 кг, максимальна – 56 000 кг, пустого – 28600 кг. Тип двигуна 2 ГТД ЗМКБ потужністю 2 x 11 393,5 к.с. Діаметр несучого гвинта 32 м, хвостового – 7.61 м. Довжина вертольоту 33.73 м, висота 8.145 м, ширина 3.12 м. Максимальна швидкість 295 км/ч, крейсерська – 255

км/год. Практична дальність 2000 км. Тактичний радіус з заправкою основних баків 670 км, з додатковими – 1800 км.

Пожежний вертоліт Мі-14ПЖ «Елімінатор» у складі екіпажу 4 чоловіка, обладнаного водозливним пристроєм ємністю 4000 л, з забором води в режимі висіння з водойми, глибиною 0,3 м із швидкістю 1,5-2 хв. (рис. 1.32).

Протипожежне обладнання складається з встановленої всередині вантажної кабіни баків для вогнегасної рідини та підвішеної зовні насосної станції для набору води і додаткового бака подачі піноутворюючої рідини. Для забезпечення порційного зливу, баки розділені на ліву і праву секції з незалежним скиданням води з кожної групи. Забір води може здійснюватися за допомогою підвісної системи в режимі висіння та приводнення. Скидання води здійснюється як залпом за 3 с, так і послідовно протягом 15 с.

Вертоліт може перевозити до місця пожежі необхідні матеріально-технічні засоби та особовий склад до 20 пожежних у повному спорядженні. Вертоліт може залучатися до гасіння пожеж в день і в очі, в простих і складних метеорологічних умовах з непередбачених майданчиків, в тому числі високогірних до висоти 2000 м над рівнем моря.

Модифікація Мі-14ПЖ має діаметр несучого гвинта 21,9 м, рульового – 3,91 м. Довжина вертольоту 18,38 м, висота – 6,93 м. Максимальна злітна маса вертольоту 13600кг, пустого – 8900 кг. Максимальна швидкість 230 км/год., крейсерська – 210 км/год. Практична дальність польоту 1200 км. Корисне навантаження 3000 кг або 24 пожежних із спорядженням.



Рис. 1.31. Водозливний модуль ЄП-8000 вертольоту Мі-6ПЖ2



Рис. 1.32. Пожежний вертоліт Мі-14ПЖ



Рис. 1.33. Пожежний вертоліт Ка-32А1 з водометною гарматою

Пожежний вертоліт Ка-32А1 з протипожежним обладнанням принципово нового типу (рис.1.33). Екіпаж 2 пілота. Якщо раніше вертоліт був лише допоміжним засобом для доставки пожежних у важко доступні райони та евакуації людей, то на даний час він перетворився у високоефективне пожежне повітряне судно за рахунок встановлення пластикового бака вогнегасної рідини,

ємності піно-утворення масою 300 літрів, електричного водяного насосу, двох, горизонтальної і вертикальної, водо-пінних гармат, з довжиною водяного струменя 45 м, з потужністю 40 к/с, водяної помпи, рятувальної лебідки та десантно-спускового пристрою. Утворюваний гарматою пінний струмінь дозволяє створювати смугу локалізації палаючого осередку шириною 6-8 м і довжиною 1,5 км, не заходячи в небезпечну зону.

На вертоліт може встановлюватися три типи транспортно-рятувальних кабін: ТРК-1, розрахованої на 2 особи, ТРК-2, яка вмщувала 20 евакуйованих та ТРК-3 з можливостями перевозити 10 осіб. Їх конструктивна особливість дозволяє евакуйовувати людей з дахів, балконів або вікон верхніх поверхів висотних будівель. Основними льотно-технічними характеристиками вертольоту є:

- діаметр несучих гвинтів: 15,9 м;
- висота вертольоту: 5,45 м;
- довжина вертольоту: 12,217 м;
- ширина вертольоту: 3,805 м;
- мінімальна злітна маса вертольоту: 7200 кг;
- максимальна злітна маса вертольоту: 11 000 кг
- максимальна польотна маса с вантажем на зовнішній підвісці: 12

700 кг

- максимальна маса вантажу в вантажній кабіні: 3700 кг;
- максимальна маса вантажу на зовнішній підвісці: 5000 кг;

- пластиковий водяний бак з системою забору і скидання води об'єм 3000 л;
- пасажиромісткість: 13 пожежних з оснащенням;
- максимальна швидкість: 260 км/год.;
- крейсерська швидкість: 240 км/год.;
- практична дальність: 800 км.

Водозливні пристрої (ВЗП) були спеціально розроблені для гасіння пожеж із повітря (рис.1.34). Зовні вони нагадують великий кошик, який гелікоптер несе на зовнішній підвісі. Для заповнення ємності водою гелікоптер зависає над водоймою, опускаючи її у воду. Коли ємність заповнена, оператор дистанційно закриває клапан, вертоліт піднімається та доставляє воду до місця скидання. Ці пристрої є універсальними і не прив'язані до якогось певного типу вертольоту.



Рис. 1.34. Пожежний вертоліт Ка-32А1 з водозливним пристроєм на зовнішній підвісі

Оскільки повітряні судна бувають різної вантажопідйомності. За кордоном найчастіше використовуються ємності, відомі під маркою Bambi Bucket, що випускаються канадською компанією SEI Industries Ltd. Компанія випускає цілий спектр таких підвісних корзин обсягом від 270 до 9800 л.

Крім водозливних пристроїв на зовнішній підвісі, які гелікоптер опускає у водойму, розроблена альтернативна система забору води Simplex сконструйована американською компанією Simplex Manufacturing. Це великий пластиковий бак, який досить швидко може бути змонтований під днищем практично будь-якого вертольоту. Баки випускають різних розмірів та обсягів, залежно від вантажопідйомності вертольоту – від 900 до 7500 л. Для заповнення бака вертоліт зависає над водоймою та опускає у воду шланг, який у польоті просто звисає під фюзеляжем. Потужність насосів така, що 3 т води засмоктуються в бак за одну хвилину. Перевага такої системи в тому, що воду можна взяти не

лише з моря, озера чи водосховища, але навіть із дрібної річки чи струмка.

Слід відзначити, що гасіння масштабних лісових пожеж в екосистемах з залученням авіації безумовно надто складна і ризикована операція. До таких ускладнень, що зменшують ефективність застосування авіації, особливо важких повітряних суден, можна віднести обмежену мережу аеропортів (аеродромів) із злітно-посадковими смугами довжиною, достатньою для злету таких типів літаків. Як правило, аеропорти такого класу частіше за все бувають значно віддалені від осередків лісових пожеж, гасіння яких потребує залучення авіації. У такому разі, залучення авіації середнього класу має суттєві переваги за показником циклічності: «злив-заправка-злив».

Наступною негативною характеристикою важких пожежних повітряних суден є низька їх маневреність, а вертольотів такого класу – надто чутливими до турбулентності повітряних потоків в безпосередній близькості до палаючого осередку. Окрім цього, скидання вогнегасної рідини з важких пожежних літаків об'ємом від 40 до 70 т формує пряму смугу локалізації довжиною до 500 м, тоді як палаюча крайка лісового масиву має звивисту форму. Це означає, що значна маса вогнегасної рідини витрачається непродуктивно.

У порівнянні з пожежними літаками середнього класу, важкі літаки скидають воду на великій швидкості, що перетворює її в дрібний дисперсний стан та інтенсивне випаровування ще до падіння на землю.

Зарубіжний досвід застосування для гасіння масштабних лісових пожеж літаків супер-танкерів частіше за все буває оправданим при гасінні масштабних степових пожеж при досить рівнинній місцевості. Отже, в своєму класі повітряних суден Ан-32П поки що не має собі рівних.

Водночас для умов України не варто відмовлятися і від того, щоб мати у складі САЗ ОРС ЦЗ два важких пожежних повітряних судна на базі літака Ан-70, обладнаних внутрішньо-фюзеляжною водозливною системою, яка при необхідності може монтуватися та знімається в залежності від задачі, що виконується (рис.1.35).



Рис. 1.35. Військово-транспортний літак Ан-70

Прикладом ефективного використання таких пожежних повітряних суден може бути гасіння масштабних лісових пожеж в Чорнобильській зоні відчуження, в лісових масивах Луганської і Житомирської областей та степовій зоні Херсонської області.

## **1.5. Дистанційно пілотовані повітряні судна як комплекси боротьби з пожежами в екосистемах**

Світова практика боротьби з лісовими пожежами, орієнтуючись на інтенсивний розвиток і розширення сфер застосування безпілотних авіаційних комплексів шукає шляхи ефективної реалізації їх зростаючого потенціалу, а також нормативно-організаційні підходи щодо застосування в єдиній авіаційній системі разом з пілотованими повітряними суднами.

Дистанційно пілотований авіаційний комплекс (ДПАК) – це повітряне судно (декілька повітряних суден) та пов'язані з ним (ними) органи опосередкованого пілотування зовнішнім (дистанційним) пілотом. Як правило, основними елементами ДПАК можуть бути: дистанційно пілотований літальний апарат(апарати), пункт дистанційного управління, система прямого або супутникового

радіозв'язку, засоби транспортування устаткування обслуговування ДПЛА.

Дистанційно пілотоване повітряне судно (ДППС) – літальний апарат, керування польотом якого здійснюються за допомогою засобів дистанційного пілотування, що розташовані поза бортом повітряного судна.

На сьогодні, у контексті виникнення надзвичайної ситуації, пов'язаної з лісовою пожежею, ДПАК здатні здійснювати повітряну розвідку, контролювати та фіксувати поточні параметри, оперативно передавати відеоматеріали палаючого осередку та тенденцій його розвитку. Крім зазначеного, застосування ДПАК дає можливість визначити напрямок і швидкість розповсюдження вогню, динаміку зміни конфігурації палаючої крайки, визначити найкоротші і безпечні маршрути висування аварійно-рятувальних команд, а також відстань до найближчих населених пунктів, яким загрожує стихія лісової пожежі.

Для отримання повно-планової інформації, бортове обладнання сучасних ДППС, що залучаються до проведення моніторингових заходів, пов'язаних з надзвичайними ситуаціями включає: бортову апаратуру управління, денні та термальні камери, інерційний пілотажно-навігаційний комплекс та приймач супутникової системи навігації, автопілот, радіаційні, хімічні та газові дозиметри.

В якості бортової апаратури управління, як правило, використовується спеціалізовані обчислювачі на базі цифрових сигнальних процесорів або комп'ютери з операційними системами в реальному часі (рис.1.36.).

За допомогою денних і термальних камер, закріплених на гіростабілізуючих платформах, що забезпечують їх стабільність і плавність руху та проведення оперативного діагностування і формування відео-зображення



Рис. 1.36. Бортова апаратура ДППС на базі цифрового процесора

осередків загоряння, здійснюється передача інформації у відповідні центри даних у режимі реального часу, а також пожежним службам координат дорожньої інфраструктури місцевості.

Інерційний пілотажно-навігаційний комплекс (ПНК) забезпечує автоматичне і напівавтоматичне (директорне) управління злетом і польотом ДППС по заданій просторово-часовій траєкторії, а також виконання посадки в будь-яких метеоумовах. За допомогою ПНК вирішуються наступні навігаційні задачі:

- розрахунок параметрів заданого маршруту;
- визначення вектору навігаційних параметрів;
- моделювання руху ДППС;
- комплексна обробка навігаційно-пілотажної інформації;
- корекція координат місця знаходження ДППС;
- навігаційне забезпечення автоматичного переходу на новий етап маршруту польоту, передпосадкового маневрування і заходу на посадку.

Автопілот складає основу керуючих сигналів, які забезпечують стійкість, керованість, стабілізацію координат польоту (висоти, швидкості, кутів крену, тангажу і ін.).

Одним з перспективних напрямів застосування ДППС є радіаційна та хімічна розвідки місцевості в режимі реального часу. Головна перевага у порівнянні з пілотованою авіацією – відсутність людини на борту повітряного судна, що дозволяє без ризиків здійснювати дозування рівня зараженості місцевості і повітряного простору в самих небезпечних районах та в декілька разів скоротити час проведення аварійно-рятувальних та ліквідаційних робіт.

Перші прототипи ДППС з'явилися в другій половині ХХ століття. Постійне вдосконалення їх конструкції сприяло створенню компактних, надійних, легких в управлінні, не дорогих і простих в експлуатації апаратів з використанням у зоні прямої видимості. З розвитком силових установок нового класу, вдосконалення системи паливного та електричного живлення, застосування геолокаційних супутникових радіо-навігаційних технологій дозволило збільшити зону їх дії до сотень і більше кілометрів за межами прямої видимості.

На сьогодні в Україні налагоджене серійне виробництво десяти



типів ДПАК, п'ять з яких використовуються в лісовому господарстві для проведення моніторингу стану лісів та загроз виникнення пожеж. Основними з них вітчизняного виробництва є: R-100, R-400, R-400LR, «Небесний патруль М-7», Raybird-3 (ACS-3).

R-100 – компактний мобільний варіант дистанційно пілотованого літака на катапультній установці (рис.1.37). Може застосовуватися як в день, так і в ночі, в умовах погіршеної видимості. Обладнання змінне: аерофотокамери, денні та нічні інфрачервоні камери або сканери.

Відеоінформація і телеметрія передається на пункт управління в реальному часі або записується. В якості силової установки можуть використовуватися одно та двоциліндрові двигуни внутрішнього згорання. Тривалість польоту в залежності від типу двигуна становить від 2 до 4 годин. Швидкість – від 45 до 400 км/год. Максимальна висота польоту від 2000 до 5000 м. Дальність польоту 100 км. Польоти можуть виконуватися як за програмою, так і в режимі дистанційного управління оператором. Час підготовки БАК до польоту 5 хв., зліт з катапulti, посадка парашутним способом.



Рис. 1.37. ДПАК R-100

R-400 – ДПАК повітряного спостереження в реальному часі як в день, так і в ночі або в умовах обмеженої видимості. На його ДППС передбачено установка денних і нічних відео та інфрачервоних камер, а також тепловізора чи іншого обладнання за замовленням (рис.1.38.).



Рис. 1.38. ДПАК R-400

В якості силової установки застосовуються одно або двоциліндрові двигуни внутрішнього згорання. В залежності від типу двигуна, тривалість польоту становить від 4 до 10 годин, швидкість від

50 до 250 км/год. Максимальна висота польоту від 1500 до 5000 м. Польоти можуть виконуватися як за програмою, так і в режимі дистанційного управління.



Рис. 1.39. ДПАК R-400LR

Старт літака може здійснюватися з катапульти, або злетом з майданчика розмірами 10х50 м, посадка – парашутним способом або як літак на злітно-посадковий майданчик 10х50 м. Час підготовки до польоту складає 20 хвилин. Найбільш затребуваною моделлю для проведення моніторингових заходів лісового господарства є ДПАК R-400LR (рис.1.39).

ДПАК «Небесний патруль М-7» являє собою двомоторний нормальної схеми літак з високо розташованим крилом, призначений для ведення аерофотозйомки і картографування та відеоспостереження в реальному часі (рис.1.40).

Літак обладнаний електрооптичною, інфрачервоною та мультиспектральною камерами, які забезпечують детальне обстеження місцевості та окремих об'єктів, що на ній розташовані. Максимальна швидкість складає 250 км/год. Радіус дії 750 км. Тривалість польоту 10



Рис. 1.40. ДПАК «Небесний патруль М-7»

годин. Практична стеля – 6000 м. Довжина злітної дистанції 75 м. Сам апарат розміщується на причепі-контейнері та буксирується тягачем (а/м УАЗ «Газель»). Спосіб старту та посадки – по-літаковому. Режим управління автоматичний або напівавтоматичний.

Raybird-3 – вітчизняний ДПАК, із злітною масою до 150 кг (рис.1.41). Застосовується для ведення аерофотозйомки та відеоспостереження лісових пожеж в екосистемах в день і вночі.

Складається з безпілотного літального апарату, переносної наземної станції керування, антени, катапульти. Увесь комплекс

транспортується у чотирьох контейнерах і готовий до запуску за менш ніж 20 хвилин. Силова установка представлена одноциліндровим бензиновим двигуном GF40 інжекторного типу об'ємом 40 куб. см. Літак запускається за допомогою механічної катапульти зі стартовою швидкістю 55 км/год. Приземлення



Рис. 1.41. ДПАК Raybird-3

здійснюється парашутним способом. При здійсненні польоту ДПАК не потребує ручного введення координат. Політ виконується по маршруту за заздалегідь запрограмованими координатами з самостійним поверненням до оператора. Безпосереднє управління оператором здійснюється до відстані 240 км. В автономному режимі Raybird-3 літає 2,5 тис. км. при максимальному радіусі 1 тис. км. Тривалість польоту 18-28 годин. Висота польоту до 3500 м. Максимальна швидкість 140 км/год, крейсерська – 110 км/год, мінімальна – 80 км/год. Забезпечує проведення аерофотозйомки, картографування та пошуково-рятувальних операцій.

Сучасні зарубіжні ДПАК за масо-габаритними характеристиками поділяються на три класи: першого, масою до 150 кг і здатністю здійснювати польоти на відстань від 50 до 100 км, другого – масою від 150 до 600 кг і дальністю польоту до 200 км, третього – масою понад 600 кг та дальністю дії понад 200 км.

До ДПАК першого класу, що використовуються в секторі цивільних завдань, відносяться виробництва США – «Scan Eagle» та RQ-21A, Ізраїлю – Boomerang.

Scan Eagle – американський безпілотний летальний апарат, призначений для проведення розвідки та спостереження (рис.1.42). У носовій частині літака встановлюється інфрачервона та електрооптична камери. Для своїх дій Scan Eagle не потребує аеродромів, запускається за допомогою пневматичної пускової катапульти. Дальність застосування до 100 км. Тривалість польоту – 20 годин. Швидкість до 139 км/год. ДПАК RQ-21A Blackjack призначений для ведення повітряної розвідки в день і в ночі з застосуванням



Рис. 1.42. ДПАК Scan Eagle



Рис. 1.43. ДПАК RQ-21A Blackjack



Рис. 1.44. ДПАК Boomerang

електрооптичної системи спостереження, інфрачервоної камери та лазерного вимірювача дальності (рис. 1.43). Дві наземних станції управління можуть одночасно управляти польотом п'ятьох безпілотних літаків. Запуск здійснюється за допомогою пневматичної катапульти. Максимальна швидкість становить 148 км/год., крейсерська 111 км/год. Дальність дії складає 1000 км. Практична стеля – 5950 м. Тривалість польоту 24 години.

Boomerang – ізраїльський міні-ДПАК, оснащений електричним двигуном і призначений для моніторингу, розвідки та спостереження як в день, так і в ночі. Апарат запускається з катапульти, посадка парашутним способом (рис.1.44). Автопілот зі спеціальним програмним забезпеченням дозволяє здійснювати автономне виконання польоту, від запуску до розкриття парашута перед посадкою. З двигуном на водневих паливних елементах тривалість польоту становить до 9 годин. Максимальна швидкість 100 км/год., крейсерська – 80 км/год. Радіус дії 35 км. Практична стеля 4100м.

Прикладом другого класу ДПАК може бути представлений Ізраїльського виробництва Aeronautics Aerostar (рис. 1.45). До бортового комплексу входять засоби зв'язку і обміну даними, в штатному варіанті обладнаний цифровою відео-камерою, суміщеною з тепловізором інфрачервоного діапазону, що дозволяє проводити розвідку в любую погоду і протягом дня і ночі. Наземний пункт керування із приймальною антеною змонтований на вантажному автомобілі. Оснащений дизельним

двигуном. Радіус дії – 200 км. Максимальна злітна маса – 220 кг. Максимальна швидкість 200 км/год., крейсерська – 115 км/год. Максимальна висота польоту 6500 м. Тривалість польоту становить 12 годин.



Рис. 1.45. ДПАК  
Aeronautics Aerostar

Наведені типи ДПАК в першу чергу розроблялися в інтересах збройних сил, з метою проведення повітряної розвідки, інформаційного забезпечення командних органів управління в реальному масштабі часу, координації дій військових підрозділів, корегування артилерійського вогню. Останнім часом ДПАК стали ефективно використовуватися для нанесення ракетно-бомбових ударів по наземним об'єктам, боротьби з протиповітряною обороною противника й для проведення атак по повітряним цілям.

Водночас, навіть незначний вітчизняний і зарубіжний досвід показує, що застосування ДПАК в інтересах боротьби з надзвичайними ситуаціями, у тому числі пов'язаними з лісовими пожежами в екосистемах є перспективним напрямом суттєвого підвищення ефективності дій наземних пожежно-рятувальних сил і засобів, а також пожежних повітряних суден, що стоять на озброєнні САЗ ОРС ЦЗ ДСНС. Але на сьогодні активність щодо застосування ДПАК, в основному, проявляють лісгосподарства України. ДСНС поки що стоїть на початковому етапі вирішення цього питання. Поки що не має чітко визначених підходів щодо структури дистанційно пілотованої авіації, базовою основою якої мають стати спеціальні підрозділи, на озброєнні яких стоять дистанційно пілотовані авіаційні комплекси. Чи такі авіаційні комплекси мають бути централізованого підпорядкування, у складі САЗ ОРС ЦЗ ДСНС, чи регіонально розподіленими, підпорядкованими обласним Головним управлінням (Управлінням) ДСНС. Водночас, виходячи з тактико-технічних можливостей міні- і мікро-коптерів варто було б розглянути і питання оснащення таким ДПАК керівника кожної пожежно-рятувальної команди.

## **1.6. Сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку пожежної авіації**

Станом на початок XXI століття в світі експлуатується не менше 500 одиниць пожежних літаків 50-ти видів, моделей і модифікацій, від самого легкого U-6A Beaver, здатного доставити до палаючого осередка 500л води, супертанкера GST 747 (на базі Boeing 747-400), що може скидати на вогонь понад 90 т вогнегасної рідини. Однак переважну більшість сучасних пожежних повітряних суден складають літаки середнього класу за вантажопідйомністю від 3 до 15т вогнегасної рідини. Це обумовлене балансом між ефективністю й універсальністю застосування та економічними показниками. Так легкі повітряні судна для досягнення одних і тих самих показників ефективності мають здійснювати значно більше скидань вогнегасної рідини ніж літаки середнього, а тим паче важкого класів. Водночас ці літаки мають кращу точність скидань, показники дозування на землі, здатні діяти в районах місцевості зі складним рельєфом, автономні за умовами оперативного базування та забезпечення польотів, а відповідно і дешевші.

Важкі та супер важкі повітряні судна (вантажопідйомністю від 15 до 30 т) можуть доставляти в район пожежі великі об'єми вогнегасної рідини з одномоментним її скиданням та мають значний радіус використання. Але ці повітряні судна мають певні труднощі в експлуатації, а саме: в базуванні та забезпеченні польотів, неможливість ефективно діяти в гірській місцевості за умовами безпеки польотів, потреба в наведенні на бойовий курс і точку скидання вогнегасної рідини. У плані економічних показників – висока вартість льотної години та аеродромного обслуговування польотів. Прикладом недостатньої маневреності при гасінні лісової пожежі можна навести авіаційну катастрофу літака Іл-76ТД, яка сталася 1 липня 2016 року поблизу м. Іркутськ. Після чергового скидання вогнегасної рідини, на виході з бойового курсу літак врізався в сопку. Загибло 10 членів екіпажу.

Суттєвим моментом слід відзначити й те, що у більшості

пожежних літаків баки для розміщення вогнегасної рідини кріпляться зовні до фюзеляжу. Їх монтаж і демонтаж потребує досить багато часу, а внутрішньо-фюзеляжні водозливні пристрої обмежують можливості багатофункціонального використання повітряного судна (перевезення вантажів, десантування пожежних та аварійно-рятувальних команд, евакуація потерпілих, ін.).

Останнім часом на літаках використовуються модульні, не складної схеми монтажу і демонтажу, водозливні системи, але їх модельний ряд незначний. Зазвичай ними оснащують військово-транспортні літаки, що не зменшує його багатофункціональність у використанні. За кордоном найбільш поширеними є системи, створені для різних модифікацій американського літака Геркулес С-130 (MAFFS, MAFFS II, Coulson RADS та ін.).

Переважає більшість пожежних гідролітаків, спеціально сконструйованих для гасіння лісових пожеж, представлена повітряними суднами середнього класу вантажопідйомності: АТ-802F (3100л), СL-415 (6140л), СL-515 (7000л) та Бе-200 (12000л). Їхні конструктивні особливості орієнтовані на виконання лише задач, пов'язаних з локалізацією лісової вогняної стихії. Тому переорієнтація на виконання інших задач пов'язана з суттєвими складнощами. Окрім того, своїми аеродинамічними характеристиками у контексті маневрування, ці літаки суттєво поступаються звичайним пожежним літакам наземного базування. Саме з цих причин 14 серпня 2021 року сталася катастрофа пожежного гідролітака Бе-200 при гасінні лісової пожежі в Туреччині. При виконанні маневру з виходу з бойового курсу після скидання вогнегасної рідини в умовах гірської місцевості літак не зміг виконати необхідний маневр і впав в ущелину. В результаті загинули 5 членів екіпажу і три представника Туреччини.

У контексті вище зазначених переваг і слабких льотних характеристик пожежних повітряних суден танкерного типу найбільшої популярності в світі набувають літаки легкого і середнього класу вантажопідйомності від 3 до 15т.

Найбільш масовий парк пожежної авіації останніх десятиліть зосереджений у США. Це 41 одиниця невеликих одномоторних літаків

Single Engine Air Tankers (SEATs) вантажопідйомністю вогнегасної рідини від 1 до 4т та середнього AvroRJ85, C-130Q і L-100-30 до 30 т. Лише в пожежонебезпечний період додатково залучається невелика кількість важких літаків DC-10, вантажопідйомністю вогнегасної рідини до 46 т.

В Україні в 1990-1994 роках КБ Антонова розробили досить вдалий пожежний літак Ан-32П з двома зовнішніми баками сумарним об'ємом 8т, у кожному два відсіки по 2т. Не пройшовши ще повної програми льотних випробувань, три літака Ан-32П з екіпажами льотчиків-випробувачів були залучені до гасіння масштабних лісових пожеж в Іспанії. 6 липня 1994 року з одним з літаків сталася авіаційна катастрофа. У день авіаційної події екіпажем було виконано 10 заходів на скидання вогнегасної рідини на один і той же осередок пожежі, 11-й виконувався на новий з більш інтенсивною лісовою пожежею та складним рельєфом місцевості. Наведення на бойовий курс здійснювалося з іспанського вертольоту супроводу. Крім цього, вихід на бойовий курс здійснювався проти сонця у напрямку на гору. Скидання вогнегасної рідини здійснювався з надто малої висоти в умовах інтенсивної турбулентності повітряних потоків. Під час скидання води літак зачепив дерева, втратив керованість і впав та зіткнувся з землею. Причиною катастрофи стала ціла низка помилкових дій учасників гасіння пожежі – корегувальника на вертольоті та льотного екіпажу, а не відмова авіаційної техніки чи маневрені можливості літака.

Не на перевагу пожежним літакам, а як самостійний та ефективний протипожежний засіб, починаючи з середини 40-х років минулого століття в світовій практиці гасіння пожеж стали застосовуватися пожежні вертольоти (з 1945 р. у США та з 1946 р. в Канаді). Початково, як і літаки, вертольоти переважно були задіяні для моніторингу пожежних ситуацій, пізніше, використовуючи переваги стосовно умов виконання злету і посадки, – як транспортні засоби, здатні доставляти аварійно-рятувальні і пожежні команди, вантажі та різноманітні мобільні засоби вогнегасного впливу на палаючі осередки.

На сучасному етапі розвитку пожежної авіації вертольоти у варіанті комплектування як пожежного засобу використовуються у



багатьох країнах світу. Пріоритетом цього типу повітряних суден є можливість скидання вогнегасної рідини безпосередньо на палаючі осередки та прокладання змочених загороджувальних смуг у здовж палаючої крайки, особливо у важкодоступних місцях, а також здатність приземлятися на невеликих відкритих майданчиках, невибагливих до їх попередньої підготовки для виконання злету і посадки. Більшість вертольотів, що залучаються до боротьби з вогнем, використовуються водозливні пристрої, які встановлюються на ті їх типи, на яких є дозвіл та відповідне обладнання транспортування вантажів на зовнішній підвісці. Водночас, перспективним рішенням розвитку спеціальної гвинтокрилої авіації є розміщення водозливних баків всередині фюзеляжу для важких вертольотів та під фюзеляжем для машин середнього і легкого класів. Вертольоти легкого класу можуть суміщати транспортні, розвідувально-корегувальні та десантні функції із здатністю прямого гасіння зі скиданням вогнегасної рідини до 1т. Максимальної популярності у світовій практиці набули багатоцільові пожежні вертольоти середнього класу, що в більшості випадків використовують для доставки вогнегасної рідини водозливні пристрої на зовнішній підвісці масою від 1 до 5т, або до 30 екіпірованих вогнеборців з ручними засобами гасіння. Важкі вертольоти здатні доставляти у внутрішньо-фюзеляжних баках вогнегасну рідину масою понад 5т для формування смуги локалізації палаючих осередків.

На даний час у багатьох країнах світу, особливо зі складною структурою рельєфу місцевого ландшафту, напруженого трафіку на гірських автомобільних дорогах основною силою оперативної доставки пожежних команд чисельністю від 5 до 15 пожежних десантників та локалізації і ліквідації палаючих осередків є легкі і середні пожежні вертольоти, з водозливними пристроями на зовнішній підвісці. Водночас, активно вивчаються і питання заміни підвісних ВЗП на більш зручні модульні системи пожежогасіння, що розміщуються в середині вантажної кабіни або у підвісних баках під днищем фюзеляжу. Така позиція продиктована в контексті підвищення ефективності дій пожежних вертольотів та рівнем безпеки виконання водозабору, доставки вогнегасної рідини та її скидання. Якщо для водозабору ВЗП

на зовнішній підвісці необхідно мати глибину водойми мінімум 0,5 м, то для забору води у вмонтовані баки достатньо глибини 0,25 м. Не менш важливим є й питання безпеки виконання польоту з ВЗП на зовнішній підвісці. Статистика наводить непоодинокі приклади, коли зовнішньою підвіскою чіпляють лінії електропередачі, дерева, наносять пошкодження наземній пожежній техніці, травмують людей на землі. Очевидно, що у цьому контексті пожежні вертольоти з внутрішньо збудованими водозливними системами більш безпечні.

Перспективним напрямком розвитку пожежної авіації є застосування дистанційно пілотованих авіаційних комплексів. На перший погляд відсутність пілота не має дати ніяких переваг в контексті виконання завдань пожежогасіння, більше того, ускладнює процес ефективного впливу на рухому палаючу крайку природної пожежі. Однак дистанційно пілотовані авіаційні комплекси у поєднанні з технологією оперативного формування 3D-карт місцевості, дає новий і потужний інструмент для боротьби з пожежами з повітря. Передбачається, що після завантаження в пам'ять ДПАК картографічної інформації та попередньо розрахованих параметрів маршруту, вони будуть здатні здійснювати формування протипожежного бар'єру заданої конфігурації палаючої крайки. Водночас зовнішній пілот може спрямувати скидання вогнегасної рідини на окремі палаючі осередки, отримуючи від керівника гасіння пожежі інформацію загального плану щодо характеру і розвитку пожежі та дистанційно вносити відповідні корегування в on-line режимі.

Важливою перевагою застосування пожежних ДПАК є повна відсутність ризику життю зовнішнього екіпажу та можливість цілодобового проведення операції з протидії масштабній вогняним стихіям, що виникають в екосистемах. Адже вихід пілотованого пожежного повітряного судна на бойовий курс у нічний час доби зі скидання вогнегасної рідини на гранично малій висоті та критичній швидкості може супроводжуватися спотвореним сприйняттям льотним екіпажом обстановки в районі палаючого осередку. Тому в більшості країн світу заборонено використовувати пожежну авіацію за півгодини до сходу сонця та понад півгодини після його заходу.

Вже на другому десятку років ХХІ століття в різних країнах ведуться пошуково-дослідні та випробувальні заходи щодо створення ДПАК, здатних здійснювати безпосереднє гасіння палаючих об'єктів (рис.1.46). Так у США розроблено пожежний дрон-підпалювач [7]. З його допомогою здійснюється зустрічний підпал контрольованої зони шляхом скидання з підвітряної сторони начинені порошком перманганату калію та рідкого гліцерину пластикові кульки, які внаслідок хімічної реакції виступають в якості каталізатора вогню.

Останнім часом особливо актуальним постає питання застосування в якості засобів пожежогасіння дистанційно пілотованих літальних апаратів вертолітного і літакового типів, обладнаних контейнерами, начиненими вогнегасними порошковими сумішами, або струменевими системами пожежогасіння [7]. Основними способами застосування таких безпілотних авіаційних комплексів можуть стати окрім повітряної розвідки і моніторингу, скидання вогнегасної рідини на важкодоступний палаючий осередок, контейнерне «бомбардування» вогнегасними порошковими сумішами, штучний підпал та організація випаленої смуги локалізації пожежі.



Рис. 1.46. Дрон-підпалювач американського виробництва



## **РОЗДІЛ II. ПОЖЕЖІ В ЕКОСИСТЕМАХ ЯК ОБ'ЄКТ ЗАСТОСУВАННЯ СПЕЦІАЛЬНОЇ АВІАЦІЇ**

### **2.1. Надзвичайні ситуації, пов'язані з пожежами в екосистемах України, та їх наслідки**

Екосистеми за складом середовища поділяють на три типи: біотичного, абіотичного й антропоїчного [8] (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Екосистема як життєве середовище співіснування певних видів живих організмів у гармонічній єднанні з неживою природою

*Біотичне* – це сукупність живих організмів, які отримують первинну енергію для існування в наслідок фото- і хіміосинтезу (автотрофи) або такі, що одержують енергію з процесів окислення органічної речовини (продуценти і гетеротрофи).

*Абіотичне* – це чинники неживої природи, сукупність неорганічних умов (середовищних факторів) проживання організмів.

*Антропоічне* – це середовище, зміни проживання живих організмів в якому відбуваються під впливом діяльності людини.

Серед усіх типів наземних екосистем найбільш поширеними і найціннішими є ліси. Запас рослинної маси в лісових екосистемах становить 82% фітомаси Землі, а сукупний запас деревини перевищує 300 млрд. куб. м. Ліс, на відміну від багатьох інших органічних ресурсів – нафти, газу, кам'яного вугілля, а також неорганічних копалин, – відновлюваний природний ресурс.

У лісах планети зростає понад 10 000 видів дерев, чагарників і ліан, під наметом яких ростуть трав'яні рослини, мохи, лишайники, плауни, хвощі, папороті, гриби. Щороку в процесі фотосинтезу ліси виробляють величезну кількість (коло 100 млрд. т органічної маси) продуктів: кислот, смол, цукрів, вітамінів, фітонцидів тощо. З лісової сировини виробляють понад 200 тис. найменувань різних продуктів.

Під поняттям «ліс» розуміють елемент географічного ландшафту, який складається з сукупності деревних, чагарникових і трав'яних рослин, біологічно взаємопов'язаних у своєму розвитку, які впливають один на одного і на зовнішнє середовище. З екологічної точки зору, ліс – це наземна екосистема, у якій панівною рослинною життєвою формою є деревні рослини. Лісові екосистеми мають найвищу екологічну стійкість і справляють найбільший вплив на зовнішнє середовище, порівняно з іншими наземними екосистемами. Україна має дивовижний лісовий рекреаційний потенціал (рис. 2.2).

Територія Карпат, Волині, Криму є унікальними за формами рельєфу, річок, озер, рідкісному поєднанню видів рослин і тварин та їхніх співтовариств. За даними державного обліку лісів площа земель лісового фонду в Україні становить 10,8 млн. га, з яких 9,5 млн. га вкриті лісовою рослинністю. Лісистість (частка вкритих лісовою рослинністю

земель у загальній площі території України) становить 15,6 % і є нижчою, ніж в багатьох країнах Європи. До того ж, цей показник значно коливається в регіональному розрізі (рис.2.3).



Рис. 2.2. Характеристика лісового рекреаційного потенціалу України

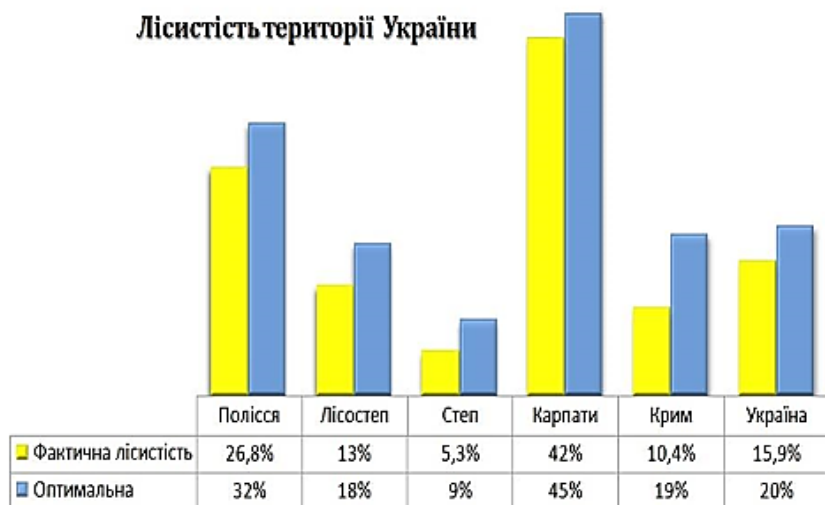


Рис. 2.3. Номограма характеру лісистості території України

Ліси України охоплюють 3295 територій та об'єктів природно-заповідного фонду площею 1327,8 тис. га, у т.ч.:

- 13 природоохоронних установ, серед яких 6 природних заповідників площею 79649 га 6 національних природних парків площею 70843 га і 1 господарство-парк площею 109 га;
- 1498 заказників площею понад 634,3 тис. га;
- 1164 пам'ятки природи площею 13,5 тис. га;
- 33 регіональних ландшафтних парки площею 177,4 тис. га;
- 525 заповідних урочищ площею 85 тис. га;
- 16 дендрологічних парків площею 0,4 тис. га;
- 47 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва площею 3,6 тис. га.

Хвойні насадження займають 42,2 %, твердолистяні - 43,3, м'яколистяні - 13,6, інші деревні породи - 0,5, чагарники - 0,4 % від вкритих лісовою рослинністю земель. За площею лісів, лісистістю території та запасами деревини Україну цілком обґрунтовано відносять до лісодефіцитних країн.

Сучасний період розвитку суспільства характеризується все більшими протиріччями між людиною і навколишнім середовищем. Посилення ненормованого рекреаційного навантаження на ліси призводить до зростання кількості та збільшення масштабів лісових пожеж, які є другим глобальним чинником їх знищення та пригнічення після вирубування. Вони приводять до виникнення стихійних лих, катастроф, пожеж і надзвичайних ситуацій, наслідки яких можуть бути жахливими. В Україні кожна третя пожежа виникає у природних екосистемах, а це в середньому понад 27 тис. пожеж за рік на загальній площі понад 25 тис. га.

Масштабність пожеж у природних ландшафтах України передусім зумовлена наступними факторами:

- зміною клімату, внаслідок чого в останні роки сформувались умови високої вразливості природних екосистем до пожеж;
- значним використанням з боку населення, агропідприємств та фермерів весняних та осінніх палів як способу ліквідації рослинних залишків на полях і городах;

- відсутністю здійснення належних протипожежних заходів з боку власників та орендарів земель сільськогосподарського призначення;
- недотриманням вимог правил пожежної безпеки з боку постійних лісокористувачів, громадян, підприємств та організацій;
- недостатньою координацією та взаємодією між постійними лісокористувачами, установами природно-заповідного фонду, органами влади, органами місцевого самоврядування;
- застарілими вимогами до проведення протипожежних заходів в лісах;
- недостатньою матеріально-технічною базою окремих постійних лісокористувачів;
- відсутністю оперативної реакції з боку постійних лісокористувачів, органів державної влади та місцевого самоврядування на різке погіршення погодних умов які створювало ризик виникнення та швидкого поширення пожежі.

Масштабні пожежі завдали катастрофічних збитків українським лісам у 2020 році – Україна втратила майже 40 тис. га лісу. У такій кількості лісові насадження не гинули жодного разу за попередні 10 років. Головним винуватцем антирекорду стали лісові пожежі (рис.2.4) [21, 22, 24].

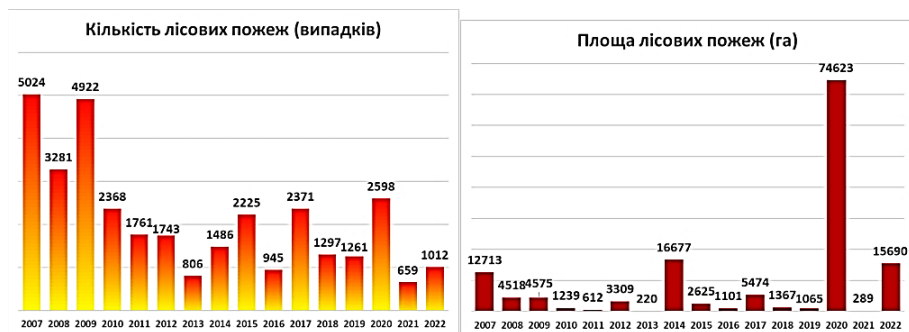


Рис. 2.4. Кількісні показники лісових пожеж в Україні за період 2007 – 2022 років

За даними ДСНС України кількість пожеж у природних екосистемах у 2020 році збільшилася майже на 50 %, а загальна площа



пройдена вогнем – у 4 рази (у 2020 році – 23791 пожежа на загальній площі 69615 га, у 2019 році – 16036 пожеж на площі 17249 га) [9].

У відкритих ландшафтах (суха рослинність, сміття, тощо) кількість пожеж збільшилася на 42 %, а площа – на 52 % (у 2020 році – 21974 пожежі на площі 24538 га, у 2019 році – 15520 пожеж на площі 16125 га). Вже на початку березня 2020 року в Україні відбувалося 50–100 пожеж на перелогах, полях, заплавах і в лісах щоденно. Перша велика пожежа 2020 року сталася 27 березня на західному кордоні Зони відчуження (площею 750 га).

Катастрофічні пожежі зумовили прийняття законодавчих актів та рішень на рівні Верховної Ради України, Кабінету Міністрів України спрямованих на вирішення проблеми [10].

До надзвичайних ситуацій, пов'язаних з пожежами в екосистемах відносяться лісові (ландшафтні, степові), а також пожежі на сільськогосподарських угіддях. Одним з характерних прикладів надзвичайної ситуації, пов'язаною з ландшафтною пожежею можна навести пожежу в Луганській області, яка сталася 6 липня 2020 року, ліквідувати наслідки якої вдалося лише в жовтні того ж року. Пожежа знищила сотні гектарів хвойного лісового масиву. Згоріли вщент або були пошкоджені частково близько 600 будинків. Лише за офіційними даними, в пожежі загинуло 11 людей, ще одна людина згодом померла в лікарні від опіків.

Нажаль людська діяльність часто спричиняє деградацію природних екосистем на значних площах, що викликає порушення природного кругообігу речовин та енергетичних потоків на планеті, тобто динамічної рівноваги біосфери. У наш час речовинно-енергетичний обмін між суспільством та природою досяг таких величезних масштабів, а всі природні та соціально-економічні компоненти глобальної соціоекосистеми виявились настільки взаємопов'язаними, що будь-який, навіть порівняно незначний, антропогенний вплив на той чи інший природний компонент охоплює соціоекосистему в цілому і викликає непередбачені, часто далекосяжні негативні наслідки.

У зазначеному контексті, реагуючи на масштабне лихо, експерти

активно просували думку про те, що слід змінити підхід до боротьби з лісовими пожежами. Зокрема, пропонувалося робити акцент на своєчасному виявленні займання, щоб його гасити на початковій стадії, коли це можна зробити порівняно легко. Загалом збитки, яких вогонь завдав довкіллю, обчислюються в мільярди гривень. Окрім зазначеного, до щорічного зростання пожежної небезпеки в лісах, зумовленого глобальним потеплінням, у 2022 році додалися ще й пожежі в лісових масивах, викликані бойовими діями, обстрілами, а також наявністю замінованих територій із значною кількістю вибухонебезпечних предметів. За 2022 рік в лісах України ліквідовано 1012 пожеж на площі 15,7 тис. га, що у 1,5 рази більше за кількістю та у 54 рази – за площею загорянь порівнюючи з попередніми роками, а збитки склали 439 млн гривень.

Надзвичайні ситуації в екосистемах слід розглядати як сукупність суттєвих порушень нормальних умов перебування в ній людей та інших живих організмів, у контексті отримання первинної енергії фото- і хіміосинтезу та окислення органічних речовин на території їхнього проживання. Наслідками таких порушень в екосистемах частіше за все стає забруднення навколишнього середовища токсичними речовинами, викликане масштабними лісовими пожежами, що зумовлюють загибель усієї флори та фауни.

Лісові пожежі являють собою неконтрольовані пожежі, які поглинають великі площі лісів або інших видів рослинності. Основним горючим матеріалом в них є деревина і прикоренева рослинна підстилка та вітер, який суттєво впливає на характер їх розвитку. Такі пожежі можуть бути спричинені як природними явищами, так і виникати в результаті діяльності людини. У першому випадку вони виникають унаслідок ударів блискавки в екстремальних посушливих умовах з високими температурами, але більшість з них, як відмічалось вище, спричинені випадковою чи навмисною дією людини.

Особливістю деяких екосистем є те, що для них вогонь є однією з їхніх функціональних характеристик і певні види рослинної флори пристосувались до періодичних пожеж і навіть залежать від вогню. Наприклад, у середземноморських саванах та лісах періодично

виникають вигорання, що оновлюють рослинність і сприяють проростанню чи відродженню деяких видів.

Основними характеристиками, що принципово впливають на визначення раціонального складу залучених сил і засобів, стратегії гасіння та найбільш небезпечного напряму просування пожежі, в контексті зосередження основних зусиль, є метеорологічні умови. У цьому сенсі основними структурно-характеристичними елементами пожежі визначають фронт, фланги палаючої крайки та тилова частина пожежі в цілому [5]. З початкової точки пожежі вогонь поширюється в усіх напрямках лісової площі, але остаточно домінуючий напрямок її розповсюдження визначає напрямок і сила вітру.

Фронт палаючої крайки – це передній край вогню за домінуючим напрямком вітру, де полум'я більш потужне з характерними язикоподібними спалахами вогню. Останні являють собою поздовжні продовження фронту, що стрімко охоплюють і розширюють зону пожежі.

Фланги – це бокові частини палаючої крайки по відношенню до фронту, де вітряні потоки впливають на її форми збоку. У цій області інтенсивність пожежі нижча, а її просування повільніше.

Тилова частина пожежі характеризується залишковими палаючими осередками та вторинними вогнищами. В цій зоні полум'я стає не таким інтенсивним, оскільки більша частина палаючого матеріалу згоріла.

Для екосистем, де пожежа є частиною їх природної динаміки, наслідки, як правило, позитивні. Однак у більшості випадків лісові пожежі мають вкрай негативно впливають на всі складові екологічної системи, зменшуючи її біорізноманіття. Вогонь спричиняє загибель рідкісних видів рослин і тварин та інших організмів, таких як гриби, мохи, лишайники, папороті. Відбувається загальна деградація середовища, багато видів тваринного світу змушені мігрувати, щоб вижити. Зникнення або деградація рослинного покриву та органічних речовин ґрунту збільшує стік дощової води, зменшуючи інфільтрацію. Тому запаси підземних вод зменшуються. Водночас, зі зменшенням площі лісу зменшується і його здатність сприяти формуванню умов

виникнення дощу та насиченню вологістю навколишнього середовища.

Оскільки під час масштабної пожежі ґрунт втрачає значну частину рослинного покриву, зростає його ерозія. Окрім того, вогонь зменшує вміст органічних речовин в ґрунті, а тому вкрай негативно впливає на його біологічну активність, вміст вологи та здатність до іонообміну мінеральних речовин.

Масштабні та довготривалі лісові пожежі роблять свій негативний внесок і в проблему зростання глобального потепління. Ліси, що захоплюють і утримують атмосферний вуглець, знищуються. Замість нього виділяється його двоокис у вигляді  $\text{CO}_2$ , що створює так званий парниковий ефект.

Лісові пожежі, особливо масштабні проявляються також і в економіці через втрати у виробничих процесах будівельної, меблевої, целюлозної та інших галузей, потерпають також житлова інфраструктура та мережа високовольтних ліній постачання електроенергії.

В залежності від територіального поширення, обсягів заподіяних або очікуваних економічних збитків, кількості людей, які загинули, розрізняють чотири рівня надзвичайних ситуацій, пов'язаних з пожежами в екосистемах:

- надзвичайна ситуація державного рівня – це надзвичайна ситуація, яка розвивається на території двох та більше областей (Автономної Республіки Крим, міст Києва та Севастополя) або загрожує транскордонним перенесенням, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріали і технічні ресурси у обсягах, що перевищують власні можливості окремої області (Автономної Республіки Крим, міст Києва та Севастополя), але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету;

- надзвичайна ситуація регіонального рівня – це надзвичайна ситуація, яка розвивається на території двох або більше адміністративних районів (міст обласного значення), Автономної Республіки Крим, областей, міст Києва та Севастополя або загрожує перенесенням на територію суміжної області України, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах,

що перевищують власні можливості окремого району, але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету;

- надзвичайна ситуація місцевого рівня – це надзвичайна ситуація, яка виходить за межі потенційно-небезпечного об'єкту, загрожує поширенням самої ситуації або її вторинних наслідків на довкілля, сусідні населені пункти, інженерні споруди, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості потенційно небезпечного об'єкта, але не менше одного відсотка обсягу видатків відповідного бюджету;

- об'єктового рівня — це надзвичайна ситуація, фактори якої не підпадають під названі вище визначення.

Класифікації підлягають не всі небезпечні події, а лише ті, що відповідають пороговим значенням ознак надзвичайних ситуацій, визначених наказом МВС України від 06.08.2018 № 658 «Про затвердження Класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій». Залежно від причин походження та характеру поширення небезпечних факторів з використанням Державного класифікатора ДК 019-2010 визначається клас, підклас і група надзвичайної ситуації на засадах послідовного кодування з використанням ієрархічно представлених блоків ідентифікації і назв класифікаційних угруповань, представлених у формі цифрового коду з 5 розрядів (рис. 2.5).

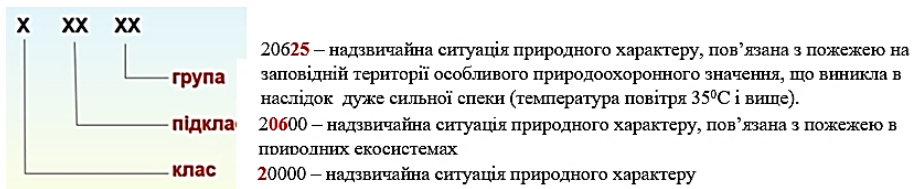


Рис. 2.5. Класифікація надзвичайних ситуацій природного характеру за походженням у формі ієрархічного, послідовного, п'ятизначного коду

Алгоритм класифікації надзвичайної ситуації складається з трьох етапів:

- віднесення події за вище наведеним пороговим значенням до надзвичайної ситуації;

- класифікація її за походженням;
- класифікація за рівнем.

За походженням надзвичайні ситуації бувають:

- техногенні (позначаються цифровим кодом – 10000);
- природні (позначаються цифровим кодом – 20000);
- соціальні (позначаються цифровим кодом – 30000);
- воєнні (позначаються цифровим кодом – 40000).

З метою забезпечення організації взаємодії центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ та організацій при вирішенні питань, пов'язаних з надзвичайними ситуаціями та ліквідацією їх наслідків, класифікація надзвичайних ситуацій здійснюється відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 24 березня 2004 р. № 368 «Порядок класифікації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру за їх рівнями». Для цього необхідно порівняти фактичні наслідки події (кількість загиблих людей, масштаби порушення життєдіяльності населення, функціонування транспорту, об'єктів виробничої сфери, забруднення навколишнього середовища та ін.) з встановленими цим документом, а саме:

- територіальне поширення й обсяги технічних та матеріальних ресурсів, що необхідні для ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;
- кількість людей, які постраждали або умови життєдіяльності яких було порушено внаслідок надзвичайної ситуації;
- розмір заподіяних (очікуваних) збитків.

За цим наказом до надзвичайних ситуацій державного рівня відносяться:

- така, що поширюється або може поширитися на територію інших держав, чи двох і більше регіонів України, а для їх ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цих регіонів, але не менш як один відсоток від обсягу видатків відповідних місцевих бюджетів;
- яка призвела до загибелі понад 10 осіб або внаслідок якої постраждало понад 300 осіб, чи було порушено нормальні умови життєдіяльності понад 50 тис. осіб більш як на 3 доби;
- така, внаслідок якої загинуло понад 5 осіб або постраждало понад

100 осіб, чи було порушено нормальні умови життєдіяльності понад 10 тис. осіб на більш як на 3 доби, а збитки перевищили 25 тис. мінімальних розмірів заробітної плати;

- та, збитки від якої перевищили 150 тис. мінімальних розмірів заробітної плати.

До надзвичайної ситуації регіонального рівня відноситься:

- така, що поширилась на територію двох чи більше районів (міст обласного значення), областей, а для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують можливості цих районів, але не менш як один відсоток обсягу видатків відповідних місцевих бюджетів;

- призвела до загибелі від 3 до 5 осіб або внаслідок якої постраждало від 50 до 100 осіб, чи було порушено нормальні умови життєдіяльності від 1 тис. до 10 тис. осіб більш як на 3 доби, а збитки перевищили 5 тис. мінімальних розмірів заробітної плати;

- збитки від якої перевищили 15 тис. мінімальних розмірів заробітної плати.

Місцевого рівня визнається надзвичайна ситуація:

- коли вона вийшла за межі територій потенційно небезпечного об'єкта, загрожує довкіллю, сусіднім населеним пунктам, інженерним спорудам, а для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості потенційно небезпечного об'єкта;

- внаслідок якої загинуло 1 — 2 особи або постраждало від 20 до 50 осіб, чи було порушено нормальні умови життєдіяльності від 100 до 1000 осіб більш як на 3 доби, а збитки перевищили 0,5 тис. мінімальних розмірів заробітної плати;

- збитки від якої перевищили 2 тис. мінімальних розмірів заробітної плати.

Об'єктового рівня визнається надзвичайна ситуація, яка не підпадає під названі вище визначення.

Слід зазначити, що надзвичайна ситуація відноситься до певного рівня за умови відповідності її хоча б одному із значень критеріїв, наведених вище. У разі коли внаслідок надзвичайної ситуації для

відповідних порогових значень рівнів людських втрат або кількості осіб, які постраждали чи зазнали порушення нормальних умов життєдіяльності, обсяг збитків не досягає визначеного у цьому Порядку, рівень надзвичайної ситуації визнається на ступінь менше (для дорожньо-транспортних пригод — на два ступеня менше). Віднесення надзвичайної ситуації, яка виникла на території кількох адміністративно-територіальних одиниць, до державного та регіонального рівня за територіальним поширенням або за сумарними показниками її наслідків не є підставою для віднесення надзвичайної ситуації до державного або регіонального рівня окремо для кожної з цих адміністративно-територіальних одиниць. Віднесення надзвичайної ситуації до державного та регіонального рівня для зазначених адміністративно-територіальних одиниць здійснюється окремо за критеріями та правилами, зазначеними Постановою. Остаточне рішення щодо рівня надзвичайної ситуації з подальшим відображенням її у даних статистики, у тому числі у разі відсутності достатніх відомостей щодо розвитку надзвичайної ситуації, приймає спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади, до компетенції якого належить вирішення питань захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, за погодженням у разі потреби із заінтересованими міністерствами та іншими центральними органами виконавчої влади, а також з урахуванням експертного висновку (у разі його надання) регіональної комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій щодо рівня надзвичайної ситуації.

Визначення події як надзвичайної ситуації з наступною її класифікацією та встановлення підкласу і групи стає основою прийняття обґрунтованого рішення щодо залучення авіації до її локалізації та ліквідації наслідків. Авіаційні сили та засоби залучаються до виконання завдань з гасіння пожеж в зоні відповідальності територіальних органів ДСНС, за зверненнями керівників центральних і місцевих органів виконавчої влади, а також при введенні режиму надзвичайного стану, оголошення окремих місцевостей зонами надзвичайної екологічної ситуації.



## 2.2. Види і класифікація пожеж в екосистемах

Пожежні ситуації у природних екосистемах України, як правило, виникають в антициклонічному баричному полі азорського походження, орієнтованого на південь, південний схід і схід. У таких синоптичних умовах, що тривають з травня по жовтень, встановлюється малохмарна, суха, спекотна погода з великою кількістю сонячних днів. Висока температура та тривала відсутність опадів призводять до значного висушування ґрунту і створення надзвичайної пожежної небезпеки. Водночас, особливостями надзвичайних ситуацій у природних екосистемах у 2011 році було їх виникнення в лютому та листопаді, всупереч мінімальної кількості таких НС у літній пожежонебезпечний період. Так, протягом 2011 року на території країни було зафіксовано лише 4 надзвичайні ситуації, пов'язані із пожежами у природних екосистемах, що виникали в Запорізькій (1 НС, пов'язана з пожежею пшеничного поля) та Одеській (3 НС, дві з яких пов'язані з польовими пожежами і одна – зі степовою пожежею, що виникали на території Нижньо-дністровського Національного природного парку) областях.

Переважаючими видами пожеж, що виникають в екосистемах відносять лісові пожежі, а також на відкритих територіях (ландшафтні, степові) та на сільськогосподарських угіддях (полях зернових і технічних культур, тощо) (рис. 2.6). На відміну від південних, південно-східних і східних регіонів, у Карпатському регіоні пожежна небезпека проявляється в меншій мірі, але проблема збереження лісів, торф'яних родовищ та інших територій від вогню в останні роки набула особливої гостроти у зв'язку з підвищенням температури повітря і в цих регіонах, відсутністю опадів та посиленими вітрами.



Рис. 2.6. Ландшафтна пожежа на відкритій території

Залежно від характеру горіння, швидкості розповсюдження вогню та розмірів пошкодження лісу розрізняють наступні види лісових пожеж: низові, верхові та підземні [5]. Найбільш розповсюджені низові пожежі, частка яких складає близько 80% з усіх випадків можливих пожеж.

Низові пожежі виникають у результаті згорання хвойного підліску, живого надґрунтового покриву (моху, лишайника, трав'янистих рослин, напівчагарників і чагарників) та мертвого покриву або підстилки (опалого листя, хвої, кори, сушняку, хмизу, бурелому, гнилих пнів), тобто рослин та рослинних залишків, розташованих безпосередньо на ґрунті або на невеликій висоті (1,5 – 2 м) (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Низова лісова пожежа

Низові пожежі поділяються на слабкі, середньої сили та сильні. Вони характеризуються за параметрами крайки горіння і висоти полум'я [4]. Слабкі – це пожежі зі швидкістю руху фронтальної крайки вогню до 1 м/хв і висотою полум'я до 0,5 м. Середньої сили - пожежі зі швидкістю руху фронтальної крайки вогню від 1 до 3 м/хв. і висотою полум'я від 0,5 м до 1,5 м. Сильні - пожежі зі швидкістю руху фронтальної крайки вогню більше 3 м/хв і висотою полум'я більше 1,5 м.

Низові пожежі в залежності від рівня посушливості атмосфери та поривів вітру часто переростають у верхові. При цьому основним об'єктом ураження стають крони дерев.

Відмінність верхових пожеж від низових полягає в тому, що загорання виникає не тільки надґрунтового покриву, але й нижні яруси дерев та їх крони. Однак, можуть бути ще й вершинні пожежі, коли вогнем знищуються лише крони дерев (рис. 2.8).

Верхові лісові пожежі характеризуються горінням і швидким просуванням вогню по кронах дерев під час сильного вітру. Швидкість верхової пожежі іноді досягає 400-500 м/хв. Під час верхової пожежі вітер розносить палаючі іскри, створюючи нові осередки пожежі.

Верхові лісові пожежі за швидкістю поширення поділяються на:

- рухомі - пожежі, які поширюються кронами дерев зі швидкістю більше 4 км/год, значно випереджаючи фронт низових пожеж, спричиняють утворення нових осередків завдяки рознесенню іскор. Під час пожежі згорають хвоя та дрібні гілки, великі гілки і кора дерев обуглюються;



Рис. 2.8. Верхова лісова пожежа

- стійкі - пожежі, які поширюються зі швидкістю до 4 км/год кронами дерев одночасно з просуванням фронту стійкої низової пожежі.

За параметрами просування фронтальної крайки верхові лісові пожежі поділяються на:

- слабкі - пожежі зі швидкістю просування фронтальної крайки вогню до 3 м/хв;
- середньої сили - пожежі зі швидкістю просування фронтальної крайки вогню від 3 до 100 м/хв;
- сильні - пожежі зі швидкістю просування фронтальної крайки вогню більше 100 м/хв.

Встановлено, що незалежно від виду надзвичайних ситуацій, пов'язаних з пожежами в екосистемах, «сценарій» їх розгортання однаковий. Кожна надзвичайна ситуація закономірно проходить п'ять типових етапів (фаз) розвитку.

Перший етап – накопичення відхилень від нормального стану доти, поки процес не набуде певної стійкості відносно стихійного займання. У випадку надзвичайної ситуації ця стадія поступово стає небезпечною, але загорання ще не відбувається, однак її передумови вже склалися. У цей період доцільними можуть стати заходи, що зменшать ймовірність займання рослинного горючого матеріалу. Такими заходами можуть бути створення умов штучного виклику опадів, шляхом задіяння пілотованої або безпілотної авіації.

Другий етап – ініціювання надзвичайної події, такого своєрідного

«спускового гачка», що запускає в дію вражаючі фактори займання прикореневої лісової підстилki. З виявленням первинних ознак такого стану набагато ефективніше і найменш витратніше є залучення спеціальної авіації у взаємодії з наземними групами протипожежних команд для локалізації прояву таких факторів на початковому етапі їх активного розвитку.

Третій етап – прояв дії первинних (основних) факторів загоряння. У цей період відбувається розростання окремих загорянь у більш розширені палаючі осередки рослинного горючого матеріалу. Важливо розуміти, що масштаби наслідків та інтенсивність протікання цього процесу значною мірою визначаються не скільки ініціюючою подією, скільки структурою лісового масиву (хвойний, листяний, змішаний ліс, розвинені молоді або старі дерева).

Четвертий етап – дія вторинних вражаючих факторів. На цій стадії відбувається вихід пожежі за межі території одного лісового масиву, вогонь перекидається на інші прилеглі відкриті ділянки з рослинністю чагарникового типу, охоплює вогнем прибережні очерети річок і озер, загрожує населеним пунктам. На цьому етапі особливо важливим є проведення найбільш ефективних заходів локалізації подальшого розповсюдження вогню шляхом залучення найбільш потужних наземних і повітряних сил і засобів боротьби з пожежею.

П'ятий етап – дія залишкових факторів пожежі, як правило тилова зона рухомої вогняної смуги (крайки), з залишками плямистих палаючих осередків. На цій стадії здійснюється ліквідація наслідків вогняної стихії, виконуються рятувальні та інші невідкладні роботи в осередку стихійного лиха та у прилеглих постраждалих зонах. На цьому етапі надзвичайної ситуації, пов'язаної з масштабною пожежею в екосистемі здійснюється обчислення прямих і непрямих збитків, спричинених дією всіх (первинних, вторинних і залишкових) факторів ураження.

Найбільш характерними особливостями масштабних пожеж в екосистемах є:

- інтенсивні температурні градієнти повітряної маси;
- висока турбулентність повітряних потоків;
- велика швидкість розповсюдження та подолання штучних

(мінералізованих смуг) і природних перешкод (невеликих річок та струмків);

- щільна задимленість;
- паралельне виникнення чисельних невеличких палаючих осередків.

Типовий сценарій розвитку масштабної пожежі в екосистемі, як правило, складає наступні стадії:

- відхилення метеорологічних умов від середньостатистичних у напрямку збільшення кількості днів без опадів, зниження вологості повітря, посилення вітру до 8-30 м/с;
- спалахування (само займання) лісових горючих матеріалів;
- розвиток лісової пожежі до масштабної (розповсюдження і злиття багаточисельних палаючих осередків у одну обширну зону);
- догоряння лісового масиву після просування палаючої фронтальної крайки, яке супроводжується сильним задимленням та загазованістю.

За тривалими спостереженнями добовий цикл розвитку лісової пожежі характеризується наступними показниками:

- максимальна інтенсивність горіння відбувається з 9-ї до 21-ї години. Локалізувати таку пожежу вкрай складно і це вимагає докладання великих зусиль наземних і повітряних сил і засобів пожежогасіння;
- з 21-ї години до 4-х ранку спостерігається зниження інтенсивності горіння, отже ефективність боротьби з пожежею підвищується;
- з 4-х годин ранку до 6-ти горіння в основному відбувається без прояву відкритого полум'я. Цей період найбільш сприятливий для локалізації пожежі з залученням авіації;
- з 6-ти годин ранку до 9-ти інтенсивність горіння починає зростати, однак умови ефективної локалізації палаючої крайки і осередків зберігаються достатньо сприятливими в контексті ще не високого рівня турбулентності розігрітих повітряних потоків.

Для оцінки стану пожежної небезпеки використовуються різні математико-статистичні методики. Найбільш ефективною щодо

прогнозування пожежної небезпеки практиками визнана канадська система CFFDRS, побудована на засадах визначення запасу рослинних горючих матеріалів, швидкості розповсюдження та інтенсивності пожежі у типовому їх складі і стані вологості, а також моделі розвитку пожежі у типових погодних умовах. Для типових рослинних горючих матеріалів складаються математико-статистичні рівняння, з використанням яких робляться прогностичні розрахунки швидкості та інтенсивності займання лісової підстилки.

Американська національна система більш прагматична. В її основу покладено порівняння дев'яти типових моделей розвитку масштабних лісових пожеж, з наявним на даній території складом і станом рослинного горючого матеріалу та реальними метеорологічними умовами.

Французький метод заснований на щоденному вимірюванні показників температури повітря, відносної вологості, хмарності та швидкості вітру та стану вологості на поверхні рослинної підстилки. Наближеною до французької методики є й італійська, в якій додатковим елементом є оцінка сонячного опромінення. Португальський метод базується на визначенні інтегрованого індексу, який представляє собою суму щоденно вимірюваних індексів за попередні дні. Значення інтегрального індексу залежить від кількості опадів. Швидкість і напрямок вітру враховуються на завершальній стадії класифікації відповідно до місцевими умовами [11].

У контексті застосування пожежної авіації, палаючі смуги чи окремі вогняні осередки, на які передбачається скидання вогнегасної рідини, поділяють на три характерні зони: безпосереднього горіння, задимлення та високої турбулентності (рис. 2.9).

При залученні авіації до гасіння лісових пожеж важливо знати рівень задимленості та інтенсивність турбулентних потоків в районі палаючої крайки чи осередку. Ці явища суттєво впливають на стійкість роботи двигунів та керованість повітряним судном при скиданні вогнегасної рідини на бойовому курсі на мінімальних висотах і критичних режимах польоту (швидкості 230-250 км/год та куту атаки перед-штопорного звалювання).



Рис. 2.9. Зони пожежі: 1 – зона горіння, 2 – зона задимлення, 3 – зона високої турбулентності

При залученні авіації до гасіння лісових пожеж важливо знати рівень задимленості та інтенсивність турбулентних потоків в районі палаючої крайки чи осередку. Ці явища суттєво впливають на стійкість роботи двигунів та керованість повітряним судном при скиданні вогнегасної рідини на бойовому курсі на мінімальних висотах і критичних режимах польоту (швидкості 230-250 км/год та куту атаки передштопорного звалювання). Використовуючи математико-статистичні рекурентні формули можна зробити розрахунки швидкості та інтенсивності турбулентних потоків у палаючому осередку. Швидкість турбулентного потоку визначається як:

$$W_{ko} = (0,31 \div 0,52) J00,333, \text{ м/с}$$

де  $J0 = 0,2321,782 (121,2Vv0,589)$ , кВт/м – інтенсивність горіння осередку;

$Vv$  – швидкість вітру в зоні пожежі, м/с.

Наведені вище математико-статистичні підходи проведення таких прогностичних розрахунків очевидно позитивно сприятимуть визначенню попереджувальних заходів виникненню пожеж в екосистемах у контексті максимально ефективного й обґрунтованого за фінансовими і матеріальними витратами раціонального залучення наземних і повітряних сил та засобів пожежогасіння.

## 2.3 Особливості розвитку та поширення лісових пожеж на рівнинній місцевості

Серед основних чинників, що визначають особливості і характер перебігу пожеж на рівнинній місцевості є кількість високорослого сухого трав'яного покриву та лісові чагарникові зарослі. Зазначене значно підвищує ймовірність загорання небезпечного горючого матеріалу, а тривалі посушливі періоди підвищують його займистість і збільшують імовірність виникнення масштабних пожеж у таких екосистемах (рис.2.10).



Рис. 2.10. Динаміка розвитку масштабної пожежі в умовах рівнинної місцевості

У порівнянні з лісами наявні рослинні горючі матеріали на луках і чагарниках мають дуже низьку вологість, особливо в посушливі періоди. Тому інтенсивність пожеж на цих землях, що характерно для Херсонської області, є досить високою і такі пожежі швидко



поширюються. Переважаючі посушливі метеорологічні умови в таких екосистемах визначають особливості розвитку пожежі. До цих умов у першу чергу належать швидкість і напрям вітру та низька відносна вологість повітря. За цими ознаками визначено чотири типи пожеж на рівнинній степовій місцевості: слабка – швидкість розповсюдження 10 км/ год; помірна – 10-20 км/год; сильна – 20-30 км/год та екстремальна швидкість просування палаючої крайки 30 км/год.

Варто зазначити, що на ймовірність виникнення пожеж на рівнинній місцевості найменше проявляється прямий вплив температури повітря. Проте при загоранні чагарників теплота, що виділяється під час їх горіння швидко висушує поверхневу рослинність і тим самим значно розширює площу зони вигорання. Крім того, розгалужена мережа пагорбів і ярів, що характерно для рівнинної місцевості східних областей України – ще один важливий чинник, що впливає на характер розвитку пожежі. Чим крутіший схил пагорбів, тим швидше фронт вогню може просуватися вгору. Водночас яри можуть відігравати роль так званих «коридорів» безперешкодного просування вогню інколи у протилежному напрямку вітру.

На рівнинній місцевості трава найбільш поширений вид рослинного горючого матеріалу. Для палаючого травостою, характерним, як правило, є утворення значно меншої кількості звуглених матеріалів, ніж у лісових пожежах, а палаючі залишки швидко розносяться вітром на великі площі. Вогонь може поширюватися зі швидкістю до 25 км/год, а при значних поривах вітру досягати екстремальних значень до 60 км/год.

Щорічно в Україні на сотнях тисяч гектарів у природних екосистемах виникають травостою, очерету і чагарникового та великого лісу. Це стихійне лихо завдає непоправної шкоди. У вогні гине флора і фауна, комахи, звірі, птахи, знищується корені і насіння рослин у верхніх шарах ґрунту, який швидко заростає бур'янами, більш стійкими до стихійного підпалу. У вогні гине величезна кількість червонокнижних тварин і рослин, що охороняються законом, вигоряють ґрунтові мікроорганізми і гумус. Зменшується родючість ґрунту. Вигорання на ґрунті трав'яних залишків і органічних речовин супроводжується

тривалими викидами вуглецю в атмосферу, з утворенням шкідливих для людини і довкілля хімічних речовин.

Лісові пожежі є фактором впливу на лісове господарство для багатьох країн зони помірного клімату. Збитки, які вони завдають лісу, значно перевищують збитки від шкідників та хвороби дерев. А пожежі, які періодично виникають у лісах і на перелогах зони відчуження, ще й погіршують радіоекологічний стан середовища та призводять до повторного перенесення радіонуклідів. При цьому, особливо небезпечним радіаційне забруднення в наслідок випадіння часток цезію-137 і стронцію-90, які переносяться вітром і покривають великі площі, а при верховій пожежі у мінеральну частину ґрунту потрапляє 60–80% радіоактивного цезію. Подолання таких сильних і небезпечних пожеж, що мають характер стихійного лиха, примушує вводити в таких регіонах режим надзвичайної ситуації.



Рис. 2.11. Об'єкти захоронення радіоактивних відходів

Полум'я, що шириться лісом, також може загрожувати виробничим підприємствам зони відчуження, серед яких – ЧАЕС та об'єкти поводження з радіоактивними відходами (рис. 2.11). Крім того, пожежі на цій території викликають соціальне напруження, оскільки в суспільстві, з побоюванням ставиться до будь-яких надзвичайних ситуацій, які тут трапляються. Навіть за тридцять років після Чорнобильської катастрофи це місце сприймається як «скринька Пандори».

Як найбільш багатofакторне явище, доцільним є розгляд особливості розвитку і протікання лісових пожеж на рівнинній місцевості на прикладі зони відчуження (рис. 2.12). Статистика пожеж на території зони відчуження ведеться з 1993 року після появи спеціального лісogосподарського підприємства «Чорнобильліс». Власне, причиною його створення була велика пожежа 1992 року, яка призвела до усвідомлення того, що лісовим екосистемам зони відчуження потрібен особливий менеджмент.



Рис. 2.12. Лісовий покрив зони відчуження

За період з 1993 по 2018 рік на території зони відчуження зафіксовано 1566 пожеж, що охопили 20723,3 га забруднених радіонуклідами площ. Аналіз даних показує пожежні максимуми у 1995, 1999, 2002, 2009 та 2015 роках – коли територія загорань була вищою за попередній та наступний роки. У 2018 році зафіксовано 35 пожеж на площі 167,23 га. Середня площа однієї пожежі складає 4,78 га, що у 4,3 рази більше середньої площі пожежі на землях державного лісового фонду за межами зони відчуження (середня площа пожежі – 1,1 га).

Найпоширеніші місця, де виникають пожежі: хвойні ліси, перелоги, покинуті населені пункти та болота. Статистика свідчить, що 58% пожеж за кількістю або 56% за площею відбуваються не в лісах, а на перелогах. Це землі колишніх сільськогосподарських угідь, переважно вкриті трав'янистим рослинним покривом. Кількість пожеж у лісових масивах складає 33%, а їх площа – 41%. У населених пунктах пожежі складають 8%. Середня площа лісових пожеж є вищою, ніж на перелогах і в населених пунктах: вона становить 25,56 га, а середня площа пожеж на перелогах – 10,95 гектара. Проте, якщо не враховувати

катастрофічної пожежі 2015 року, то середні площі пожеж у лісах і на перелогах є однаковими й становлять 2,9 гектара.

Упродовж останніх років відбувається поступове збільшення частки лісових пожеж і зменшення їхньої частки на перелогах. Так, якщо частка лісових пожеж до 1999 року не перевищувала 20%, то після 2005-го їхня частка за площею перевищує 50%, а за кількістю – 40%. У свою чергу, частка пожеж на перелогах зменшилася за кількістю із 70–90% до 50–60%, а за площею – до 20–50%. Ця тенденція відображає розвиток рослинного покриву: крок за кроком ліс насувається на відкриті ландшафти. Найбільш пожежонебезпечними місяцями є квітень – травень. У цей період відбувається 46,8% усіх пожеж, а їхня площа сягає 64,9%. Упродовж пожежонебезпечного періоду найбільші середні площі пожеж спостерігаються у березні – травні. В інші місяці середня площа пожеж нижча за середню.

Пожежі відбуваються по всій території зони відчуження, проте найчастіше вони фіксуються у місцях перебування персоналу і відвідувачів (уздовж доріг, поблизу населених пунктів) та у південній частині території.

Найбільшу небезпеку становлять великі пожежі. Згідно зі статистикою, на території зони відчуження за період 1993–2018 років зафіксована 121 велика пожежа (5–200 га) і 3 – особливо великі пожежі (понад 200 га). Великі лісові пожежі відбуваються щороку. У 2018 році зафіксовано два таких випадки: 21 квітня у Дитятківському лісництві на площі 9,5 га та 5 червня у Корогодському лісництві на площі 128 гектарів. Останні особливо великі пожежі сталися 2015 року.

Зона відчуження географічно належить до правобережної частини Українського Полісся. Її природний вигляд має типові для цього регіону риси: рівнинний характер місцевості, висока зволоженість, наявність великої кількості річок та боліт, значна лісистість. Безперечно, рослинний світ, який вкриває усі ділянки земної поверхні – від сухих піщаних пагорбів до боліт – представлений різноманітними формами угруповань – від змішаних лісів до перелогів, подібних степу. Видовий склад налічує 1200 видів вищих рослин, 200 видів мохів, 120 видів лишайників. Рослинний покрив зони відчуження та зони обов'язкового

відселення створюють ліси (60%), луки (10%), болота (5%) та перелоги на місці сільгоспугідь і невеликих населених пунктів (25%). Відповідно, ліси поділяються на соснові, дубово-соснові, дубові, грабово-дубові та вільхові.

Рослинний покрив у зоні відчуження відіграє свою роль у нерозповсюдженні радіонуклідів. Рослини виконують багато функцій у ландшафті: фіксують сонячну енергію й утворюють первинну біомасу, створюють середовище для підтримання біорізноманіття, регулюють поверхневий стік та локальний клімат.

Серед іншого, рослинний покрив у зоні відчуження відіграє свою роль у нерозповсюдженні радіонуклідів. Останні накопичуються у рослинній біомасі, звідки вивільняються лише після їхньої загибелі та розкладанні тканини. Так, дерева фіксують радіонукліди у стовбурі на десятки, а іноді й сотні років. Аналіз даних з різних джерел показує, що річне винесення радіонуклідів за межі зони відчуження та їхнє депонування у рослинній біомасі – величини одного порядку. Іншими словами, кількість радіонуклідів, яка щорічно фіксується у біомасі, співвідносна з щорічним річковим виносом.

Щільний рослинний покрив закріплює поверхневий шар ґрунту, тим самим перешкоджає підйому пилу та забрудненню приземного шару атмосфери. Останні пилові бурі на території зони відчуження були зафіксовані наприкінці 80-х років ХХ ст. і відтоді не виникали. Ліси також зменшують поверхневий стік води до річок. Отже, рослинний покрив стабілізує стан навколишнього середовища та згладжує наслідки екстремальних природних явищ.

На сьогодні рослинний покрив є одним із бар'єрів, поруч з геологічним середовищем та інженерними спорудами (ПЗРВ, ПТЛРВ та об'єкт «Укриття»), які стабілізують радіаційну ситуацію всередині зони відчуження та зменшують надходження радіонуклідів на прилеглі території.

Однак під час пожеж цей бар'єр руйнується і стає джерелом забруднення. З димом та частинками золи в атмосферу потрапляють радіоактивні речовини, збільшуючи ризик інгаляційного надходження радіоактивних речовин до організму людини. Втім, поширене уявлення

про радіоактивні хмари, що виникають внаслідок пожеж, не підтвердилось реальними спостереженнями. Різке збільшення концентрації радіоактивних аерозолів відзначалось безпосередньо біля лінії вогню. На відстані кількох кілометрів показники радіаційного стану були у межах сезонних показників. Тому під час пожеж 2015 та 2018 років евакуація персоналу ЧАЕС і підприємств зони відчуження не проводилась. Лише обмежувалось відвідування території зона з пізнавальною метою. Залучений на гасінні пожежі особовий склад, в тому числі й екіпажу повітряних суден, що залучалися до пожежогасіння та аварійно-рятувальних робіт, мав засоби індивідуального захисту.

У довгостроковій перспективі лісові пожежі є основним фактором, здатним значно інтенсифікувати міграційні процеси. Після верхової пожежі у мінеральну частину ґрунту потрапляє 60–80% радіоцезію. В той час як в нормальних умовах ця величина становить 20–40%. Знищення деревостану та деструкція лісової підстилки призводить до перенесення радіоактивних речовин на пилових частках на далекі відстані.

Для забезпечення пожежної безпеки лісів зона відчуження має різні ресурси. Перш за все – організаційні. Це дві частини ДСНС, розташовані у Чорнобилі та с.м.т. Поліське. Крім того, у складі ДСП «Північна пуша» є чотири лісові пожежні станції. Інфраструктура містить вісім пожежно-спостережних веж. Територія регулярно патрулюється співробітниками відділу охорони природно-заповідного фонду Чорнобильського радіаційно-екологічного біосферного заповідника, особовим складом підрозділів МВС та ДПСУ. Особливо в пожежонебезпечні періоди, для проведення моніторингових заходів з повітря, залучається авіація ДСНС. За результатами наземного патрулювання та повітряного моніторингу, як превентивні заходи, створюються протипожежні мінеральні смуги, довжина яких складає 1200 кілометрів.

Радіаційний контроль ситуації забезпечує 13 пунктів контролю приземного шару атмосфери ДСП «Екоцентр» та мобільний пристрій для відбору проб повітря у місцях гасіння вогню. Як показав досвід гасіння пожеж у 2018 році, наявних ресурсів достатньо для забезпечення

радіаційно-дозиметричного контролю підрозділів ДСНС, залучених із-за меж зони відчуження.

Великі пожежі, що спалахували у зоні відчуження, не є унікальними. При формуванні критичних погодних умов, аналогічних умовам 1992 та 2015 років, існує висока ймовірність їхнього повторення. У такому разі ймовірна площа загоряння має визначатися як з урахуванням погодних умов, так і оперативністю дій наземних сил протипожежної охорони лісів та пожежних повітряних суден при їх базуванні на основному та оперативних аеродромах. В наявних умовах лісові пожежі є складовим фактором екологічної ситуації зони відчуження.

Виходячи з накопиченого практичного досвіду, дуже доречним є перегляд чинного порядку реагування на лісові пожежі. У цьому контексті формується нова інфраструктура контролю території на базі сучасних технологій (ГІС, дистанційні методи, безпілотні літальні апарати). Закуповується нова техніка. Розробляються нові регламенти дій на основі міжнародного досвіду із залученням експертів та науковців.

У цьому контексті, провадження авіаційних технологій гасіння пожеж, що виникають у степових та рівнинних екосистемах дають можливість досягти значної ефективності проведення послідовних атак з повітря при формуванні смуги локалізації палаючої крайки. Особливо високі показники ефективності досягаються послідовними діями пожежних літаків Ан-32П з десяти, п'ятнадцяти хвилинними інтервалами між скидами по чотири тони вогнегасної рідини.

## **2.4. Особливості розвитку та перебігу лісових пожеж на місцевості складного та гірського характеру рельєфу**

Лісові пожежі в гірських місцевостях є найнебезпечнішим явищем, які інколи сягають масштабів стихійного лиха. Найбільших збитків пожежі завдають гірським лісам у карпатському та кримському заповідних регіонах України [12]. Особливістю цих природних заповідників є ті обставини, що головною лісотвірною породою на

більшій частині їхньої території є хвойні дерева, які мають істотну ваду – високу горючість. Питанням впливу пожеж на лісові системи в заповідниках присвячена значна низка досліджень, але вони мають вибірковий характер і стосуються вивчення змін в екології довкілля здебільшого після низових пожеж. Характер пожеж та величина площі з ураженою рослинністю залежить від багатьох обставин – часу виникнення (за характеристикою пожежонебезпечного періоду), погодних умов під час виникнення пожежі, характеристики насадження (породи, наявності густого різновікового поновлення, наявності горючого матеріалу на поверхні ґрунту), рельєфу місцевості, наявності дорожньої мережі та оперативності лісової пожежної служби. Аналіз чисельності їх виникнення за періодами і часом року за звітними даними в останні 20 років свідчить про те, що закономірностей щодо частоти і масштабів пожеж не виявлено і кількість пожеж на рік є абсолютно випадковою величиною.

Складний рельєф місцевості, особливо гірський своєрідно впливає на умови виникнення, характер та інтенсивність розповсюдження лісових пожеж. На протязі дня, залежно від того як сонячні промені прогрівають земну поверхню відбувається підйом повітряних потоків уздовж балок і ярів у напрямку їх височини та гірських ущелин до їх вершин (рис.2.13). Тому з ранку та протягом дня повітряні потоки спрямовані вгору вздовж схилів. У вечері та в ночі потоки повітря змінюють свій напрям на протилежний. Аналогічно відбувається і рух вітру: в день – вгору по схилах, в ночі – вниз.

В умовах гір особливими труднощами щодо застосування авіації є специфічний характер теплових турбулентних потоків, а неоднорідність лісового ландшафту призводить у більшості випадків до швидкого переходу низової пожежі у верхову. В горах напрямок і швидкість розповсюдження вогню залежить від загального спрямування схилів та їх крутості. Так при крутості схилу 50 швидкість розповсюдження палаючої крайки збільшується в 1,2 рази, при 100 – в 2,1, при 200 у 2,9, а при крутості схилу у 250 швидкість розповсюдження вогню збільшується в 4,1 рази. На початковому етапі підйому по схилах вгору вогонь розповсюджується нижньою частиною гілок і стовбурів дерев з



поступовим переміщенням на основну крону і перетворення пожежі у верхову. При цьому відчувається значне зростання швидкості і турбулентності висхідних потоків.



Рис. 2.13. Динаміка лісової пожежі в гірській місцевості

Пори року теж впливають на розвиток пожежі в лісах із складним рельєфом та в гірській місцевості. Так ранньовесняні пожежі в основному мають низовий характер, розвиваються швидко і підхоплені вітром, просуваються по сухій трав'янисте-листяній прикореневій підстилці. Весняно-літні лісові пожежі теж переважно низові, але більш стійкі, під час яких згорає поверхнева пригрунтова підстилка та частково гумус. При наявності чагарників та низько розміщених гілок хвойних дерев пожежа досить швидко переростає у верхову, знищуючи всі насадження. У літку та в літньо-осінній період лісові пожежі набувають особливо стійкого характеру, знищується надгрунтова підстилка, підлісок, увесь прошарок гумусу та поверхневі корені дерев. При наявності торф'яних ґрунтів вогонь заглиблюється. У той же час відбувається переростання низової пожежі у верхову. Осінні лісові

пожежі в більшості випадків низові. Як правило виникають у денні часи. В ночі під впливом суттєвих спадів температур повітря та зростання вологості горіння сповільнюється, а місцями навіть припиняється. Отже, пожежна небезпека лісів гірських регіонів буде визначатися типом лісу, його природними та іншими особливостями. Звідси, ті чи інші ділянки лісу характеризуватимуться різним рівнем пожежної небезпеки, а її ступінь визначатиметься, відповідно до методики, запропонованої академіком І.С. Мелеховим, за п'ятибальною шкалою оцінки,:

- I клас – висока пожежна небезпека;
- II – пожежна небезпека вище середньої;
- III – середня;
- IV – нижче середньої;
- V – низька.

Дослідження, проведені у національних лісових насадженнях, дають підстави відвести більшість з них до I-III класу пожежної небезпеки. Тут можливі впродовж пожежонебезпечного сезону як низові, так і верхові пожежі (рис. 2.14).



Рис. 2.14. Характерна динаміка розвитку лісової пожежі в гірській місцевості

До IV класу належать ділянки трав'яних типів лісу, де пожежна небезпека проявляється у період літнього максимуму сухості повітря (Карпатах це полонини, в Криму – яйли). У березняках, осичниках і вільшаниках (V кл.) пожежі можливі тільки в умовах тривалої засухи, коли виникають низові пожежі. Визначення класу пожежної небезпеки ніяким чином не може носити формальний характер і має важливе значення у контексті проведення розрахунків складу сил і засобів, що мають залучатися до гасіння лісових пожеж в умовах гірського рельєфу місцевості та оцінки їх спроможності. Окрім того, за стрімкістю пересування лісові пожежі поділяються на слабкі, швидкість до 3 м/хв., середньої швидкості, від 3 до 100 м/хв та сильні, які рухаються зі швидкістю понад 100 м/хв. Залежно від зони поширення лісові пожежі бувають звичайного загоряння – від 0,1 до 2 га, малі – до 20 га, середні – коли пожежею охоплена площа до 200 га і до великих відносять пожежі площею до 2000 га, а понад 2000 га – катастрофічними.

Щоб ефективно подолати ЛП в умовах гір необхідно окрім таких заходів, як своєчасне попередження та виявлення, потрібно організувати та постійно координувати спільні дії повітряних і наземних сил та засобів її гасіння. У першу чергу необхідно зупинити подальше поширення вогню. Для цього намагаються збити полум'я палаючої крайки по фронту, здійснюючи залпове скидання води з літака Ан-32П. При таких діях доцільно до води, якою заправляються літаки, додавати згущувачі, а для пожежних автомобілів – поверхнево-активні речовини (ще їх називають змочувачами або піноутворювачами) в концентрації 0,3-1%. Після їх додавання ефективність гасіння підвищується у 1,5-2 рази. Це відбувається за рахунок зменшення швидкості випаровування води (при верховій пожежі частина води випаровується у висхідному полум'ї, навіть не долетівши до крон дерев), а також кращого змочування листя і підстилки. Якщо збільшити концентрацію, то утворюється піна, з якої роблять загороджувальні смуги. Іноді в воду, що скидається, додають ще й барвник (найчастіше помаранчевий). Це дозволяє візуально відрізнити зони, в які вже скидали воду, від частково пригашених та краще орієнтуватися під час заходу на бойовий курс наступного скидання.

Зупинивши поширення палаючої крайки, силами пожежних вертольотів гасяться ділянки, що залишилися в середині основного вогнища, адже при верховій пожежі сильний вітер може відновити полум'я з перекиданням його на десятки метрів (рис. 2.15).



Рис. 2.15. Гасіння лісової пожежі в гірській місцевості з залученням вертольотів

При залученні спеціальної авіації до гасіння лісових пожеж у гірській місцевості основними її завданнями можуть бути:

- повітряна розвідка, керування польотами повітряних суден в зоні пожежі та координація їх дій з наземними силами;
- формування смуги локалізації палаючої крайки у взаємодії з наземними силами і засобами;
- транспортування особового складу аварійно-рятувальних та пожежних команд, пожежно-технічного та аварійно-рятувального обладнання, ємності з вогнегасною рідиною інших засобів гасіння;
- евакуація потерпілих та надання домедичної допомоги.

Міжнародною і вітчизняною практикою переконливо доведено, що в гірських умовах, завдяки застосуванню авіаційних технологій досягається висока ефективність одномоментної атаки палаючих осередків лісу, висока оперативність дій і незалежність від під'їзних шляхів. Однак, без чіткої організації взаємодії авіації з наземними силами і засобами означеної ефективності досягти не можливо.

## **2.5. Повітряний моніторинг лісових масивів екосистеми з залученням авіації**

Попередньо зазначалося, що останніми роками пожежі лісових масивів природних екосистем набули великих масштабів, що призводить до значних екологічних, економічних і соціальних втрат, особливо в густо-населених регіонах та навколо великих міст. Унаслідок відчутного підвищення антропогенного навантаження на ліси в багатьох країнах, а зокрема й в Україні, щорічно фіксують велику кількість та значні площі лісових пожеж. Саме тому, Рада національної безпеки і оборони України у своєму рішенні про заходи щодо запобігання та протидії лісовим пожежам у пожежонебезпечний період робить наголос про необхідність встановлення цілодобового моніторингу пожеж у природних екосистемах, зокрема з використанням безпілотних літальних апаратів та спеціальних повітряних суден з метою забезпечення своєчасного залучення сил і засобів пожежогасіння на початковій стадії їх виникнення [10].

Для контролю швидкоплинних процесів, до яких можуть бути віднесені ландшафтні пожежі в екосистемах, актуальним залишається використання авіації як основного засобу оперативного проведення моніторингу цих небезпечних явищ. Завдяки авіаційним засобам, у поєднанні з космічними, є можливість у короткотривалий термін дістатися до найбільш віддалених та малодоступних для наземних засобів, районів України. Завдяки авіаційному моніторингу, до проведення якого на сучасному етапі залучаються як пілотовані, так і безпілотні повітряні судна, стає можливим отримання необхідної

інформації для прийняття рішення щодо запобігання виникненню пожежі та протидії її розвитку і поширенню в подальшому (рис. 2.16).

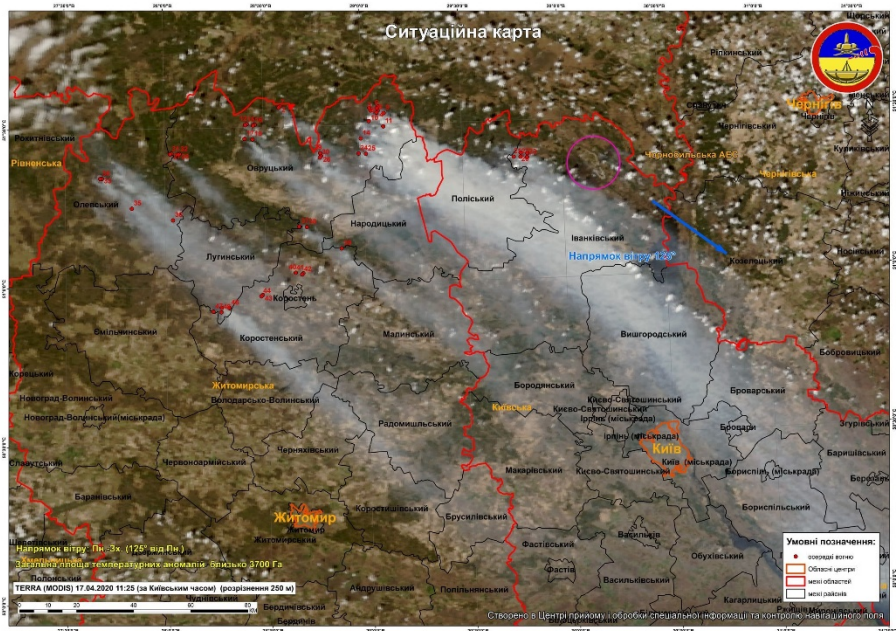


Рис. 2.16. Ситуаційна карта масштабної лісової пожежі як результат моніторингових заходів з залученням повітряних та космічних засобів

Ліс – це складна екологічна структура. Процеси і явища, що виникають в цих екосистемах, характеризуються значною кількістю елементів, наявністю взаємозв'язків між ними та зовнішнім впливом навколишнього середовища. Тому для проведення аналізу й оцінки динаміки процесів і явищ, а також тенденцій їх розвитку у світовій практиці лісгосподарювання використовують різноманітні матеріальні та ідеальні (теоретичні) моделі, в тому числі й пов'язані з пошуком ефективних заходів зниження небезпеки виникнення лісових пожеж. У контексті зазначеного у якості матеріальної моделі використовують пробні ділянки лісу з метою оцінки ефективності протипожежних заходів. Результати моделювання з використанням статистичних методів переносяться на більші території лісу.

Серед теоретичних моделей найчастіше використовуються математичні та імітаційні моделі. Вони дають змогу описати процеси, які відбуваються у лісі, розглядати їх у розвитку та взаємозв'язку, моделювати процеси виникнення та поширення пожеж. Лісові теоретичні моделі бувають емпіричними, екологічними, процесуальними та гібридними [13]. Емпіричні моделі базуються на статистичних закономірностях, отриманих на основі експериментальних даних. Такі моделі широко застосовують у лісогосподарській практиці. Однак недоліком цих моделей є те, що вони можуть застосовуватися лише в певних умовах та за певних лісогосподарських заходів. У випадку змін у навколишньому середовищі емпіричні моделі потребують коригування. Екологічні моделі враховують взаємодію окремих елементів екосистеми. Їх використовують для довготермінового передбачення розвитку лісів та їх елементів: зростання, зміни просторової структури, відмирання, тощо. В основі таких моделей є біофізичні параметри взаємодії та конкуренція між окремими складовими частинами. Такі моделі є зручними для відображення різноманітних впливів на лісову динаміку. В окремих випадках їх можна застосовувати і для оперативних прогнозів як наслідку від різноманітних впливів. Процесуальні моделі базуються на певному процесі (біогеохімічному, фізичному чи механістичному), пов'язаному з розвитком рослин та їх функціями (диханням, фотосинтезом, нагромадженням поживних речовин, ін.). Такі моделі відтворюють впливи на розвиток рослин різноманітних зовнішніх факторів: зміни клімату, забруднення довкілля, зростання концентрації вуглекислого газу та ін. Гібридні моделі побудовано на основі злиття емпіричних та процесуальних моделей. Вони сприяють кращому опису явищ та процесів у лісі.

Отримання зазначених характеристик стану лісового масиву здійснюється шляхом проведення спеціальних лабораторних досліджень з метою формування лісотаксаційних даних, які використовуються при проведенні моделювання. Однак такі дані дають лише загальне уявлення про усереднені показники деревостану. Водночас практикою підтверджено: поєднання даних лісової таксації з результатами

аерофотозйомок та дистанційного зондування поверхні Землі, шляхом виконання польотів на літаку Ан-30 чи з використанням дистанційно пілотованих авіаційних комплексів, оснащених відповідним обладнанням дає можливість у реальному масштабі часу здійснити опис поточного розташування дерев у масиві, оцінити його топологічну структуру та інші властивості, які впливають на пожежну небезпеку, отримати інформацію щодо кліматичних змін, основними з яких є температура, відносна вологість повітря, швидкість вітру, сонячна радіація, яка залежить від пори року, рельєфу місцевості та хмарності [14, 15].

Для отримання необхідної інформації, що має забезпечити описане вище моделювання спеціальний авіаційний загін ДСНС має літак Ан-30, на якому встановлено телевізійні, інфрачервоні та аерофотокамери спостереження з різними можливостями, ретранслятори, системи дистанційного зондування природного середовища тощо, а також дистанційно пілотовані авіаційні комплекси ACS-3, обладнані сенсорами раннього виявлення пожеж та фотокамерою повітряної розвідки в режимі реального часу.

Штатний авіаційний комплекс аерофотозйомки спеціального літака Ан-30 складається з аерофотоапаратів типу АФА-41/10, АФА-41/20, АФА-42/20, АФА-54/50фк, які призначені для денного повітряного фотографування з метою проведення оперативної аерофоторозвідки та моніторингу лісу та ведення автоматичного фотоконтролю результатів скидів вогнегасної рідини при формуванні смуги локалізації лісової пожежі та блокування палаючих осередків (табл. 2.1).

Однак експлуатація переліченого обладнання актуалізувала необхідність проведення модернізації літаків Ан-30 та їх оснащення більш сучасними цифровими фотокамерами та авіаційними комплексами дистанційного зондування землі, що безумовно дозволить виконувати оперативний моніторинг розвитку ознак природних та техногенних катастроф з високою якістю та у більш повному обсязі, що є дуже важливим при проведенні моделювання.



## Технічні характеристики штатних фотокамер літака Ан-30

Характеристики	Фотообладнання АФА			
	41/10	41/20	42/20	54/50фк
Об'єктив	МРО-2	Оріон-26	Оріон-1А	Радон-1
Висоти роботи, м	200-20000	200-20000	200-20000	200-20000
Швидкість, км/год.	300-1500	300-1500	300-1500	300-1500
Ширина захвату	1,8Н	0,9Н	1,5Н	0,6Н
Розділова. здатність, лін./мм	44	47	32	28
Фокусна відстань, мм	100	200	200	500
Формат знімка	18 x 18	18 x 18	30 x 30	30 x 30
Кількість знімків	560	560	360	120
Діапазон витримок, сек.	1/60-1/500	1/60-1/500	1/75-1/300	1/100-1/800
Цикл, сек.	2	2	2	2,8
Інтервал, сек.	3-90	3-90	4-60	3-48

Серед сучасних цифрових аерофотокамер, які можуть бути встановлені на повітряні судна такого призначення можна виділити:

- повітряний лазерний сканер LiteMapper 5600, який є новою високоточною системою повітряного лазерного сканування лінійних протяжних об'єктів, таких як дороги, лісосмуги, трубопроводи, лінії електропередач;

- цифрова аерофотокамера Rollei Metric AIC Pro Series – нова широкоформатна метрична 135-мегапіксельна камера (~10К x 13,5К мрх), оптичні сенсори якої мають фіксовані фокусні відстані 35, 47, 60, 72 і 100 мм;

- цифрова аерофотознімальна камера великого формату VEXCEL UltraCam-X, яка дозволяє отримувати кадри у 136 мрх з інтервалом 1,35 сек., що особливо зручно при проведенні моніторингу великоурбанізованих територіях (великі індустріальні міста, мегаполіси);

- тепловізійна інфрачервона система TermoVision A40, заснована на використанні мікропроцесора, який дає можливість отримання інфрачервоних зображень та проведення вимірювань температури об'єктів;

- повітряний лазерний сканер ALS-50-II, який забезпечує отримання даних поверхні з високою точністю просторових координат (10-13 см) при проведенні зйомки як з малих висот (200м), так і великих (6000 м);

- цифрова середньо-форматна аеро-фотознімальна камера RCD 30, яка використовується для топографічного картографування великомасштабних площ та лінійних об'єктів, створення цифрових карт і планів.

До сучасного авіаційного обладнання проведення моніторингу пожеж в екосистемах шляхом аерофотозйомки та зондування природного середовища, можна віднести і авіаційний комплекс дистанційного зондування Землі типу АКДЗ-30, розроблений Центром радіофізичного зондування Землі ім. А.І. Калмикова (м. Харків), який за програмою випробування використовувався на літаку Ан-30. Це дало змогу вирішити широкий спектр практичних завдань щодо виявлення природних та техногенних катастроф, у тому числі масштабних пожеж в екосистемах України [16].

До складу апаратних засобів авіаційного комплексу дистанційного зондування природного середовища АКДЗ-30 входять:

- двочастотна радіолокаційна система, що складається з радіолокатора бокового огляду (далі – РБО) 8-мм діапазону та радіолокатора синтезування апертури антени (далі – РСА) 23-см діапазону;

- радіометр сканування інфрачервоного діапазону;
- трасовий багатоканальний спектрометр оптичного діапазону;
- цифрові аерофотокамера та відеокамера;
- система бортової обробки, накопичення, інтерпретації та відображення інформації;
- навігаційний приймач системи GPS і засоби глобального позиціонування.

Основні параметри систем дистанційного зондування авіаційного комплексу АКДЗ-30 наведені в таблицях 2.2 – 2.4.

Таблиця 2.2

Основні параметри радіолокаційної системи авіаційного комплексу  
дистанційного зондування АКДЗ-30

Робочий діапазон хвиль	8 мм	23 см
Тип радіолокатора	РБО	РСА
Поляризація сигналів	ВВ	ВВ,ГГ,ВГ,ГВ
Потужність імпульсу, що передається	16 КВт	0.5 КВт
Тривалість імпульсу, що передається	43 нсек	10 мксек
Діапазон робочих висот	500-7000 м	
Робоча смуга огляду	15к м	
Середнє просторове розрізнення	7-10 м	
Гранична ЕПР, що виявляється	0.03 м <sup>2</sup>	0.025 м <sup>2</sup>
Обробка інформації	цифрова на борту	
Відображення інформації	на моніторі IBM PC	
Загальна маса	85 КГ	70 КГ
Загальна потужність, що споживається	1 КВт	1 КВт
Обслуговуючий персонал	1 оператор	1 оператор

Таблиця 2.3

Основні характеристики аерофотоапаратів, що використовуються в  
складі комплексу дистанційного зондування АКДЗ-30

Параметри	<b>АФА-41/7,5</b>	<b>АФА-41/10</b>	<b>АФА-41/20</b>
Тип об'єктиву	Ортогон-1	МРО-2	Оріон-20
Фокусна відстань	75 мм	100 мм	200 мм
Відносний отвір	1:6,8	1:8	1:6,3 – 1:22
Кут поля зору	119 <sup>0</sup>	104 <sup>0</sup>	65 <sup>0</sup>
Ширина захвату (Н = 6000 м)	14,4 км	10,8 км	5,4 км
Протяженність маршруту (перекривання 60%, Н = 6000 м)	1612 км	1210 км	605 км

Особливістю радіолокаційної системи комплексу АКДЗ-30 є синхронне використання РБО 8-мм та РСА 23-см діапазонів, які мають досить близькі за потенціалом та просторовим розрізненням характеристики, що значно розширює інформаційні можливості всієї системи.

Таблиця 2.4

## Основні характеристики сканеру інфрачервоного діапазону "Малахіт-1"

Найменування параметру	Значення
Тангенціальна швидкість W/H, с <sup>-1</sup>	0.05 -0.36
Огляд на місцевості	3.4Н
Митт'єве поле зору, рад	1.75·10 <sup>-3</sup>
Спектральний діапазон, мкм	8 - 14
Енергетичне розрізнення на рівні 20°С, при відношенні сигналу до шуму рівному 1. °С	0.1 - 0.15
Швидкість обертання скануючої призми, об/хв	2250
Частота строк, Гц	150
Полоса пропускання електронного тракту	1Гц -150.0 кГц
Фотоплівка	Тип 42Л
Швидкість протягнення плівки, мм/с	0.8 - 7.2

Наразі завершено створення та випробування першої черги комплексу АКДЗ-30, до складу якої входить РБО 8-мм діапазону, ІЧ сканер "Малахіт-1", аерофотоапарати, відеоспектрометр та відеокамера. Найближчим часом буде завершено і створення РСА 23-см діапазону (рис. 2.17).

Можливе встановлення і додаткового обладнання комплексу РСА 215-см діапазону, замість РСА 23-см діапазону. У такому варіанті обладнання доцільно використовувати над територіями з сухим ґрунтом, де повною мірою реалізуються можливості ефективного зондування за допомогою ультракороткохвильового радару. Водночас проведені випробування і виконано практичну роботу щодо використання авіаційного тепловізійного комплексу ТАВР-М, яким також може бути обладнаний літак Ан-30 [17].

Комплекс розроблено аерокосмічним агентством "Магеллан" (м. Дніпро), який дає змогу вести обстеження житлових та промислових районів, окремих інженерних споруджень, магістральних і місцевих шляхопроводів, контролювати морську економічну зону методом дистанційного зондування землі вдень та вночі в простих метеорологічних умовах. Фактично ТАВР-М – це спеціалізована літаюча лабораторія, яка складається з оптико-електронної системи дистанційного зондування земної поверхні, скануючого і

фотоприймального обладнання, блоку обробки сигналів, системи формування зображення, комп'ютерної станції, системи управління і реєстрації, системи супутникової навігації, програмних засобів обробки і розшифровки інформації.

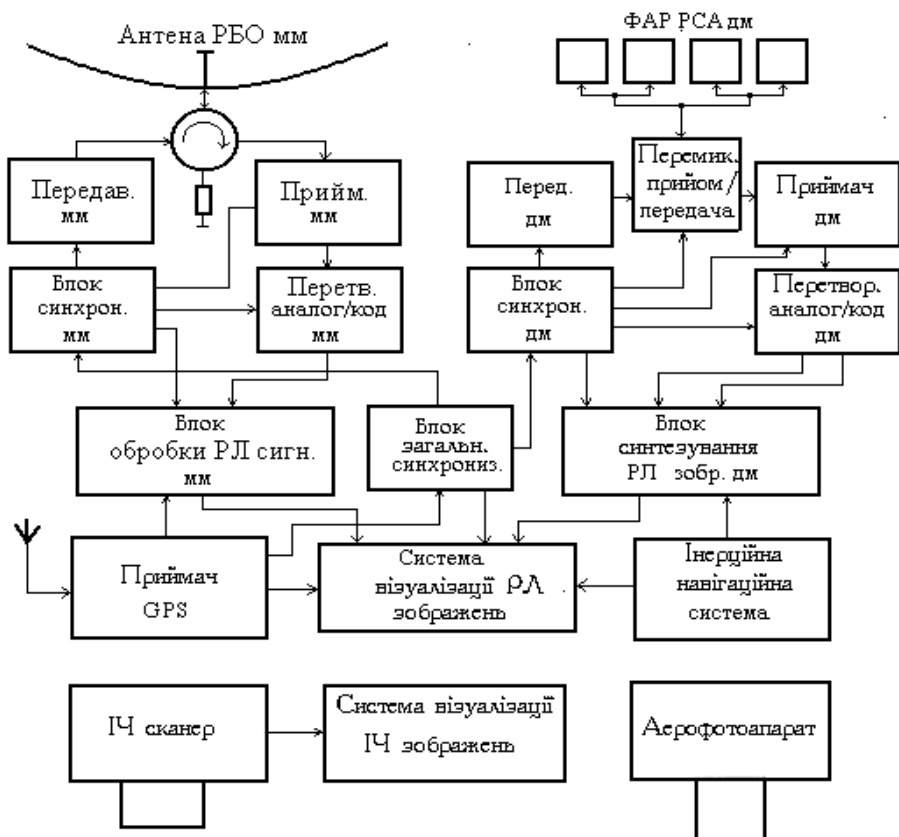


Рис. 2.17. Структурна схема систем дистанційного зондування АКД-30

Принцип роботи комплексу:

- при переміщенні літального апарату проводиться прийом теплового випромінювання об'єктів, перетворення його в електричні сигнали і формування теплових зображень;
- комп'ютер на літаку проводить запис теплових зображень та їхню розшифровку в режимі реального часу;

- результати зберігаються на магнітно-оптичних носіях.

Комплекс спрямований на вирішення наступних завдань:

- теплове картографування житлових, промислових районів та окремих інженерних споруд (АЕС, мости, греблі, дамби, нафтоховища тощо);

- пошук підземних каньйонів, карстових пустот, тріщини прихованих фундаментів, занедбаних інженерних споруд;

- картографування територій для прогнозу нафтових та газових родовищ з побудовою вертикальних та горизонтальних проєкцій передбачуваних нафтових та газових родовищ;

- пошук лінз прісної води та геотермальних джерел, фільтраційних процесів в зрошувальних каналах;

- обслідування магістральних та місцевих шляхопроводів (нафта, газ, водопроводи тощо) з метою отримання інформації про стан труб та ізоляції;

- контроль морської економічної зони, пошук суден, що здійснюють скидання нафтопродуктів та баластних вод в акваторіях морів і річок;

- оновлення архітектурних планів міських та сільських територій (створення комп'ютерних баз даних);

- обслідування лавинних та зсувних територій;

- виявлення замаскованих об'єктів вночі з великих висот польоту повітряного судна;

- виявлення заболочених територій і солончаків.

Зважаючи на технологічні характеристики, комплекс має переваги, зокрема (таблиця 2.5):

- висока роздільна здатність обладнання дає змогу проводити аерофотознімальні роботи із значних висот польоту;

- визначення координат об'єктів з великою точністю (до 2 метрів) при використанні комплексу з системою супутникової навігації типу GPS;

- комплекс обслуговується лише одним оператором.

Отже, модернізація літака Ан-30, з урахуванням наведеного вище авіаційного обладнання моніторингу і аерофотозйомки забезпечить

оперативне виявлення природних та техногенних катастроф, у тому числі великомасштабних лісових чи ландшафтних пожеж.

Таблиця 2.5

Технологічні характеристики комплексу ТАВР-М

Спектральний діапазон, мкм	7,5...13,5
Поле зору, град	4°40'
Рекомендовані висоти роботи, м	1000-8000
Смуга огляду місцевості, м:	
Н= 1000м	80,6
Н=2000 м	160
Н=3000 м	243,6
Н=5000 м	403,2
Н=8000 м	650
Вага комплексу, кг	700

Водночас світовий досвід свідчить про інтенсивне зростання ролі дистанційно пілотованих авіаційних комплексів (далі – ДПАК) щодо виконання моніторингових завдань, у виконанні яких зацікавлена Державна служба України з надзвичайних ситуацій [7]. Створення та впровадження в практику ДСНС сучасних ДПАК дозволить :

- оцінити реальну динаміку розвитку надзвичайної ситуації, пов'язаної з пожежею в екосистемі;
- забезпечити прийняття обґрунтованих управлінських рішень стосовно кількості сил і засобів, достатніх для гарантованої ліквідації її наслідків;
- спланувати заходи евакуації населення та визначити раціональні шляхи її проведення з мінімальною загрозою для життя;
- обґрунтувати раціональну кількість пілотованих повітряних суден та оцінити склад і спроможність авіаційного угруповання, що залучається до протидії розвитку надзвичайної ситуації та забезпечення проведення аварійно-рятувальних робіт наземними силами пожежогасіння;
- з випередженням виявити неприйнятно ризиковані ситуації, що можуть виникати при скиданні вогнегасної рідини в зоні потужно палаючих осередків, на бойовому курсі локалізації палаючої лісової крайки, блокуванні інтенсивного горіння на відкритих об'єктах

(залізничні вузли, портова інфраструктура, бази зберігання боєприпасів та інших вибухових чи отруйних речовин);

- оцінити ризики та спланувати заходи їх зменшення до прийнятного рівня з метою забезпечення гарантованого виконання поставлених авіації завдань.

У контексті зазначеного, основними завданнями ДПАК, з врахуванням їх нинішніх тактико-технічних і льотних характеристик та апаратного оснащення можуть бути: визначення точних координат пожежі, напрямку її розповсюдження, параметрів охопленої вогнем площі, виду та інтенсивності турбулентних потоків і задимленості, природних перешкод для розповсюдження вогню, особливостей рослинності і рельєфу місцевості, водних джерел для здійснення забору вогнегасної рідини наземними і повітряними засобами, напрямів безпечного відходу пожежних підрозділів.

Більшість ДПАК структурно складаються з двох базових компонентів: одного або декількох дистанційно пілотованих повітряних суден літакового або коптерного типу (далі – ДППС) та наземний пункт управління (далі – НПУ). ДПАК літакового типу має значну тривалість і тактичний радіус польоту, коптерного типу дає можливість більш оперативного та деталізованого отримання інформації в режимі зависання. Але тривалістю і тактичним радіусом польоту значно поступається дронам літакового типу.

Наземна станція управління оснащується спеціалізованим програмним забезпеченням, яке дозволяє автоматизувати роботу операторського персоналу. Це автоматизоване розпізнавання та нанесення на електронну карту елементів пожежі (конфігурація крайки, фронт, тил, фланг, головний напрямок пересування), можливість нанесення основних елементів стратегії гасіння пожежі, ведення архіву даних, отриманих з ДППС.





## **РОЗДІЛ III. ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕННЯ ЩОДО ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНИХ РЕСУРСІВ ДЛЯ ГАСІННЯ ЛІСОВОЇ ПОЖЕЖІ ЗАСОБАМИ АВІАЦІЇ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНТЕГРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРТНОГО МЕТОДУ**

### **3.1. Вступна частина**

В останні роки у секторі безпеки та оборони, до якого входить і сфера цивільного захисту, проводяться заходи щодо переходу до управління ресурсами на засадах моделі визначення і оцінювання спроможностей (Capability-Based Planning), яка є базовою в країнах-членах НАТО. Під час визначення переліку необхідних спроможностей організаційно-штатних структур для виконання ними задач за призначенням головним питанням є раціональний підхід до планування ресурсів для їх формування та утримання, оснащення озброєнням, спеціальною технікою, устаткуванням та іншими матеріальними засобами. Методологічна складність цієї процедури обумовлена відсутністю правил і підходів щодо балансування кількісних і якісних характеристик спроможностей, зокрема сил і засобів цивільного захисту, що можуть залучатись до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій в різних ситуаціях їх перебігу [34].

Дослідники та фахівці пропонують низку підходів до вирішення цієї задачі. Більшість з них спираються на експертні методи, які певною мірою дають змогу вирішувати поставлені задачі (наприклад, метод Делфі). Однак такі методи потребують значних інтелектуальних зусиль експертів, створюють значне організаційно-технічне навантаження на

організаторів проведення експертного опитування та зазвичай потребують багато часу для проведення цих процедур. Необхідно також зазначити, що ці методи зручні для застосування лише в достатньо простих задачах. З метою вирішення складних задач має застосовуватись автоматизація експертних процедур, але вони не можуть бути перетворені в алгоритми, що реалізується програмними кодами, оскільки не мають формального (математичного) представлення. Також на практиці під час розв'язування багатокритеріальних задач не завжди є можливість використання експертами визначених (наявних) техніко-економічних характеристик альтернатив, особливо в оперативних ситуаціях, що також несе ризик прийняття рішень на основі необґрунтованих суджень експертів.

Дослідження членів авторського колективу монографії щодо інтеграції експертних методів ранжування альтернативних варіантів носіїв спроможностей на основі методу аналізу ієрархій, онтологічного представлення даних для формування ієрархії і векторів критеріїв для оцінювання альтернатив та теорії графів для візуалізації і оптимізації процесів експертної діяльності свідчать про певну ефективність такого підходу в задачах оборонного планування [35 – 39].

Характерними рисами управління в сфері цивільного захисту та ліквідації надзвичайних ситуацій на сучасному етапі є зростання динаміки всіх процесів, що знаходить відображення у різкому збільшенні обсягів інформації, потрібної для опрацювання. У таких умовах проблемній області притаманна значна кількість чинників, що впливають на якість прийнятого рішення. В цілому це приводить до того, що задачі прийняття рішень зазвичай є багатокритеріальними.

В даній монографії пропонується підхід до забезпечення аналітичної підтримки прийняття експертних рішень в задачах визначення спроможностей і ресурсів у плануванні та оперативному реагуванні на надзвичайні ситуації природного характеру з використанням інтеграційного методу, який передбачає побудову моделей, які адекватно відображають притаманні цим задачам ієрархічні та мережеві структури елементів (об'єктів, факторів, критеріїв тощо) і враховують їх взаємний вплив в умовах багатofакторності.

## 3.2. Формалізований опис інтеграційного експертного методу

Як відомо, задача прийняття рішення формально визначається схемою  $\{x, \Phi\} \rightarrow x^*$ , де  $x$  – множина альтернатив (об'єктів вибору), яка може бути дискретною і континуальною,  $\Phi$  – принцип вибору (правило, за яким встановлюється перевага в множині альтернатив),  $x^*$  – обрана альтернатива (чи декілька альтернатив).

Зазвичай розрізняють три можливі види задачі прийняття рішень:

1. Задача оптимального вибору — якщо множина  $\{x\}$  однозначно визначена (фіксована), а принцип вибору  $\Phi$  формалізований.

2. Задача неформалізованого вибору — якщо  $\{x\}$  визначена, але  $\Phi$  не може бути формалізованим, а вибір залежить від переваг особи, що приймає рішення (експерта).

3. Загальна задача прийняття рішення — якщо  $\{x\}$  не має визначених границь (може доповнюватись і видозмінюватись), а  $\Phi$  неформалізований.

Задача 3 є не структурованою (погано обумовленою), але може конструктивно вирішуватись при наступних додаткових припущеннях (обмеженнях), які є можливими в конкретній предметній області:

(а) існує початкова множина альтернатив  $\{x(0)\}$ , що уточняється в процесі рішення:  $\{x(0)\} \rightarrow \{x(1)\} \rightarrow \dots \rightarrow \{x\}$ ;

(б) будь-яка альтернатива може бути неформально оціненою щодо корисності включення її в  $\{x\}$ ;

(в) у суб'єктів є свої неформалізовані  $\Phi$ , і їх застосування дає близькі результати.

У теорії прийняття рішень розрізняють два головних підходи до оцінки альтернатив, які підлягають вибору:

- 1) оцінка об'єкта в цілому і вибір альтернативи за її результатами;
- 2) деталізація й оцінка векторів характеристик (властивостей) об'єктів і прийняття рішень за результатами порівняння цих властивостей.

Перший підхід передбачає вибір  $x^*$  безпосередньо за функцією

вибору  $\Phi$ . Векторний підхід вимагає здійснити декомпозицію (розкладання) функції  $\Phi$  на сукупність (вектор) функцій вибору.

Вважається, що людське мислення більш пристосоване до оцінки переваг на множині об'єктів, ніж на множині наборів їх характеристик. Але ця перевага першого підходу виявляється тільки при оцінці достатньо простих об'єктів. Для складних об'єктів (альтернатив) експерту набагато простіше визначити, яка з альтернатив краща, враховуючи окремі властивості (характеристики) об'єктів. Ідеальним є одержання набору об'єктивних числових характеристик (числових критеріїв) у результаті ієрархічної декомпозиції.

Для порівняння альтернатив за окремими властивостями застосовують способи або (i) на основі попарного порівняння, або (ii) з використанням числових характеристик. Спосіб (i) дає змогу здійснювати порівняння альтернатив, властивості яких мають як кількісне, так і якісне вираження, а також виконувати ранжування альтернатив як за окремими властивостями, так і за їх сукупністю. Спосіб (ii) передбачає введення природних числових критеріїв, що утворюються як кінцевий підсумок ієрархічної декомпозиції властивостей альтернатив, або штучних оцінок типу балів, що визначаються експертами на основі неформальних принципів вибору.

Після виконання етапу декомпозиції, оцінки та порівняння окремих властивостей об'єкта необхідно повернутися до оцінки і порівняння альтернатив у цілому – тобто виконати композицію критеріїв. Для цього застосовується метод вкладених скалярних згорток.

Таким чином, будь-яка багатокритеріальна задача може бути представлена ієрархічною системою, на нижньому рівні якої здійснюється оцінка об'єкта за допомогою вектору критеріїв, сформованого декомпозицією його властивостей, а на верхньому рівні за допомогою механізму композиції утворюється оцінка об'єкта в цілому.

У зв'язку з ієрархічністю представлення багатокритеріальної задачі вибору альтернатив підхід до її розв'язування при прийнятті рішень з точки зору авторів монографії повинен задовольняти наступним вимогам:

1) застосовувати концепцію «векторного» підходу до оцінки альтернатив. При цьому бажано, щоб глибина декомпозиції (ієрархії) властивостей (характеристик, критеріїв) альтернатив приводила до досягнення їх кількісних значень;

2) передбачати попарне порівняння альтернатив за окремими властивостями з використанням як якісних, так і кількісних природних або штучних характеристик з унеможливленням порушення умов транзитивної узгодженості суджень експертів. Це досягається шляхом їх контролю та підвищенням об'єктивності формування векторів характеристик на основі представлення відповідної предметної області (ПдО) у вигляді певної моделі даних;

3) забезпечувати реалізацію композиції експертних оцінок на різних рівнях ієрархії методом вкладення скалярних згорток.

З існуючих методів багатокритеріального аналізу цим вимогам найбільш відповідає розроблений Т. Сааті метод аналізу ієрархій (МАІ), який може бути використаний не тільки для вибору альтернатив, а й для визначення відносної важливості самих характеристик [40].

Для застосування МАІ в задачах оцінювання альтернатив необхідно:

1) по-перше, визначити попередній перелік альтернатив;

2) побудувати домінуючу ієрархію критеріїв;

3) провести експертами парні порівняння альтернатив з виставленням оцінок переваги однієї альтернативи над іншою за кожним критерієм за спеціальною шкалою Т. Сааті;

4) узагальнити ці оцінки з використанням скалярної (лінійної) згортки з урахуванням значимості (ваги) критеріїв та, можливо, компетентності (ваги) експертів. Це дозволить отримати сумарні оцінки (рейтинг) по кожній альтернативі і, таким чином, здійснити їх ранжування.

Для забезпечення якісного опрацювання цієї ієрархії разом з атрибутивними описами комп'ютерними засобами доцільно представити її у вигляді онтологічної моделі.

Основними компонентами онтології ПдО зазвичай є: класи (концепти-поняття), відношення (властивості, атрибути), функції,

аксіоми, екземпляри (концепти-індивіди), де класи визначають абстрактні групи або набори об'єктів (елементів системи або понять).

Як відомо, в загальному випадку онтологія предметної області формально представляється впорядкованою трійкою  $O = \langle X, R, F \rangle$ , де  $X$  – множина концептів (понять, термінів) предметної області (спроможностей, носіїв спроможностей, ресурсів, сценаріїв),  $R$  – множина відношень та властивостей між ними (критеріїв),  $F$  – функції інтерпретації (визначень)  $X$  та/або  $R$ . Граничні випадки множин цього виразу у різних комбінаціях значень  $X$ ,  $R$  і  $F$  дають різні варіанти онтологічних конструкцій, починаючи від простого словника до таксономії та повної онтології – формальної концептуальної структури бази знань. Для розв'язання прикладних задач в ПдО за процедурою побудови онтології та з урахуванням її певної функціональної повноти і ступеня формальності зазвичай виділяють так звані тематичні (предметні) онтології. Це такі онтології, в яких множини концептів та концептуальних відношень є максимально повними, а до функцій інтерпретації додаються атрибутивні описи – аксіоми, визначення та обмеження за тематикою даної ПдО. Над ними надбудовуються онтології задач, які застосовуються при розробці програмного забезпечення, призначеного для виконання конкретної задачі.

Схема формальної моделі тематичної онтології ОТ описується як:

$$OT = \langle X, R, F, Z(D, L) \rangle,$$

де, додатково:

$Z$  – скінченна множина аксіом, які використовуються для запису завжди істинних висловлювань (визначень і обмежень) в термінах тематики ПдО;

$D$  – множина додаткових визначень концептів в термінах тематики ПдО (наприклад, технічних характеристик);

$L$  – множина обмежень, що визначає область дії понятійних структур визначеної тематики ПдО.

Базовою системною компонентою онтологічної системи є таксономія. Вона відображає певну ієрархію взаємодії концептів, яка задається за допомогою бінарних відношень, що визначають характер взаємодії між концептами онтології. Таксономії можуть доповнюватись

функціями інтерпретації – спеціальний випадок відношень, в яких  $n$ -й елемент відношення однозначно визначається  $(n-1)$  попередніми елементами, а також аксіомами, які використовуються, щоб записати завжди істинні висловлювання. Вони можуть бути включені в онтологію, наприклад, для визначення комплексних обмежень на значення атрибутів, на аргументи відношень, для перевірки коректності даних, описаних в онтології, або для забезпечення логічних висновків.

Поєднання таксономій ПдО в єдину онтологічну систему шляхом встановлення відношень між їх концептами утворює інформаційний простір, що має забезпечити експертам вичерпний і чіткий супровід їх діяльності щодо оцінки альтернатив на об'єктивній основі.

При формуванні онтологій в операційному середовищі прийняття рішень будемо визначати множину обмежень  $L$  як таку, що дозволяє виділити з множини концептів  $X$  підмножину допустимих концептів  $B$ , з яких формуються підмножини що можуть пересікатися, які будемо називати множиною характеристик альтернатив (рис. 3.1).

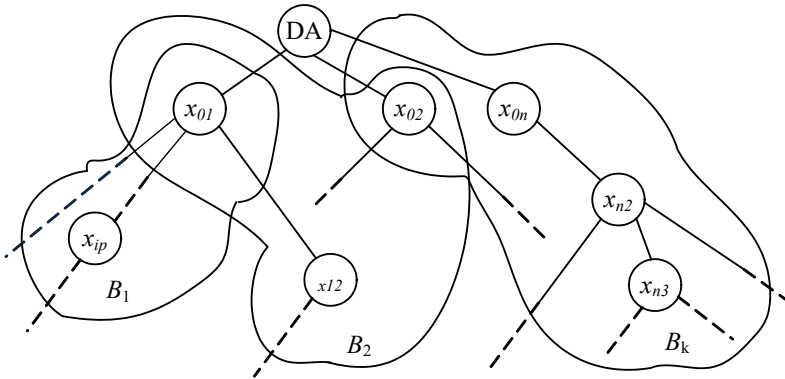


Рис. 3.1. Загальна схема формування вектору критеріїв вибору альтернатив з використанням онтологічних даних: (DA – domen array (ПдО),  $x_{ij}$  – концепти онтології,  $B_k$  – вектор критеріїв)

Усі елементи  $x_{ij}$  кожної множини  $B_k$  повинні мати властивість певної переваги, що дозволяє на етапах розв'язання задач підтримки рішень здійснити вибір необхідної тавтології (онтологічної рівності). Тобто у таких задачах множина обмежень допускає побудову множини

альтернативних концептів на основі визначення таксономічної структури онтології.

Властивості об'єктів онтології можуть бути використані як критерії, відповідно з якими експерти можуть вибирати ту або іншу альтернативу із множини можливих альтернатив.

Атрибутивні описи (властивості) критеріїв можуть бути представленими в онтологічній базі даних у вигляді фреймів, у слотах яких містяться відповідні числові чи лінгвістичні дані. Ці дані мають використовуватись експертами для підтримки прийняття ними рішень щодо оцінювання альтернатив.

Таким чином, необхідна інформаційна підтримка розв'язання задачі формування критеріїв та вибору альтернатив може полягати в застосуванні експертами онтологічної моделі ПдО на основі інтерпретаційних функцій вибору. Ці функції будуються за допомогою гіпервідношень над концептами таксономічної структури онтології та їх властивостями.

Оцінювання повного переліку альтернатив (LL – «long list») може виявитись дуже трудомістким. З метою його скорочення і формування короткого списку (SL – «short list») в інтеграційному методі запропоновано застосовувати найбільш розповсюджений спосіб прийняття колективного рішення в експертних групах - голосування. Хоча в літературі описано багато десятків процедур голосування, які істотно відрізняються одна від одної, на практиці використовуються лише кілька стандартних процедур. Тим не менше неможливо виділити в деякому сенсі кращу процедуру, що має переваги в порівнянні з усіма іншими процедурами, або розділити всі ситуації, що виникають при експертному оцінюванні, на типові групи і для кожної з них вказати кращу процедуру.

В результаті аналізу поширених методів голосування – метод відносної більшості, метод схвального голосування, метод Борда, метод Кондорсе з урахуванням вимоги спрощення для експертів процесу формування (визначення) переліку альтернатив за базовий метод обрано метод схвального голосування (МСГ). За цим методом кожний експерт має право підтримати одну або декілька альтернатив, що на відміну від



інших методів, дозволяє приймати експертам рішення, найближчі до консенсусного. Крім того, у якості додаткового методу, якщо за базовим більш ніж одна альтернатива виявиться найпреважнішою, застосовується метод відносної більшості (МВБ). Для застосування у складі запропонованого інтеграційного експертного методу обидва методи голосування отримали деяке модифікування. Нижче наведений формалізований опис модифікованого МСГ.

Позначимо:

$\{E_m\}$  – група експертів,  $m=1, \dots, M$ ;

$A$  – множина наявних альтернатив;

$LL(A) = \{A_i\}$ ,  $i=1, \dots, I$  – сформований «long list» можливих альтернатив;

$SL(A)$  – сформований «short list» можливих альтернатив.

Оцінювання експертом альтернативи  $A_i$  відповідно до запропонованого МСГ проводиться за наступним правилом:

$$E_m(A_i) = \begin{cases} 1, \text{ якщо експерт не заперечує щодо включення альтернативи } A_i \text{ до } SL; \\ -1, \text{ якщо експерт заперечує щодо включення альтернативи } A_i \text{ до } SL; \\ 0, \text{ байдуже ставлення до цієї альтернативи.} \end{cases}$$

За результатами голосування кожна альтернатива отримує  $B(A_i)$  балів:

$$B(A_i) = \sum_{m=1}^M E_m(A_i).$$

Якщо  $B(A_i) \leq 0$ , альтернатива  $A_i$  викреслюється навіть з  $LL$  і не може бути включеною до  $SL$ .

До  $SL(A)$  включаються  $n$  альтернатив, (звичай  $n \leq 5$ ), такі, що  $A_{i_1} = A_i \mid B(A_{i_1}) = \max_i B(A_i)$ ,  $A_{i_k} = A_i \mid B(A_{i_k}) = \max_{i \neq (i_1, \dots, i_{k-1})} B(A_i)$ ,  $k = 2, \dots, n$ .

Якщо  $\exists A_r \mid B(A_r) = B(A_{i_n})$ ,  $r \neq (i_1, \dots, i_n)$ , а таких  $A_r$  може виявитись дві або більше  $\{A_r\}$ , тоді за рішенням відповідального експерта або усі альтернативи, які набрали  $B(A_{i_n})$  балів, включаються/не включаються до  $SL$ , або застосовується модифікований МВБ для додаткового голосування з метою визначення саме  $n$  альтернатив для включення до  $SL$ . Відзначимо, що після проведення МСГ, наприклад, 7-ма експертами

для вибору до SL 5 альтернатив зі списку LL(10), може виникнути такий результат: {7, 7, 6, 4, 4, 4, 4, 3, 3, -4}. У такому випадку або буде прийняте рішення щодо включення до SL тільки 3-х альтернатив {7, 7, 6}, або 7-х {7, 7, 6, 4, 4, 4, 4}, або проведено додаткове голосування для визначення 2-х з 4-х альтернатив, що набрали однакову кількість балів – по 4. Загалом оцінювання і вибір  $p$  альтернатив  $\{A_p\}$  з множини  $\{A_r\}$  за модифікованим методом відносної більшості буде здійснюватися за наступним правилом:

$$E_m(A_r) = \begin{cases} 1, r \in \{r_{m1}, \dots, r_{mp}\} \\ 0, r \in \{r_{m(p+1)}, \dots, r_{mp}\} \end{cases},$$

а далі аналогічно підраховуються і визначаються  $p$  альтернатив  $\{A_p\}$ , які набрали найбільшу кількість балів. У наведеному прикладі  $p=2$ ,  $r=4$ . Якщо і після цього виникне неоднозначна ситуація, рішення приймається відповідальним експертом з консультуванням, у разі необхідності, з іншими членами експертної групи.

Переходячи до третього етапу – застосування методу порівняння і оцінювання альтернатив – необхідно ще раз зазначити, що у зв'язку з ієрархічністю представлення задачі вибору альтернатив метод її розв'язування має задовольняти наступним вимогам:

- 1) застосовувати концепцію «векторного» підходу до оцінки альтернатив;
- 2) передбачати попарне порівняння альтернатив за окремими властивостями з використанням як якісних, так і кількісних природних або штучних характеристик з унеможливленням порушення умов транзитивної узгодженості суджень експертів;
- 3) забезпечувати реалізацію композиції експертних оцінок на різних рівнях ієрархії методом вкладення скалярних згорток.

З існуючих методів багатокритеріального аналізу цим вимогам найбільше відповідає метод аналізу ієрархій, який може бути використаний не тільки для вибору альтернатив, а й для визначення відносної важливості самих характеристик. Для забезпечення якісного опрацювання цієї ієрархії, контролю та підвищення об'єктивності формування векторів характеристик предметну область доцільно

представити у вигляді певної моделі даних, зокрема у вигляді комп'ютерної онтології [40]. Атрибутивні описи (властивості) критеріїв можуть бути представленими в онтологічній базі даних у вигляді фреймів, у слотах яких містяться відповідні числові чи лінгвістичні дані. Ці дані мають використовуватись експертами для підтримки прийняття ними рішень щодо оцінювання альтернатив.

При розробленні моделей мають застосовуватися принципи прямого та непрямого домінування (більшого впливу, більшої переваги, більшої ймовірності) при порівнянні елементів за критерієм володіння деякою властивістю (або можливості виконання певних вимог). При прямому домінуванні попарно порівнюються (найчастіше за якісною шкалою лінгвістичної змінної) елементи структури (зазвичай це альтернатив або критерії) для того, щоб з'ясувати, який з них володіє заданою властивістю в більшій мірі і наскільки більший. При непрямому домінуванні елементи попарно порівнюються вже для того, щоб з'ясувати, який з них має більший вплив і наскільки більший на третій елемент.

При проведенні парних порівнянь ефективним інструментом є представлення множині парних порівнянь у вигляді орієнтованого графу, що забезпечує просту візуалізацію (рис. 3.2). Вершини цього графу відповідають альтернативам, а дуги позначають переваги [41].

Для вирішення окремих з поставлених задач мають використовуватися ієрархічні структури, в яких прості елементи (факти, критерії, об'єкти) організовані по рівнях таким чином, що кожний елемент може залежати від деяких або усіх елементів найближчого рівня, що розташований вище. Це дозволяє знайти найкращий з альтернативних варіантів або здійснити їх ранжування, зокрема з метою розподілу ресурсів пропорційно до їх пріоритетів.

Для вирішення більш складних ресурсних задач, які є дуже актуальними в сучасних умовах, ієрархічної структури вже недостатньо.

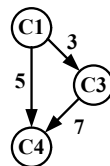


Рис. 3.2.  
Представлення парних порівнянь у вигляді орієнтованого графу

По-перше, для адекватного моделювання цих предметних областей необхідно враховувати більше параметрів – об’єктів, факторів, вимог, умов, характеристик, властивостей, критеріїв тощо, які, до того ж, можуть об’єднуватись в різні групи, по-друге, вони можуть впливати один на одного, при цьому важливо враховувати ступені впливу. Тому у якості базового методу має застосовуватись метод аналітичних мереж (МАН), який є розвитком МАІ та дозволяє моделювати більш складні структури.

Для визначення відношень між їх елементами (альтернативами, критеріями, характеристиками, факторами, умовами, сценаріями тощо) має використовуватись непряме домінування. Для побудови таких моделей має застосовуватись МАН шляхом побудови графу Бержа (орієнтованого графу без кратних петель і кратних дуг одного напрямку) і суперматриці впливів між простими елементами та компонентами графу. Приклад такого графу для 4-х компонент мережевої структури з відображенням взаємозв’язків між її елементами наведено на рис. 3.3.

Петля при вершині позначає, що елементи всередині компоненти мають вплив один на одного, а дуги між компонентами позначають вплив між ними у цілому. Такий граф може відповідати, наприклад, вибору для вирішення певної задачі «найкращої» альтернативи з множини альтернатив (К4) в залежності від параметрів оцінювання: вектору критеріїв (К1), складу характеристик (К2), переліку вимог (К3).

На підставі графу будується суперматриця (блочна матриця). Для графу з наведеного прикладу вона має вигляд:

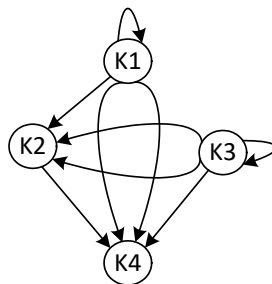


Рис. 3.3. Приклад графу мережевої структури

$$\begin{pmatrix} M_{11} & M_{12} & 0 & M_{14} \\ 0 & 0 & M_{23} & M_{24} \\ 0 & M_{32} & M_{33} & M_{34} \\ M_{41} & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

В цій матриці кожний блок представляє собою матрицю парних порівнянь  $M_{ij}$ , яка визначає вплив елементів  $i$ -го компонента на елементи  $j$ -компонента. Після формування усіх необхідних матриць із застосуванням відповідних матричних перетворень з урахуванням необхідності дотримання узгодженості експертних суджень застосовується алгоритм їх обчислень з отриманням узагальнених числових значень, на підставі яких вже здійснюється ранжування альтернативних варіантів та вибір «найкращого» рішення.

При побудові ієрархічних моделей поряд з вибором її типу, розробкою структури і виявленням найважливіших критеріїв, за якими будуть проводитись порівняння альтернатив, значна увага має приділятися дослідженню саме можливості проведення значущих порівнянь елементів більш низького рівня відносно деяких або усіх елементів найближчого рівня, що розташований вище.

При побудові мережевих моделей значна увага має приділятися розробці структури мережі, при цьому мають враховуватись як внутрішні залежності між простими елементами всередині однієї компоненти, так і зовнішні залежності між компонентами. Це дозволить включати до розгляду практично будь-які знання та судження, які можуть вплинути на прийняття рішення.

Для задач, в яких залежності (зв'язки) між різними елементами структур не можуть бути апіорі відомими та потрібно знаходити закономірності і будувати гіпотези про їх взаємозв'язки, потрібно додатково досліджувати можливість використання методів інтелектуального аналізу даних, зокрема технології Data Mining, які дозволяють виконати над предметною областю задачі класифікації, кластеризації, прогнозування, пошук асоціацій, візуалізацію, після чого знаходити неочевидні (тобто такі, що не виявляються стандартними методами обробки інформації або експертним шляхом), але об'єктивні та практично корисні закономірності щодо зв'язків між елементами мережевої структури. Загальна схема вирішення багатокритеріальних задач оцінювання альтернатив із застосуванням інтеграційного методу наведена на рис.3.4. Метод, що інтегрує засоби структурування даних предметної області на основі онтологій, методів схвального голосу-

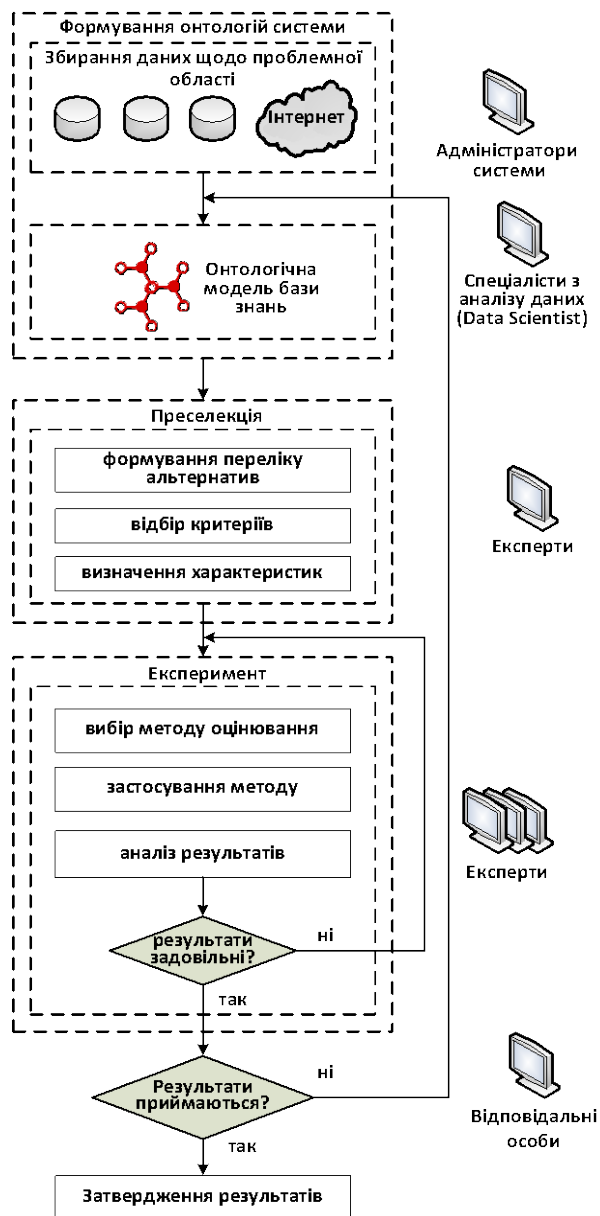


Рис. 3.4. Загальна схема вирішення багатокритеріальних задач оцінювання альтернатив інтеграційним методом

вання, аналізу ієрархій та інструментарію орієнтованих графів, більш детально описано та обґрунтовано в роботах співавторів монографії [19, 20]. Застосування запропонованого методу та його програмна реалізація підвищує ефективність прийняття рішень у задачах багатокритеріального вибору та суттєво спрощує експертну діяльність за рахунок візуалізації процесу оцінювання альтернатив, підтримує транзитивну узгодженість суджень експертів і сприяє підвищенню кардинальної узгодженості, усуває залежність від одиниць виміру, забезпечує оперативність, універсальність та простоту технічної реалізації процедури підтримки прийняття рішень.

### **3.3. Приклади застосування інтеграційного експертного методу при визначенні необхідних ресурсів для гасіння лісових пожеж засобами авіації**

#### 3.3.1. Постановка задачі

Одним з проблемних питань у сфері реагування на надзвичайні ситуації (НС) є пошук раціональних рішень щодо визначення і планування відповідних ресурсів для оснащення ними аварійних формувань з метою забезпечення необхідних спроможностей. Особливо це стосується ліквідації лісових пожеж (ЛП), які останнім часом являють найбільшу небезпеку в природних екосистемах.

Сучасним способом гасіння ЛП є залучення авіації, яке передбачає скидання рідини з повітря на охоплені вогнем ділянки. Успіх у гасінні ЛП суттєво пов'язаний з наданням у розпорядження необхідної кількості ресурсів (літаків та вертольотів) та вибором «найкращого» варіанту дій авіації при формуванні полоси локалізації пожежі. При цьому необхідно враховувати характер пожежі, а саме місцевість (гірська, рівнинна та ін.), вид та інтенсивність пожежі, площу охоплення пожежею, конфігурацію палаючої крайки, висоту полум'я, задимленість, метеорологічні умови виконання польотних завдань та ін., а також наявний склад авіаційних засобів, аеродроми їх базування, розміщення доступних водоймищ забору води та ін.

Ефективне вирішення цього завдання полягає у локалізації (зупиненні) просування палаючої крайки лісової пожежі визначеною довжини за мінімальний час з мінімальними фінансовими витратами в умовах прийняттого рівня безпеки польотів. При цьому існує велика кількість варіантів комплектації авіаційної групи та організацію її участі у ліквідації лісової пожежі.

Таким чином, організація ефективного застосування авіації для гасіння лісових пожеж представляє собою класично багатокритеріальну задачу вибору альтернатив складу повітряних суден та способів їх

використання, для вирішення якої застосовуються різні експертні методи. Причому ця задача, як і більш загальна – оцінювання і планування спроможності сил і засобів, які залучаються до ліквідації надзвичайних ситуацій, відноситься до виду задач, при вирішенні яких різні експерти можуть здійснювати вибір з різних альтернатив із застосуванням своїх неформалізованих принципів вибору та можливостей змінювати свої рішення при виявленні нових альтернатив.

Враховуючи специфіку формування складу експертних груп для визначення ресурсів для ліквідації надзвичайних ситуацій та організації їх роботи, вкрай важливим є надання цим групам достатньо простих і в той же час науково-обґрунтованих методів визначення варіантів задіяння сил і засобів та їх оцінювання, що дозволить експертам приймати рішення щодо вибору найбільш прийнятних альтернатив для виконання певних завдань за простою уніфікованою процедурою.

У якості такого методу авторами монографії запропоновано інтеграційний експертний метод, який об'єднав модифіковані методи схвального голосування і аналізу ієрархій з онтологічними моделями та елементами теорії графів. Нижче наведений стислий узагальнений опис підходів, реалізованих у цьому методі, та приклад його застосування при визначенні необхідних ресурсів для гасіння лісових пожеж засобами авіації.

Для оцінки та вибору альтернатив застосовують, як правило, два основних способи. При першому – альтернативи порівнюються і оцінюються в цілому, як неподільні об'єкти. При другому – спочатку визначаються властивості (вектор характеристик) об'єктів, важливі для здійснення вибору, потім проводиться порівняння об'єктів за кожною характеристикою, після чого ці оцінки згортаються для визначення узагальнюючої оцінки.

В основу процедури експертного формування і оцінювання альтернатив покладено принцип індивідуально-колективної роботи експертів, коли формується група експертів, і кожен експерт може як надавати свої пропозиції альтернатив щодо включення до множини альтернатив, так і брати участь у процесі удосконалення пропозицій альтернатив інших експертів з наступним їх оцінюванням для



визначення відранжованої підмножини (переліку) альтернатив, найбільш прийнятних для вирішення певного завдання, серед яких на першому місці буде альтернатива, яка переважає всі інші.

Найбільш розповсюдженим способом прийняття колективного рішення експертними групами є голосування. Правильний вибір процедури голосування сприяє знаходженню узгодженого рішення.

З урахуванням зазначеної вище вимоги спрощення для експертів процесу формування (визначення) (переліку альтернатив), а також оцінювання цих альтернатив і вибору найбільш прийнятної для вирішення певного завдання, коли ці альтернативи являють собою достатньо прості об'єкти, за базовий метод обрано метод схвального голосування (з модифікацією), за яким кожний експерт має право підтримати одну або декілька альтернатив, що дозволяє приймати експертам рішення, найближчі до консенсусного.

У складі інтеграційного методу також використовується метод аналізу ієрархій (MAI), згідно з яким проводяться парні порівняння усіх альтернатив з виставленням якісної оцінки переваги однієї альтернативи над іншою згідно з запропонованою автором методу Т. Сааті лінгвістичною шкалою. Після чого ці оцінки у кількісному вираженні узагальнюються за алгоритмом згортки, що дозволяє отримати інтегровану кількісну оцінку по кожній альтернативі і, тим самим, визначити «найкращу» серед них.

За принципами MAI після побудови ієрархії для експертів зазвичай формується уніфікований набір таблиць для фіксування результатів парного порівняння альтернатив за кожним критерієм. В результаті опрацювання таблиць отримуються нормовані значення оцінок всіма експертами всіх альтернатив у порівнянні з іншими за кожним критерієм, після чого здійснюється їх згортка. В інтеграційному методі замість заповнення таблиці (по певному критерію) експерт порівнює будь-яку пару альтернатив, використовуючи спеціальний графічний інтерфейс, за допомогою якого відображаються дві вершини графа з іменами цих альтернатив, наприклад,  $C_r$  і  $C_q$  та дугою від  $C_r$ , якщо вона має перевагу, до  $C_q$  (якщо оцінки рівні, відображається одна

вершина з об'єднаним іменем Cг/Cq). Наступні кроки алгоритму оцінювання аналогічні.

Зазначена якісна ступінь переваги однієї альтернативи над іншою вказується експертом за допомогою усіченої шкали Т. Сааті варіантів найменування оцінки при парному порівнянні, а саме: набагато кращий/ набагато важливіший/ має абсолютну перевагу; значно кращий/ значно важливіший/ має значну перевагу; кращий/ важливіший / має перевагу; трохи кращий/ трохи важливіший/ має незначну перевагу; рівнозначні.

Після цього за допомогою скалярних згорток з урахуванням нормованих вагових коефіцієнтів груп критеріїв проводиться композиція всієї ієрархічної конструкції з отриманням узагальнюючої оцінки кожної альтернативи, що надає можливість провести їх ранжування та визначити альтернативу, яка має перевагу над усіма іншими.

Різні аспекти застосування запропонованого інтеграційного методу для визначення необхідних ресурсів і організації використання повітряних суден при гасінні ЛП розглядалися в [42, 43]. Нижче наведений комплексний приклад можливого застосування інтеграційного методу у цій предметній області.

### 3.3.2. Онтологія предметної області

На першому кроці алгоритму для формування переліку альтернатив з метою структурування всієї інформації предметної області запропоновано розробляти її онтологічну модель. На рис. 3.5 зображена онтологія для предметної області "Лісові пожежі", на рис. 3.6 – «Гасіння лісових пожеж із застосуванням авіації». Як видно з онтологічних моделей, від особи, яка приймає рішення по організації дій сил і засобів авіації, залежить вибір варіанту формування смуги локалізації лісової пожежі і комплектації авіаційної групи з врахуванням базування повітряних суден та розміщення місць водозабору, а також характеристик ЛП.



Рис. 3.5. Онтологія предметної області «Лісові пожежі»

### 3.3.3. Застосування ієрархічної моделі

З метою спрощення використання результатів експертного оцінювання варіантів організації польотів та зменшення обсягу експертної діяльності перелік альтернатив у прикладі обмежений варіантами формування смуги локалізації лісової пожежі та варіантами формування складу авіаційного угруповання, що залучається до гасіння ЛП, оцінювання яких виконується для кожного типу лісової пожежі (приклад типової лісової пожежі: гірська місцевість, верхова пожежа, площа загоряння близько 10 га, складна лінія крайки пожежі та ін.).

У табл. 3.1 наведено перелік альтернативних варіантів формування смуги локалізації лісової пожежі (альтернативи 1-го рівня), для кожної з яких можливі декілька альтернатив формування складу авіаційного угруповання, що залучається до гасіння ЛП (альтернативи 2-го рівня).

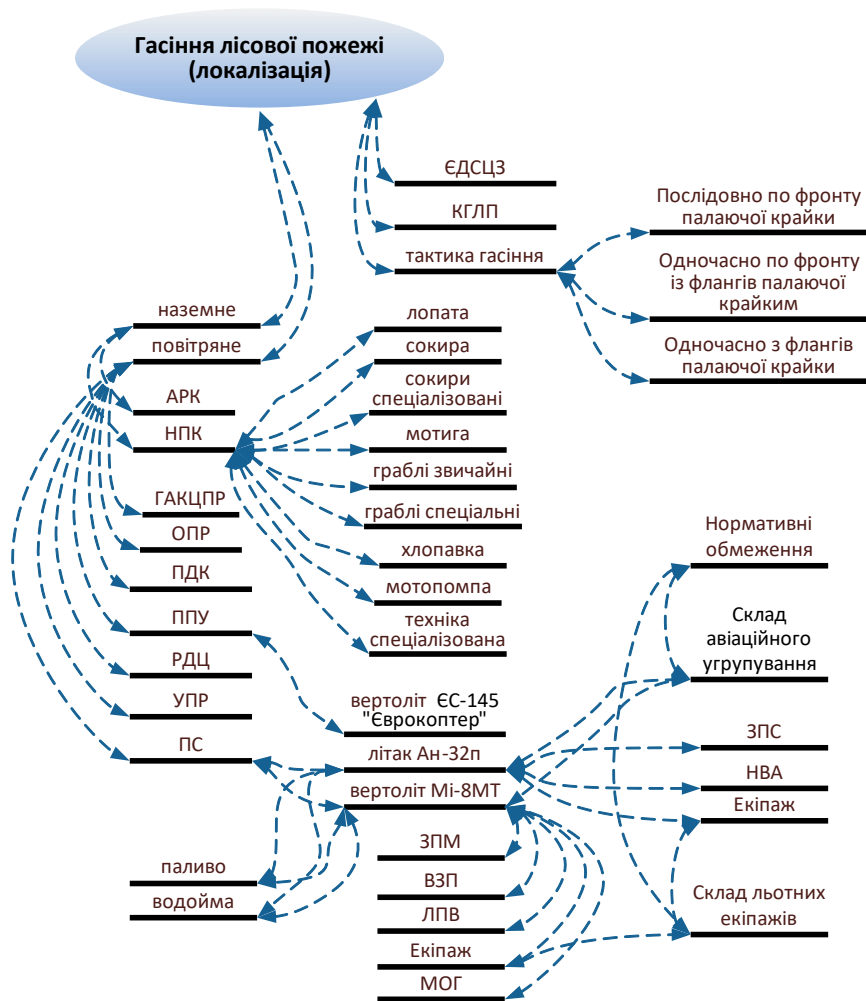


Рис. 3.6. Онтологія предметної області «Гасіння лісових пожеж із застосуванням авіації» (ЄДСЦЗ – єдина державна система цивільного захисту; КГЛП – керівник гасіння лісової пожежі; АРК – аварійно-рятувальна команда; НПК – наземна пожежна команда; ГАКЦПР – Головний авіаційний координаційний центр пошуку і рятування; ОПР – обслуговування повітряного руху; ПДК – пожежно-десантна команда; ППУ – повітряний пункт управління; РДЦ – районний диспетчерський центр; УПР – управління повітряним рухом; ПС – повітряне судно; ЗПС – злітно-посадкова смуга; НВА – навісний виливний агрегат літака; ЗПМ – злітно-посадковий майданчик; ВЗП – водозливний пристрій вертольота; ЛПВ – лебідка підйому вантажу; МОГ – мобільна оперативна група)

Таблиця 3.1

Альтернативні варіанти формування смуги локалізації лісової пожежі  
(альтернатив 1-го рівня)

№ з/п	Назва альтернативи 1-го рівня	Альтернативи
1.	Послідовно по фронту палаючої крайки	A11
2.	Одночасно по фронту і з флангів палаючої крайки	A12
3.	В одній зоні з рознесенням по місцю палаючих осередків	A13

У таблиці 3.2 наведені варіанти складу авіаційного угруповання, що залучаються до гасіння лісової пожежі (альтернативи 2-го рівня).

Таблиця 3.2

Склад авіаційного угруповання

№ з/п	Назва альтернативи 2-го рівня	Альтернативи
1.	3 літаків одного типу	A21
2.	3 вертольотів одного типу	A22
3.	3 вертольотів різних типів	A23
4.	3 групи літаків одного типу і вертольотів одного типу	A24
5.	3 літаків одного типу і вертольотів різного типу	A25

Таким чином, модель альтернатив представляє дворівневе дерево, наведене на рис. 3.7.

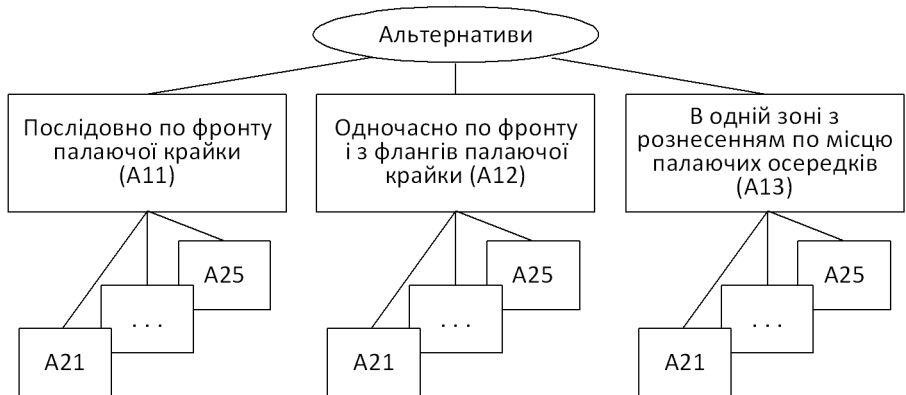


Рис. 3.7. Модель альтернатив

Як уже зазначалось вище, метою участі авіації у гасінні ЛП є локалізація (зупинення просування) палаючої крайки ЛП визначеною довжини за мінімальний час, з мінімальними фінансовими витратами в умовах прийняттого рівня безпеки польотів. Тому критеріями ефективного застосування авіаційної техніки для гасіння ЛП всіх типів повинні бути час на локалізацію пожежі, фінансові витрати на локалізацію пожежі та безпека виконання польотів (табл. 3.3).

Таблиця 3.3

Критерії ефективного застосування авіаційної техніки для гасіння лісових пожеж 1-го рівня

№ з/п	Назва критерію 1-го рівня	Критерії
1.	Час на локалізацію пожежі	K11
2.	Фінансові витрати на локалізацію пожежі	K12
3.	Безпека виконання польотів	K13

У таблиці 3.4 наведено перелік критеріїв 2-го рівня як складових критеріїв 1-го рівня.

Таблиця 3.4

Критерій 2-го рівня та їх зв'язок з критеріями 1-го рівня

№ з/п	Назва критерію 2-го рівня	Критерії	До якого критерію 1-го рівня відноситься
1.	Кількість скидань вогнегасної рідини за один політ	K21	K11
2.	Тривалість дій	K22	K11
3.	Усепогодність	K23	K11
4.	Залежність від висоти полум'я	K24	K13
5.	Залежність від турбулентності потоків	K25	K13
6.	Залежність від задимленості	K26	K13
7.	Вартість залучення повітряних суден за 1 год	K27	K12

Таким чином, ієрархія критеріїв має три куці критеріїв 1-го рівня, кожний з яких має власні гілки критеріїв 2-го рівня (рис. 3.8).



Рис. 3.8.. Критерії 2-ох рівнів для оцінювання альтернатив

Повна ієрархія моделі прикладу для застосування МАІ наведена на рис.3.9.

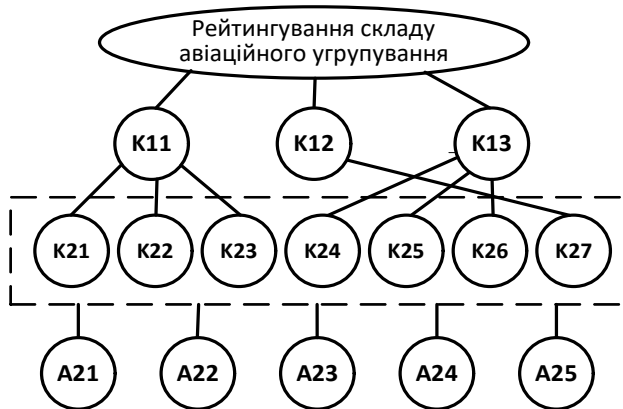


Рис. 3.9. Ієрархія моделі задачі МАІ для визначення рейтингу складу авіаційного угруповання, яке залучається до гасіння лісової пожежі

У стандартному варіанті застосування методу аналізу ієрархій розглядається один рівень альтернатив, які можуть оцінюватись відповідно до декількох рівнів критеріїв. Тому у нашому прикладі цей метод може бути застосований на першому кроці процедури для альтернатив першого рівня, а потім на другому кроці для альтернатив 2-го рівня для кращої з альтернатив 1-го рівня.

Іншим способом приведення запропонованої моделі альтернатив у прикладі застосування авіації для гасіння ЛПІ може бути застосування на

1-му кроці модифікованого методу схвального голосування. Результатом його застосування теж буде відранжований перелік альтернатив 1-го рівня.

Нижче наведена ілюстрація оцінювання варіантів складу авіаційного угруповання, яке залучається для гасіння ЛП, з використанням експериментального зразка програмного засобу, розробленому в Українському науковому центрі розвитку інформаційних технологій, у якому реалізований інтеграційний метод. Детальний опис експериментального зразка наведений в [35].

На рис.3.10 наведені фрагменти інтерфейсу програмного засобу при оцінюванні альтернативних варіантів складу повітряних суден для вибраного варіанту формування смуги локалізації лісової пожежі, а саме – «Послідовно по фронту палаючої крайки» (A11).




### 3.3.4. Застосування мережевої моделі

Моделювання задачі у наведеному вище прикладі здійснювалось ієрархічними структурами з елементами двох видів – альтернативами і критеріями їх оцінювання. Тому для їх вирішення у якості базового використовувався метод аналізу ієрархій, який входить до складу інтеграційного методу підтримки прийняття рішень в процедурах експертного оцінювання. У той же час, як уже зазначалось, для вирішення більш складних ресурсних задач, які є дуже актуальними в сучасних умовах, ієрархічної структури вже недостатньо. По-перше, для адекватного моделювання цих предметних областей необхідно враховувати більше параметрів – об'єктів, факторів, вимог, умов, характеристик, властивостей, критеріїв тощо, які, до того ж, можуть об'єднуватись в різні групи, по-друге, вони можуть впливати один на одного, при цьому важливо враховувати ступені впливу.


У якості базового методу у таких задачах застосовується метод аналітичних мереж, який є розвитком методу аналізу ієрархій. Як уже зазначалось, мережеву модель доцільно будувати шляхом послідовного нарощування ієрархічної моделі новими зв'язками між елементами/компонентами, які знаходяться на одному рівні або на



різних (необов'язково сусідніх) рівнях ієрархії. На рис. 3.11 наведена модель для задачі визначення необхідних ресурсів для гасіння лісових пожеж засобами авіації, у якій врахований реально існуючий вплив критеріїв між собою, а саме, критерій «Час на локалізацію пожежі» (К11) впливає на критерії «Фінансові витрати на локалізацію пожежі» (К12) та «Безпека виконання польотів» (К13).






СПР - Система Прийняття Рішень				
ДСНС - оцінювання складу авіаційного угруповання гасіння ЛП • Експерти				
Критерії				
Інструменти  Додати +  Допомога 				
Ім'я	Лист	Оцінка	Вага	Активний
Час на локалізацію пожежі (3)	o	10	-	✓
Кількість скидань вогнегасної рідини за один політ	✓	0	-	✓
Тривалість дій	✓	0	-	✓
Успешність	✓	0	-	✓
Фінансові витрати на локалізацію пожежі (1)	o	0	-	✓
Вартість залучення повітряних суден за 1 год	✓	0	-	✓
Безпека виконання польотів (3)	o	10	-	✓
Залежність від висоти полум'я	✓		-	✓
Залежність від турбулентності потоків	✓		-	✓
Залежність від задимленості	✓		-	✓
	o	10	-	✓





а)

**СПР - Система Прийняття Рішень** Віктор 

ДСНС - оцінювання складу авіаційного угруповання гасіння ЛП • Завершення почало

Попарна оцінка альтернатив

Видати  Очистити  Експерт: Василь  Критерій: Вартість залучення повітряних суден за 1 год  Відсоток оцінювання: 90%  Оцінки на дугах

Таблиця  Статистика  Зважити  Допомога   Матриця  Скорочено

**Альтернативи**

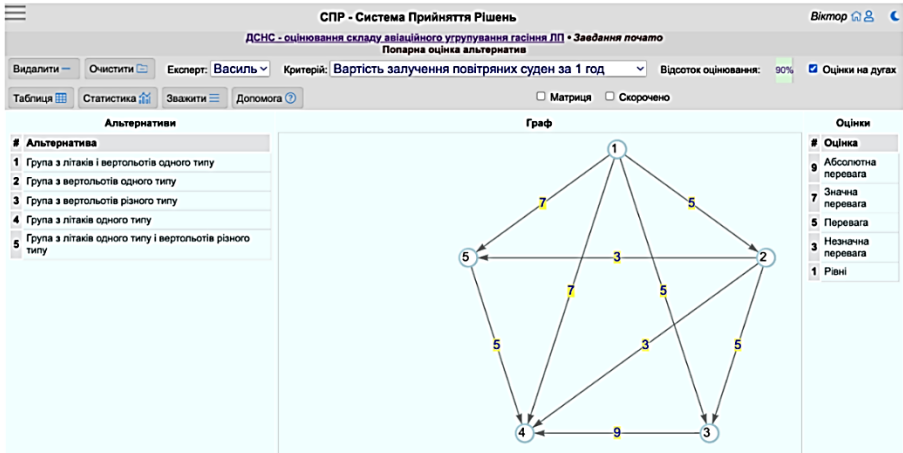
#	Альтернатива
1	Група з літаків і вертольотів одного типу
2	Група з вертольотів одного типу
3	Група з вертольотів різного типу
4	Група з літаків одного типу
5	Група з літаків одного типу і вертольотів різного типу

**Граф**

**Оцінки**

#	Оцінка
9	Абсолютна перевага
7	Значна перевага
5	Перевага
3	Незначна перевага
1	Рівні

б)



В)

Рис. 3.10. Фрагменти інтерфейсу програмного засобу при оцінюванні альтернативних варіантів складу повітряних суден для варіанту формування смуги локалізації лісової пожежі «Послідовно по фронту палаючої крайки» (а – критерії для оцінювання альтернатив, б – альтернативні варіанти формування складу авіаційної групи у вигляді графу, підготовленого для оцінювання, в – граф альтернатив після завершення процедури оцінювання)

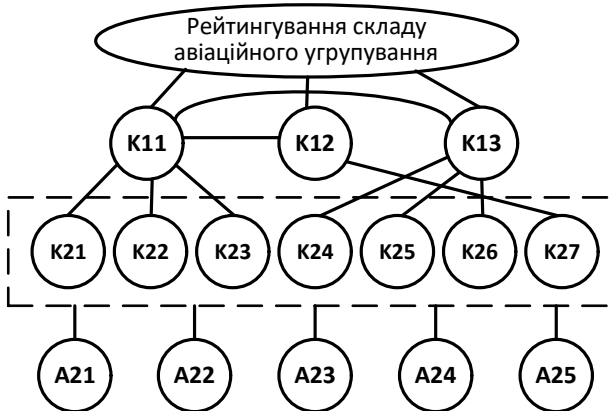


Рис. 3.11. Мережева модель для оцінювання варіантів складу авіаційного угруповання, яке залучається до гасіння лісової пожежі

Для розв'язання задач із застосуванням МАМ в інтеграційному експертному методі рекомендовано використовувати одну із найбільш поширених на сьогоднішній день СППР SuperDecisions [44], яка вільно розповсюджується.

Розв'язання задач методом аналітичних мереж в SuperDecisions виконується за наступними етапами:

- формування структури задачі;
- оцінка елементів ієрархії;
- формування суперматриць і розрахунок коефіцієнтів важливості елементів;
- аналіз отриманих результатів.

Нижче на рис. 3.12 – 3.18 наведені скріншоти середовища СППР Super Decisions процесу оцінювання на модельних даних варіантів складу авіаційного угруповання, яке залучається для гасіння ЛП, за наведеними етапами.

На рис.3.12 представлена ієрархічна модель предметної області, яка складається з кластерів (мета, критерії, підкритерії (вузли, елементи) альтернативи) і зв'язків між ними.

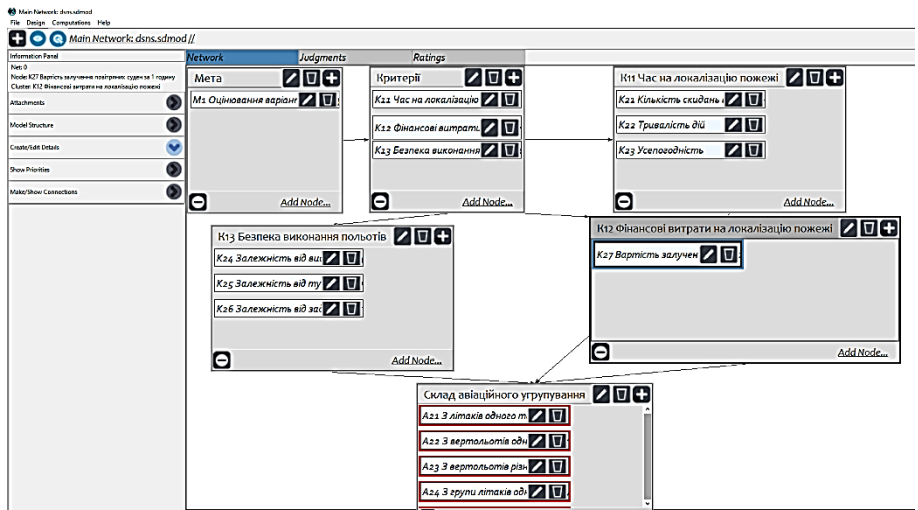


Рис. 3.12. Ієрархічна модель предметної області

Оцінка елементів моделі виконується шляхом попарного порівняння для всіх наборів вузлів. Причому вузли, які підлягають попарному порівнянню, можуть знаходитись як в одному, так і в різних кластерах. На рис 3.13 наведений приклад попарних порівнянь альтернатив по підкритерію K27.

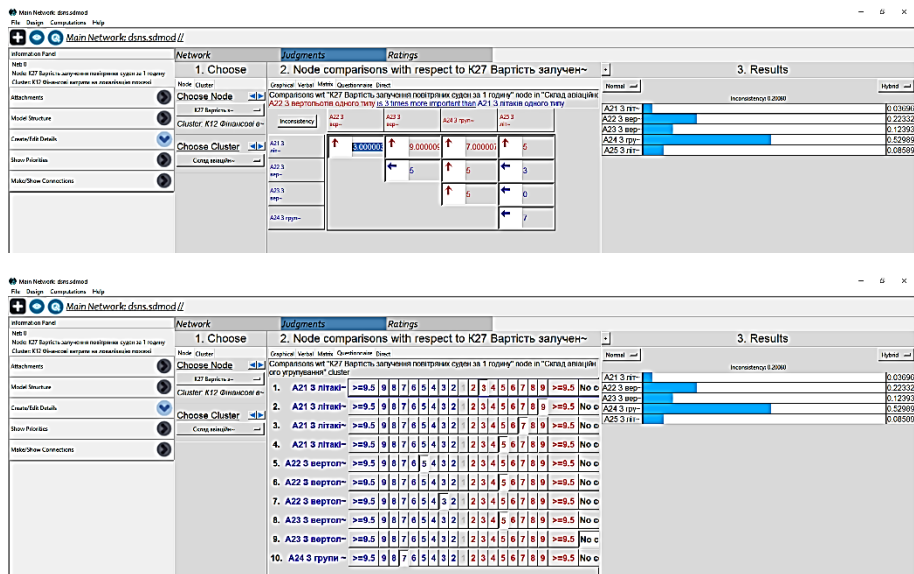


Рис. 3.13. Приклад попарних порівнянь альтернатив по підкритерію K27

При цьому використовувалась шкала Т. Сааті, яка передбачає значення від 1 (однакова значимість) до 9 (абсолютна перевага). Аналогічним способом виконувались попарні порівняння по всіх зв'язках моделі.

Згідно з МАМ після проведення попарних порівнянь були сформовані зважена, незважена і гранична матриці (рис. 3.14). В результаті обчислень по алгоритму МАМ отримане графічне представлення та значення пріоритетів альтернатив (рис. 3.15). Super Decisions також надає можливість розрахувати рейтинг альтернатив по кожному з критеріїв. На рис. 3.16 – 3.18 наведені приклади рейтингів для підкритеріїв K21, K22 і K27 відповідно.



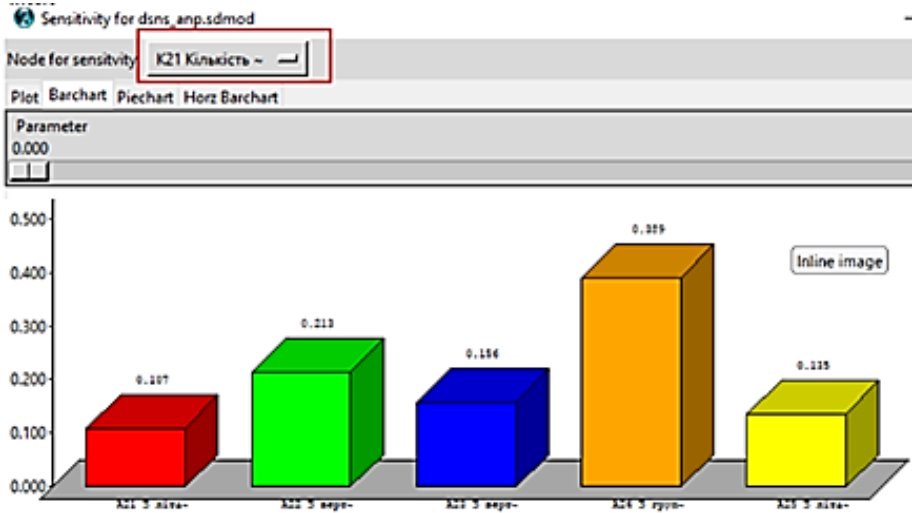


Рис. 3.16. Рейтинг альтернатив по підкритерію K21

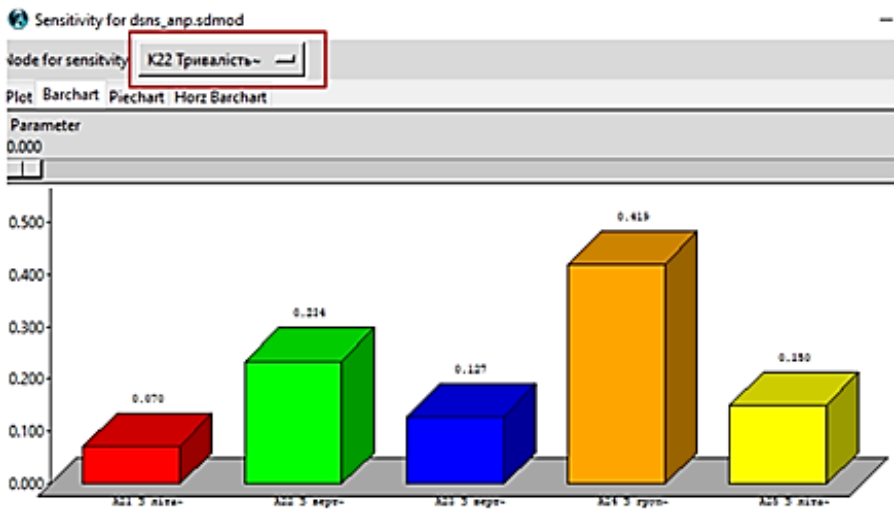


Рис. 3.17. Рейтинг альтернатив по підкритерію K22

Для підтримки прийняття рішення щодо складу повітряних суден для гасіння лісової пожежі із застосуванням МАМ ще більш складною може бути модель, що враховує взаємодію екіпажів пожежних ПС з 150

наземними аварійно-рятувальними підрозділами при ліквідації пожежі, коли додатково, крім загальної обстановки, треба враховувати різноманітні фактори та їх взаємні впливи (зокрема, напрямок вітру, температура повітря, підтримка наземними підрозділами вологості полоси локалізації між скиданнями води, тощо) для забезпечення безпеки застосування авіаційних методів гасіння пожеж.

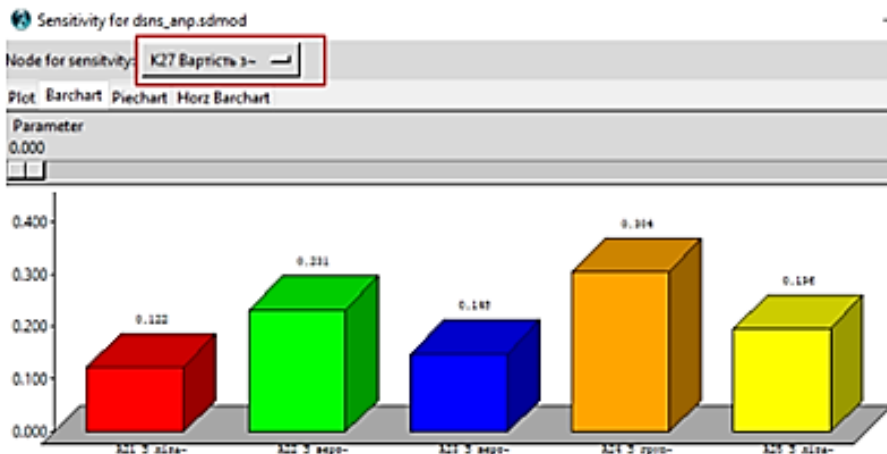


Рис. 3.18. Рейтинг альтернатив по підкритерію K27

Таку мережеву модель (рис.3.19) доцільно будувати шляхом розширення вже побудованих раніше моделей.

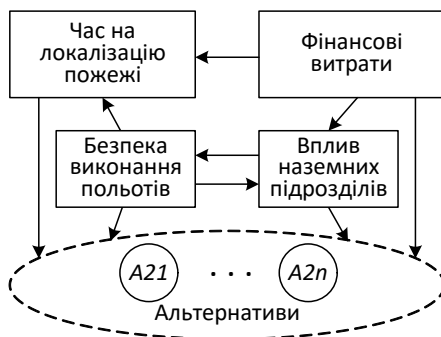


Рис. 3.19. Приклад мережевої структури для моделювання гасіння ЛП засобами авіації із залученням наземних аварійно-рятувальних підрозділів

Таким чином, наведені приклади демонструють можливість використання інтеграційного експертного методу та програмного інструментарію для визначення ресурсів з метою формування плану оперативного реагування сил цивільного захисту на ліквідацію пожеж, повеней та інших надзвичайних ситуацій у природних та техногенних екосистемах, що сприятиме раціональному використанню матеріальних, людських і фінансових ресурсів, зниженню втрат та збитків від надзвичайних ситуацій.

Ці задачі пропонується вирішувати шляхом розробки відповідних моделей та програмного інструментарію, які адекватно відображають притаманні цим задачам ієрархічні та мережеві структури елементів (об'єктів) і враховують їх взаємний вплив в умовах багатofакторності.

3.3.5. Практичне використання результатів оцінювання варіантів складу авіаційного угруповання, що залучається до гасіння лісової пожежі

Для практичного використання кращих варіантів складу авіаційного угруповання, що залучається до гасіння лісової пожежі (альтернативи 2-го рівня), необхідно розробляти планові таблиці польотів, у яких конкретизуються типи повітряних суден, дані про екіпажі, погодинний графік польотів, кількість заправлень та скидань, сумарний наліт та загальна вартість залучення авіації з урахуванням віддаленості аеродромів базування та водойм водозабору від центру лісової пожежі, спроможності у формуванні смуги локалізації та рівень підготовки і готовності екіпажів повітряних суден. При цьому використовуються атрибутивні описи об'єктів онтологічної моделі, а саме «Склад льотних екіпажів» (табл. 3.5) та «Нормативні обмеження» (табл. 3.6). Доступність даних таких описів для особи, що приймає рішення, забезпечується їх наявністю в базі даних інформаційної системи, яка може використовуватись для підтримки планування польотів.

Отже, наведений приклад демонструє можливість використання інтеграційного експертного методу та програмного інструментарію для визначення ресурсів з метою формування плану оперативного



реагування сил цивільного захисту на ліквідацію пожеж, повеней та інших надзвичайних ситуацій у природних та техногенних екосистемах.

Таблиця 3.5

Атрибутивні описи об'єкту «Склад льотних екіпажів»

№ з/п	Склад льотних екіпажів
1.	3 пілотів тільки 1 класу
2.	3 пілотів тільки 2 класу
3.	3 пілотів 1 і 2 класу
4.	3 пілотів 1 і 3 класу
5.	3 пілотів 2 і 3 класу
6.	3 командирів екіпажу 1 класу, що мають значний досвід у гасінні ЛП
7.	3 командирів екіпажу 1 класу, що мають достатній досвід у гасінні ЛП
8.	3 командирів екіпажу 2 класу, що мають значний досвід у гасінні ЛП
9.	3 командирів екіпажу 2 класу, що мають достатній досвід у гасінні ЛП
10.	Дата крайнього тренувального польоту з гасіння ЛП

Таблиця 3.6

Атрибутивні описи об'єкту «Нормативні обмеження»

№ з/п	Нормативні обмеження
1.	Метеорологічний мінімум літака
2.	Метеорологічний мінімум вертольоту
3.	Метеорологічний мінімум пілота літака
4.	Метеорологічний мінімум пілота вертольоту
5.	Час вильоту з готовності 1
6.	Час вильоту з готовності 2
7.	Час вильоту з готовності 3
8.	Обмеження екіпажу по тривалості льотної зміни
9.	Обмеження екіпажу по нальоту
10.	Обмеження екіпажу по кількості польотів
11.	Обмеження терміну підготовки літака до наступного польоту
12.	Обмеження терміну підготовки вертольоту до наступного польоту
13.	Обмеження по інтервалу між літаками на бойовому курсі
14.	Обмеження по інтервалу між вертольотами на бойовому курсі
15.	Обмеження по інтервалу між літаками і вертольотами на бойовому курсі

Ці задачі пропонується вирішувати на основі моделей та програмного інструментарію, які адекватно відображають притаманні цим задачам ієрархічні та мережеві структури елементів (об'єктів) і враховують їх взаємний вплив в умовах багатофакторності.

Розроблені моделі дозволять вирішувати поставлені задачі завдяки врахуванню як прямого домінування об'єктів, так і непрямого домінування, коли аналізується, який з двох об'єктів має більший вплив і наскільки більший на третій об'єкт, а також оцінюються переваги та недоліки рекомендованих рішень.

Результатом завершеної процедури оцінювання альтернатив є їх відранжований перелік, який також може бути використаний у навчальних цілях та в ситуаційних центрах.

### **3.4. Оцінка компетентності експертів**

Застосуванню методу експертних оцінок привернута увага багатьох науковців у контексті пошуку не математичних підходів до оцінки нечітких у відношенні інформаційного забезпечення процедур прийняття рішення в умовах множини альтернативних пропозицій щодо використання наявних ресурсів при вирішенні тих чи інших задач у проблемних ситуаціях, коли стандартні методи є неприйнятними або не дають достатньо ефективного результату [26, 27].

Як уже зазначалось, у діяльності ДСНС застосовування методу експертного оцінювання є найчастіше виправданим і доцільним при прогнозуванні умов виникнення і розвитку надзвичайних ситуацій та нанесення збитків від їх наслідків. Головним цільовим призначенням такого оцінювання є визначення спроможності наявних сил і засобів у залежності від розвитку надзвичайної ситуації та обраної стратегії боротьби з її наслідками, а також при проведенні перспективного планування, коли не вистачає достатніх статистичних даних щодо можливого розвитку несприятливих подій на потенційно небезпечних об'єктах.

При організації процедур експертного оцінювання актуальним постає питання компетентності експертів, що залучаються, і від яких

напряму залежить якість і достовірність такого оцінювання. На практиці, часто єдиним джерелом інформації є сам експерт, його знання, досвід, кваліфікація та суб'єктивна думка. Незважаючи на уявну необ'єктивність зазначених характеристик, у плані прикладного механізму експертні оцінки можуть бути одним з найбільш ефективних і єдиним достатньо оперативним і прийнятно точним інструментом визначення з запропонованих альтернатив раціонального рішення. Очевидно, що для підвищення ґрунтовності оцінок варто враховувати думки не одного-двох, а декількох експертів і за умов, що їхня компетентність у предметній сфері професійної діяльності знаходиться на достатньо високому рівні. Інакше може виявитися, що така експертна оцінка не лише не має ніякої ціннісної ваги, а й може суттєво нашкодити і в значній мірі негативно вплинути на показники ефективності, ресурсних витрат та фінансової вартості, а в умовах надзвичайної ситуації – прийнятної безпеки виконання польотів спеціальної авіації. Отже в контексті зазначеної проблеми, пов'язаної з формуванням групи експертів, особливої ваги набувають питання об'єктивної оцінки їхньої фахового кругозору, набутого практичного досвіду та неординарності думки.

Необхідність проведення експертизи на початковому етапі її запровадження в повсякденну практику має базуватися на залученні найбільш компетентних і досвідчених у означеній проблемній сфері експертів, чії оцінки гарантовано складуть найвищі показники об'єктивності, що забезпечить прийняття найбільш раціонального рішення. З орієнтацією на кількісні показники оцінки якості експерта необхідно, перш за все, визначитися з його окремими особистісними характеристиками (вміння обґрунтовувати і переконувати, неупередженість і неординарність в судженнях, самостійність в оцінках). Але варто зазначити, що така оцінка очевидно є необхідною, але ніяким чином не може претендувати на повну достатність, бо не розкриває взаємозв'язки між ними і не враховує всю множину факторів, що впливають на підсумковий показник якості експерта.

Для вирішення означеної проблеми деякі науковці ділять перелічені вище характеристики оцінки якості експерта на декілька груп:

об'єктивність, надійність (достовірність), трудомісткість, вплив на результат оцінювання [28]. Кожну групу, в свою чергу, вони пропонують розглядати в контексті декількох властивостей з метою отримання комбінованої оцінки у вигляді зваженої суми. У такому разі, очевидним при проведенні оцінки якості експерта, доречним стає питання використання багатокритеріального оцінювання. Авторами означених публікацій було розроблено і запропоновано алгоритм оцінки компетентності експертів (рис. 3.20).



Рис. 3.20. Оцінка компетентності експертів

Запропонований авторами алгоритм, дозволяє провести всебічну оцінку компетентності експерта, з врахуванням критеріїв оцінки експерта, критеріїв оцінки кваліфікації експерта і способу оцінювання, з відображенням того, ким саме здійснюється ця оцінка [29, 30]. Не викликає сумніву, що запропонований алгоритм відображує повний цикл оцінювання компетентності експерта. Однак, при такій постановці проблемної задачі, залишаються не розкритими методи розрахунку коефіцієнтів компетентності експертів, з подальшим їх порівнянням.

Аналіз існуючих рішень виявив, що найбільш розповсюдженим методом розв'язання аналогічних задач відбору експертів є метод аналізу ієрархій, запропонований до впровадження з оцінки спроможності сил і засобів спеціальної авіації, що залучається до гасіння лісових пожеж в екосистемах. Такий підхід робить запропонований

програмно-інструментальний комплекс підтримки прийняття рішення стосовно залучення спеціальної авіації до боротьби з надзвичайними ситуаціями, уніфікованим не лише стосовно оцінки її спроможності, але й у тому числі, при розв'язанні задач, пов'язаних з формуванням групи експертів з оцінкою їхньої компетентності [18, 31].

Алгоритм відбору найбільш компетентних експертів може складатися з наступних етапів:

Перший – встановлення всіх факторів, що впливають на загальну оцінку компетентності експерта.

Другий – розроблення керівником, який організує процедуру оцінювання експертів, тестових завдань, які мають охопити весь перелік професійних компетенцій і дадуть можливість відобразити їхній рівень у формі кількісних показників.

Третій – первинне визначення компетентності кожного експерта з порівнянням компетенцій даної сфери з врахуванням вагових коефіцієнтів по кожному  $j$ -фактору  $i$ -експерта.

Четвертий – обрахування значень вектору пріоритетів факторів.

П'ятий – завершальний розрахунок коефіцієнта компетентності для кожного експерта з врахуванням пріоритетів факторів.

Шостий – вибір експертів за показниками найвищих значень коефіцієнтів компетентності.

Наступним кроком оцінювання має стати аналіз факторів, які потенційно впливають на об'єктивність визначених експертом оцінки за наступними факторами:

- досвід роботи в предметній сфері проведення експертизи;
- кількість успішно проведених експертиз за останні 3-5 років;
- відповідність освіти профілю роботи, за змістом якої здійснюється експертна оцінка;
- оцінка за відпрацьовані тестові завдання;
- суб'єктивна оцінка експерта спеціалістами, що реалізують стратегію боротьби з надзвичайною ситуацією.

За результатами оцінки компетентності експертів складається таблиця, яка враховує всі перелічені вище фактори (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Вагові показники, які впливають на компетентність експертів

Фактор	Вага фактору		
	до 1 року	від 1 до 5 років	понад 5 років
<b>Ф1.</b> Досвід роботи в сфері проведення експертизи, років	0,1	0,4	0,5
	відсутня	від 1 до 10	понад 10
<b>Ф2.</b> Кількість успішно проведених експертиз за останні 5 років	0,1	0,4	0,5
	від 0 до 33	від 33 до 66	від 66 до 100
<b>Ф3.</b> Відсоток правильно виконаних тестових завдань	0,1	0,3	0,6
	<b>Ф4.</b> Відповідність освіти предметній сфері експертизи	Не відповід., але є відповід. курси підв. кваліф.	Вища освіта відповід., але не має курсів підв. кваліф.
0,3		0,3	0,4
<b>Ф5.</b> Оцінка експерта робочою групою за 4-бальною шкалою	Середня оцінка від 1 до 2	Середня оцінка від 2 до 3	Середня оцінка від 3 до 4
	0,1	0,4	0,5

Для побудови вектору пріоритетів встановлюємо вагу компетентності  $i$ -експерта за кожним  $j$ -фактором. Далі виконується класична побудова матриці, за допомогою якої визначаються набрані бали  $i$ -м експертом по  $j$ -фактору і сума балів, набраних  $i$ -експертом за всіма факторами  $\text{Sum}X_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}$ . На завершення визначається сума балів по кожному фактору для всіх експертів. Відповідно з отриманими даними розраховуються вагові коефіцієнти компетентності  $Q_i$  для кожного  $i$ -експерта за всіма факторами:

$$Q_i = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}}$$

Для проведення парного порівняння варто скористатися дев'ятибальною шкалою Т. Сааті [44]:

1 – порівнюються фактори, які мають однакову значимість;

3 – порівнюються такі, які мають дещо білу значимість одного фактору по відношенню до другого;

5 – такі, що мають високу значимість одного фактору по відношенню до іншого;

7 – ті, що мають значно більшу значимість одного фактору по відношенню до іншого;

9 – абсолютна перевага значимості фактору;

2, 4, 6, 8 – проміжні значення.

Використовуючи зворотну шкалу Сааті, складемо матрицю порівняння і на її основі отримаємо таблицю коефіцієнтів компетентності  $Q_i$  для кожного  $i$ -експерта по всіх  $j$ -факторах, що розглядаються (табл. 3.8).

Таблиця 3.8

Коефіцієнти компетентності для кожного експерта за факторами

Експерти $i$	Фактори $\Phi_j$					Сума балів експерта за всіма факторами SumX <sub>i</sub>	Коефіцієнт компетентності $Q_i$ , %
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$		
Експерт 1	0.4	0.4	0.6	0.3	0.4	2.1	11.93
Експерт 2	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	1.9	10.80
Експерт 3	0.5	0.4	0.3	0.4	0.4	2	11.36
Експерт 4	0.5	0.5	0.6	0.3	0.4	2.3	13.07
Експерт 5	0.4	0.5	0.3	0.3	0.4	1.9	10.80
Експерт 6	0.4	0.4	0.3	0.4	0.1	1.6	9.09
Експерт 7	0.1	0.1	0.1	0.3	0.1	0.7	3.98
Експерт 8	0.4	0.5	0.3	0.4	0.1	1.7	9.66
Експерт 9	0.5	0.5	0.6	0.3	0.5	2.4	13.64
Експерт 10	0.4	0.1	0.1	0.3	0.1	1	5.68
Sum $\Phi_j$	4	3.8	3.5	3.4	2.9	17.6	100.00

Для проведення парних порівнянь факторів, розраховуються їхні співвідношення відносно один одного. При цьому, необхідно враховувати, який з факторів має більше значення для вибірки, а який менше. Далі розраховується середнє геометричне для кожного фактору шляхом парних порівнянь методом аналізу ієрархій. По завершенню розраховується нормалізований вектор пріоритетів  $V$  (табл. 3.9):

$$V(\Phi_i) = \frac{G(\Phi_i)}{\sum_{i=1}^n \Phi_i}$$

Таблиця 3.9

## Парне порівняння факторів та вектору пріоритетів

Фактори	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$	Середнє геометр. $G_i$	Нормалізований вектор пріоритетів, $V_i, \%$
$\Phi_1$	1	0.2	0.33	7	7	1.265	15.28
$\Phi_2$	5	1	3	9	9	4.139	50.00
$\Phi_3$	3	0.33	1	9	7	2.286	27.61
$\Phi_4$	0.14	0.11	0.11	1	0.33	0.224	2.70
$\Phi_5$	0.14	0.11	0.14	3	1	0.365	4.41
<b>Sum<math>\Phi_i</math></b>	<b>9.28</b>	<b>1.75</b>	<b>4.58</b>	<b>29</b>	<b>24.33</b>	<b>8.278</b>	<b>100.00</b>

З наведеної таблиці видно, що найбільшу вагу має фактор № 2, слідом – фактори № 3 і № 1, а фактори № 4 і № 5 мають значно меншу вагу. Таким чином, експерти, які мають перевагу за факторами № 2, № 3 і № 1, будуть мати значно більший коефіцієнт компетентності, ніж експерти, які мають перевагу за факторами № 4 і № 5.

У публікаціях останнього часу деякі науковці пропонують продовжити попарне порівняння дотримуючись методу аналізу ієрархій для кожного критерія по кожному експерту і визначити критерії (пріоритети) з врахуванням ваги факторів з врахуванням прямої залежності, використовуючи коефіцієнти компетентності експертів  $\Phi_j$  (табл. 3.8) і вектор пріоритетів  $V_i$  (табл. 3.9) [30], за формулою:  $K_i = \Phi_i * V_i$ . За отриманими результатами складається таблиця 3.10.

Отримані таким чином дані досить чітко корелюються з отриманими традиційним методом. Однак застосований дозволяє здійснити розрахунки коефіцієнту компетентності експертів з використанням визначених критеріїв та їх порівняти і остаточного визначитися з формуванням складу групи найбільш підходящих фахівців для проведення запланованої експертизи в умовах, що виникли на момент її проведення.



Коефіцієнти компетентності з врахуванням вектору пріоритетів  $V_i$ 

Експерти $i$	Фактори $\Phi_i$					Сума балів експерта за всіма факторами $\text{Sum}X_i$	Коефіцієнт компетентності $Q_i, \%$
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$	$\Phi_4$	$\Phi_5$		
Експерти 1	0.0611	0.2000	0.1657	0.0081	0.0176	0.4525	<b>12.24</b>
Експерти 2	0.0611	0.2000	0.0828	0.0108	0.0176	0.3724	<b>10.07</b>
Експерти 3	0.0764	0.2000	0.0828	0.0108	0.0176	0.3877	<b>10.49</b>
Експерти 4	0.0764	0.2500	0.1657	0.0081	0.0176	0.5178	<b>14.01</b>
Експерти 5	0.0611	0.2500	0.0828	0.0081	0.0176	0.4197	<b>11.35</b>
Експерти 6	0.0611	0.2000	0.1657	0.0081	0.0176	0.4525	<b>12.24</b>
Експерти 7	0.0611	0.2000	0.0828	0.0108	0.0176	0.3724	<b>10.07</b>
Експерти 8	0.0764	0.2000	0.0828	0.0108	0.0176	0.3877	<b>10.49</b>
Експерти 9	0.0764	0.2500	0.1657	0.0081	0.0176	0.5178	<b>14.01</b>
Експерти 10	0.0611	0.2500	0.0828	0.0081	0.0176	0.4197	<b>11.35</b>



## РОЗДІЛ IV.

# ПІДГОТОВКА ОСОБОВОГО СКЛАДУ САЗ ДСНС ДО ВИКОНАННЯ ПОЛЬОТІВ З ЛІКВІДАЦІЇ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ПОЖЕЖАМИ В ЕКОСИСТЕМАХ

### 4.1. Способи застосування спеціальної авіації ДСНС та тактичні прийоми боротьби з пожежею в екосистемі

Масштабні лісові пожежі, що несуть загрозу всій екосистемі регіону, виникають не миттєво, а починаються з окремих вогнищ. Такі пожежі, хоча й поступово, але досить швидко трансформуються в пожежу спочатку плямистого типу, потім переростають у пожежу, що охоплює значні площі з достатньо чітко вираженими розмірами, конфігурацією і напрямками просування палаючої крайки (рис.4.1).

Коли стає очевидною загроза переростання ЛП у надзвичайну ситуацію, рішенням начальника територіального Головного управління (Управління) ДСНС долучаються територіальні сили і засоби оперативного реагування на надзвичайну ситуацію на основі мобілізаційно-оперативного плану ліквідації лісових пожеж.



Рис. 4.1. Масштабна лісова пожежа в горах

Авіаційні сили та засоби залучаються до гасіння ЛП за письмовим зверненням керівника територіального органу управління ДСНС, або

керівників центральних і місцевих органів виконавчої влади при виникненні НС регіонального і місцевого рівнів.



Рис. 4.2. Локалізація палаючої крайки літаками Ан-32П

Головна мета залучення авіації до гасіння ЛП – локалізувати (зупинити) просування переднього краю лісової пожежі як по фронту, так і з флангів у взаємодії із наземними силами та засобами (рис.4.2). При цьому пожежна авіація ніяким чином не може розглядатися як основний засіб гасіння пожежі в екосистемі, а тим

паче відігравати роль вирішального значення. Пожежні повітряні судна можуть розглядатися лише як високо мобільний оперативний засіб підтримки наземних сил і засобів. Без чітко організованої взаємодії авіації з наземними вогнеборцями неможливе досягнення позитивного результату з вогняною стихією в екосистемі.

КГЛП при зверненні про необхідність залучення авіації повинен провести компетентне й об'єктивне обґрунтування ситуації і скласти письмову доповідну записку, в якій вказати:

- висновки з оцінки пожежної обстановки, що склалася на поточний час та прогнозування її подальшого розвитку;
- метеорологічні умови в районі пожежі та прогноз можливих їхніх змін;
- характеристику лісової пожежі, її просторові параметри та конфігурацію і координати палаючої крайки та прогностичний її розвиток і положення на час вступу авіації до заходів, що вже проводяться наземними силами і засобами гасіння пожежі;
- бажані типи повітряних суден, які доцільно залучити для підтримки наземних пожежно-рятувальних розрахунків;
- задачі авіації, пов'язані з проведенням повітряної розвідки, безпосередньої участі у формуванні смуги локалізації палаючої крайки та окремих осередків, перевезення пожежного устаткування, майна, особового складу та евакуації потерпілих і населення;

- необхідну кількість літако- та вертольото-вильотів в залежності від визначених задач та прогнозованої довжини палаючої крайки, що підлягає локалізації;

- готовність оперативних аеродроми для літаків Ан-32П та тимчасових ЗПМ для вертольотів;

- засоби наземного забезпечення і управління польотами та технічного обслуговування на оперативному аеродромі і злітно-посадковому майданчику;

- організація та технічні засоби заправки літаків Ан-32П авіаційним паливом і водою на оперативному аеродромі та вертольотів на злітно-посадковому майданчику;

- координати природних і штучних водойм та підходів до них, їхній стан у контексті безпечного здійснення водозабору вертольотами з ВЗП;

- місця та організація харчування і відпочинку екіпажів;

- наземні сили і засоби, що залученні до боротьби з лісовою пожежею та порядок взаємодії з ними.

Спеціальна авіація ДСНС при виконанні покладених на неї завдань діє різноманітними способами, які визначають порядок застосування як окремих повітряних суден так і у складі однотипного або змішаного підрозділу. Кожний спосіб застосування залежить від:

- умов обстановки, що склалася в районі надзвичайної ситуації;

- тактико-спеціальних характеристик повітряних суден;

- метеорологічних умов на аеродромі базування (оперативному аеродромі) та злітно-посадковому майданчику;

- рівня підготовки екіпажів до виконання поставлених завдань.

Застосування спеціальної авіації організується у взаємодії з залученими наземними силами і засобами, відповідно з рішенням керівника гасіння лісової пожежі, у контексті визначеної ним тактики і стратегії ліквідації надзвичайної ситуації що виникла.

Головним об'єктом зосередження основних зусиль авіація ДСНС, що залучається до боротьби з пожежею в екосистемі є формування смуги локалізації палаючої крайки та гасіння окремих осередків. При формуванні смуги локалізації палаючої крайки та гасінні окремих

осередків авіаційні підрозділи САЗ ДСНС, з урахуванням умов базування, застосовують наступні способи:

- одночасне введення в район лісової пожежі авіаційних підрозділів з положення чергування на землі в готовності №1;
- послідовне введення в район лісової пожежі чергових авіаційних підрозділів з готовності №1, з наступним нарощуванням сил, що знаходяться в інших ступенях готовності на землі;
- уведення в район лісової пожежі авіаційних підрозділів з положення їх базуванні на оперативних аеродромах та злітно-посадкових майданчиках;
- уведення в район лісової пожежі окремих повітряних суден та самостійний пошук небезпечних палаючих об'єктів у заданому районі (смузі) лісової пожежі.

Окрім того, при виконанні завдань, що не пов'язані з безпосереднім впливом на палаючі об'єкти, а спрямовані на забезпечення дій наземних сил і засобів підрозділи САЗ ДСНС застосовують наступні способи:

- парашутне десантування аварійно-рятувальних команд, вантажів та протипожежного обладнання на попередньо визначені майданчики в районі надзвичайної ситуації;
- перевезення аварійно-рятувальних команд, вантажів та протипожежного обладнання з посадкою на оперативному аеродромі та злітно-посадковому майданчику;
- безпарашутне десантування аварійно-рятувальних команд та скидання вантажів і обладнання на попередньо визначені майданчики в районі надзвичайної ситуації;
- евакуація потерпілих з небезпечних зон надзвичайної ситуації та надання домедичної допомоги в процесі транспортування.

Одночасний спосіб уведення в район ЛП авіаційних підрозділів з положення чергування на землі у готовності №1 застосовується коли задача виконується злетом повітряних суден в обмежені терміни часу всім складом чергових сил або більшою їх частиною.

Послідовний спосіб уведення в район ЛП чергових авіаційних підрозділів з готовності №1, з наступним нарощуванням сил, що

знаходяться в інших ступенях готовності на землі здійснюється, коли на виконання поставленої задачі повітряні судна злітають по черзі з заданими інтервалами у складі всіх чергових сил і сил нарощування, або окремими повітряними суднами, дії яких у районі надзвичайної ситуації рознесені у часі, за місцем, висотою і напрямком виконання поставлених задач.

Однією з важливих характеристик при авіаційному гасінні ЛП є щільність зрошення палаючої смуги, оскільки при скиданні з повітряного судна частина вогнегасної рідини у вигляді мілких крапель розноситься вітром і турбулентною конвективною колонкою, яка виникає в палаючому осередку. Практикою застосування пожежних повітряних суден зі скиданням вогнегасної рідини на палаючі осередки встановлено, що вогнегасна ефективність рідини, яка зливається з літака чи вертольоту суттєво залежить від встановленого режиму польоту (швидкості і висоти). Якщо скидання вогнегасної рідини здійснюється з літака на швидкості більше ніж 250-260 км/год. то під впливом повітряного потоку рідина розбивається до стану аерозолі і більша її частина під впливом високих температур випаровується, не досягнувши палаючої поверхні. Аналогічний ефект складається і при скиданні вогнегасної рідини на висотах, що перевищують 40-50 м від поверхні землі. Так проведені експериментальні польоти на літаках Ан-32П виявили, що при скиданні води з висоти 40 м на швидкості 230 км/год. і при 80 відсотках вологості повітря втрати на випаровуванні складають 10%, а при вологості оточуючого середовища 60% ці втрати становлять вже 50%. Однак політ на швидкості 230 км/годину і менше відбувається на критично допустимих кутах атаки, при незначному перевищенні яких виникає загроза зриву літака в штопор.

Такі ж втрати ефективності вогнегасної рідини відбуваються при її скиданні з водозливних пристроїв вертольоту Мі-8. До 30 відсотків вологості втрачається за рахунок дрібнодисперсного розпилу води та 20-30% залишається на кронах дерев, не досягнувши палаючої низової поверхні, особливо при щільному насадженні дерев.

Вогнегасна рідина, яка скидається з повітряного судна на палаючий осередок зберігає вогнегасну здатність в межах 10-15 хвилин

[49]. Звідси, важливим аспектом у діях повітряних суден над палаючим об'єктом є вибір такої тактики у складі групи, яка гарантуватиме максимально ефективний вплив скинутою вогнегасної рідини. Основу такої тактики складає певна організація і порядок взаємодії повітряних суден в спільних бойових порядках, сутність яких полягає в найбільш раціональній послідовності дій, спрямованих на досягнення необхідної щільності зволоження палаючої поверхні та забезпечення заданих інтервалів між скидами вогнегасної рідини.

Для досягнення необхідних показників ефективності застосування вогнегасної рідини, спеціальні повітряні судна можуть здійснювати політ у складі групи в зімкнених, розімкнених та розосереджених порядках шикунання, починаючи з етапу входження в зону палаючого об'єкта та безпосередньо на бойовому курсі. Основними тактичними формами порядку шикунання повітряних суден в повітрі можуть бути «пеленг», «колона», «клин», «фронт», «змійка» та ін. (рис.4.3).

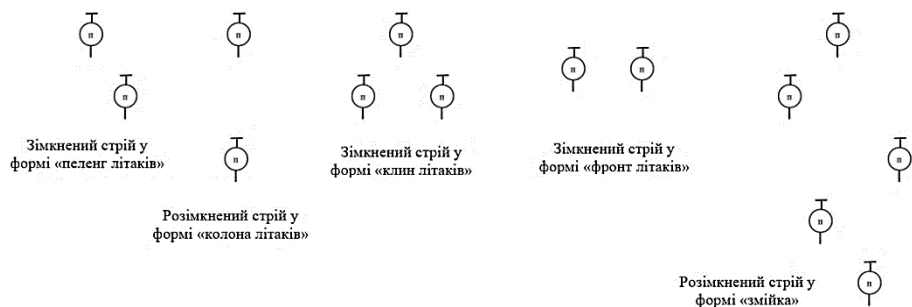


Рис. 4.3. Види і форми шикунання повітряних суден при виході на бойовий курс формування смуги локалізації палаючої крайки

У зімкнених порядках шикунання політ виконується при візуальному контакті між екіпажами повітряних суден із залповим скиданням вогнегасної рідини на один і той палаючий об'єкт з мінімальними інтервалами між літаками та терміном зливання води з метою формування заданої ширини смуги локалізації і досягнення необхідної щільності промочування ґрунту. Польоти у таких бойових

порядках доцільні також і тоді, коли виникає потреба сформувати смугу локалізацію більшої ширини ніж це забезпечується при скиданні вогнегасної рідини з одного повітряного судна.

Польоти в розімкнених порядках дають можливість більш вільне маневрування при виході на бойовий курс та при безпосередньому знаходженні над палаючим об'єктом. Такий тактичний прийом доцільно застосовувати коли палаюча крайка має звивистий контур з не однаковою інтенсивністю горіння. Розосереджені порядки представляють собою потік одиночних, ешелоновано розміщених по глибині і висоті польоту повітряних суден. Такий тактичний прийом застосовується при необхідності гасіння окремих палаючих осередків у тилівій зоні ЛП.

Вид і форма бойових порядків можуть бути змінені командиром групи в польоті в залежності від обставин. Такі зміни мають бути передбачені, як правило, до вильоту під час проведення передпольотної підготовки. Рационально визначені способи дій і правильно застосовані тактичні прийоми дозволяють успішно виконувати поставлені завдання з високою ефективністю і прийнятним рівнем безпеки польотів.

Таким чином, основним цільовим завданням застосування пожежних повітряних суден є зменшення інтенсивності горіння лісової крайки та створення умов переходу наземних сил і засобів від непрямого гасіння пожежі до прямої ліквідації палаючих осередків, а в умовах гірської місцевості – зупинка розповсюдження вогню до прибуття наземних сил і засобів пожежогасіння. Однак в умовах реального залучення авіації до гасіння лісових пожеж спостерігаються випадки, коли екіпажі повітряних суден діють за принципом «вільного пошуку», тобто, «що знайшов, на те й скидаю» вогнегасну рідину.

Реалізація наведених тактичних прийомів перебуває у ситуативній залежності від тієї події, що склалася на момент виконання поставленого завдання. Тому дії екіпажу повітряного судна завжди пов'язані з особливостями динаміки розвитку надзвичайної ситуації, що обов'язково необхідно враховувати при виборі найбільш доцільного тактичного прийому.

Оцінка ситуації на палаючому об'єкті здійснюється при підході до



бойового курсу скидання вогнегасної рідини і має спрямовуватися на визначення характеру тих елементів, що найбільше впливають не лише на ефективне застосування вогнегасної рідини, а й на безпеку виконання польоту: рівень задимленості, інтенсивність турбулентних повітряних потоків та напрямок їх зсуву. Первинну інформацію з перелічених факторів екіпаж отримує від координатора на місці лісової пожежі, але це не звільняє його від аналізу ситуації при підході до палаючого об'єкту та встановлення прийняттого режиму польоту, який гарантує безпечне його виконання в умовах, що склалися.

Негативно впливає на стійкість роботи авіаційних газотурбінних двигунів задимлення повітря в зоні формування смуги локалізації палаючої крайки та при гасінні окремих вогняних осередків у тилівій зоні пожежі (рис. 4.4.).

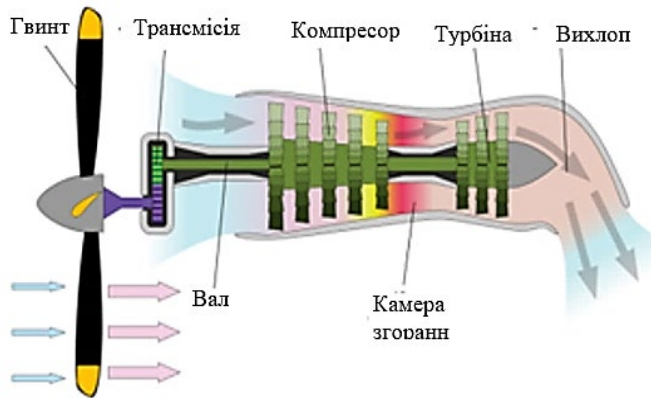


Рис. 4.4. Проходження повітряного потоку в газотурбінних двигунах та негативний вплив на стійкість їх роботи

В залежності від рівня задимлення зменшується і кількість кисневої маси повітряного потоку, який проходить через турбогвинтовий двигун пожежного повітряного судна. При цьому варто враховувати, що в двигунах літака Ан-32п, 91% повітряного потоку, який захоплюється лопатями гвинта спрямовується не в камери згорання, а в зовнішній контур, що і збільшує загальну сумарну тягу

двигунів. Тому при 9% повітряного потоку, який проходить через камери згорання, зменшення його кисневого складу створює несприятливі умови щодо стійкості роботи. Крім того, повітряні потоки в задимленій зоні супроводжуються досить високими температурними градієнтами, що в свою чергу зменшує тягу газотурбінного двигуна, енергія якої витрачається на обертання гвинта. У свою чергу в зоні задимленості спостерігається наявність у повітряних потоках твердих продуктів горіння, які потрапляючи в двигун можуть нанести досить серйозні пошкодження лопатям компресора і турбіни.

Для зони інтенсивного горіння характерним є виникнення досить потужних турбулентних повітряних потоків як у вертикальній, так і горизонтальній площині. Основною причиною їх виникнення стають значні перепади температур у різноспрямованих повітряних потоках. Відбувається їх суттєва деформація, виникає інтенсивна термічна конвекція, змінюється характер температурних полів і напрямків дотичних один до одного повітряних потоків. Усі зазначені фактори у негативному контексті можуть проявлятися одночасно в одному або декількох різної направленості потоках. В зоні інтенсивної лісової пожежі розрізняють наступні види турбулентності: механічну, термічну і динамічну.

Механічна турбулентність пов'язана з рельєфом місцевості і більш за все проявляється при виникненні лісової пожежі в гірській місцевості. Нерівності рельєфу обумовлюють збурення повітряних потоків з високим рівнем амплітуди нестійкості, яка часто носить хвильовий характер. Ці хвилі переміщуються зі змінною амплітудою і відчуються на висотах, що у 4-5 разів перевищують висоту гірського хребта. Потрапляння літака в зону такої турбулентності призводить до виходу крила на недопустимо закритичні кути атаки та зростання перенавантаження вище встановлених норм. У таких ситуаціях створюються вкрай несприятливі умови виконання польоту і за кінцевим рахунком до зриву літака в штопор.

Складність виконання польотів у плані техніки пілотування ще й на додаток в описаних несприятливих умовах технічної експлуатації, вимагає постійної підтримки льотної натренованості екіпажів пожежних

повітряних суден. Такий рівень натренованості може бути досягнутим шляхом проведення навчально-тренувальних польотів в умовах максимально наближених до реальних. У цьому контексті, пріоритетною навчально-тренувальною формою є організація та проведення льотно-тактичних навчань.

Розглянуті вище аспекти, що пов'язані з безпекою польотів при залученні авіації до гасінням лісових пожеж з використанням води як основної вогнегасної рідини, актуалізують пошук інших способів і засобів локалізації вогню та зменшенню несприятливого впливу небезпечних для польоту факторів. На сьогодні в науковій літературі активно обговорюються питання застосування для локалізації лісової пожежі з залученням спеціальної авіації, бінарних вогнегасних засобів на гелеутворюючій основі для формування опорних загороджувальних смуг. [32-33]. Очевидно, що такий підхід у боротьбі з масштабними лісовими пожежами в екосистемі, з залученням авіації, у контексті безпеки польотів – найбільш прийнятний, стосовно гарантованої локалізації поширення пожежі – найбільш ефективний, а в плані економічних показників найменш витратний.

## **4.2. Організація управління силами і засобами, що залучаються до ліквідації надзвичайної ситуації, пов'язаної з гасінням пожежі в екосистемі**

Організація гасіння пожеж – це поєднання управлінських, інженерно-технічних та оперативно-тактичних заходів, що забезпечують успіх її локалізації, безпосереднього впливу на палаючі осередки та остаточна їх ліквідація.

Управління силами і засобами розпочинається з моменту отримання оперативно-черговою (диспетчерською) службою або керівником органу управління (підрозділу) ОРС ЦЗ інформації про виникнення надзвичайної ситуації і здійснюється залежно від обставин, що склалися в її зоні. Основою управління щодо проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт є рішення керівника операції з

ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, призначеного органом виконавчої влади відповідного статусу, в залежності від її рівня. Керівник операції відповідає за управління підпорядкованими і додатково доданими йому в розпорядження допоміжними силами і засобами, організацію їх взаємодії та дотримання заходів безпеки й успішне виконання визначених завдань [16].

Прийняття рішення – це визначальний процес управлінської діяльності керівника щодо формування з множини можливих альтернатив замислу застосування сил і засобів, що знаходяться в його розпорядженні. Сам процес розроблення рішення покладається на створений у таких випадках штаб, тому управлінське рішення не є результатом одноосібної діяльності керівника, а продуктом інтелектуальної, напруженої і цілеспрямованої роботи компетентного за своїми напрямками високопрофесійного персоналу, залученого до його розроблення на засадах альтернативної формалізації тактико-технічних, технологічних, економічних, соціально-психологічних та адміністративних методів менеджменту, завдяки чому створюються найбільш сприятливі умови ефективного впливу керуючої системи на керовану.

При проведенні операцій, пов'язаних з ліквідацією наслідків надзвичайної ситуації в екосистемі, управлінські рішення здебільшого класифікують за кількома ознаками.

За масштабом: загальні рішення, стосуються всієї організації та часткові рішення, стосуються конкретних підрозділів, служб, проблем тощо.

За рівнем прийняття: на вищому (інституційному) рівні управління, середньому (управлінському) рівні управління та нижчому (технічному) рівні управління.

За способом прийняття: одноосібне, приймається самим керівником, колегіальне, готується групою фахівців (як правило у складі начальника штабу та заступників керівника), колективне, приймається при участі в обговоренні керівників підрозділів, що залучаються до проведення операції та провідних фахівців у якості експертів. У будь-якому випадку, у військових та у воєнізованих формуваннях остаточне

рішення на проведення операції приймає одноосібно керівник її проведення, він же несе і повну відповідальність за кінцевий результат.

Основними елементами управлінського рішення є: замисел, задачі підрозділів, що залучаються до пожежогасіння, порядок виконання визначених їм завдань, організація управління та взаємодії залучених сил і засобів, порядок забезпечення ефективного виконання завдань, пов'язаних з ліквідацією наслідків надзвичайної ситуації.

Діючими в ДСНС нормативними документами, прийняття управлінського рішення про залучення авіації здійснюється в наступній послідовності [4]. Керівник проведення операції, пов'язаної з гасінням масштабної пожежі в екосистемі у формі донесення звертається до Голови (першого заступника (заступник) Голови, директора Департаменту реагування на надзвичайні ситуації, начальника Управління авіації та авіаційного пошуку і рятування), в якій викладає обґрунтовані мотиви необхідності залучення авіації до операції, ефективність проведення якої наземними силами і засобами не досягається. В поданому донесенні вказуються:

- висновки з аналізу та оцінки обстановки;
- розрахунок типу авіаційної техніки та необхідної кількості вильотів повітряних суден, що залучаються до аварійно-рятувальних та інших необхідних робіт, у тому числі й пов'язаних з гасінням пожежі на об'єктах екосистеми;
- завдання екіпажам, порядок та послідовність їх виконання;
- організація управління та взаємодії органів управління діями наземних сил і засобів з авіаційними органами управління та екіпажами повітряних суден, що залучаються до аварійно-рятувальних та інших необхідних робіт;
- уточнення порядку базування та забезпечення польотів авіації;
- заходи безпеки під час застосування авіації.

Остаточне рішення стосовно залучення авіації приймають вище зазначені уповноважені керівники ДСНС, на ім'я яких була подана відповідне донесення.

Вивчення нормативно встановленої процедури прийняття рішення про залучення авіації виявило її недосконалість у контексті значних

втрата часу на багатоступеневе проходження інформації через систему чергових змін ДСНС, що негативно впливає на оперативність залучення авіації. Відповідно до нормативно встановленого порядку, авіація залучається до заходів спрямованих на боротьбу з надзвичайною ситуацією, пов'язаною з гасінням пожежі в екосистемі лише у разі її виникнення в зоні відповідальності територіальних органів ДСНС, або при зверненні керівників центральних і місцевих органів виконавчої після проведення аналізу характеру розвитку надзвичайної ситуації відповідними службами реагування, чи при введенні режиму надзвичайного стану та оголошення окремих місцевостей зонами надзвичайної екологічної ситуації. При остаточному рішенні щодо залучення авіації, виліт з положення першої готовності на аеродромі постійного базування літаків Ан-32П може відбутися через 1 годину, а вертольотів Мі-8 через 50 хвилин. Враховуючи час польоту необхідний для виходу в зону надзвичайної ситуації, гасіння пожежі може відбутися обмеженим складом чергових сил через 2-3 години, а нарощування повітряного потенціалу з врахуванням часу, необхідного на проведення передпольотної підготовки екіпажів та розгортання системи управління польотами та організації взаємодії з наземними силами і засобами станеться лише через 4 - 5 годин.

У цей підготовчий період мають бути прийняті два взаємопов'язані і скоординовані рішення: керівника операції з ліквідації надзвичайної ситуації та командира авіаційної частини, підрозділи якої залучаються до гасіння пожежі в екосистемі. Рішення керівника операції з ліквідації надзвичайної ситуації графічно оформлюється на карті району пожежі (рис.4.5), рішення командира авіаційної частини – у формі планової таблиці (табл. 4.1).

Замисел керівника операції з ліквідації надзвичайної ситуації має відображати стратегію та послідовність спільних дій, наземних і повітряних сил і засобів, спрямованих на протидію розвитку та поширенню масштабної пожежі. Сформульована в замислі мета має розкрити узагальнену й об'єктивну оцінку ситуації, з відображенням реального стану проблеми. Чітко сформульований замисел лежить в основі визначення цілей і завдань силам і засобам, у тому числі й авіації,

що залучаються до проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт, пов'язаних з ліквідацією надзвичайної ситуації.

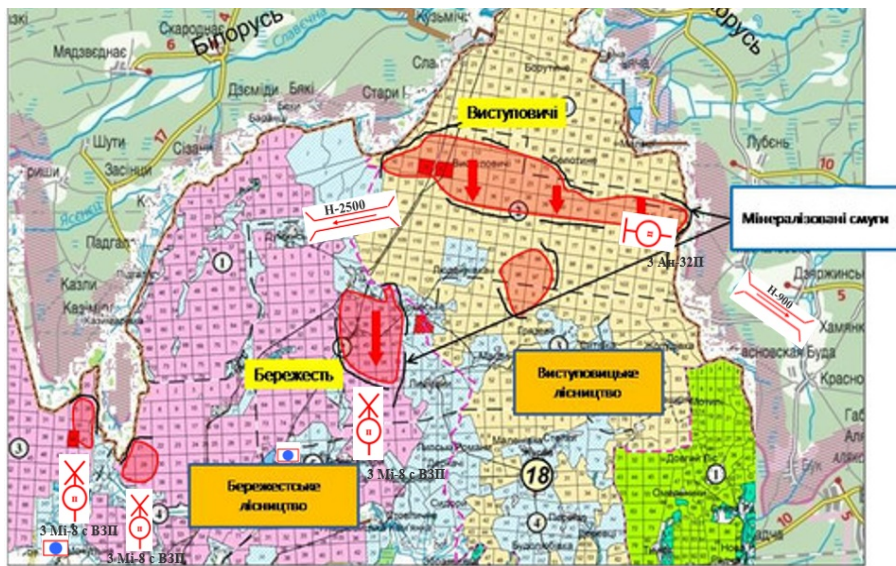


Рис. 4.5. Елементи рішення керівника операції з ліквідації надзвичайної ситуації, пов'язаної з лісовою пожежею в екосистемі, з залученням авіації

Замисел рішення командира авіаційної частини має відображати ситуацію, що склалася в зоні надзвичайної ситуації, задачу авіації, способи і тактику формування смуги локалізації пожежі та ліквідації палаючих осередків на випалених ділянках у взаємодії з наземними силами і засобами у умовах базування на оперативному аеродромі та злітно-посадкових майданчиках.

На підставі планової таблиці командири льотних екіпажів розробляють план польоту, в якому вказується маршрут польоту в район пожежі, схема виходу на бойовий курс, схема організації польотів на оперативному та запасних аеродромах, на злітно-посадковому майданчику, а також в районі водойм водозабору вогнегасної рідини для вертольотів.

Таблиця 4.1. Варіант планової таблиці польотів пожежних повітряних суден у складі змішаної групи

Тип ПС	Прізвище командира екіпажу ПС	Позивний командира екіпажу ПС	Повітряні судна безпосереднього формування смуги локалізації:						Шоста година	Кількість заправок/кількість скляниць	Сумарний наліт
			Перша година	Друга година	Третя година	Чверта година	П'ята година	Шоста година			
Ми-8			▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	3/18	4 год 00 хв	
Ми-8			▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	3/18	4 год 00 хв	
Ми-8			▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	▲▲▲▲▲	2/12	2 год 40 хв	
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲	▲	3/3	2 год 30 хв	
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲	▲	3/3	2 год 30 хв	
Ан-32П			▲	▲	▲	▲	▲	▲	3/3	2 год 30 хв	
Ми-2			▲	▲	▲	▲	▲	▲	17/57	18 год 10 хв.	
			▲	▲	▲	▲	▲	▲	3	2 год 30 хв	
Проведення повітряної розвідки											
Евакуація потерпілих											
ЕС Н-125			+	+	+	+	+	+	3	1 год 40 хв	
Перевезення вантажів, обладнання та евакуація населення											
Ан-26			■	■	■	■	■	■	2	1 год 40 хв	
Ан-26			■	■	■	■	■	■	3	2 год 30 хв	
ЕС Н-225			■	■	■	■	■	■	3	2 год 30 хв	
ЕС Н-225			■	■	■	■	■	■	3	2 год 30 хв	
<b>Всього за льотну зміну</b>									<b>34/57</b>	<b>31 год. 30 хв.</b>	



Якщо керівник операції з ліквідації надзвичайної ситуації формулює загальну задачу авіації, яка виконується скоординовано за часом, місцем, напрямками у взаємодії з наземними силами і засобами на заданих рубежах, то замисел командира авіаційної частини має деталізувати пожежну обстановку в районі об'єктів, до локалізації та гасіння яких залучається авіація, початок виконання поставленого завдання, напрями зосередження основних зусиль екіпажів повітряних суден, способи, тактичні прийоми і бойові порядки на етапах польоту до зони надзвичайної ситуації та безпосередньо над палаючими об'єктами, порядок управління польотами та способи взаємодії як між екіпажами повітряних суден, так і наземними силами і засобами.

Організація взаємодії авіації та її забезпечення під час виконання авіаційних робіт в зоні надзвичайної ситуації, в тому числі й пов'язаних з гасінням масштабної пожежі покладається на тимчасово створений штаб.

Для здійснення взаємодії керівник операції повинен:

- чітко визначити взаємодіючі органи управління та сили;
- організувати між взаємодіючими органами управління та рятувальними силами зв'язок і визначити порядок взаємодії;
- забезпечити доведення взаємодіючим органам управління та рятувальним силам розпоряджень, з урахуванням динаміки зміни обстановки та взаємний обмін оперативною інформацією про подальші дії суб'єктів реагування;
- призначити відповідального із числа членів штабу з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, в тому числі й гасіння масштабної пожежі, за організацію управління та взаємодію під час вирішення конкретних завдань.

Про всі випадки порушення взаємодії сторони зобов'язані зразу ж повідомляти один одного і надавати вичерпну інформацію до Департаменту реагування на надзвичайні ситуації ДСНС та Управління авіації та авіаційного пошуку і рятування.

Основними завданнями територіальних органів ДСНС під час гасіння масштабних пожеж в екосистемі є визначення:

1) найбільш небезпечних напрямків переміщення пожежі та її можливе прогностичне положення і особливо рівень інтенсивності турбулентності потоків та задимленості на час початку роботи повітряних суден, пов'язаних з локалізацією палаючої смуги та гасінням окремих найбільш небезпечних осередків;

2) необхідної кількості авіаційних сил та засобів, типів повітряних суден та кількості літако- і вертольотовильотів, пов'язаних безпосередньо з гасінням пожежі та виконання інших необхідних робіт;

3) характеру рельєфу місцевості, небезпечних по висоті перешкод природного та штучного походження, метеорологічних умов в зоні надзвичайної ситуації, горизонтальної і вертикальної видимості об'єктів, щільність хмар та висоти їх нижньої і верхньої крайки;

4) порядку використання оперативного аеродрому, злітно-посадкових майданчиків та водойм водозабору у контексті цільового забезпечення за виконуваними завданнями та матеріально-технічного і побутового обслуговування діяльності авіації та безпеки польотів;

5) порядку використання і застосування засобів координації спільних дій пожежних повітряних суден з наземними силами і засобами пожежогасіння.

### **4.3. Організація підготовки льотних екіпажів до гасіння пожеж в екосистемах**

Пожежі в екосистемах досить швидко охоплюють великі площі і є одним з основних чинників довготривалих шкідливих змін в їх живій природі, створюються несприятливі умови існування тваринного світу, проживання та господарської діяльності людини. Швидкоплинність катастрофічних процесів вимагає оперативних дій і чіткої взаємодії всіх органів управління ДСНС, аварійно-рятувальних формувань, наземних, повітряних пожежних та інженерних підрозділів. Зазвичай, причиною виникнення в екосистемах катастрофічних надзвичайних ситуацій природного характеру є ландшафтні лісові пожежі. Для їх локалізації та ліквідації важливо об'єктивно оцінити спроможність льотних екіпажів спеціальних повітряних суден, визначити їх раціональний склад і

сформувати стратегію боротьби зі стихією з урахуванням рівня їх професійної готовності в тих умовах, що реально склалися.

У цьому контексті звернення Міністра внутрішніх справ до особового складу Державної служби України з надзвичайних ситуацій визначальними є пріоритетні напрями зосередження особливої уваги на реалізації заходів посилення спроможності авіаційної складової системи реагування на надзвичайні ситуації, з урахуванням оновлення парку спеціальної авіаційної техніки (літаків, вертольотів та дистанційно пілотованих літальних апаратів) у нерозривній єдності з спеціальною професійною як льотною, так і інженерно-технічного складу авіаційних підрозділів ДСНС [10].

Як свідчить практика, не простим питанням для керівного складу авіації ДСНС є визначення змісту спеціальної і льотної підготовки екіпажів повітряних суден до дій в умовах виникнення надзвичайних ситуацій, особливо пов'язаних з масштабними пожежами в екосистемах.

У плані вимог нормативних і поточних розпорядчих документів, що визначають критеріальні показники організаційної і змістовної стратегії спеціальної і льотної підготовки персоналу авіації ДСНС розглядається як об'єднаний єдиним замислом і планом процес навчання і виховання усіх категорій особового складу, злагодження органів управління, підрозділів і частин, установ і організацій з метою досягнення їхньої готовності до виконання завдань за призначенням. При цьому, пріоритетними формами досягнення високого рівня спеціалізації до дій льотною та інженерно-технічного складу в умовах надзвичайних ситуацій, визначено колективну та індивідуальну підготовки.

Колективна підготовка – це цілеспрямований та організований процес послідовних заходів з підготовки органів управління, підрозділів і частин у складі їхньої організаційно-штатної структури, який проводиться з метою досягнення такого рівня їх спроможності, яка гарантуватиме ефективне виконання покладених на них завдань.

Індивідуальна підготовка – це цілеспрямований та організований процес послідовних заходів навчання та виховання всіх категорій особового складу ДСНС, спрямований на формування у них потрібного

рівня знань, умінь, навичок, фахової компетентності та професійної майстерності, фізичних і психологічних якостей, необхідних для виконання обов'язків за посадою (спеціальністю).

Пріоритетною та інтегруючою формою підтримки високого рівня професійної кваліфікації особового складу ДСНС мають стати такі інноваційні комп'ютерно орієнтовані за змістом і методикою проведення заняття як панельна дискусія, групова вправа, тактична літучка, індивідуально орієнтований тестовий самоконтроль, тактико-спеціальний тренінг, розроблені на тлі умов, максимально наближених до реальних з урахуванням вітчизняного досвіду та участі в заходах міжнародного співробітництва.

*Панельна дискусія* – це обговорення певної теми учасниками занять, які мають свою точку зору на ті чи інші проблемні ситуації та суперечливі підходи щодо їх розв'язання. Зміст і напрям обговорення заданої теми задається керівником занять, шляхом постановки заздалегідь підготовлених ввідних на тактичному тлі, максимально наближеного до реальних умов, а підтримка дискусійної атмосфери здійснюється порівнянням альтернативних точок зору, що висловлюються учасниками.

*Групова вправа* – це така активна форма занять, яка є найбільш ефективною методичною ланкою поєднання теоретичних знань учасників з практичними їх діями при відпрацюванні створених керівником тактико-спеціальних ситуативних процедур. Особливістю цієї форми тактичних занять є те, що під час їх проведення діяльність усіх учасників спрямовується на виконання спеціальних завдань, перебуваючи в одному й тому ж посадовому статусі. Після відпрацювання кожного завдання керівник занять оголошує оперативну паузу та ініціює дискусійне обговорення всіх альтернативних варіантів, запропонованих учасниками занять. Завершенням відпрацювання кожної тактико-спеціальної ситуативної процедури є підведення підсумків, оцінка кожного варіанту рішення та доведення найбільш раціональний його варіанту.

*Тактична літучка* – це такі практичні заняття, на яких в умовах максимально наближених до реальної динаміки протікання, керівником

створено епізод небезпечної події, відпрацювання якого вимагає швидких негайних дій. Таке заняття може здійснюватися як у складі групи, так і індивідуально. Прикладом такої тактичної літучки в практиці льотної підготовки можна назвати тренаж «пішки по льотному», досвід проведення якої можна розповсюдити серед особового складу й інших аварійно-рятувальних і пожежних команд.

*Індивідуально орієнтований тестовий самоконтроль* – це самостійне відпрацювання тактико орієнтованих за змістом спеціальних тестів (тестових модулів), дидактико-психологічною особливістю яких є представлення окрім правильних варіантів рішень, надання множини помилкових дій, наслідком яких є неправильні рішення, з наступним автоматизованим та індивідуально орієнтованим консультативним роз'ясненням причин виникнення помилок. На сучасному етапі комп'ютеризації навчального процесу таке самоконтролює тестування виконується за допомогою спеціального дидактично орієнтованого програмного забезпечення [11].

*Тактико-спеціальний тренінг* – це, як правило, заключна інтегруюча форма практичних занять, зміст яких має бути орієнтований на відпрацювання комплексних тактико-спеціальних динамічних ситуативних процедур в умовах імітації цілісно завершених фрагментів надзвичайної ситуації, що забезпечує відпрацювання дій від визначеної у постановці задачі мети, до кінцевого результату. Прикладом тактико-спеціального тренінгу може бути відпрацювання дій при наданні домедичної допомоги потерпілим: накладання турнікетів та переміщення поранених у максимально реальних тактичних умовах, відновлення прохідності дихальних шляхів, забезпечення адекватного дихання, контроль масивної кровотечі, огляд потерпілого та пошук всіх додаткових поранень, іммобілізація переломів, допомога при травмах і ранах.

*Льотно-тактичні тренування* – це спеціальні польоти льотного складу авіації ДСНС у складі екіпажу, групи повітряних суден, підрозділу і частини в штучно створених умовах оперативної обстановки максимально наближених до надзвичайної ситуації, до локалізації якої та ліквідації її наслідків залучається авіація. Методично

рекомендованими організаційними складовими льотно-тактичних тренувань є наступні декілька етапів:

- перший етап – прийняття рішення на застосування авіаційного угруповання одного типу літаків і вертольотів, або у складі змішаної групи;

- другий етап – постановка задачі екіпажам та організація вильоту чергових повітряних суден, що перебувають в першій готовності;

- третій етап – організація та виконання польотів повітряних суден підтримки чергових сил;

- четвертий етап – завершення польотів, проведення після польотного розбору та збір даних і підготовка до проведення повного розбору льотно-тактичних тренувань.

Основою організації заходів тактико-спеціальної і льотно-тактичної підготовки за переліченими вище формами є рішення керівника. Рішення керівника тактико-спеціального та льотно-тактичного тренувань має включати:

- висновки з оцінки обстановки;

- замисел спільного проведення тактико-спеціальних і льотно-тактичних тренувань;

- завдання підрозділам, що залучаються до тактико-спеціального та льотно-тактичного тренувань, а також тих, що залучаються до забезпечення їх проведення;

- основи організації взаємодії під час підготовки та проведення тренувань;

- головні питання забезпечення підготовки та проведення спільних тренувань;

- організація управління на етапах підготовки та проведення тренувань.

Формулювання висновків має базуватися на результатах оцінки рівня підготовки особового складу, який планується залучити до тактико-спеціальних і льотно-тактичних тренувань у контексті можливих надзвичайних ситуацій, що можуть виникнути на потенційно небезпечних об'єктах природного і техногенного характеру, а також комплексного встановлення спроможності наявних сил і засобів, що

залучаються до локалізації та ліквідації масштабних пожеж в екосистемах. У процесі формулювання висновків, як правило, починають складатися й елементи замислу рішення та змістовна складова завдань, які необхідно виконати як на етапі підготовки до тренувань, так і під час їх проведення.

Замисел – це головна ідея, в якій визначаються склад сил і засобів, що залучаються до тренувань, мета їх проведення та результати, яких необхідно досягти, період року і доби та метеорологічні умови, в яких мають бути відпрацьовані практичні завдання. Чітко сформульований замисел тактико-спеціальних та льотно-тактичних тренувань складає основу розроблення всієї методичної, довідкової і допоміжної документації їх проведення та забезпечення.

Завдання, що стосуються підготовки та проведення тактико-спеціальних і льотно-тактичних тренувань мають бути чітко сформульовані і націлені на створення умов їх виконання у максимально-наближених до реальних і таких, що забезпечують досягнення підрозділами нормативно визначених якісних і кількісних показників ефективності локалізації та ліквідації надзвичайної ситуації, пов'язаної з масштабною пожежею в екосистемі.

До матеріалів, супроводжуючих рішення відносяться:

- плани проведення занять з кожної форми тактико-спеціальної та льотно-тактичної підготовки;
- методичні рекомендації та індивідуальні плани групи посередників;
- завдання та методичні вказівки особовому складу пожежно-рятувальних команд та льотних екіпажів повітряних суден, що залучаються до занять з тактико-спеціальної та льотно-тактичної підготовки.

Структура планів проведення занять з тактико-спеціальної та льотно-тактичної підготовки мають нормативно встановлену форму і включають:

- назву теми, навчальні цілі та склад кожної категорії персоналу пожежно-рятувальних команд і льотних екіпажів спеціальних повітряних суден;

- час проведення, кількість технічних засобів, а для комп'ютерно орієнтованих тип програмно-інструментального забезпечення та порядок аутентифікації учасників;

- кількість і типи техніки та норми витрат моторесурсу, літако- і вертольото-вильотів, імітаційних засобів;

- навчальні питання, етапи тренувань та їх тривалість;

- об'єкт імітації ландшафтної пожежі в екосистемі та пожежна обстановка, яка має бути максимально-наближена до такої, що може скластися в реальних умовах.

Вивчення доступних навчально-методичних, звітних та відео-матеріалів проведених раніше спільних тактико-спеціальних і льотно-тактичних тренувань виявив недостатню деталізацію змістовної складової ситуативних ввідних за навчальними питаннями та досить спрощену обстановку на імітованих об'єктах ландшафтної пожежі, які, нажаль, далекі від можливих реальних умов. Особливо це стосується дій авіації, які більше нагадують демонстрацію можливостей, а не тренування екіпажів повітряних суден у виконанні складних елементів польоту в умовах, що можуть виникнути в реальних умовах масштабної пожежі.

Важливим елементом підготовки керівника та його посередників до тактико-спеціальних і льотно-тактичних тренувань є запровадження таких технологій оцінювання дій особового складу при відпрацюванні завдань, які дозволяють отримати оціночні показники, що забезпечують проведення об'єктивного порівняння досягнутих результатів з нормативно визначеними професійними і компетентнісними вимогами.

Професійні якості фахівця – це найважливіший чинник його придатності до проведення певного виду діяльності. Для особового складу пожежно-рятувальних команд та екіпажів спеціальних повітряних суден – це спостережливість, образне, рухове й інші види пам'яті, технічне мислення, просторова уява, зосередженість, емоційна стійкість, рішучість, фізична і психологічна витривалість, наполегливість, цілеспрямованість, дисциплінованість і самоконтроль. Викладене має стати для керівника тренувань та посередників головною вимогою при розробленні сценаріїв ігрових ситуативних процедур, зміст



і динаміка відпрацювання яких повинні забезпечити отримання як якісних, так і кількісних оціночних показників зазначених характеристик.

Якісну оцінку, як правило здійснюють шляхом організації та проведення експертного аналізу альтернатив у діях персоналу в тих чи інших ситуаціях. У третьому розділі викладена методика його проведення з використанням комп'ютерно орієнтованих технологій аналізу ієрархій. Кількісні показники можна отримати, використовуючи авторську технологію обчислення та порівняння математично представлених показників нормативно встановлених компетенцій з досягнутими показниками компетентності при виконанні професійно орієнтованих ситуативних процедур [12]. При цьому, під компетенціями будемо розуміти коло повноважень і прав, що нормативно визначають рамки дозволеної і забороненої діяльності та інструктивні рекомендації щодо порядку виконання дозволеного [13]. Під компетентністю – поінформованість, авторитетність і набутий досвід особи; коло питань, з якими людина добре обізнана, має інтегровані глибокі знання і стійкі вміння та здатна їх цілісно реалізовувати на практиці [14].

Формуванню аналітичних підходів до визначення компетентності присвячені три теореми Гілберта [15]. Першою з них Гілберт стверджує, що компетентністю суб'єкта є функція відношення досягнутого результату до докладених зусиль на його отримання:

$$W = f(A/B),$$

де  $W$  – компетентність робітника,  $A$  – досягнутий результат,  $B$  – загальні зусилля на досягнення результату.

Запропонована теорема дає змогу отримати кількісний показник компетентності конкретного суб'єкта на прикладі виконання поставленого завдання, але не відповідає на запитання чи достатньо цієї компетентності на професійну діяльність у цілому. Друга теорема Гілберта спрямована на визначення компетентності декількох суб'єктів з метою їх порівняння:

$$Q_{\Pi} = W1/W2,$$

де  $Q_{\Pi}$  – порівняльний показник компетентності.

Ця теорема дає можливість визначити не лише кількісні показники наявної компетентності. Вона дозволяє характеризувати рівень її достатності чи недостатності в контексті ефективності виконання робіт.

Третя теорема, яку сам Гілберт вважає головною, є ствердження, що досягнення кожного конкретного результату проходить під впливом двох груп факторів: внутрішніх, пов'язаних з суб'єктом оцінки та зовнішніх, пов'язаних з середовищем його діяльності. До внутрішніх факторів Гілберт відносить наявні знання, здібності і мотиви. До зовнішніх – інформаційне та інструментальне забезпечення і стимулювання його діяльності. Тобто для максимального прояву компетентності необхідне гармонічне поєднання впливу внутрішніх і зовнішніх факторів на діяльність, залучених суб'єктів до виконання тих, чи інших робіт. Цієї теоремою Гілберт стверджує, якщо керівник дійсно хоче допомогти людям максимально проявити свою компетентність, то він повинен менш за все думати про їх знання, здібності та мотиви і зосередити свої зусилля на створенні для їх діяльності сприятливого середовища (інформаційного, інструментального та стимулюючого забезпечення).

Для якісного та ефективного використання зазначеної методики необхідно за змістом нормативно встановлених компетенцій розробити комп'ютерно орієнтовані ситуативні процедури у формі динамічних тактичних літучок. Відпрацювання цих літучок на тактичному фоні дає можливість отримати множину як правильних, так і помилкових дій, представлених у формі аналітичних показників.

Очевидно, що в аналітичному форматі компетентність може бути представлена у форматі тривимірного простору, а відповідно знання і досвід як категорії компетентності не можуть бути представлені графічно. Тоді як, нормативно дозволені й інструктивні характеристики компетенції, навпаки, мають лінійний характер. Таким чином, в ідеальному плані компетентність аналітично – це параболоїд, а компетенція є урізаним конусом (рис.4.6, 4.7). У такому разі, об'єм тіл обертання  $V$  визначатиметься потрійним інтегралом:

$$V = \int_0^{R_{\max}} \iiint dx dy dz$$

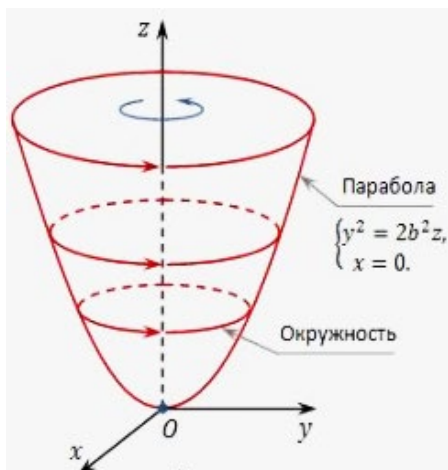


Рис. 4.6. Параболоїд компетентності

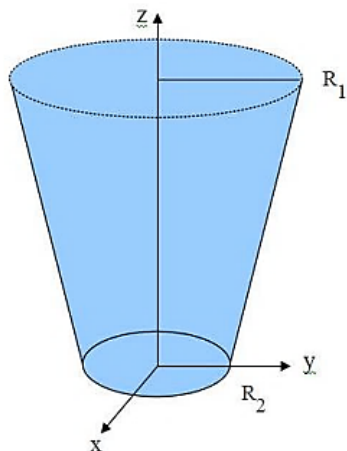


Рис. 4.7. Урізаний конус компетентцій

Параболоїд — тип поверхні другого порядку. Канонічне рівняння параболоїда в декартових координатах має вигляд:  $z=R(x^2 + y^2)$ .

Координати  $x$ ,  $y$ ,  $z$  є кількісними характеристиками ширини і глибини знань. Після відповідних перетворень формула обчислення компетентності (об'єм параболоїда) матиме вигляд:

$$V = \frac{\pi}{8} d^2 h$$

де  $d$  – ширина знань і вмінь,  $h$  – їх глибина.

Об'єм урізаного конуса обраховується за формулою:

$$V = \frac{1}{3} \pi h (R_1^2 + R_1 R_2 + R_2^2)$$

де  $R$  – ширина повноважень,  $h$  – глибина повноважень.

Очевидно, що відношення об'єму параболоїда до об'єму урізаного конуса і є та величина, що характеризує рівень компетентності.

Обраховування обсягу (об'єму) нормативно встановленої компетенції необхідно виконувати для кожної окремої спеціальності. Їх опис у нормативних та інструктивних документах має бути стовідсотковим. Очевидно, що рівень компетентності, при рейтинговому її вимірі, може бути як менше ста відсотків, так і більше. Цей висновок важливий у контексті визначення відповідності фахівця тому характеру



Якість оцінювання за пропонованою методикою залежить від кількості та глибини деталізації розроблених ситуативних процедур за змістом нормативно встановлених компетенцій на тлі, такого тактичного підґрунтя, яке максимально наближене до реальних умов.

Отриманні таким чином кількісні показники особистісно визначеної компетентності персоналу наземних пожежно-рятувальних підрозділів та екіпажів спеціальних повітряних суден можуть бути використані для оцінки спроможності за методикою аналізу ієрархій, що викладена в третьому розділі, в контексті локалізації та ліквідації ландшафтної пожежі в екосистемі, і в той же час можуть бути покладені й в основу формування змісту спеціальної підготовки льотного та інженерно-технічного персоналу авіаційного загону ДСНС.

#### **4.4. Комп'ютерно орієнтоване дидактико-психологічне забезпечення попередньої та передпольотної підготовки екіпажів повітряних суден до льотно-тактичних тренувань, пов'язаних з гасінням пожежі в екосистемі**

Попередня підготовка є основним видом підготовки льотних екіпажів до виконання польоту. Її організація та проведення здійснюється під керівництвом командира авіаційної частини або його заступника з льотної підготовки (в авіаційній ескадрильї (авіаційному загоні) – командира ескадрильї (загону), або його заступника, в авіаційній ланці – командира ланки, в екіпажі – командира екіпажу).

Варто відмітити, що вкрай важливим є досягнення максимальної інтеграції і спрямування загального змісту спеціальної підготовки на цілі і конкретний зміст попередньої та передпольотної підготовки. І в цьому контексті, основу змісту попередньої підготовки складає предметно орієнтована тематика загально-теоретичних дисциплін відповідно до завдань, передбачених графіком індивідуальної льотної підготовки кожного члена екіпажу на місяць (квартал).

Останнім часом для проведення попередньої підготовки поширення набуває використання спеціального програмно-інструментального комплексу формування, підтримки та постійного оновлення навчально-методичних матеріалів забезпечення проведення попередньої і передпольотної підготовки льотних екіпажів. Попередньо розроблені досвідченими методистами матеріали інтегруються на засадах комп'ютерно орієнтованих психолого-дидактичних технологій в єдине інформаційне навчально-тренувальне середовище.

Суто теоретичний матеріал, як правило, розміщується у файлової формі у вигляді конспектів та відео-лекцій та анімаційних наочних демонстрацій (рис. 4.9).

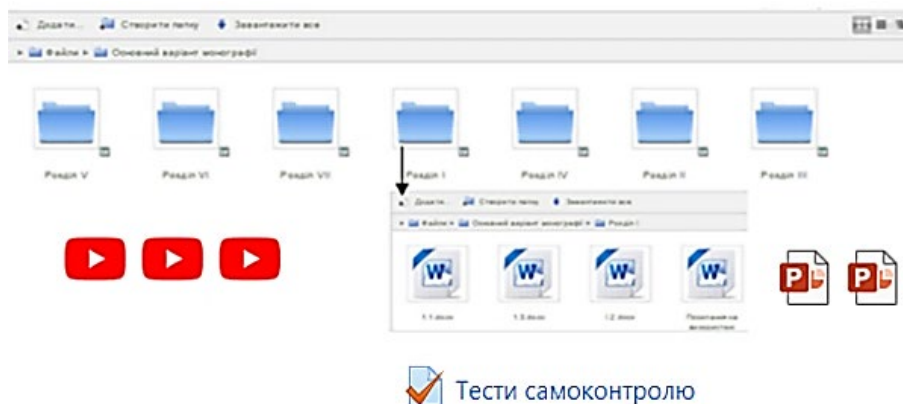


Рис. 4.9. Файлова форма електронних конспектів у комп'ютерному інформаційному середовищі забезпечення попередньої та передпольотної підготовки

Слід відзначити, що на етапі розвитку та впровадження комп'ютерно орієнтованих дидактико-психологічних технологій для проектування такого інформаційного навчального середовища, склалися найбільш сприятливі умови щодо забезпечення спрямованості змісту теоретичних дисциплін не лише на елементи індивідуального графіку льотної підготовки кожного члена екіпажу повітряного судна, а й з урахуванням їхніх особистих здібностей та запитів (рис. 4.10).

Очевидно, що загально-змістовні блоки мають формуватися за тематикою базових теоретичних навчальних предметів, таких як

190

практична аеродинаміка, основи пілотування, тактика гасіння лісових пожеж, ін., що забезпечують організацію та проведення спеціальної підготовки особового складу авіаційної частини.

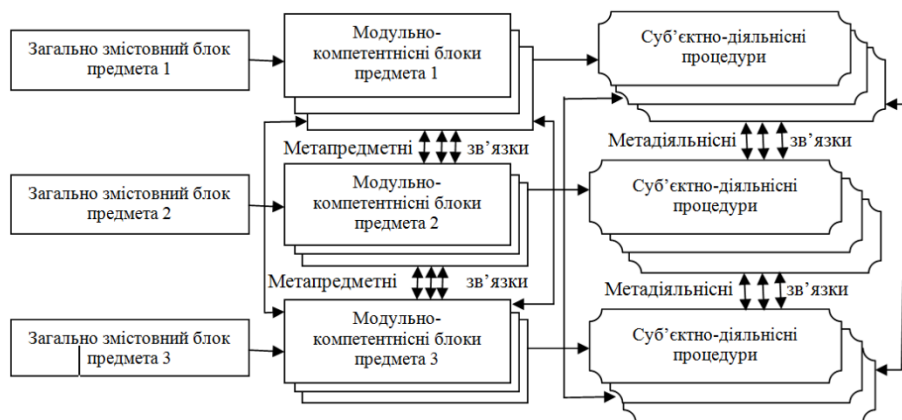


Рис. 4.10. Інтегрована модель інформаційного середовища забезпечення попередньої та передпольотної підготовки льотного складу

Модульно-компетентнісні блоки слід конкретизувати за інтегрованим змістом теоретичних і практичних завдань з орієнтацією на графік льотної підготовки, на засадах моделювання метапредметних зв'язків загально-теоретичних предметів.

Суб'єктно-діяльнісні процедури розробляються з розрахунку забезпечення індивідуальної підготовки кожного члена екіпажу на етапі передпольотної підготовки. Ключову методичну функцію на цьому етапі підготовки відіграють, так звані, тести самоконтролю, як дидактико-психологічні механізми моделювання метадіяльнісних та причинно-наслідкових зв'язків (рис. 4.11).

Метою моделювання метадіяльнісних та причинно-наслідкових зв'язків у цих тестах є створення умов максимального виявлення всього того, у чому не вдалося достатньо глибоко розібратися щоб не робити помилок. Тому методисти-розробники цього навчального матеріалу мають зосереджувати свою увагу на формуванні як найбільшої кількості тестів самоконтролю та роз'яснювального до них матеріалу, на засадах моделювання причинно-наслідкової реакції на помилкові відповіді і дії.

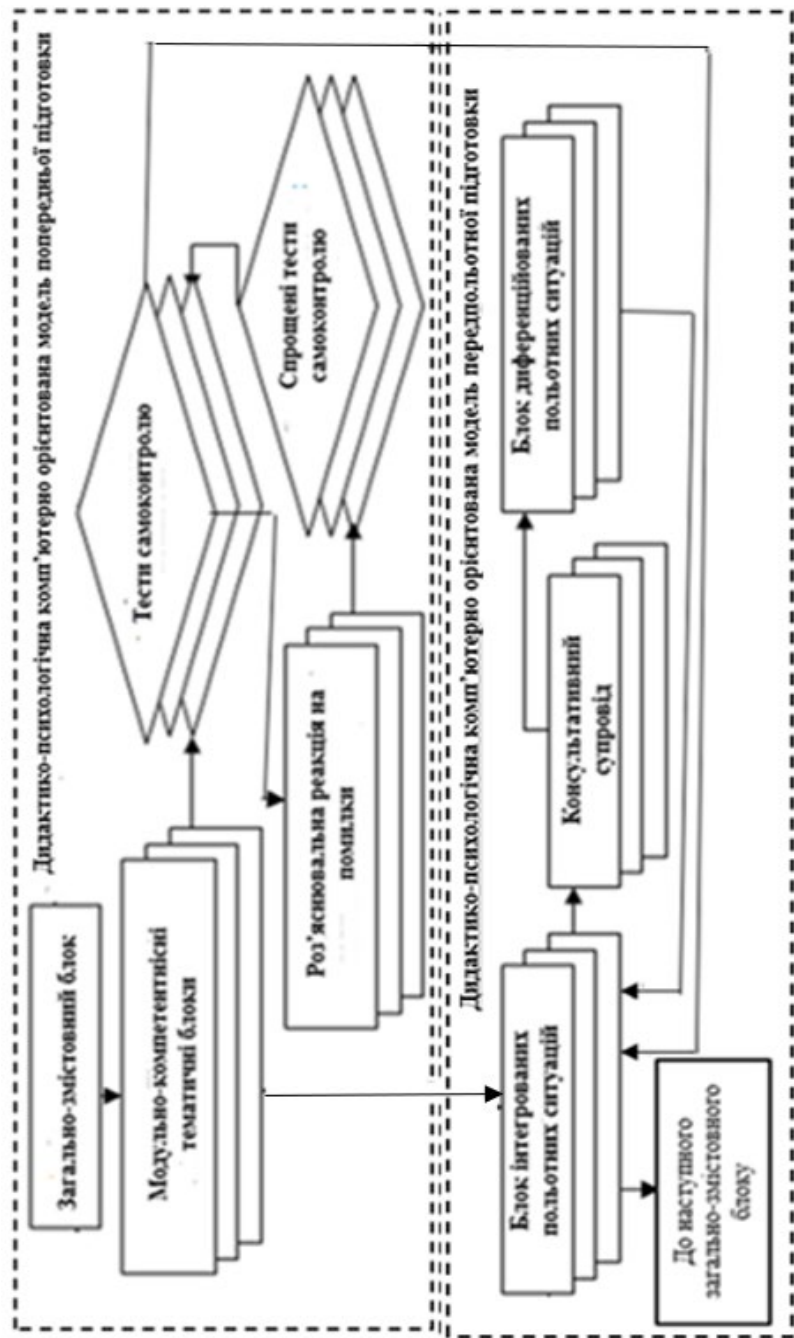


Рис. 4.1.1. Дідактико-психологічна модель інформаційного середовища забезпечення попередньої та передпідготовчої підготовки льотних екіпажів



Робота в такому комп'ютерно орієнтованому дидактико-психологічному інформаційному середовищі фіксується і зберігається у персональній базі даних кожного члена екіпажу. Це дає можливість керівнику в будь-який час об'єктивно оцінити глибину оволодіння теоретичним матеріалом та здатності кожного трансформувати теоретичний базис у практичні дії.

Керівник попередньої підготовки особисто здійснює контроль готовності екіпажів до польотів і несе повну особисту відповідальність за якість та відповідність змісту, визначеним цілям і завданням польоту. Тривалість проведення попередньої підготовки до польотів нормативно не обмежується, але в реальній практиці на неї відводиться не менш ніж дві години. Завершується попередня підготовка не пізніше доби до льотного дня. Однак з навчальною метою при певних обставинах, що можуть скластися в реальних умовах виникнення надзвичайної ситуації, практикується проведення попередньої підготовки безпосередньо перед вильотом з обов'язковим дотриманням режиму праці та відпочинку льотного екіпажу. Водночас, попередня підготовка здійснюється й у випадках, коли пілот повітряного судна вперше виконує політ в якості командира екіпажу, або перед виконанням у перше перельоту на оперативний аеродром (злітно-посадковий майданчик), що визначені для дій авіації, пов'язаних з виконанням авіаційних робіт з локалізації та ліквідації надзвичайної ситуації, а також при виникненні перерв у польотах більших ніж ті, що визначені нормативними документами.

Польоти, які пов'язані зі скиданням водозливної рідини на палаючі осередки в умовах особливо інтенсивного турбулентного характеру повітряних потоків як в умовах рівнинної, так і гірської місцевості, відносяться до особливо складних у техніці пілотування та витримування швидкісного режиму в зоні критичних кутів атаки. Ці польоти супроводжуються значними ризиками. До таких навчально-тренувальних польотів особливо важливе значення має достатньо глибока за змістом попередня підготовка льотних екіпажів, насичена відповідними ситуативними процедурами з їх відпрацюванням на тренажері з імітацією реального рельєфу в зоні формування смуги локалізації пожежі.

Під час проведення попередньої підготовки розробляється планова таблиця польотів як попередньо зазначалося – головний формалізований документ представлення рішення командира на проведення льотно-тактичного тренінгу. В плановій таблиці, розкривається весь спектр завдань, який може виконувати авіація ДСНС у заходах протидії розвитку надзвичайної ситуації, пов'язаної з масштабною лісовою пожежею в екосистемі. Водночас планова таблиця демонструє рівень насиченості повітряними суднами, що виконують кожен своє завдання в достатньо обмеженому для авіації повітряному просторі району пожежі.

Відповідно до планової таблиці конкретизуються польотні завдання для кожного екіпажу. Саме в контексті цих польотів має розроблятися структура алгоритмічної дидактико-психологічної комп'ютерно орієнтованої моделі передпольотної підготовки, а також визначаються форми і методи відпрацювання інтегрованих і диференційованих польотних ситуацій з їх інструкторсько-консультативним супроводом помилкових дій.

Завершенням передпольотної підготовки традиційно є розроблення нормативно встановленої документації, яку підписує командир підрозділу, що, за кінцевим рахунком, стає формальним допуском екіпажу до виконання запланованих польотів.

Передпольотна підготовка – безпосереднє приведення в готовність особового складу, ПС, аеродрому, полігону, сил і засобів управління і забезпечення польотів до виконання завдань польотів (льотної зміни) з урахуванням конкретних умов. Передпольотна підготовка льотних екіпажів здійснюється безпосередньо перед виконанням польоту. Передпольотна підготовка у складі одного повітряного судна організується і проводиться під керівництвом командира екіпажу, а при виконанні польоту в складі групи, керівника цієї групи. Час, необхідний на проведення передпольотної підготовки екіпажів на виконання спеціального завдання встановлює командир авіаційної частини, незалежно від терміновості вильоту (п.6, р.10) [6].

Варто зазначити, що наказом ДСНС від 22.04.2019 №256 Про залучення авіації ДСНС до гасіння пожеж у пожежонебезпечний період

встановлюється готовність екіпажів до вильоту з режиму чергування з аеродромів та аеропортів України: для літаків – 1 година, для вертольотів – 50 хвилин. Саме у цей час організується і проводиться передпольотна підготовка, з урахуванням тих умов, які очікуються на час виконання польоту. Зміст передпольотної підготовки визначається оперативно-тактичною обстановкою, передбаченою планом льотно-тактичного тренування, аеронавігаційними та метеорологічними умовами і польотними завданнями, що визначені у плановій таблиці.

Як зазначалося вище, гасіння масштабних пожеж в екосистемі вимагає залучається значної кількості повітряних суден різних типів, з різними льотними характеристиками та змістовної направленості польотних завдань. Тому в цьому аспекті важливим питанням постає обґрунтування раціонального складу групи керівництва польотами на оперативному аеродромі, злітно-посадковому майданчику, в районі водойм водозабору вертольотами та в районі безпосереднього розміщення наземних сил і засобів, що ведуть боротьбу просуванням пожежі.

Польоти спеціальної авіації, яка залучається до ліквідації надзвичайної ситуації, пов'язаної з гасінням лісової (степової) пожежі в екосистемі з використанням оперативного аеродрому характеризуються високим рівнем завантаженості повітряного простору в районі дальньої і ближньої зон забезпечення навігації різних типів повітряних суден та високою динамікою злетів і посадок у створі злітно-посадкової смуги. Організація польотів такої інтенсивності та інженерно-технічне і матеріально-технічне забезпечення регламентується відповідними нормативними документами [6, 41, 42].

Відповідно до рішення командира авіаційної частини штаб авіаційної частини організує постановку завдань керівному складу авіаційних підрозділів та підрозділів забезпечення, розробляє заходи щодо організації польотів в зоні надзвичайної ситуації, пов'язаної з гасінням масштабної пожежі в екосистемі, а саме:

- подає заявки на використання повітряного простору при перельоті з аеродромів постійного базування на оперативний аеродром;

- здійснює запит на обмеження (закриття) повітряного простору в районі надзвичайної ситуації та використання запасних аеродромів;
- здійснює планування одночасних польотів різнотипних повітряних суден з оперативного аеродрому та в районі злітно-посадкових майданчиків і водойм водозабору вертольотів;
- відпрацьовує відповідні розпорядження за видами забезпечення та здійснює контроль за виконанням заходів.

Порядок і зміст польотів визначається основними завданнями авіації під час гасіння масштабної пожежі в екосистемі, основними з яких є:

- повітряна розвідка лісових масивів екосистеми охоплених пожежею, документування за періодами розвитку та забезпечення розвідувальною інформацією КГЛП;
- виконання авіаційних робіт з гасіння лісових пожеж літаками та вертольотами;
- оперативна доставка до місця лісової пожежі особового складу НПК, обладнання та води (вогнегасних речовин);
- повітряне десантування ПДК та пакетів пожежного спорядження до місць гасіння лісової пожежі;
- евакуація вертольотом потерпілих, НПК (людей) з району гасіння лісової пожежі;
- керівництво польотами в повітряному просторі надзвичайної ситуації, в зоні відповідальності оперативного аеродрому, злітно-посадкових майданчиків та водоймах водозабору;
- координація діями авіації з повітряного пункту управління авіаційних та наземних рятувальних сил безпосередньо в районі гасіння масштабної пожежі.

Планова таблиця польотів складається в такій кількості примірників, яка достатня для забезпечення організації взаємодії групи керівництва польотами, інженерно-технічного та матеріально-технічного обслуговування, координації дій екіпажів повітряних суден в районі локалізації пожежі, на злітно-посадкових майданчиках і водоймах водозабору. Таблиця підписується начальником штабу авіаційної частини перед постановкою завдань льотним екіпажам та

особам ГКрП і затверджується командиром авіаційної частини після проведення контролю готовності до польотів.

Керівництво польотами на оперативному аеродромі здійснюється зі стаціонарного командно-диспетчерського пункту (КДП) керівником польотів, а їхня конструкція та обладнання забезпечують безперервне управління і контроль за рухом повітряних суден на землі та в повітрі (рис. 4.12).

Керівництво польотами в районі злітно-посадкових майданчиків та в районі водійм водозабору здійснюють помічники керівника польотів (ПКрП) з стартово-командного пункту управління польотами, обладнаними відповідними засобами зв'язку і візуальної світло-сигналізації (рис. 4.13).



Рис. 4.12. Стаціонарний пункт управління польотами на аеродромі



Рис. 4.13. Стартово-командний пункт управління польотами на ЗПМ



Рис. 4.14. Повітряний пункт управління на вертольоті Мі-8

Безпосередню координацію дій авіації в зоні формування смуги локалізації палаючої крайки та гасіння осередків горіння, що залишилися на території, пройденій вогнем здійснюють координатори дій авіації (рис. 4.14).

Встановлені на КДП, СКП та ППУ засоби зв'язку мають забезпечувати постійно діючий між ними радіозв'язок, прямий радіозв'язок з керівником АРК,

прямий гучномовний або телефонний зв'язок (радіозв'язок) з об'єктами (засобами) радіо-технічного забезпечення польотів, метеорологічним підрозділом, авіаційною диспетчерською службою аеродрому, ПУ ІАЗ, місцем розташування льотних екіпажів, технічними позиціями, командуванням авіаційної частини, а також із органом ОПР та запасними аеродромами.

При знаходженні координатора дій авіації безпосередньо на місці формування смуги локалізації пожежі він має забезпечуватися картами і схемами лісових масивів району, приймачем визначення координат на місцевості (GPS), засобами зв'язку з КГЛП, екіпажами ПС та начальником пожежно-рятувальної команди.

На робочих місцях групи керівництва польотами (ГКрП) має бути така документація:

- планова таблиця польотів;
- журнали відповідних осіб ГКрП;
- інструкція з виконання польотів (ІВП) у районі аеродрому;
- керівництво з льотної експлуатації за типами повітряних суден, залучених до виконання аварійно-рятувальних, пожежних та інших робіт з ліквідації надзвичайної ситуації;
- пам'ятки КрП на аеродромі щодо дій в особливих випадках (ситуаціях) у польоті;
- план взаємодії авіаційної частини зі структурним підрозділом району (області) ДСНС під час спільних дій у випадку надзвичайної ситуації;
- схема повітряного руху в районі аеродрому;
- схема зон видимості РЛС (диспетчерського радіолокатора (далі - ДРЛ)) за висотами 500, 1000, 4000, 10 000 м;
- схема відходу на запасні аеродроми з визначенням курсу польоту, відстані, мінімальних залишків пального для польоту із заходом на посадку на них;
- бюлетень погоди на період польотів;
- дані про фактичну погоду на оперативному та запасних аеродромах;
- дані радіолокаційної розвідки погоди;

- таблиця критичних значень метеорологічних елементів та умов, за яких польоти обмежуються або припиняються;
- таблиця максимально допустимої швидкості вітру під час зльоту і посадки за типами ПС, а також графік для визначення бокової складової вітру.

Для керівництва польотами встановлюються зони:

- зона візуального контролю – льотне поле аеродрому і повітряний простір у межах фактичної візуальної видимості до дальності не більше 5 км від контрольної точки аеродрому (КТА);
- зона посадки – повітряний простір, обмежений сектором  $\pm 25^\circ$  відносно посадкового курсу і дальністю 60 км від початку ЗПС;
- ближня зона – повітряний простір навколо аеродрому в радіусі до 75 км від КТА залежно від можливостей засобів РТЗ, РЛЗ і особливостей повітряного простору;
- дальня зона – повітряний простір навколо аеродрому від зовнішньої межі ближньої зони до межі, встановленої ІВП у районі аеродрому.

Керівництво екіпажами здійснюють:

- у зоні візуального контролю – КрП на аеродромі та ПКрП на злітно-посадкових майданчиках і в зоні водойм водозабору до передачі управління КрБЗ та від візуального виявлення ПС (прийому управління від КрЗП);
- у ближній зоні – КрБЗ з моменту виявлення на індикаторі кругового огляду (ІКО) (на індикаторі повітряної обстановки (ІПО)) відмітки від ПС, після прийому управління від КрП на аеродромі та ПКрП на злітно-посадковому майданчику, водойми водозабору та координатора діями авіації в зоні пожежі, до передачі управління КрДЗ (КрЗП) та з моменту прийому управління від КрДЗ до передачі управління КрЗП аеродрому;
- у дальній зоні – КрДЗ з моменту прийому управління від КрБЗ або КрБЗ;
- у зоні посадки – КрЗП з моменту прийому управління від КрБЗ до дальності ближньої межі зони видимості посадкового радіолокатора,

визначеної технічною документацією і підтвердженої результатами льотної перевірки.

Розподіл повітряного простору та управління екіпажами на всіх етапах польоту визначаються умовами розташування оперативного аеродрому, злітно-посадкових майданчиків та водойм водозабору відносно району надзвичайної ситуації, до ліквідації наслідків якої залучається авіація, а також можливостями радіотехнічних засобів.

Для управління польотами вертольотів в районі злітно-посадкового майданчика та водойм водозабору встановлюються зона візуального контролю – повітряний простір у межах фактичної візуальної видимості ПКрП до дальності не більше 5 км від їх центру.

#### **4.5. Норми робочого часу, польотний час, службовий польотний час та час відпочинку екіпажу повітряного судна**

Право на організацію польотів в авіаційній частині надається командирі цієї частини. До проведення спеціальних завдань відповідним наказом по авіаційній частині допускаються ПС, які оснащені спеціальним обладнанням та мають документи, що засвідчують їх придатність до польотів. Льотному складу, який пройшов спеціальну підготовку за відповідними програмами льотної підготовки та придатності до польотів за висновком лікарсько-льотної комісії наказом командира авіаційної частини надаються допуски до польотів. Усі допуски, перелік яких визначається курсом льотної підготовки, надаються після перевірки льотчика в польоті і записуються в персональну льотну книжку. Кожен член льотного екіпажу щороку перевіряється у польоті за видами льотної підготовки та на знання теоретичних дисциплін за призначенням. Усі результати перевірок записуються у відповідні розділи льотної книжки [6].

Відповідно до Кодексу законів про працю України, робочий час – це встановлений законодавством відрізок календарного часу, протягом якого працівник відповідно до правил внутрішнього трудового



розпорядку, графіка роботи та умов трудового договору повинен виконувати свої трудові обов'язки. Тривалість робочого часу регулюється як в централізованому порядку законодавчими актами, так і колективними договорами та угодами на регіональному рівні, а також в індивідуальному порядку в рамках конкретного трудового договору.

Для льотного складу спеціальної авіації ДСНС варто розглянути робочий час, який буде складатися з:

- польотного часу (BLOCK TIME);
- часу очікування вильоту з причин незалежних від екіпажу повітряного судна на базовому аеродромі та інших оперативних точках;
- часу перебування на чергуванні чи в резерві;
- часу, який витрачається на загальну, попередню і передпольотну підготовку, медичний огляд та інші роботи, передбачені правилами внутрішнього розпорядку.

Норма робочого часу – це встановлена законом, колективним або трудовим договором для конкретного працівника тривалість його робочого часу за певний календарний період – день, тиждень, місяць. Нормальна тривалість робочого часу, відповідно до статті 50 КЗпП, не може перевищувати 40 годин на тиждень. Тривалість щоденної роботи (зміни) визначається правилами внутрішнього трудового розпорядку або графіками змінності з дотриманням установлені тривалості робочого тижня. Режим ненормованого робочого дня може встановлюватися для певних категорій працівників у разі неможливості нормування часу трудового процесу. Ненормований робочий день треба відрізнити від надурочної роботи. Надурочними роботами вважаються роботи понад встановлену тривалість робочого дня. Проведення їх можливо лише у виняткових випадках при проведенні робіт, необхідних для оборони країни, при виникненні надзвичайних ситуацій техногенного, природного, соціального та воєнного характеру, що визначено статтею 62 КЗпП.

Польоти, пов'язані з гасінням масштабних лісових пожеж як правило виконуються на протязі всієї світлової частини дня. Тому для льотного складу, викладеними вище положеннями можна керуватися лише у повсякденній діяльності, не пов'язаній з виконанням спеціальних

польотів. В період виконання польотів, що пов'язані з проведенням аварійно-рятувальних та пожежних робіт норму робочого часу слід розглядати як допустимий найбільший відрізок часу, протягом якого зберігається необхідний рівень психофізіологічних функцій, необхідних для надійної професійної діяльності.

Польоти у рівнинній місцевості та зі складним рельєфом і на плато дозволяється починати за умови доброї видимості та можливості візуально визначити висоту польоту, але не раніше ніж за 30 хв. до сходу сонця. Польоти, пов'язані зі скиданням вогнегасної рідини на ділянках у гірській місцевості дозволяється розпочинати зі сходом сонця. Польоти після заходу сонця забороняються. Також забороняється вихід на бойовий курс та скидання вогнегасної рідини, якщо висота Сонця над горизонтом менша  $15^\circ$ , а курсовий кут менший  $30^\circ$  [4, 6, 17].

Польотний час – це загальний час від початку руху повітряного судна за рахунок власної тяги з метою виконання злету і до завершення посадки.

Кількість польотів і загальний наліт у льотну зміну на екіпаж під час виконання польотів за планом льотної (навчально-льотної) підготовки визначається курсом льотної підготовки (далі – КЛП), а стартовий час - командиром авіаційної частини [17]. На навчаннях та під час виконання спеціальних завдань кількість польотів і загальний наліт встановлює керівник авіаційної частини, а тривалість льотної зміни і стартовий час – керівник, який організовує навчання (виконання спеціального завдання) (п. 2 гл. 5 розд. II) [17]. Однак, під час проведення спеціальних завдань перевищувати норми нальоту, граничного завантаження, злітних і посадкових мас ПС забороняється (п. 16, р. 10) [6].

Стартовим часом льотних екіпажів під час виконання спеціальних завдань вважається період часу, протягом якого екіпаж повітряного судна має право виконувати польоти [18]. Під час виконання аеродромних польотів і польотів за межами району аеродрому стартовий час відліковується від фактичного часу початку таких польотів, а під час виконання перельотів – від запланованого часу першого вильоту.

Спеціальній авіації ДСНС, у більшості випадків, доводиться розпочинати аварійно-рятувальні роботи з перебазування на оперативний аеродром. У цьому контексті екіпажам літаків, які здійснюють переліт, дозволяється мати загальний наліт не більше 10 годин на добу при стартовому часі не більше 12 годин. Однак, встановлені норми нальоту і стартового часу дозволяється збільшувати рішенням керівника ОУА ЦОВВ не більше ніж удвічі, але за умови наявності другого льотного екіпажу. Екіпажам вертольотів, які здійснюють переліт, дозволяється за добу мати загальний наліт не більше 8 годин при стартовому часі 10 годин. Рішенням начальника ОУА ЦОВВ дозволяється збільшувати стартовий час екіпажів повітряних суден до 2 годин при виконанні спеціальних завдань, які пов'язані з ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, враховуючи при цьому рівень індивідуальної підготовки та натренованості членів екіпажу (п. 6 гл. 5 розд II) [17]. Під час планування міжнародних польотів (перельотів, перегонки) повітряних суден (крім вертольотів) норми нальоту і стартового часу встановлюються: для штатного екіпажу – до 10 годин нальоту при 16 годинах стартового часу, а за наявності у складі повітряного судна другого льотного екіпажу – до 20 годин нальоту при 24 годинах стартового часу.

Максимальний стартовий час та наліт для екіпажів повітряних суден, що виконують спеціальні завдання, пов'язані з аварійно-рятувальними та іншими невідкладними роботами при виникненні надзвичайних ситуацій встановлюються:

1) на літаках:

- на повітряні перевезення – не більше 12 годин, при цьому загальний наліт повинен складати не більше 10 годин;
- на міжнародні перельоти – не більше 16 годин, при цьому загальний наліт повинен складати не більше 10 годин;
- на виконання авіаційних робіт з пошуку і рятування – не більше 12 годин, при цьому загальний наліт повинен бути не більше 10 годин;
- на повітряну розвідку, візуальне спостереження та аерофотознімальні роботи – не більше 12 годин, при цьому загальний наліт повинен бути не більше 10 годин;

- на гасіння лісових пожеж у рівнинній місцевості – не більше 12 годин, при цьому загальний наліт повинен складати не більше 9 годин. Однак обмеження кількості зливів води з літака нормативно не визначені. Проте проведене в рамках цієї монографії моделювання спеціальних польотів, пов'язаних з гасінням лісових пожеж, дозволяє рекомендувати обмеження – не більше дев'яти водоскидів з перервою після шести;

- на гасіння лісових пожеж у гірській місцевості – не більше 9 годин, при цьому загальний наліт повинен складати не більше 6 годин, кількість зливів води не більше шести;

2) на вертольотах:

- на повітряні перевезення – не більше 10 годин, при цьому загальний наліт повинен складати не більше 8 годин;

- на виконання авіаційних робіт з пошуку і рятування – не більше 12 годин, при цьому загальний наліт повинен складати не більше 8 годин;

- на гасіння лісових пожеж із водозливним пристроєм – не більше 12 годин, при цьому загальний наліт повинен складати не більше 6 годин. Як і при скиданні вогнегасної рідини з літака, для екіпажів вертольотів також нормативно не встановлені обмеження максимальної кількості водоскидів за період стартового часу.

У разі використання екіпажом максимального стартового часу наступні польотні завдання дозволяється планувати не раніше ніж через 12 годин після виконання попередніх польотів. При виконанні екіпажами завдань з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій необхідно передбачити два екіпажі на одне повітряне судно для ефективного використання максимального стартового часу, нальоту та норм відпочинку.

Командиру екіпажу ПС під час проведення АРПР (ПРР) і спеціальних завдань перевищувати норми нальоту, граничного завантаження, злітних і посадкових мас ПС забороняється.

Для льотного складу при виконанні польотів, пов'язаних з гасінням лісових пожеж, кількість посадок за добу не повинна

перевищувати 50 на літаках і 65 на вертольотах. Для відпочинку льотних екіпажів має бути передбачена перерва:

- через кожну годину нальоту або 10 - 12 посадок - на 10 хв.;
- після 3-х годин нальоту або 25 - 30 посадок - на 1,5 год.;
- перерва на 1,5 год. може поєднуватися з обідом екіпажу, а перерва на 10 хв. - із завантаженням ПС паливом.

За результатами монографічного дослідження, рекомендована кількість водозаборів з підготовлених для цього водойм у водозливній пристрої на зовнішній підвісці не має перевищувати в одному польоті шести разів, а сумарна за шестигодинну льотну зміну – не більше 24 на екіпаж. Час відпочинку командира екіпажу між польотами визначається з розрахунку терміну, що передбачається на проведення кожної наступної передпольотної підготовки повітряного судна в межах 50 хв.

#### **4.6. Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій, пов'язаних з пожежами в екосистемах**

Методологія оцінювання збитків нанесених екосистемі в наслідок виникнення надзвичайної ситуації природного характеру базується на використанні двох понять: «збиток» і «витрати» [19]. Пропонується під збитком розуміти шкоду, яка завдається навколишньому середовищу, пов'язані зі зміною навколишнього середовища внаслідок надзвичайної ситуації в екосистемі. Визначення витрат спирається на видатки (платежі, збори) у контексті компенсації офіційно зафіксованих масштабів порушень в сфері екології, а також на проведення природоохоронних заходів у природних екосистемах. Збиток позначається на діяльності окремих об'єктів, що опиняються під його впливом: населення, об'єкти житлово-комунального та промислового комплексів, сільськогосподарські угіддя, водні і лісові ресурси та ін. Розрахунок екологічних збитків базується на порівнянні фактичних статистичних даних з отриманими в реальних природних екосистемах з експертно отриманими на об'єктах-аналогах. У такому разі втрати – це відшкодування екологічних збитків, пов'язаних з розробкою та

реалізацією заходів з мінімізації заподіяної шкоди, що сталася під негативним впливом на об'єкті природного середовища. Таке відшкодування здійснюється відповідно до чинного законодавства юридичними та фізичними особами, винними у шкоді чи порушенні цілісності об'єктів природного середовища [13].

Методи оцінки збитків від надзвичайних ситуацій природного характеру суттєво відрізняються від методів оцінки збитків техногенного характеру. Це пов'язано із значними відмінностями видів і масштабів наслідків. Наслідки від екстремальних природних явищ можуть проявитися зразу ж після виникнення події та діяти протягом тривалого часу і після неї. Оскільки ліси є одними з найбагатших за структурою та формами життя наземних екосистем і сприяють життєдіяльності інших природних утворень, збереження їх є одним із пріоритетних напрямів сталого розвитку планети, необхідною умовою функціонування біосфери. Щорічно пожежі в природних екосистемах завдають значної шкоди державі, її навколишньому середовищу, спричиняють пожежі окремих осель, вогнем спалюють цілі населені пункти, руйнують лінії електромереж, газо- і нафтопроводи, знищують лісові насадження. Звідси, в контексті визначення методики оцінки заподіяної шкоди від пожеж в екосистемах, першочергово слід здійснювати аналіз на принципах порівняння: втрати – збитки – відшкодування.

Відповідно до [33] усі збитки поділяються на наступні види залежно від завданої фактичної шкоди, зокрема від:

- втрати життя та здоров'я населення (Нр);
- руйнування та пошкодження основних фондів, знищення майна та продукції (Мр);
- не вироблення продукції внаслідок припинення виробництва (Мп);
- вилучення або порушення сільськогосподарських угідь (Рс/г);
- втрат тваринництва (Мтв);
- втрат деревини та інших лісових ресурсів (Рл/г);
- втрат рибного господарства (Рр/г);
- знищення або погіршення якості рекреаційних зон (Ррек);

- забруднення атмосферного повітря (Аф);
- забруднення поверхневих і підземних вод та джерел, внутрішніх морських вод і територіального моря (Вф);
- забруднення земель несільськогосподарського призначення (Зф);
- збитки, заподіяні природно-заповідному фонду (Рпзф).

Відповідно до територіального поширення та обсягів заподіяних або очікуваних економічних збитків, кількості людей, які загинули, за переліченими вище класифікаційними ознаками встановлено чотири рівні надзвичайних ситуацій – державний, регіональний, місцевий та об'єктовий. Наведеними далі методиками загальний обсяг збитків  $Z$  від наслідків НС розраховується як сума основних локальних збитків за наступною формулою:

$$Z = H_p + M_p + M_{п} + P_{с/г} + M_{тв} + P_{л/г} + P_{р/г} + P_{рек} + P_{пзф} + A_{ф} + B_{ф} + Z_{ф}.$$

Загальний підрахунок збитків, заподіяних природно-заповідному фонду (Зпзф) може визначатися шляхом врахуванням завданої фактичної шкоди та масштабів шкідливого впливу за наступними видами, якщо такі відбулися:

- втрати життя і здоров'я населення ( $H_p$ );
- втрати деревини та інших лісових ресурсів ( $P_{л/г}$ );
- знищення або погіршення якості рекреаційних зон ( $P_{рек}$ );
- забруднення атмосферного повітря (Аф).

Розмір збитків від втрати життя та здоров'я населення визначається за такою формулою:

$$H_p = S V_{тpp} + S V_{дп} + S V_{втг},$$

де  $S V_{тpp}$  – втрати від вибуття трудових ресурсів;

$S V_{дп}$  – витрати на виплату допомоги;

$S V_{втг}$  – витрати на виплати інших нещасних випадків.

Розрахунок збитків від втрати деревини та інших лісових ресурсів провадиться для груп лісів по областях з урахуванням коефіцієнта продуктивності лісів за типами лісорослинних умов за наступною формулою:

$$\Sigma P_{л/г} = P_{1л/г} + P_{2л/г} + P_{3л/г},$$

де  $P_{1л/г}$  – розмір збитків від знищення лісу, що розраховуються наступним чином:

$$P_{л/г} = H \times K \times П,$$

де  $H$  – узагальнений вартісний показник розміру заподіяної шкоди для груп лісів по областях, яка умовно відповідає вартісному виміру втрат внаслідок неможливості господарського використання лісів;

$K$  – коефіцієнт продуктивності лісів за типами лісогосподарських умов областей;

$П$  – площа лісової ділянки що знищується.

Збитки від знищення або погіршення якості рекреаційних зон (Ррек) оцінюються шляхом обрахунку обсягів витрат необхідних на відновлення первісного стану рекреаційних зон за формулою:

$$P_{рек} = T_x \times П,$$

де  $T_x$  – термін, необхідний для відновлення рекреаційної зони;

$П$  – прибуток у цілому від діяльності установи за одиницю розрахункового терміну на одному об'єкті рекреаційної зони.

Розрахунок збитків від атмосферного повітря провадиться за формулою:

$$A_{ф} = M_i \times П_i \times A_i \times K_t \times K_{зi},$$

де  $A_{ф}$  – збитки від забруднення атмосферного повітря, гривень;

$M_i$  – маса  $i$ -ї забруднюючої речовини, що була викинута в повітря внаслідок НС, тонн. Розраховується експертним шляхом;

$П_i$  – базова ставка компенсації збитків у частках мінімальної заробітної плати за одну тону умовної забруднюючої речовини;

$A_i$  – безрозмірний показник відносної небезпечності забруднюючої речовини;

$K_t$  – коефіцієнт урахування територіальних соціально-екологічних особливостей;

$K_{зi}$  – коефіцієнт забруднення атмосферного повітря в населеному пункті.

Методики моделювання природних катастроф в екосистемах на відтворених об'єктах-аналогах для визначення умовних збитків досліджували А.Б. Качинський, І.М. Ляшенко, М.В. Коробова, А.М. Столяр, Р.М. Лепа та ін. У цьому контексті А.Б. Качинський запропонував методи нелінійної динаміки та синергетики для моделювання надзвичайних ситуацій, що є цікавим та перспективним



для визначення соціально-економічної складової їх наслідків [20]. Однак практика поки що не оволоділа запропонованою методикою. Відсутність єдиної методології всебічної оцінки збитків у наслідок надзвичайної ситуації призводить до того, що на практиці під час проведення такої оцінки до уваги приймаються лише прямі втрати матеріальних цінностей, оскільки вони найбільш легко обраховуються. Досі, розрахунки витрат необхідних на проведення заходів щодо ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій природного характеру залишається оцінка збитків за балансовою (залишковою) вартістю втрат пошкодженого майна, нанесення шкоди здоров'ю населення та втрат природно-заповідного фонду. Очевидно, що це лише в певній мірі дозволяє встановити рівень надзвичайної ситуації з наступним визначенням обсягів потреб щодо фінансової компенсації витрат на проведення заходів з ліквідації їх наслідків та виділення необхідних матеріально-технічних ресурсів. Водночас спеціалісти з питань надзвичайних ситуацій пропонують розглядати збитки від природних катастроф в екосистемах як сукупність виражених у вартісній формі прямих та віддалених втрат в результаті ушкодження або руйнувань матеріальних об'єктів виробничого, соціально-культурного і побутового призначення, культурних цінностей та вибуття трудових ресурсів, а також недоотримання прибутку внаслідок непередбачуваних змін в умовах та цілях господарської діяльності, понесених витрат на ліквідацію надзвичайної ситуації та їх наслідків. З урахуванням цього визначення, економічні збитки як правило включають в собі прямі збитки, які ділять на господарські і демографічні, непрямі збитки, втрати від втраченої вигоди та витрати, пов'язані з ліквідацією наслідків надзвичайної ситуації.

## ВИСНОВКИ

Ефективне гасіння масштабних лісових пожеж, що наносять колосальні збитки в екосистемах, неможливе без застосування авіації ДСНС. І в цьому контексті оцінка її спроможності, пошук раціональних стратегій боротьби з такими надзвичайними ситуаціями, визначення пріоритетних напрямів модернізації спеціальних повітряних суден стає вкрай важливою проблемою практики в діяльності керівників усіх рівнів сфери цивільного захисту. Означена проблема спонукає науковців цієї галузі до пошуку та обґрунтування таких теоретико-методологічних підходів, які, у відповідь на виклики, що виникають внаслідок природних катаклізмів і антропогенних катастроф, означили би основні програмні напрями протидії як на державному так і регіональному рівнях.

Результати дослідження, проведені авторами з питань залучення пожежної авіації, спонукали до монографічного викладення деяких надважливих методичних і технологічних підходів підтримки прийняття раціонального рішення з множини альтернатив щодо стратегії і тактики її застосування, складу і типу спеціальних повітряних суден на засадах використання комплексного критерію: «ефективність–витратність–прийнятна безпека польоту».

У даній роботі авторам вдалося проаналізувати обґрунтованість використання різних пожежних повітряних суден у різних варіантах типу (літаки-танкери, літаки-амфібії і вертольоти з водозливними пристроями) та кількісному співвідношенні і виявити наступні очевидні переваги і недоліки, а саме:

а) переваги:

оперативність доставки вогнегасної рідини в район пожежі;  
мобільність і незалежність від стану під'їзних шляхів і доріг;  
висока ефективність одномоментної атаки на палаючий осередок пожежі;

б) недоліки:

висока вартість;

низька продуктивність;

значний рівень ризику, особливо на етапі скидання вогнегасної рідини.

Вивчивши зарубіжний і вітчизняний досвід шляхом оцінки тактико-технічних характеристик пожежних літаків, амфібійних повітряних суден і вертольотів з водозливними пристроями автори прийшли до наступних висновків.

1. У Державній службі України з надзвичайних ситуацій авіація представлена як Спеціальний авіаційний загін Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту, призначений для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та проведення інших спеціальних робіт у складних умовах. У його діяльності постійно актуальними зберігаються питання, пов'язані з визначенням стратегії і тактики застосування авіації, організацією польотів, управлінням і взаємодією авіаційних підрозділів з наземними силами і засобами, необхідністю модернізації та оновлення парку повітряних суден за напрямками задач, які розширюються за змістом, потребами і можливостями, вдосконаленням форм і методів підтримки на високому рівні кваліфікації особового складу у виконанні польотів в умовах, пов'язаних з досить високим рівнем небезпеки.

2. Станом на початок ХХІ століття в світі експлуатується понад 50 видів, моделей і модифікацій повітряних суден спеціального призначення в умовах надзвичайних ситуацій. Але традиційно формування парку пожежних повітряних суден (про що свідчить як і зарубіжний, так і вітчизняний досвід) здійснюється шляхом конструктивного переформатування бойових літаків і вертольотів збройних сил, які не перестали відповідати сучасним викликам загальновійськового та повітряного бою. Досвіду цільового державного замовлення на розроблення спеціальних повітряних суден під задачі, що покладаються на служби з надзвичайних ситуацій, (оцінка стану потенційно небезпечних об'єктів, прогнозування виникнення і розвитку надзвичайних подій і загрози їх переростання у надзвичайні ситуації,

боротьба з пожежами, аварійно-рятувальні й інші роботи, екстрена медична допомога) за результатами його вивчення не виявлено.

3. Переважну більшість сучасних пожежних повітряних суден складають літаки середнього класу за вантажопідйомністю від 3 до 15 т вогнегасної рідини, що обумовлено балансом між ефективністю й універсальністю застосування та економічними показниками. Легкі повітряні судна для досягнення одних і тих самих показників ефективності мають здійснювати значно більше скидань вогнегасної рідини ніж літаки середнього, а тим паче важкого класів. Важкі та супер важкі повітряні судна (вантажопідйомністю від 15 до 30 т) можуть доставляти в район пожежі великі об'єми вогнегасної рідини з одномоментним її скиданням. Але ці повітряні судна мають свої суттєві труднощі в плані економічних показників (висока вартість льотної години), експлуатаційних (організація і забезпечення аеродромного обслуговування польотів), спеціального застосування (недостатня маневреність при гасінні пожежі в обмеженому просторі і складному рельєфі місцевості). Переважна більшість пожежних гідролітаків орієнтовані на виконання лише задач, пов'язаних з локалізацією вогняної стихії. Їх переорієнтація на виконання інших задач пов'язана з суттєвими труднощами. Окрім цього, для проведення водозабору необхідно мати незвивисті і досить великі за довжиною водоймища. Пріоритетом повітряних суден вертолітного типу є можливість скидання вогнегасної рідини з зовнішньої підвіски безпосередньо на палаючі осередки, але це суттєво погіршує маневрені характеристики і можливості оминати перешкоди. Тому на даний час активно вивчається питання заміни підвісних ВЗП на більш зручні модульні системи пожежогасіння, що розміщуються в середині вантажної кабіни. Перспективним напрямком розвитку пожежної авіації є і застосування дистанційно пілотованих авіаційних комплексів. У поєднанні з технологією оперативного формування 3D-карт місцевості, їх застосування дає новий і потужний інструмент для боротьби з пожежами з повітря, при повній відсутності ризику життю зовнішнього екіпажу.

4. Суттєвим недоліком, що суттєво впливає на ефективність застосування авіації, особливо важких повітряних суден, можна віднести

обмежену мережу аеропортів (аеродромів) із злітно-посадковими смугами довжиною, достатньою для злету таких типів літаків. Як правило, аеропорти такого класу частіше за все бувають значно віддалені від осередків лісових пожеж, гасіння яких потребує залучення авіації. У такому разі, залучення авіації середнього класу має суттєві переваги за показником циклічності: «злив-заправка-злив».

У контексті тієї ж ефективності негативною характеристикою важких пожежних повітряних суден є низька їх маневреність, а вертольотів такого класу – надто чутливими до турбулентності повітряних потоків в безпосередній близькості до палаючого осередку. Окрім цього, скидання вогнегасної рідини з важких пожежних літаків об'ємом від 40 до 70 т формує пряму смугу локалізації довжиною до 500 м, тоді як палаюча крайка лісового масиву має звивисту форму. В порівнянні з пожежними літаками середнього класу, важкі літаки скидають воду на великій швидкості, що перетворює її в дрібний дисперсний стан та інтенсивне випаровування ще до падіння на землю. Це означає, що значна маса вогнегасної рідини витрачається непродуктивно. Зарубіжний досвід застосування для гасіння масштабних лісових пожеж літаків супер-танкерів частіше за все буває оправданим при гасінні масштабних степових пожеж при досить рівнинній місцевості.

5. У більшості пожежних літаків баки для розміщення вогнегасної рідини кріпляться ззовні до фюзеляжу. Їх монтаж і демонтаж потребує досить багато часу, а стаціонарні внутрішньо-фюзеляжні водозливні пристрої обмежують можливості багатofункціонального використання повітряного судна (перевезення вантажів, десантування пожежних та аварійно-рятувальних команд, евакуація потерпілих, ін.). Очевидно, пріоритетним напрямом модернізації пожежних повітряних суден має стати їх оснащення модульними, не складної схеми монтажу і демонтажу, водозливними системами. Для умов України не варто відмовлятися і від того, щоб мати у складі САЗ ОРС ЦЗ два важких пожежних повітряних судна на базі літака Ан-70, обладнаних внутрішньо-фюзеляжною водозливною системою, яка при необхідності може монтуватися та знімається в залежності від задачі, що виконується.

6. Не на перевагу пожежним літакам, а як самостійний та ефективний протипожежний засіб у світовій практиці гасіння пожеж застосовуються пожежні вертольоти. Пріоритетом цього типу повітряних суден є можливість скидання вогнегасної рідини безпосередньо на палаючі осередки та прокладання змочених загороджувальних смуг у здовж палаючої крайки, особливо у важкодоступних місцях, а також здатність приземлитися на невеликих відкритих майданчиках, невибагливих до їх попередньої підготовки для виконання злету і посадки. Більшість вертольотів, що залучаються до боротьби з вогнем, використовуються водозливні пристрої на зовнішній підвісі. Однак перспективним рішенням розвитку спеціальної гвинтокрилої авіації вважається розміщення водозливних баків всередині фюзеляжу важких вертольотів. Важкі вертольоти здатні доставляти у внутрішньо-фюзеляжних баках вогнегасну рідину масою понад 5т для формування смуги локалізації палаючих осередків.

7. Перспективним напрямком розвитку пожежної авіації є і застосування дистанційно пілотованих авіаційних комплексів. У поєднанні з технологією оперативного формування 3D-карт місцевості, їх застосування дає новий і потужний інструмент для боротьби з пожежами з повітря. Передбачається, що після завантаження в пам'ять ДПАК картографічної інформації та попередньо розрахованих параметрів маршруту, створюються умови здійснювати формування протипожежного бар'єру заданої конфігурації палаючої крайки.

8. Масштабні пожежі в екосистемах є найнебезпечнішим явищем, які інколи сягають масштабів стихійного лиха. Рельєф місцевості як рівнинний, а особливо гірський своєрідно впливають на умови виникнення, характер та інтенсивність розповсюдження вогню, чим часто створюють неприйнятно небезпечні умови ризику щодо застосування авіації до гасіння пожежі. Водночас як міжнародною, так і вітчизняною практикою переконливо доведено, що завдяки застосуванню авіаційних технологій, особливо при відсутності належних під'їзних шляхів, висока оперативність і ефективність спільних дій пожежно-рятувальних команд досягається за умов чітко скоординованих за місцем і зосереджених за напрямом та часом

вогнегасної атаки на палаючі осередки. Звідси вкрай важливим для вирішення постає питання перегляду в нормативних документах щодо залучення авіації до гасіння пожеж в екосистемах: способи реагування в залежності від умов базування; рівня готовності до вильоту з положення чергування; склад змішаної за типом або одного типу групи повітряних суден; одночасний чи послідовний вихід на заданий палаючий об'єкт у визначений час.

9. Основою управління щодо проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт з залученням авіації є рішення керівника операції з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації. Управлінське рішення не є результатом одноосібної діяльності керівника, а продуктом інтелектуальної, напруженої і цілеспрямованої роботи компетентного за своїми напрямками високопрофесійного персоналу, залученого до його розроблення на засадах альтернативної формалізації тактико-технічних, технологічних, економічних, соціально-психологічних та адміністративних методів менеджменту. В цьому контексті запропоновано достатньо простий і в той же час науково-обґрунтований метод оцінки спроможності спеціальних авіаційних підрозділів, при їх залученні до боротьби з масштабними лісовими пожежами в екосистемі. Його реалізація шляхом експертної оцінки альтернативних варіантів складу спеціальних повітряних суден і застосованої ними тактики, дає можливість керівнику операції з ліквідації надзвичайної ситуації, пов'язаної з масштабною лісовою пожежею, за простою уніфікованою процедурою і в короткі терміни, з використанням спеціального програмного забезпечення визначити найбільш раціональний варіант дій за критеріями «ефективність-вартість-безпека».

10. Алгоритм експертного оцінювання спроможності за означеним критерієм орієнтовано на його застосування для різних конфігурацій вхідних даних, з порівнянням альтернатив, що суттєво спрощує процедуру узгодження суджень на різних етапах визначення пріоритету критеріїв, компетентності експертів та оцінювання носіїв спроможності. Водночас, запропонований підхід враховує і психологічну здатність людини не тільки вказувати на об'єкт, якому надається перевага, але й оцінити ступінь його переваги. Глибина обґрунтованості та

об'єктивність кінцевих результатів експертного оцінювання спроможності значною мірою обумовлює необхідність залучення кваліфікованих фахівців, здатних побудувати онтологічні описи.

Використання запропонованого методу оцінки спроможності дозволяє суттєво спростити технологію реалізації процедури підтримки прийняття рішення щодо залучення авіації до ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, пов'язаної з гасінням пожежі в екосистемі. Запропонований інтеграційний метод не потребує обов'язкового врахування розмірних та безрозмірних значень технічних параметрів спецзасобів, суттєво спрощує експертні процедури і забезпечує їх наочність. Позитивний ефект від використання запропонованого підходу в перспективі з розширенням онтологічної моделі, може дозволити розширити можливості планування й у контексті логістичного забезпечення сил і засобів оперативного реагування з залученням спеціальної авіації.

11. Пожежна авіація ніяким чином не може розглядатися як основний засіб гасіння пожежі в екосистемі, а тим паче відігравати роль вирішального значення. Пожежні повітряні судна можуть розглядатися лише як високо мобільний оперативний засіб підтримки наземних сил і засобів. При цьому, головним об'єктом зосередження основних зусиль є формування смуги локалізації палаючої крайки та гасіння окремих осередків. При виконанні визначених завдань пожежна авіація діє різноманітними способами у бойових порядках як у складі окремих повітряних суден, так і в складі однотипного або змішаного підрозділу. Основними з них є:

- одночасне введення в район лісової пожежі авіаційних підрозділів з положення чергування на землі в готовності №1;
- послідовне введення в район лісової пожежі чергових авіаційних підрозділів з готовності №1, з наступним нарощуванням сил, що знаходяться в інших ступенях готовності на землі;
- уведення в район лісової пожежі авіаційних підрозділів з положення їх базуванні на оперативних аеродромах та злітно-посадкових майданчиках;



- уведення в район лісової пожежі окремих повітряних суден та самостійний пошук небезпечних палаючих об'єктів у заданому районі (смузі) лісової пожежі.

Окрім того, при виконанні завдань, що не пов'язані з безпосереднім впливом на палаючі об'єкти, а спрямовані на забезпечення дій наземних сил і засобів підрозділи САЗ ДСНС застосовують наступні способи:

- парашутне десантування аварійно-рятувальних команд, вантажів та протипожежного обладнання на попередньо визначені майданчики в районі надзвичайної ситуації;

- перевезення аварійно-рятувальних команд, вантажів та протипожежного обладнання з посадкою на оперативному аеродромі та злітно-посадковому майданчику;

- безпарашутне десантування аварійно-рятувальних команд та скидання вантажів і обладнання на попередньо визначені майданчики в районі надзвичайної ситуації;

- евакуація потерпілих з небезпечних зон надзвичайної ситуації та надання домедичної допомоги в процесі транспортування.

12. Нормативно встановлена процедура прийняття рішення про залучення авіації є недосконалою в контексті втрат часу на багатоступеневе проходження інформації через систему чергових змін ДСНС. У цей період мають бути прийняті два взаємопов'язані і скоординовані рішення: керівника операції з ліквідації надзвичайної ситуації та командира авіаційної частини, підрозділи якої залучаються до гасіння пожежі в екосистемі.

Задум керівника операції з ліквідації надзвичайної ситуації має відображати стратегію та послідовність спільних дій, наземних і повітряних сил і засобів, спрямованих на протидію розвитку та поширенню масштабної пожежі. Замисел рішення командира авіаційної частини має відображати ситуацію, що склалася в зоні надзвичайної ситуації, способи і тактику формування смуги локалізації пожежі та ліквідації палаючих осередків в умовах базування на оперативному аеродромі та злітно-посадкових майданчиках. При цьому, керівник операції з ліквідації надзвичайної ситуації формулює загальну задачу

авіації, скоординовану за часом, місцем, напрямками у взаємодії з наземними силами і засобами на заданих рубежах, то замисел командира авіаційної частини має деталізувати напрями зосередження основних зусиль екіпажів повітряних суден, способи, тактичні прийоми і бойові порядки на етапах польоту до зони надзвичайної ситуації та безпосередньо над палаючими об'єктами, порядок управління польотами та способи взаємодії як між екіпажами повітряних суден, так і наземними силами і засобами.

13. Особливої уваги потребує визначення заходів посилення спроможності авіаційної складової системи реагування на надзвичайні ситуації з урахуванням оновлення парку спеціальної авіаційної техніки (літаків, вертольотів та дистанційно пілотованих літальних апаратів) у нерозривній єдності з спеціальною професійною як льотного, так і інженерно-технічного складу авіаційних підрозділів ДСНС. У цьому контексті, не простим питанням для керівного складу авіації ДСНС є визначення змісту спеціальної і льотної підготовки екіпажів повітряних суден до дій в умовах виникнення надзвичайних ситуацій, особливо пов'язаних з масштабними пожежами в екосистемах. Основними видами досягнення високого рівня спеціалізації до дій льотного та інженерно-технічного складу в умовах надзвичайних ситуацій мають стати колективна та індивідуальна підготовки, а інтегруючою формою підтримки високого рівня професійної кваліфікації особового складу ДСНС мають бути інноваційні комп'ютерно орієнтовані за змістом і методикою проведення такі заняття як панельна дискусія, групова вправа, тактична літучка, індивідуально орієнтований тестовий самоконтроль, тактико-спеціальний тренінг, розроблені на тлі умов, максимально наближених до реальних з урахуванням вітчизняного досвіду та участі в заходах міжнародного співробітництва.

14. Професійні якості фахівця – це найважливіший чинник його придатності до проведення певного виду діяльності. Якісну оцінку варто проводити шляхом організації та проведення експертного аналізу альтернатив у діях персоналу в тих чи інших ситуаціях на засадах методу аналізу ієрархій. Кількісні показники отримувати шляхом обчислення та порівняння нормативно встановлених показників компетенцій з

досягнутими показниками компетентності при виконанні професійно орієнтованих ситуативних процедур. Отриманні якісні і кількісні показники особистісно визначеної компетентності персоналу наземних пожежно-рятувальних підрозділів та екіпажів спеціальних повітряних суден можуть бути покладені в основу оцінки спроможності за методикою аналізу ієрархій і в той же час використані при формуванні змісту спеціальної підготовки льотного та інженерно-технічного персоналу авіаційного загону ДСНС.

15. Екіпажам літаків, які виконують спеціальні польоти, пов'язані з гасінням масштабних пожеж, встановлюються норми по тривалості льотної зміни, добовому нальоту на екіпаж та кількості польотів. Рішенням начальника ОУА ЦОВВ дозволяється збільшувати стартовий час екіпажів повітряних суден при виконанні спеціальних завдань, які пов'язані з ліквідацією наслідків надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, враховуючи при цьому рівень індивідуальної підготовки та натренованості членів екіпажу. Але нормативні документи, що регламентують усі перелічені обмеження за видами польотів та умовами їх виконання потребують проведення додаткових наукових досліджень з чітким їх визначенням та подальшою канонізацією у відповідних наказах ДСНС.

16. Методологія оцінювання збитків, нанесених екосистемі в наслідок виникнення надзвичайної ситуації природного характеру, базується на використанні двох понять: «збиток» і «витрати». Під збитками розуміють шкоду, яка завдається навколишньому середовищу, пов'язаних зі зміною навколишнього середовища внаслідок надзвичайної ситуації, під витратами – видатки (платежі, збори) у контексті компенсації офіційно зафіксованих масштабів порушень в сфері екології та природоохоронних заходів у природних екосистемах. А сьогодні методика оцінки заподіяної шкоди від пожеж в екосистемах будується на принципах порівняння отриманих збитків з компенсаційним відшкодуванням. Методика порівняння збитків, що стали, з такими, яких вдалося уникнути в наслідок застосування наземних і повітряних сил протидії надзвичайній ситуації, відсутня. Основою ж оцінки ефективності застосування сил і засобів, що

залучаються до протидії розвитку надзвичайної ситуації та ліквідації її наслідків, мають бути методики, побудовані на порівнянні реальних збитків з умовними, які могли б статися, але їх вдалося уникнути.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Постанова Кабінету Міністрів України від 22.02.1999 № 242 «Про створення спеціального авіаційного загону Міністерства з надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/242-99-%D0%BF#Text> (дата звернення: 23.11.2023).
2. Наказ Держспоживстандарту України від 11.10.2010 № 457 «Національний класифікатор України. Класифікатор надзвичайних ситуацій. ДК 019:2010». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va457609-10#Text> (дата звернення: 23.11.2023).
3. Статут спеціального авіаційного загону оперативно-рятувальної служби цивільного захисту державної служби України з надзвичайних ситуацій. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://avia.dsns.gov.ua/files/2016/11/8/sta.pdf> (дата звернення: 23.11.2023).
4. Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 13.04.2017 № 311 «Про затвердження Порядку організації та застосування авіаційних сил та засобів для гасіння лісових пожеж». [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://zakononline.com.ua/documents/show/384333\\_384398](https://zakononline.com.ua/documents/show/384333_384398) (дата звернення: 23.11.2023).
5. Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України від 25.08.2011 № 890 «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо зниження небезпеки впливу лісових пожеж на арсенали, бази і склади боєприпасів, що розташовані в лісових масивах». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0890735-11#Text> с
6. Наказ Міністерства оборони України від 05.01.2015 № 2 «Про затвердження Правил виконання польотів державної авіації України». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0082-15#Text> (дата звернення: 23.11.2023).

7. Шульц Н. В Америке создан дрон-поджигатель. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://fainaidea.com/izobretenija/prototipu/v-amerike-sozdan-dron-podzhigatel-103164.html> (дата звернення: 03.11.2022).

8. DeBano L.F., Neary D.G., Ffolliott P.F. Fire's effects on ecosystems. Wiley, New York, 1998. 333 p.

9. Ворон В. П. Леман О. В, Стельмахова Т. Ф., Плугатар Ю. В. Пожежі як чинник дестабілізації стану лісів України. Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. Вип. 15.7. Львів : РВВ НЛТУ України. 2005. С. 139-145.

10. План основних заходів Державної служби України з надзвичайних ситуацій на 2022 рік. Затверджено Міністром внутрішніх справ України Монастирським Денисом Анатолійовичем (лист МВС від 23.12.2021 № 58951/1/35-2021). [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://dsns.gov.ua/upload/9/7/5/6/7/0/hdSYvkwbmzRAJWYcW9dnXM7Gs3LygFEstMZ3Ta7q.pdf> (дата звернення: 23.11.2023).

11. Шевченко В. Л. Основи дидактичного проектування комп'ютерно орієнтованих навчальних комплексів для дистанційної освіти: навч-метод. посіб. Київ: Вид. НТУУ «КПІ», 2008. 152 с.

12. Шевченко В. Л. Формула компетентності. Народна освіта. Електронне наукове фахове видання. Випуск №2(26), 2015. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://www.narodnaosvita.kiev.ua/?page\\_id=3246](https://www.narodnaosvita.kiev.ua/?page_id=3246) (дата звернення: 03.11.2022).

13. Словник іншомовних слів: тлумачення, словотворення та слововживання / За ред. С. Я. Єрмоленко. Харків: Фоліо, 2006. 623 с.

14. Словник іншомовних слів / Уклад. С. М. Морозов, Л. М. Шкарапута. Київ: Наукова думка, 2000. 680 с.

15. Gilbert T. F. Human Competence: Engineering Worthy Performance. New York: McGraw-Hill, 1978.

16. Наказ МВС України від 26.04.2018 № 340 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж». (Із змінами, внесеними

згідно з наказом МВС № 50 від 26.01.2022). [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://zakononline.com.ua/documents/show/373496\\_692983](https://zakononline.com.ua/documents/show/373496_692983) (дата звернення: 23.11.2023).

17. Наказ Міністерства оборони України від 07.08.2017 № 416 «Про затвердження Змін до Правил виконання польотів державної авіації України». [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1064-17#Text> (дата звернення: 23.11.2023).

18. Наказ ДСНС від 24.04.2015 № 225 «Про норми нальоту та стартовий час екіпажів повітряних суден авіації ДСНС України». [Електронний ресурс]. Режим доступу: [https://zakononline.com.ua/documents/show/84997\\_\\_84997](https://zakononline.com.ua/documents/show/84997__84997) (дата звернення: 23.11.2023).

19. Хлобистов Є. В., Жарова Л. В., Волошин С. М.. Методичні підходи до оцінки наслідків надзвичайних ситуацій: порівняльний аналіз української та міжнародної практик. Механізм регулювання економіки. Міжнародний науковий журнал. 2009, № 4, Т. 1. С. 24-32.

20. Качинський А. Б. Безпека загрози і ризик: наукові концепції та математичні моделі. Ін-т проблем націон. безпеки; Нац. акад. служби безпеки України. Київ: 2003. 472 с.

21. Інформаційно-аналітична довідка до засідання Ради національної безпеки і оборони України з розгляду питання про заходи щодо запобігання та протидії лісовим пожежам у пожежонебезпечний період 2021 року. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://volucyagromada.gov.ua/news/1616493203/> (дата звернення: 03.11.2022).

22. Інформаційна довідка Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України. Вплив війни на природоохоронні території України [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://wwf.ua/?12163316/The-impact-of-war-on-protected-areas-in-Ukraine> (дата звернення: 03.10.2022)

23. Наказ ДСНС від 01.12.2021. № 787 «Про введення в дію Організаційно-методичних рекомендацій з підготовки до дій за призначенням авіації ДСНС на 2022 рік». [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.dsns.gov.ua/ua/Nakazi/132272.html> (дата звернення: 03.11.2022).

24. Б. Кученко, П. Тестов. Лісові пожежі внаслідок російського вторгнення та перспективи повоєнного відновлення українських лісів. Аналітична записка. Екологія, право, людина. 2023. 12 С.

25. Наказ Державного комітету лісового господарства України від 27.12.2004 р. № 278 «Про затвердження Правил пожежної безпеки в лісах України». [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0328-05#Text> (дата звернення: 03.11.2022).

26. Наказ Державного комітету лісового господарства України від 28.12.2005 р. № 526 «Про затвердження Положення про лісові пожежні станції» [Електронний ресурс] / Режим доступу: [https://zakononline.com.ua/documents/show/273369\\_\\_273434](https://zakononline.com.ua/documents/show/273369__273434) (дата звернення: 03.11.2022).

27. Цимбал В. М, Лялько В.І., Волошин В.І. Авіаційний комплекс дистанційного зондування АКДЗ-30 - засіб моніторингу природного середовища та попередження природних катастроф. Екологія і природокористування, 2003. Вип. 6.

28. Хижняк В. В. Критерії та показники ефективності аналітичних імовірнісних інформаційно-вимірювальних систем. Системи обробки інформації: Зб. наук. пр. Харків: Харківський військовий університет. 2003, вип. 1. С. 17-23.

29. Хижняк В. В. Обґрунтування можливих варіантів створення полігонної системи траєкторних вимірювань на базі приймачів сигналів супутникових навігаційних систем. Радіоелектронні і комп'ютерні системи. 2003, № 4(4). С. 176-182.

30. Абрамов Ю. А., Киреев А. А. Гелеобразующие огнетушащие и огнезащитные средства повышенной эффективности применительно к пожарам класса А : монография. Харьков : НУГЗУ, 2015. 254 с.

31. Експериментальне визначення впливу розведення розчинів вогнезахисних засобів на ефективність загороджувальних смуг / Р. В. Ліхньовський та ін. Цивільний захист та пожежна безпека : наук. вісн. 2017. № 1. С. 55 – 59.

32. Загороджувальні смуги як спосіб локалізації пожеж у природних 141 екосистемах / Р. В. Ліхньовський та ін. Цивільний захист та пожежна безпека : наук. вісн. 2016. № 2. С. 55 – 59.



33. Постанова Кабінету Міністрів України від 15.02.2002 № 175 «Про затвердження Методики оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру». [електронний ресурс] / Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/175-2002-%D0%BF#Text>

34. Методологічні аспекти інформатизації військової логістики: колективна монографія / [В. Б. Поліщук, І. Є. Нетесін, М. А. Закалад та ін.]: за ред. В. Б. Поліщука. Київ: УкрНЦ РІТ, 2019. 104 с.

35. Поліщук В. Б., Нетесін І. Є., Нестеренко О. В. та ін. Інформаційні технології в управлінні оборонними ресурсами: методологічний контекст та приклади практичної реалізації. Частина 2 / Монографія. [За ред. В.Б. Поліщука]. Київ: УкрНЦ РІТ, 2021. 205 с.

36. O. Nesterenko, I. Netesin, V. Polischuk and Y. Selin. Multifunctional Methodology of Expert Evaluation Alternatives in Tasks of Different Information Complexity. Proceedings of 2021 IEEE 3rd International Conference on Advanced Trends in Information Theory (ATIT), 2021, pp. 226-231. <https://doi.org/10.1109/ATIT54053.2021.9678742>

37. Нестеренко О. В., Нетесін І. Є., Поліщук В. Б. Метод обчислень у задачах підтримки прийняття рішень щодо забезпечення безпеки. Математичні машини і системи. 2021. № 3. С. 47-59. <https://doi.org/10.34121/1028-9763-2021-3-47-59>

38. Oleksandr Nesterenko, Igor Netesin, Valery Polischuk, Oleksandr Trofymchuk. Development of a procedure for expert estimation of capabilities in defense planning under multicriterial conditions. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2020, № 4/2 (106). P. 33-43. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208603>

39. Поліщук В. Б., Нетесін І. Є., Нестеренко О. В. Інформаційні технології в управлінні оборонними ресурсами: методологічний контекст та приклади практичної реалізації. Частина 1 / Монографія. [За ред. В.Б. Поліщука]. Київ: УкрНЦ РІТ, 2019. 120 с.

40. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 190 с.

41. O. Nesterenko, I. Netesin, V. Polischuk and Y. Selin. Graph-based decision making for varying complexity multicriteria problems. Computer

Science Journal of Moldova, 2022, vol.30, no.3(90), 391- 412.  
<https://doi.org/10.56415/csjm.v30.21>.

42. Нестеренко О.В., Нетесін І.Є., Поліщук В.Б., Шевченко В. Л. Підхід експертного визначення необхідних ресурсів для оперативного реагування на надзвичайні ситуації. Сучасні інформаційні технології управління екологічною безпекою, природокористуванням, заходами в надзвичайних ситуаціях: виклики 2021 року // Колективна монографія за матеріалами XX Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 04 - 08 жовтня 2021р. / За заг. ред. С.О. Довгого. К.: ТОВ «Видавництво «Юстон», 2021. С. 149-152.

43. Нестеренко О. В., Поліщук В. Б., Хижняк В. В., Шевченко В.Л.. Інформаційні технології підтримки прийняття рішень щодо визначення ресурсів для гасіння лісової пожежі засобами авіації. Екологічна безпека та природокористування, вип. 2 (46), 2023. С. 109-123.  
<https://doi.org/10.32347/2411-4049.2023.2>.

44. Super Decisions. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://www.superdecisions.com/> (дата звернення: 03.11.2022).

45. Ларичев О.И. Анализ процессов принятия человеком решений при альтернативах, имеющих оценки по многим критериям (обзор) // Автоматика и телемеханика. 1981. № 8. С. 131– 135.

46. Бешелев С. Д., Гурвич Ф. Г. Математико-статистические методы экспертных оценок: 2-е изд., перераб. и доп. М.: Статистика, 1980. 263 с.

47. Петриченко Г. С., Петриченко В. Г. Методика оценки компетентности экспертов. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 109 (05). С. 6–8.

48. Марычева П. Г. Методика оценки компетентности экспертов. Вест. Самар. гос. техн. ун-та. Сер. Технические науки. 2018. № 4 (60). С. 29-39.

49. Екосистема Українська Вікіпедія, [https://uk.wikipedia.org/wiki/Екосистема#:~:text=Екосистема%20абоекологічна%20система20%\(від.у%20творюючи%20з%20ним%20єдине%20ціле](https://uk.wikipedia.org/wiki/Екосистема#:~:text=Екосистема%20абоекологічна%20система20%(від.у%20творюючи%20з%20ним%20єдине%20ціле) (дата звернення: 03.11.2022).

50. Мелещенко Р. Г., Мунтян В.К., Агапова И.С. Формирование водяного пятна при сбросе воды с пожарного самолета Ан-32П. Проблемы пожарной безопасности: Сб. научн. тр. Вып. 26. Харьков: УГЗУ, 2009. С. 79-84.

Наукове видання

**Шевченко Віктор Леонтійович**  
**Хижняк Володимир Віталійович**  
**Поліщук Валерій Борисович**  
**Нестеренко Олександр Васильович**  
**Нетесін Ігор Євгенійович**

**ГАСІННЯ ПОЖЕЖ В ЕКОСИСТЕМАХ  
ІЗ ЗАЛУЧЕННЯМ СПЕЦІАЛЬНОЇ АВІАЦІЇ  
ДЕРЖАВНОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Відповідальний редактор В. Л. Шевченко

Комп'ютерний набір О. Л. Артеменко, В. О. Васильченко

Підп. до друку 27.11.2023 Формат 60X84/16  
Папір офіс. Гарнітура Times New Roman. Друк. офс.  
Ум. друк. арк. 11,9. Обл.-вид. арк. 6,95.  
Наклад 300 прим. Зам. 184

Український науковий центр розвитку інформаційних технологій (УкрНЦ РІТ)  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців серія ДК № 6628  
03187, м. Київ, пр. Глушкова, 44.  
тел. (044)500-90-95  
itdev.rit.org.ua, info@rit.org.ua

Віддруковано згідно з наданим оригінал-макетом

ТОВ «ПроФормат»  
Україна, 04080, м. Київ, вул. Кирилівська, 86  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру  
видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції  
Серія ДК № 5942 від 11.01.2018 р