

## ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА ІННОВАЦІЇ ПОЖЕЖОГАСІННЯ З ПОВІТРЯ В КРАЇНАХ ЄВРОПИ: ІСТОРІЯ ТА СУЧАСНІСТЬ

Машков О.А.<sup>1</sup>, Абідов С.Т.<sup>1</sup>, Мосов С.П.<sup>2</sup>, Чубіна Т.Д.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ

<sup>2</sup>Інститут державного управління та наукових досліджень з цивільного захисту  
вул. Вишгородська, 21, 04074, м. Київ

<sup>3</sup>Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля  
Національного університету цивільного захисту України  
вул. Онопрієнка, 8, 18034, м. Черкаси  
[dei2005@ukr.net](mailto:dei2005@ukr.net), [gurman63@ukr.net](mailto:gurman63@ukr.net), [chubina@ukr.net](mailto:chubina@ukr.net)

Вивчені технічні особливості пожежогасіння з повітря та інновації в авіаційному пожежогасінні в країнах Європи, що актуально на сьогодні для України в умовах її євроінтеграційного процесу, а також для забезпечення ефективності спільних міжнародних дій під час гасіння пожеж в природних екосистемах та для подальшого розвитку пожежогасіння з повітря на теренах нашої країни.

На підставі результатів проведених досліджень проаналізовані окремі історичні аспекти пожежогасіння з повітря в Європі, що дозволяє зробити висновки щодо динаміки розвитку авіаційного пожежогасіння в європейських країнах. Це зумовлено різними чинниками, зокрема, збільшення об'ємів спалювання вугілля, нафти та природного газу; зміна клімату; природний фактор оновлення; поширення нових шкідників і захворювань, що створює причини для масового відмирання рослин та дерев; негативний людський фактор.

Зазначено, що на сучасному етапі актуальність і розвиток авіаційного пожежогасіння в Європі обумовлені щорічним зростанням пожеж в екосистемах, особливо в лісових.

Висвітлені технічні особливості пожежогасіння з повітря на прикладі низки країн Європи: Іспанії, Італії, Португалії, Швеції, Греції, Франції, Німеччини, Хорватії та Македонії. Акцентується увага на авіаційних технічних засобах пожежогасіння з повітря як пілотованих, так і безпілотних; на особливостях формування парків пожежної авіації; на окремих питаннях організації та спільних дій пожежної авіації декількох країн під час гасіння пожеж у лісових екосистемах, де масштабні пожежі завдають значної шкоди довкіллю.

Окреслені інновації, що реалізовані та реалізуються в європейських країнах з метою підвищення ефективності гасіння пожеж у природних екосистемах.

Підсумки проведених досліджень дозволяють зробити такі висновки: зростання кількості пожеж в екосистемах, особливо в лісових, за останні кілька років внаслідок дії багатьох факторів змусило європейські країни нарощувати власні парки пожежних повітряних суден як пілотованих, так і безпілотних, а також створення загальноєвропейського механізму колективної допомоги rescEU під час виникнення складних ситуацій, пов'язаних з ліквідацією масштабних пожеж в Європі.

**Ключові слова:** авіація, екологічна безпека, екосистема, інноваційний підхід, моніторинг, пожежа, пожежогасіння з повітря.

**Environmental features and innovations of aerial fire extinguishing in European countries: history and present. Mashkov O., Abidov S., Mosov S., Chubina T.**

The article examines the technical features of aerial firefighting and innovations in aviation firefighting in European countries on a systemic basis. This is currently relevant for Ukraine in terms of its European integration process, as well as to ensure the effectiveness of possible joint international actions when extinguishing fires in natural ecosystems. It is also important for the further development of aerial firefighting on the territory of our country.

The purpose of the work was to determine the technical features and innovations of aerial firefighting in European countries.

Based on the results of the research, some historical aspects of aerial firefighting in Europe were analyzed, which allows us to draw conclusions about the dynamics of the development of aviation firefighting in European countries. It is shown that at the current stage, the relevance and development of aviation firefighting in Europe is due to the annual increase in fires in ecosystems, especially forest ones. This is due to various reasons: increasing volumes of burning coal, oil and natural gas; climate change; natural renewal factor; the spread of new pests and diseases, which creates reasons for the mass death of plants and trees; negative human factor.

An analysis of the technical features of aerial firefighting was carried out on the example of a number of European countries: Spain, Italy, Portugal, Sweden, Greece, France, Germany, Croatia and Macedonia. Attention is focused on aviation technical means of firefighting from the air, both manned and unmanned; on approaches to the formation of firefighting aviation fleets; on separate issues of the organization and joint actions of the firefighting aviation of several countries in the course of extinguishing fires in forest ecosystems, where fires are large-scale and cause irreparable damage to nature and countries.

Innovations implemented and implemented in European countries with the aim of increasing the efficiency of fire extinguishing in natural ecosystems and, first of all, in forest ecosystems, were studied.

The results of the conducted research allow us to draw the following conclusions: the increase in the number of fires in ecosystems, especially forest ones, over the past few years due to the action of many factors has forced European countries to think about building up

their own fleets of firefighting aircraft, both manned and unmanned, as well as the creation of a pan-European mechanism of collective rescEU assistance in case of difficult situations related to the elimination of large-scale fires in Europe.

Research into technical features and innovations in aviation firefighting in the countries of the Asia-Pacific region and the countries of the American continent should be considered as directions for further research. *Key words*: aviation, environmental safety, ecosystem, innovative approach, monitoring, fire, aerial firefighting.

Щорічно пожежі в природних та штучних екосистемах в Україні завдають значних збитків навколишньому природному середовищу та державі [1]. Їх найбільша кількість, за статистикою, припадає на весняно-літній період, особливо на вихідні та святкові дні, коли на територію природних екосистем виїжджає значна кількість людей на відпочинок, що призводить до зростання кількості джерел загоряння внаслідок людської необережності, а також ігнорування та порушення правил поведінки з вогнем.

Гасіння пожеж у таких екосистемах як ліс завжди є складним завданням. На жаль, їхня кількість у нашій країні не зменшується, а для їхньої ліквідації залучаються значні ресурси, у тому числі й пожежної авіації.

**Постановка проблеми.** Зміна клімату і підвищення температури повітря, що спостерігаються на нашій планеті, створюють великі загрози щодо виникнення чисельних лісових пожеж. Вчені-кліматологи зазначають, що на зміну клімату на планеті впливають, як наслідок, спалювання вугілля, нафти та природного газу. Це призводить до виникнення екстремальних явищ, таких як теплові хвилі, посуха, лісові пожежі, повені та урагани. Іншим фактором вважається природна основа виникнення пожеж у лісових екосистемах для їхнього відновлення. Ще одним фактором дослідники вважають поширення нових шкідників і захворювань, що негативно діють на рослинний світ та дерева. Як наслідок, це призводить до збільшення кількості секторів мертвої деревини, що є добрим паливом для будь-яких пожеж в лісових екосистемах. Особливо небезпечним і штучним фактором є людський – значна кількість навмисних підпалів.

Такі проблеми зумовлюють пошук шляхів і засобів ефективної боротьби з пожежами в природних екосистемах. Одним з ефективних напрямків є пожежогасіння з повітря. Підтвердженням перспективності розвитку пожежогасіння з повітря в усьому світі є зарубіжні дослідження глобального ринку авіаційного пожежогасіння. За даними таких досліджень, що були проведенні у 2019 році, глобальний ринок авіаційного пожежогасіння оцінювався на рівні 8 450,1 млн дол. США. Згідно прогнозів до 2027 року він може досягти 12 553,18 млн. дол. США при середньому темпі зростання на 5,18% до 2027 року. На ринку пожежогасіння з повітря спостерігається значне зростання запиту на спеціалізовані гелікоптери та літаки для гасіння пожеж через їхнє активне та ефективне використання [2].

Україна, реалізуючи євроінтеграційні процеси, має вивчати, перш за все, європейський досвід

пожежогасіння з повітря для забезпечення ефективності можливих спільних міжнародних дій під час гасіння пожеж в природних екосистемах, а також для подальшого розвитку пожежогасіння з повітря на теренах країн в загальноєвропейському суспільстві.

#### *Аналіз останніх досліджень і публікацій.*

Дослідженням досвіду пожежогасіння з повітря на європейському просторі присвячена низка праць. Деякі питання застосування пожежної авіації в Європі, США та Канаді висвітлив А. Уорнс у статті «Aerial firefighters» [3]. Увага автора зосереджена на авіаційних засобах і компаніях, що їх обслуговують.

Загальні історичні аспекти авіаційного гасіння природних пожеж та їхнього технічного забезпечення, деякі перспективні напрямки розвитку, у тому числі в Європі, висвітлені Брюхановим А. В і М. А. Коршуновим в [4].

Особливості пожежогасіння з повітря в Греції та проблемні питання відображені в статті П. Берга «Aerial firefighting in Greece» [5]. Автор звертає увагу на важливість авіаційного пожежогасіння в лісових екосистемах з позиції ефективності та оперативності застосування пожежної авіації.

Інноваційні підходи до авіаційного пожежогасіння наведені в публікації «What are the latest innovations in wildland firefighting?» [6]. В якості пропозицій розглянуто: активне використання програмного забезпечення для збирання та оперативного оброблення значного обсягу інформації про стан природних екосистем; використання даних супутникового спостереження і гасіння пожеж в нічний час.

М. Лэнгфилд у статті «Aerial firefighting resources in Europe» [7] викладена інформація щодо авіаційних засобів пожежогасіння в Європі на прикладі низки країн: Іспанії, Італії, Ізраїлю, Греції, Франції та Португалії. За висновками авторки, авіаційні засоби є ключом до успіху в питаннях гасіння пожеж.

Окремі особливості європейського парку пожежних літаків та актуальні питання сезону лісових пожеж у 2021 році висвітлені в публікації «European aircraft fleet for the 2021 forest fire season» [8]. Акцентується увага на тому, що ЄС забезпечує скоординований підхід до профілактики, підготовки та реагування на лісові пожежі, коли вони перевищують національні можливості реагування.

У публікації «EU sets up fleet to combat forest fires» [9] окреслені окремі питання інноваційних рішень ЄС щодо створення на його теренах парку пожежних авіаційних засобів для спільної боротьби з лісовими пожежами, що обумовлено щорічним зростанням кількості таких пожеж і складністю боротьби з ними з використанням потенціалу тільки

однієї країни ЄС У статті Д. Екселла «Wildfire warriors: the latest developments in aerial firefighting technology» [10] акцентується увага на розробках у сфері авіаційних технологій пожежогасіння – від застосування безпілотних літальних апаратів до систем моделювання з використанням «штучного інтелекту», що має забезпечити, на думку автора, оперативність та ефективність пожежогасіння з повітря.

Знакових праць і публікацій Українських авторів щодо європейського досвіду в сфері авіаційного пожежогасіння практично не має. Ця проблема ще не стала предметом широкого вивчення. Разом з тим наша країна активно рухається у напрямку ЄС.

Так, в публікації «Пропозиції розвитку пожежної авіації України» [11] аналізується ситуація з пожежною авіацією в Україні та надаються пропозиції щодо створення важкого пожежного літака для України, а також міжнародної організації пожежної авіації за участю України. Навіть була пропозиція МВС України щодо створення європейського хаба авіаційної безпеки [11], що обумовлено проблемами пожеж в екосистемах. Слід зазначити, що мова йде, скоріше за все, не про авіахаб, а про авіапул за участю України за напрямком авіаційного пожежогасіння. Такий варіант вже реалізований у межах ЄС – Європейський пул цивільного захисту (rescEU) [12].

Проведений аналіз наведених вище джерел зумовлює зробити висновок про відсутність системних досліджень в Україні європейського досвіду щодо пожежогасіння з повітря, а також технічних особливостей пожежогасіння із застосуванням авіаційних засобів та інновацій в авіаційному пожежогасінні, що є актуальним як для ДСНС, так і країни в цілому.

**Мета статті.** Визначити технічні особливості та інновації пожежогасіння з повітря в країнах Європи.

**Викладення основного матеріалу.** Гасіння пожеж з повітря лісових пожеж започаткувалося у перших декадах минулого століття. Це була перша спроба використання авіації для виявлення пожеж, що відбулося у США в 1916 році. Тоді літаки мали невелику вантажопідйомність ((у декілька сотень літрів води), що обмежувало їхнє застосування для ефективного гасіння пожеж. Разом з тим, сама ідея пожежогасіння з повітря на той час була визнана досить перспективною. Першою країною у світі, де відбулося скидання вогнегасних речовин з повітря на місце пожежі, став СРСР, тим самим відкривши у 1933 році світову епоху авіаційного пожежогасіння.

У країнах Західної та Центральної Європи професійне гасіння лісових пожеж з повітря почалося пізніше, ніж в США і СРСР, десь у 70-х роках минулого століття, а у 60-х роках воно мало переважно експериментальний характер, при цьому авіаційні засоби головним чином використовувалися не з метою гасіння пожеж, а для моніторингу і виконання низки транспортних завдань [4].

На теперішній час значимість авіаційного пожежогасіння в екосистемах як природних, так

і штучних, для країн Європи складно переоцінити. В Європі щороку виконуються понад 816 тис. рятувальних операцій, а ресурси, необхідні для гасіння пожеж, настільки ж різноманітні, як і ландшафт. При цьому слід зазначити, що деякі країни Європи, такі як Велика Британія, Німеччина, Греція, Швеція, Норвегія, Португалія, Іспанія, Фінляндія та Латвія, серед інших, мають ефективніші засоби пожежогасіння з повітря, однак більшість повітряних суден застаріли і потребують технологічного сервісу [7].

Постійно борються з пожежами в лісових екосистемах у спекотні періоди року, зокрема, такі країни: Греція, Іспанія і Португалія. Засуха стає дедалі частішою і сильнішою в південній Європі. Так склалося, що цей регіон піддається найбільшому ризику зміни клімату на континенті, а Португалія вважається країною, яка, порівняно з іншими європейськими країнами, найбільше страждає внаслідок лісових пожеж. Починаючи з 2018 року, тривалі засухи вплинули на життєздатність і стійкість лісів, сільськогосподарських угідь та інших відкритих ландшафтів Центральної та Північної Європи. Загальне масштабне висихання рослинного покриву, пов'язане з різким зниженням вологості ґрунту та рівня підземних вод, створили сприятливі умови для виникнення лісових пожеж [13].

За останні 20 років в Європі активно розширювали свої кордони міські екосистеми. На рівні ЄС площі, на яких переважають штучні землі, зросли на 3,2% [14], що, у свою чергу, характеризувалося паралельною втратою сільськогосподарських або природних земель, а також їхньою подальшою деградацією. Міська екосистема нараховує не так багато років у порівнянні з природними екосистемами, але пожеж в її межах відбувається набагато більше та частіше, ніж в природних, які можуть супроводжуватися складними і досить небезпечними негативними екологічними наслідками (аварія на Чорнобильській АЕС, 1986; аварія на АЕС у префектурі Фукусіма, 2011).

Пожежна авіація почала активно розвиватися в Європі наприкінці минулого століття та стала з часом невід'ємним інструментом для боротьби з вогнем переважно в лісових екосистемах. Кожна європейська країна має власний авіаційний парк, в якому є повітряні судна як цивільної, так і військової авіації, а також свої стандартні робочі процедури та способи дій.

Сучасне гасіння пожеж у лісових екосистемах із повітря в Європі розпочалося на початку 80-х років минулого століття, коли країни південної частини Європи цілеспрямовано виділили бюджетні кошти, щоб включити в систему пожежогасіння пілотовані літальні апарати та бортові екіпажі, спеціально підготовлені для співпраці з наземними підрозділами рятувальників для забезпечення їхньої безпеки та більш ефективної роботи по гасінню лісових пожеж. Системи авіаційного пожежогасіння в цих краї-

нах базуються на державно-приватному партнерстві, фінансуються за рахунок державних коштів та управляються на основі відкритих тендерів [3].

В Іспанії гасінням пожеж з повітря на підставі договорів займаються фірми Babcock і Titan Aerial Firefighting. Роль Babcock у місіях пожежогасіння подвійна: надання тактичної інформації в режимі реального часу до передового командного пункту та гасіння пожеж з повітря. Babcock має авіаційний парк на умовах оренди в складі 75 одиниць пожежної авіації, включаючи вертольоти (Bell-412, S-64) і літаки (CL-215, CL-415 та ін.). До складу авіаційного парку Babcock входять також безпілотні літальні апарати (далі – БПЛА) для виконання функцій моніторингу та цілевказівки. Фірма Titan Aerial Firefighting працює в Іспанії власними пожежними літаками AT-802F, оснащеними спеціальною системою вогнезахисного розсіювання [3, 7, 15]. До загального складу сил авіаційного пожежогасіння входять іспанські військово-повітряні сили, які мають на своєму оснащенні протипожежні літаки-амфібії CL-215 і CL-415 [16].

Іспанська телекомунікаційна компанія Telefónica провела випробування БПЛА, орієнтованого на виявлення лісових пожеж на ранньому етапі. Розробка допоможе іспанській аварійній службі швидко відстежувати та запобігати виникненню небезпечних ситуацій, у тому числі пожеж [17]. Завдяки розробленій технології пожежі можна виявляти на ранній стадії, а важливу інформацію отримувати для ухвалення більш ефективних рішень, що дасть змогу своєчасно погасити пожежу на початковій стадії.

В Італії питаннями пожежогасіння опікується італійська пожежна служба. Babcock також, як і в Іспанії, виконує на території Італії на підставі договорів повний спектр завдань, пов'язаних з пожежогасінням з повітря, включаючи скидання води, перевезення пожежників, координацію місій та збирання відеоінформації в режимі реального часу для подальшої передачі до центрів управління та контролю [7].

За координацію операцій з авіаційного пожежогасіння в Італії відповідає Національний пожежний корпус, який оснащений сучасними гелікоптерами AW-139. Вони обладнані широким асортиментом засобів для пожежогасіння, у тому числі зовнішній підйомник і вантажний гачок з ківшом. До авіаційного парку зазначеного корпусу входять гелікоптери Bell-412 – для транспортування, рятування та гасіння пожеж і Bell-206 – для виконання функцій моніторингу та контролю, а також пілотовані літаки Piaggio P180 Avanti II – для підтримання гасіння пожеж з повітря.

Португалія – ще одна досить проблемна, з позиції лісових пожеж, країна, в якій Babcock також надає послуги з пожежогасіння з повітря. Літаки-амфібії AT-802F експлуатуються місцевою компанією Agro-Montia [7, 16]. За умов сильних лісових пожеж задіюються військові літаки. У складі португальської

пожежної авіації присутні літаки CL-215 і гелікоптери Ka-32A, AS-350B3 і Bell-212.

Шведське агентство з надзвичайних ситуацій реалізує можливості авіаційного пожежогасіння через фірму Saab на підставі укладання договорів. Saab для гасіння пожеж з повітря використовує пожежні літаки AT-802F [7, 18].

Ізраїльський повітряний пожежний підрозділ знаходиться в складі поліції та допомагає пожежним на землі виявляти та гасити пожежі. Пожежна ескадрилья оснащена літаками AT-802F і гелікоптерами H-125 та H-145 для пожежогасіння з повітря, а також гелікоптерами спостереження. Гелікоптери для гасіння пожежі використовують міцний і гнучкий протипожежний ківш Vambi Bucket для забору та доставки води до місця пожежогасіння. З моменту покупки літаків AT-802F, Ізраїль із пожежами справляється самостійно і навіть допомагає гасити іншим. Разом з тим, за необхідності, залучає пожежні літаки інших країн [7, 19].

Авіаційне гасіння пожеж у Греції виконує 359 ескадрилья повітряної підтримки державних служб. У складі ескадрильї є авіація для пожежогасіння: літаки PZL M.18 Dromader, CL-215, CL-415GR, CL-515 і гелікоптери Bell-47 та Bell-13H. До загального авіаційного парку пожежних повітряних суден входять також гелікоптер CH-47 Chinook зі складу грецького авіаційного корпусу і гелікоптери Super Pumas, що використовують ківш Vambi, зі складу грецького пожежного корпусу. Греція за потребою орендує пожежну авіацію в інших країнах. Розглядається питання про закупівлю у перспективі додатково літаків CL-515 [5, 7, 20].

Головне управління цивільної оборони та кризового управління Франція використовує спеціалізовану авіацію для гасіння пожеж з повітря. Повітряні судна мають на своєму борту напис Securite Civilial разом з міжнародним символом цивільної оборони. До парку пожежних літаків входять CL-415, Grumman S-2 Tracker, Dash-8 Q400 і Beechcraft King Air-200. Парк гелікоптерів, що використовуються для пожежогасіння, складається з гелікоптерів EC-145. Після пожежі в соборі Нотр-Дам, коли для оптимізації пожежогасіння були використані БПЛА DJI Matrice-210 і Mavic Pro, упроваджується практика подальшого використання безпілотників у ході ліквідації пожеж [7, 21].

Для пожежогасіння з повітря Німеччина використовує лише гелікоптери. З цією метою вони оснащені зовнішніми резервуарами для води різних розмірів. Менші гелікоптери, такі як вертольоти Airbus H-135, можуть транспортувати близько 500 літрів; більші моделі, такі як Airbus Super Puma, що експлуатуються федеральною поліцією Німеччини, або досить великий Sikorsky C-53, що експлуатуються німецькими збройними силами, мають ємності на 2 тис. л і 5 тис. л, відповідно [22, 23].

З появою в арсеналі різних пожежних команд Німеччини БПЛА DJI M210, вони почали виконувати

завдання моніторингу та спостереження з повітря місць подій. Безпілотники з використанням інтелектуальних функцій забезпечують отримання детальної та повної інформації з місця пожежі, а також допомагають командирів пожежного підрозділу та його підлеглим формувати і реалізовувати більш адекватний завданням оперативний план. БПЛА забезпечують координацію роботи всіх рятувальників і дозволяють за короткий час впоратися з вогнем [24].

У Хорватії в складі військово-повітряних сил є протипожежний авіаційний спеціалізований підрозділ, який має літаки AT-802 у різних конфігураціях, CL-415 і CL-515, а також гелікоптери Ми-8, обладнані для гасіння пожеж спеціальними ківшами на 2,2 тис. л кожний. Парк авіаційного пожежогасіння був розширений за рахунок літаків AT-802A Fire Boss з поплавковою компоновкою [25].

Літаки AT-802A Fire Boss забезпечують виконання завдань авіаційного пожежогасіння і в Чорногорії в складі пожежного авіаційного підрозділу міністерства внутрішніх справ. Вони використовуються в межах країни, і, за необхідністю, у сусідніх балканських державах: Албанії, Боснії та Герцеговині, Хорватії, Македонії та Сербії. До пожежної авіації також належать літаки, гелікоптери Ми-8MT, Bell-212 та Bell-412.

Македонія в своєму авіаційному парку має літаки AT-802A Fire Boss. Вони ідеально підходять для македонського ландшафту, на якому розташовано багато озер. Македонський пожежний повітряний флот закріплений за авіаційним підрозділом Управління захисту та рятування. У його складі також гелікоптери Ми-8MT і Ми-17 [26].

З 2001 року в Європейському Союзі працює механізм цивільного захисту, в межах якого всі країни світу можуть попросити у європейських держав допомоги у боротьбі з катастрофами. Країни-члени ЄС могли на такий запит надавати обладнання та персонал на добровільних засадах. Це призвело до того, що в деяких випадках запити взагалі залишалися без відповіді. Так, у 2017 році не було отримано жодної відповіді на шість з 17 запитів щодо надання допомоги у боротьбі з пожежами [9].

Щоб бути готовим до будь-яких великомасштабних пожеж, Європейська комісія у 2021 р. сформувала європейський парк з 11 пожежних літаків і 6 гелікоптерів, розміщених у державах-членах ЄС у межах нового механізму з надзвичайних ситуацій rescEU (rescue – рятувати з англ.). Перші повітряні судна до його складу надійшли від п'яти країн членів ЄС – Іспанії, Італії, Франції, Швеції та Хорватії [12].

Відповідно з модернізованим механізмом з надзвичайних ситуацій rescEU, країни, що входять до складу ЄС, а також треті країни, які потрапили в складні ситуації, мають право отримувати в своє розпорядження літаки, гелікоптери та іншу техніку, що надаються на довгостроковій основі. Таким чином можна запобігти повторенню катастроф, що мали

місце раніше в зв'язку з масштабними пожежами в лісових екосистемах. А для того, щоб не виникало дефіциту техніки в тих країнах, що беруть участь у rescEU, Європейська комісія фінансує відповідні додаткові закупівлі. Вона сплачує зі свого бюджету до 90% вартості нових гелікоптерів і літаків, а також їхнє обслуговування. ЄС також бере на себе оплату 75% операційних і транспортних витрат [9].

Єврокомісія визначила керівні принципи для держав-членів ЄС щодо зміцнення своїх заходів з метою запобігання пожеж. У складі пула пожежної авіації rescEU знаходяться літаки та гелікоптери з шести країн-членів ЄС: 2 пожежних літаків з Хорватії; 2 пожежних літаків з Греції; 2 пожежних літаків з Італії; 2 пожежних літаків з Іспанії; 2 пожежних літаків і 6 пожежних гелікоптерів зі Швеції; а також один пожежний літак із Франції. ЄС забезпечує скоординований підхід до запобігання, підготовки та реагування на лісові пожежі, коли вони перевищують національні можливості щодо їх гасіння. Якщо допомога буде потрібна в надзвичайних ситуаціях, то пожежний флот rescEU втручається, щоб забезпечити додаткові можливості у боротьбі зі стихійними лихами в Європі, а супутникова картографічна служба ЄС Copernicus доповнює операції детальною видовою інформацією з космосу.

У найближчій перспективі повітряний флот rescEU буде розширено з оптимізацією його розміщення на території Європи. Для цього виділяється сума близько 200 млн. євро на рік. Авіаційний парк системи rescEU планується збільшити і повністю сформувати до 2025 року [9, 27].

Сучасному європейському пожежному флоту характерні інноваційні рішення. У цьому надзвичайно важливу роль відіграє четверта промислова революція, що виступає в якості технічної основи створення інфраструктури та необхідних операційних механізмів. Інновації відбуваються в сегменті авіаційної пожежної техніки, засобів пожежогасіння та системоутворюючих структур [28].

В Ізраїлі наприкінці 2019 року розробили інноваційну систему боротьби з лісовими пожежами HyDrop. Вона забезпечує високоточний комп'ютерний запуск невеликих пакетів з рідиною з гелікоптера або вантажного літака з висоти від 150 м до 600 м. Маса кожного з пакетів становить 140 г. Ідея полягає в тому, що пакети вибухнуть при ударі. Демонстраційні випробування нового засобу пожежогасіння були проведені під час конференції «Пожежогасіння з повітря» у Сакраменто, штат Каліфорнія (США). Рішення HyDrop може бути інтегровано на борту існуючих або майбутніх пожежних літаків, адаптованих для виконання завдань пожежогасіння з повітря [29].

Корисною інновацією в Європі є розробка на базі центру моделювання авіаційного пожежогасіння Vulcan нового рішення для моделювання пожежогасіння GeoSim з метою підготовки пілотів до непе-

редбачених ситуацій, що можуть виникати під час польоту на малих висотах у несприятливих кліматичних умовах. Для того, щоб пожежні та рятувальники добре підготувались до місії, мали ситуаційну обізнаність і ознайомилися з місцевістю до того, як вони почнуть працювати як єдина команда, центр моделювання Vulcan здатний забезпечувати підтримку спільних навчань [30].

Результати застосування безпілотної інновації в Німеччині підтвердили факт економії води під час гасіння пожежі в порівнянні з традиційним підходом. Використання БПЛА дозволяє зменшувати навантаження на персонал та знижує ризики для пожежних. При цьому рівень безпеки персоналу збільшується, а рівень стресу, навпаки, зменшується [24].

В Іспанії запропоновано в якості інновації використовувати БПЛА для попередження лісових пожеж. Система складається із сукупності спеціально облаштованих пожежних башт. Кожна з башт оснащена тепловізором, що здатний виявляти пожежу на відстані до 15 км. На кожній башті знаходиться БПЛА коптерного типу. З камери після виявлення місця вогню інформація автоматично передається в систему, після чого на це місце, де виявлена пожежа, в автоматичному режимі відправляється БПЛА для моніторингу за допомогою RGB-камери та тепловізора ситуації, що сталася, і надання видової інформації пожежним підрозділам у режимі реального часу для ухвалення рішення та вироблення плану дій в оперативному режимі

щодо пожежогасіння. Перша башта була випробувана у 2019 році.

Враховуючи досягнення Європи в сфері авіаційного пожежогасіння, варто звернути увагу на те, що наша країна під час виникнення масштабної пожежі в лісових екосистемах може скористатися можливостями пожежного повітряного флоту rescEU. Зважаючи на перспективи подальшого розвитку на теренах ЄС системи rescEU, кращим практичним шляхом для України буде приєднання до неї, що безумовно збільшить потужності нашого пожежного повітряного парку на перспективу та позитивно вплине на послідовні зусилля нашої країни до євроінтеграції

**Висновки.** Підбиваючи підсумок, слід наголосити, що зростання кількості пожеж в природних і штучних екосистемах, особливо в лісових, за останні кілька років внаслідок дії багатьох факторів, зумовило європейські країни вжити заходів щодо нарощування власних парків пожежних повітряних суден як пілотованих, так і безпілотних, а також створення загальноєвропейського механізму колективної допомоги rescEU на випадок виникнення складних ситуацій, пов'язаних з ліквідацією масштабних пожеж в Європі.

**Перспективи подальших досліджень.** Напрямами подальших досліджень слід вважати дослідження технічних особливостей та інновацій в авіаційному пожежогасінні країн азіатсько-тихоокеанського регіону та американського континенту.

### Література

1. Звіт про основні результати діяльності Державної служби України з надзвичайних ситуацій у 2021 році. URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/17-civik-2018/zvit2021/zvit2021-dns.pdf>
2. Global Aviation Fire Suppression Systems Market Overview. URL: <https://www.marketresearchintellect.com/product/global-aviation-fire-suppression-systems-market-size-and-forecast/>
3. Warnes A. Aerial firefighters. URL: <https://www.aerosociety.com/news/aerial-firefighters/>
4. Брюханов А. В., Коршунов Н. А. Авиационное тушение природных пожаров: история, современное состояние, проблемы и перспективы. *Сибирский лесной журнал*. 2017. № 5. С. 37–54.
5. Berg P. Aerial firefighting in Greece. URL: <https://www.airmedandrescue.com/latest/long-read/aerial-firefighting-greece>
6. What are the latest innovations in wildland firefighting? URL: <https://www.airmedandrescue.com/latest/long-read/what-are-latest-innovations-wildland-firefighting>
7. Langfield M. Aerial firefighting resources in Europe. URL: <https://www.airmedandrescue.com/latest/long-read/aerial-firefighting-resources-europe>
8. European aircraft fleet for the 2021 forest fire season. URL: <https://www.cde.ual.es/en/european-aircraft-fleet-for-the-2021-forest-fire-season/>
9. EU sets up fleet to combat forest fires. URL: <https://www.dw.com/en/eu-sets-up-fleet-to-combat-forest-fires/a-49689721>
10. Excell J. Wildfire warriors: the latest developments in aerial firefighting technology. URL: <https://www.theengineer.co.uk/aerial-firefighting-technology/>
11. Міністр внутрішніх справ анонсував створення європейського хаба авіаційної безпеки. URL: <https://mvs.gov.ua/uk/press-center/news/ministr-vnutrisnix-sprav-anonsuvav-stvorennya-jevropeiskogo-xaba-aviaciniy-bezpeki>
12. rescEU. URL: [https://ec.europa.eu/echo/what/civil-protection/resceu\\_en](https://ec.europa.eu/echo/what/civil-protection/resceu_en)
13. Aerial Firefighting Europe 2021: New Location, New Opportunities. URL: <https://www.aerial-firefighting-europe.com/aerial-firefighting-news/aerial-firefighting-europe-2021-new-location-new-opportunities>
14. Urban Ecosystems. URL: <https://biodiversity.europa.eu/ecosystems/urban-ecosystems>
15. Bullock C. Bell's aircraft play critical role in European firefighting missions. URL: <https://www.airmedandrescue.com/latest/news/bells-aircraft-play-critical-role-european-firefighting-missions>
16. Aircraft fight massive fires in Portugal. URL: <https://www.airmedandrescue.com/latest/news/aircraft-fight-massive-fires-portugal>
17. Telefónica successful conducts pilot with drones based on IoT solutions for early fire detection. URL: <https://www.telefonica.com/en/communication-room/telefonica-successful-conducts-pilot-with-drones-based-on-iot-solutions-for-early-fire-detection/>

18. Saab supplying Sweden with firefighting capabilities. URL: <https://news.cision.com/saab/r/saab-supplying-sweden-with-firefighting-capabilities,c308027>
19. Gabbert B. Israel adds to their air tanker fleet. URL: <https://fireaviation.com/2015/01/08/israel-adds-to-their-air-tanker-fleet/>
20. Greece under Fire. URL: <https://aerialfiremag.com/2022/03/04/greece-under-fire/>
21. Мосов С. Безпілотники – життєво важливий роботизований інструмент сучасності. *Пожежна та техногенна безпека*. 2021. № 6. С. 12–15.
22. Gabbert B. Germany looks at acquiring more firefighting aircraft. URL: <https://fireaviation.com/2018/09/18/germany-looks-at-acquiring-more-firefighting-aircraft/>
23. German fire brigades call for military helicopters over wildfire risk. URL: <https://www.dw.com/en/german-fire-brigades-call-for-military-helicopters-over-wildfire-risks/a-48467564>
24. Использование дронов для мониторинга пожароопасных районов. URL: <https://4vision.ru/articles/ispolzovanie-dronov-dlya-monitoringa-pozharoопасnykh-rayonov.html>
25. Croatian Air Force – Firefighting. URL: <https://aviatia.net/croatian-airforce-2-firefighting-and-transport/>
26. Macedonia on Fire. URL: <https://aerialfiremag.com/2021/11/01/macedonia-on-fire/>
27. rescEU: EU establishes initial firefighting fleet for next forest fire season. URL: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP\\_19\\_2553](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_19_2553)
28. Мосов С. П. Інновації в авіаційному пожежогасінні: світовий ракурс. Матер. III міжнар. наук. конф. «Науковий простір: актуальні питання, досягнення та інновації» (13 травня 2022, м. Хмельницький). Хмельницький: МІЦНД, 2022. С. 251–253.
29. Gabbert B. Fighting fire with bags of liquid. URL: <https://fireaviation.com/2014/03/23/fighting-fire-with-bags-of-liquid/>
30. Euramec and GeoSim Team up with Vulcan, the Unique Aerial Firefighting Simulation Solution for Europe. URL: <https://www.aviationturkey.com/en/content/euramec-and-geosim-team-up-with-vulcan-the-unique-aerial-firefighting-simulation-solution-for-europe-485>
31. Романенко К. Дроны спасут Испанию от лесных пожаров. URL: <http://dronography.ru/spain-forests>