

УДК 656.7:630*9
DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.1.1/38>

Герасименко І.М.

Державний університет «Київський авіаційний інститут»

Пронь С.В.

Державний університет «Київський авіаційний інститут»

Висоцька І.І.

Державний університет «Київський авіаційний інститут»

Соловійова О.О.

Державний університет «Київський авіаційний інститут»

ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ МОНІТОРИНГУ ЩОДО СТАНУ ЛІСОВИХ МАСИВІВ У ПОВОЄННИЙ ЧАС

Лісові пожежі – це природне явище, яке є надзвичайно небезпечним і руйнівним. В умовах воєнного стану, в Україні, лісові пожежі можуть виникати також внаслідок використання тяжкого озброєння, авіаційних ракет, бомб. Дослідження лісових пожеж під час дії воєнного стану є складним і ризикованим, оскільки основним пріоритетом у випадку їх виникнення є гасіння вогню. Експериментальне моделювання пожежі в реальних умовах проводиться дуже рідко через ризик втрати контролю над вогнем. Визначено, що важливим завданням для підрозділів лісового господарства є підвищення ефективності заходів щодо забезпечення пожежної безпеки. З'ясовано, що одним з таких заходів може бути патрулювання лісових масивів України за допомогою безпілотних літальних апаратів, з метою виявлення осередків загоряння та своєчасного прийняття рішення щодо усунення пожежі. Також необхідно, з особливою увагою, розглянути регіони країни, де велись активні бойові дії. Лісові масиви, в цих регіонах, можуть бути потенційно забруднені вибухонебезпечними предметами. До таких регіонів, з метою патрулювання і спостереження за станом лісових масивів, доступ працівників лісового господарства обмежений і тому туди можуть дістатися тільки безпілотні літальні апарати. У статті досліджено стан лісового господарства регіонів України, на території яких відбувалися бойові дії та які потенційно можуть бути забруднені вибухонебезпечними предметами. У статті розкрито масштаби наслідків та негативного впливу на лісове господарство України від забруднення вибухонебезпечними предметами та запропоновано деякі заходи щодо поліпшення ситуації, що склалася. Також у статті визначено алгоритм дій при виконанні робіт з пожежогасіння лісових масивів, які потенційно можуть бути забруднені вибухонебезпечними предметами. Такі дії передбачають застосування безпілотних літальних апаратів для патрулювання лісових масивів.

Ключові слова: авіаційні роботи, лісові масиви, вибухонебезпечні предмети, пожежогасіння, моніторинг, спостереження, безпілотний літальний апарат.

Постановка проблеми. Проблема забруднення територій вибухонебезпечними предметами, з якою Україна зіткнулася ще в 2014 році, набула нової загрози з початком повномасштабної війни в 2022 році. За даними Державної служби з надзвичайних ситуацій, станом на серпень 2022 року, більше третини території України є потенційно забрудненою боєприпасами та вибухонебезпечними предметами. Процес розмінування та знешкодження таких об'єктів займе багато років. Тепер вулиці, узбіччя, ліси, поля, річки та озера в районах, де відбувалися активні бойові дії, ста-

новлять потенційну небезпеку і щодня загрожують мешканцям міст і селищ України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питаннями, пов'язаними із різноманітними дослідженнями щодо застосування повітряних засобів для вирішення завдань охорони та контролю стану лісового господарства займалася низка українських вчених, таких як: Ковальчук О. І., Петренко І. В., Сидоренко О. М., Литвиненко В. П., Гусак О. М., Яворовський П. П., Зібцев С. В., Соловійова О. О., Гребень О. С., Яцків В. В., Мікосянчик О. О., Халмурадов Б. Д., Кічата Н. М.,

Набильська А. І., Суворова Н. О., Козуб А. М. та ін. Ці наукові доробки відображають практичні та наукові досягнення у сфері використання авіаційних пілотованих та безпілотових технологій у лісовому господарстві України. Але в цих працях не враховані реалії сьогодення: повномасштабне вторгнення РФ на територію України та, як наслідок, забрудненість території лісового господарства вибухонебезпечними предметами. Ці аспекти висвітлені недостатньо та потребують вдосконалення.

Постановка завдання. Метою статті є удосконалення організаційних заходів щодо пожежогасіння лісових масивів України, які можуть бути потенційно забруднені вибухонебезпечними предметами за рахунок залучення безпілотових літальних апаратів для моніторингу пожежного стану лісового господарства, що дасть можливість своєчасного виявлення осередків пожеж та їх ліквідації.

Виклад основного матеріалу. До початку повномасштабного військового вторгнення Росії в Україну 24 лютого 2022 року вибухонебезпечні предмети регулярно виявлялися в лісах по всій країні. Це було наслідком бойових дій Другої світової війни, а також розташування на території колишніх і діючих військових полігонів та в зоні операції об'єднаних сил. Світовий досвід свідчить, що навіть через багато років після закінчення військових конфліктів більшість таких лісів залишаються замінованими, огороженими та недоступними для цивільних осіб, а лісове господарство в них не проводиться.

Приблизно 30% території України, що становить 174 тисячі квадратних кілометрів, забруднено вибухонебезпечними предметами через російську агресію. Серед них 13,5 тисяч квадратних кілометрів займають водні об'єкти (рис. 1).

На сьогоднішній день піротехніки провели обстеження 93 тисяч гектарів території та 7,5 тисяч гектарів водної площі, знешкодивши 427 тисяч вибухонебезпечних предметів.

Головні зусилля рятувальників спрямовані на розмінування звільнених населених пунктів та відновлення інфраструктури деокупованих територій. Щодня до цих робіт залучається більше 700 піротехніків та 200 одиниць техніки.

Ведення лісового господарства в лісах, де після 24 лютого 2022 року мали місце активні бойові дії, падіння ракет, артилерійських снарядів, авіаційних бомб, а також на замінованих територіях, включаючи зони з розтяжками, тимчасово зупинено до їх очищення.

Світова практика свідчить про те, що військові конфлікти завдають шкоди навколишньому середовищу. Враховуючи обсяги бойових дій в Україні, можна прогнозувати суттєвий негативний вплив війни на лісове господарство та природно-заповідні території. Зокрема:

- знищення лісів внаслідок бойових дій та пожеж, які з'являються через них. Це може спричинити зменшення лісистості в певних регіонах та викликати необхідність у розчищенні і повторному залісненні цих територій;

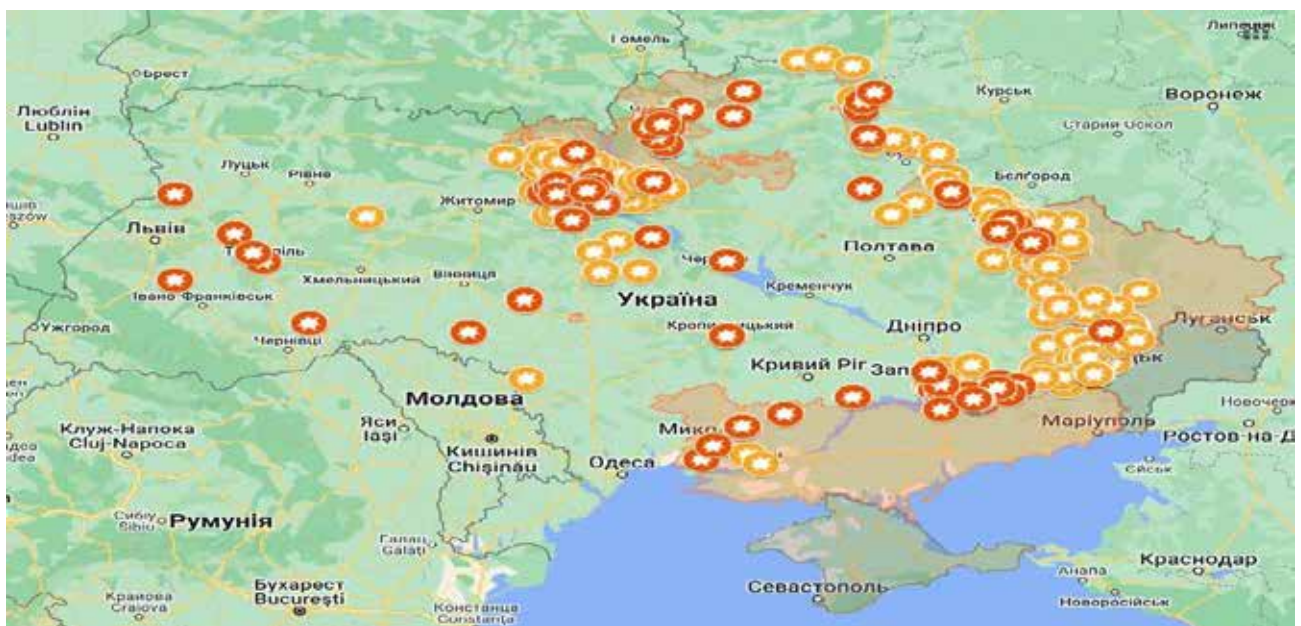


Рис. 1. Мапа територій, які потенційно можуть бути забруднені вибухонебезпечними предметами [1]

– зниження можливості контролювати пожежі на територіях, де проходили бойові дії. Через забруднення вибухонебезпечними предметами та мінами доступ до цих зон буде обмежений, а управління пожежами та їх гасіння стане небезпечним для рятувальників. Це може призвести до розширення площі пожеж і подальшого знеліснення регіону в короткостроковій перспективі;

– неможливість проведення розчищення та лісокультурних заходів на територіях, де загинули ліси, через забруднення вибухонебезпечними предметами та мінами;

– неможливість або обмежене використання деревини з територій інтенсивних бойових дій для виготовлення пиломатеріалів через наявність снарядних уламків. Ця ситуація може змусити лісогосподарські підприємства залишати такі ділянки з економічних причин і стати фактором нестійкого використання лісових ресурсів;

– нездатність проводити лісове господарство, а також реалізовувати протипожежні та лісозахисні заходи в лісах, забруднених вибухонебезпечними предметами та мінами, до моменту їх розмінування. Це може спричинити погіршення санітарного стану лісів і підвищити ризик неконтрольованого розповсюдження пожеж;

– перерозподіл населення внаслідок внутрішньої міграції посилює антропогенний тиск і може призвести до збільшення використання лісових ресурсів у районах, які не підпадають під зону бойових дій. У короткостроковій перспективі, через погіршення економічної ситуації в країні та зменшення запасів природного газу в сховищах, може зрости потреба в паливній деревині, що вплине на стаке використання лісових ресурсів у певних регіонах;

– погіршення економічного становища населення призведе до зростання інтенсивності використання недеревинних ресурсів лісу. Крім того, може зрости кількість незаконних рубок;

– повернення вимушених переселенців до своїх домів може призвести до зростання попиту на деревину для будівництва та паливну деревину в районах, які постраждали від бойових дій. Це, в свою чергу, може збільшити ризик незаконних рубок, а також сприяти забрудненню територій і нестабільному веденню лісового господарства;

– забруднення об'єктів природно-заповідного фонду вибухонебезпечними предметами та мінами може негативно вплинути на біорізноманіття території, призводячи до загибелі великої фауни та знищення цінних екосистем;

– обмеження у проведенні наукових досліджень через забруднення території. Призупинення безперервних довгострокових досліджень з тієї ж причини;

– необхідність створення планів управління територіями, забрудненими вибухонебезпечними предметами та мінами. Зміна маршрутів патрулювання та закриття частини лісових доріг можуть вплинути на звичний режим роботи лісогосподарських підприємств і об'єктів природно-заповідного фонду, що вимагатиме адаптаційного періоду в їхній діяльності;

– покинуті та забруднені сільськогосподарські землі можуть бути передані до природно-заповідного фонду або лісогосподарських підприємств. Це вимагатиме розробки процедури їх передачі, враховуючи потенційні ризики, а також планів для їхнього управління;

– втрата кваліфікованих спеціалістів внаслідок вимушеної міграції населення.

Масове використання артилерії та ударної авіації проти військових і інфраструктурних об'єктів призводить до виникнення пожеж у природних екосистемах. За інформацією Регіонального Східноєвропейського центру моніторингу пожеж, такі пожежі охопили приблизно 2,4 мільйона гектарів, з яких 330 тисяч гектарів становлять лісові угіддя. Зокрема, тисячі гектарів лісу знищено в національних природних парках «Кремінські ліси», «Святі гори», «Білобережжя Святослава» та в Чорнобильському біосферному заповіднику [2].

Ліси в Чернігівській (423,5 тис. га), Сумській (287,9 тис. га) та Луганській (205,1 тис. га) областях підпадають під ризик через військові дії. У Житомирській, Київській, Харківській областях та в зоні відчуження Чорнобиля небезпечні території займають від 126 до 165 тис. га (рис. 2).

Протягом спекотного літа 2022 року на території Херсонщини майже щодня виникали пожежі в лісах і на полях через обстріли. Наприклад, поблизу села Розлив Білозерської громади загорілося 12 гектарів посівів зернових, а також спалахнув сосновий ліс в Олешківській громаді. Однак через присутність окупаційних військ ліквідувати ці пожежі не було можливості. Внаслідок обстрілу Генічеського району загорілася пшеничне поле біля селища Новоолекіївка та села Новопокровка, в результаті чого постраждали як врожай, так і сільськогосподарська техніка. Після обстрілу військами РФ у Каховському районі спалахнув сосновий ліс на площі понад 5 гектарів.

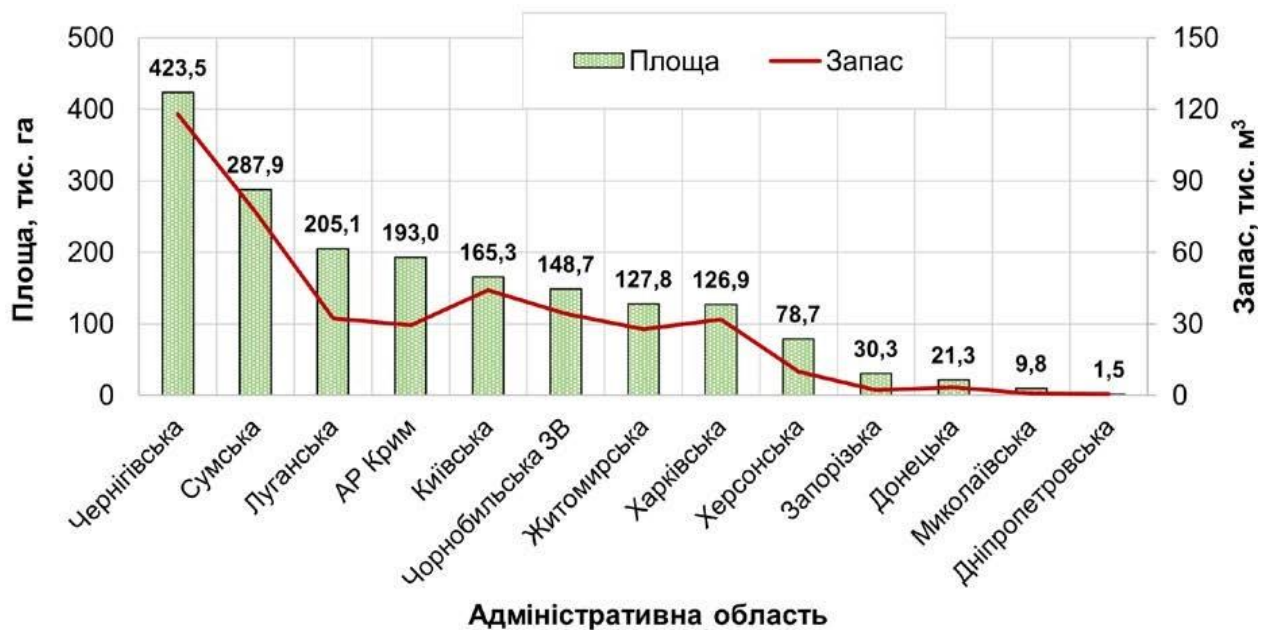


Рис. 2. Розподіл площі та запасу вкритих лісом лісових ділянок, які опинилися в зоні військових дій та в окупованій зоні за адміністративними областями [1]

У Великоолександрівській громаді через обстріли окупантів загорілися посіви озимої пшениці та ячменю на площі близько 150 гектарів. Також через артилерійський обстріл росіян сталося загоряння соснового лісу поблизу села Кохани, а на території Олешків загорілося три гектари соснового лісу.

Влітку 2022 року в Сумській області через обстріли окупантів сталася лісова пожежа. Вітер дув у бік Росії, що призвело до поширення вогню на позиції загарбників. На території України вигоріло приблизно один гектар лісових насаджень. Крім того, у лісових масивах Сумського держлісфонду було зафіксовано п'ять випадків загорянь. Два з них сталися у Глухівському структурному підрозділі Шосткинського держлісгоспу, а по одному – у лісах Середино-Будського структурного підрозділу Свеського держлісгоспу, а також у лісах Тростянецького та Краснопільського підприємств. Лісова пожежа в Краснопільському держлісгоспі стала найбільшою за масштабами, завдавши шкоди 0,50 га лісових насаджень. В цілому по області внаслідок пожеж постраждало 0,92 га лісу. Усі пожежі виникли через обстріли ворога прикордонних територій. Для гасіння пожеж необхідно узгоджувати дії з підрозділами ЗСУ для отримання офіційних дозволів. Гасіння пожежі в Краснопільському держлісгоспі було абсолютно неможливим. Локалізації пожежі сприяла заздалегідь підготовлена мінералізована смуга [3].

Найбільша загроза для здоров'я та життя працівників лісової охорони і лісового господарства виникає під час пожеж у соснових лісах, які забруднені вибухонебезпечними предметами. Такі пожежі можуть спричинити вибух нерозірваних боєприпасів, що залишилися після бойових дій. Внаслідок цього в цих лісах існує високий ризик травмування або загибелі працівників лісової охорони через уламки або вибухи.

У лісах, які можуть бути забруднені вибухонебезпечними предметами, заборонено:

- проводити наземну розвідку пожеж. Дозволяється використовувати безпілотні літальні апарати та відеокамери для спостереження;
- гасити лісові пожежі;
- в'їжджати пожежною технікою (ЗІЛ-131, ГАЗ-66 або інші важкі пожежні автомобілі, легкі пожежні модулі, автомобілі лісової охорони, трактори, мотоцикли) та прокладати пожежні рукави [4].

Основною стратегією гасіння пожеж у лісах, що містять вибухонебезпечні предмети, є моніторинг їх розвитку з безпечної відстані за допомогою безпілотних літальних апаратів та відеокамер. Важливо забезпечити безпеку місцевих жителів, які перебувають у радіусі одного кілометра від вогнища пожежі, шляхом їх оповіщення та запобігання поширенню вогню на незабруднені території.

На основі розвідувальних даних про напрямок і швидкість вітру, а також про швидкість і напрям-



Рис. 3. Алгоритм дій при виконанні робіт з пожежогасіння лісових масивів, які потенційно можуть бути забруднені вибухонебезпечними предметами

мок поширення пожежі, визначається місце, де вогонь може вийти на незабруднену територію, що містить вибухонебезпечні предмети, а також точка атаки, де готують рубіж для локалізації та ліквідації пожежі. Рекомендується використовувати наявні природні або штучні протипожежні бар'єри, зокрема дороги з твердим покриттям. У цьому процесі можуть бути застосовані кілька мінералізованих смуг, відпал у бік пожежі (за умови наявності підготовленого персоналу та запалювальних пристроїв), валка дерев кронами в напрямку вогню, а також змочування наземних рослинних матеріалів. Гасіння повинні виконувати екіпіровані та підготовлені протипожежні підрозділи лісових господарств (ЛПС, лісова охорона) у співпраці з залученими підрозділами ДСНС, добровільними пожежними дружинами та авіації (рис. 3).

Цей алгоритм враховує як природні умови, так і ризики, пов'язані з вибухонебезпечними предметами, що гарантує безпеку працівників та ефективність гасіння лісових пожеж в Україні.

Гасіння лісових пожеж є найскладнішою частиною комплексних протипожежних заходів. Основним завданням протипожежного проектування лісів є організація служби гасіння пожеж, яка дозволяє ліквідувати їх на початковій стадії розвитку з мінімальними витратами ресурсів і коштів. Окрім проведення профілактичних заходів щодо лісових пожеж, надзвичайно важливо забезпечити своєчасне виявлення виникаючих пожеж у лісі та їх ліквідацію на ранніх етапах [5]. Це можливо за умови постійного моніторингу лісового господарства засобами безпілотних літальних апаратів.

Військова агресія проти України, що почалася 24 лютого 2022 року, значно ускладнила діяльність лісових господарств у запобіганні та ліквідації великих лісових пожеж. Це створює загрозу не лише для лісових масивів, а й для жителів та населених пунктів, які знаходяться поблизу соснових лісів. Основні труднощі включають крадіжки або пошкодження окупантами пожежних

автомобілів, тракторів та іншої техніки, неможливість використання авіації для гасіння вогню, забруднення лісів вибухонебезпечними предметами, обмеження доступу до лісів через потреби оборони, нестачу паливно-мастильних матеріалів для гасіння, а також обмеження у використанні радіозв'язку, мобільного зв'язку та безпілотників для моніторингу пожеж.

Для проведення патрулювання та спостереження за пожежним станом лісового господарства у районах, де велись військові дії та доступ працівників лісового господарства неможливий, необхідно застосовувати безпілотні літальні апарати (табл. 1).

В Україні створюють понад десяти різновидів безпілотних літальних апаратів, з яких п'ять мають потенціал для використання в лісовому господарстві. Ці апарати є економічними та ефективними сучасними інструментами для виявлення лісових пожеж [6].

Проведення авіаційних робіт з патрулювання лісових масивів із залученням безпілотних літальних апаратів дасть змогу в режимі реального часу відслідковувати небезпечні лісові ділянки та вчасно реагувати на проблему, щоб значно скоротити негативні наслідки, до яких можуть призвести пожежі у лісах, які забруднені вибухонебезпечними предметами.

Висновки. Головною метою охорони лісів, забруднених вибухонебезпечними предметами, є забезпечення особистої безпеки місцевих мешканців, пожежної безпеки населених пунктів, розташованих в радіусі одного кілометра від цих лісів, а також захист лісгосподарського персоналу. Щоб запобігти негативним наслідкам розгортання лісових пожеж, у місцях ведення бойових дій, які можуть бути забруднені вибухонебезпечними предметами, необхідно проводити роботи з патрулювання небезпечних районів за допомогою безпілотних літальних апаратів, що дасть змогу своєчасно виявляти осередки займання і оперативно реагувати.

Таблиця 1
Безпілотні літальні апарати, які потенційно можуть виконувати авіаційні роботи з патрулювання лісових масивів [7]

Тип БПС	Вага, кг	Висота польоту, км	Трив. польоту, год.	Підпарашутна посадка	Точка повернення, км від «бази»
«Овод» М106	4,95	3,5	2,5 – 3	+	90
UA-бета	4,95	1,5	1,5	+	50
АС – 1 Фурія	5,5	2	2	+	60
Spectator M	6,5	2	2	+	60
Лелека 100	5,05	1,5	2,5	-	75

Список літератури:

1. Лісоуправління на територіях, забруднених вибухонебезпечними предметами / С.В. Зібцев, О.М. Сошенський, Й.Г. Голдаммер, В.В. Миронюк, О.А. Борсук, В.В. Гуменюк, В.Л. Мешкова, О.В. Василюк, І.Ф. Букша – WWF-Україна, 2022. – 148 с.
2. Як війна впливає на природу України та чому збереження й відновлення природних екосистем є важливим у повоєнному відновленні. <https://ecoaction.org.ua/iak-vijna-vplyvaie-na-pryrodu.html>
3. Дії підрозділів ДСНС України в умовах воєнного стану: навч. посіб. / Коваль М. С. та ін. Львів: ЛДУ БЖД, 2023. – 306 с.
4. Державне агентство лісових ресурсів України. Правила пожежної безпеки в лісах України. <https://forest.gov.ua/storage/app/sites/8/uploaded-files/pravylapozhezhnoiibeezpeky.doc>.
5. Мікосянчик О. О., Халмурадов Б. Д., Кічата Н. М., Набільська А. І. Організаційні аспекти застосування авіаційних сил для гасіння лісової пожежі. *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2021, випуск 1(63). С. 138-141.
6. Ковальчук О. І., Петренко І. В. Використання безпілотних літальних апаратів у лісовому господарстві України. *Український журнал лісівництва та деревинознавства*, 2022, Том 13, № 4, с. 6-15.
7. Стратегія наукового пошуку в НАУ <https://nau.edu.ua/site/variables/docs/docsmenu/nauka/konferencii/nauka/Kharchenko.pdf>.

Herasymenko I.M., Pron S.V., Vysotska I.I., Soloviova O.O. APPLICATION OF PILOTLESS AIRCRAFTS IS DURING REALIZATION OF MONITORING IN RELATION TO THE STATE OF FOREST ARRAYS IN POST-WAR TIME

Forest fires are a natural phenomenon that is extremely dangerous and destructive. Under martial law in Ukraine, forest fires can also occur as a result of the use of heavy weapons, aircraft missiles, and bombs. The study of forest fires during martial law is difficult and risky, as the main priority in the event of their occurrence is firefighting. Experimental modeling of a fire in real conditions is rarely carried out because of the risk of losing control over the fire. It is determined that an important task for forestry units is to increase the effectiveness of fire safety measures. It has been found that one of such measures may be patrolling the forests of Ukraine with the help of unmanned aerial vehicles in order to detect foci of fire and make timely decisions on fire elimination. It is also necessary to pay special attention to the regions of the country where active hostilities have been taking place. Forests in these regions may be potentially contaminated with explosive devices. In order to patrol and monitor the condition of forests in these regions, access to forestry workers is limited and therefore only unmanned aerial vehicles can get there. The article examines the state of forestry in the regions of Ukraine where military operations took place and which could potentially be contaminated by explosive ordnance. The article reveals the extent of the consequences and negative impact on the forestry of Ukraine from contamination by explosive ordnance and proposes some measures to improve the current situation. The article also defines an algorithm of actions when performing fire extinguishing works in forest areas that could potentially be contaminated with explosive objects. Such actions involve the use of unmanned aerial vehicles to patrol forests.

Key words: aerial work, forest areas, explosive objects, firefighting, monitoring, surveillance, unmanned aerial vehicle.