

УДК 614.8.084+629.73

DOI: <https://doi.org/10.31731/2524-2636.2021.5.1.-85-95>

*Сергій Мосов, д-р військ. наук, професор, (ORCID: 0000-0003-0833-3187),  
радник Віце-Прем'єр-міністра України –*

*Міністра з питань стратегічних галузей промисловості України,*

*Тетяна Чубіна, д-р іст. наук, професор, (ORCID: 0000-0002-9383-3604),*

*Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля*

*Національного університету цивільного захисту України*

*Володимир Хижняк, канд. техн. наук, с. н. с, (ORCID: 0000-0003-0437-749X),*

*Інститут державного управління та наукових*

*досліджень з цивільного захисту*

## **ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНОЇ АВІАЦІЇ ДЛЯ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ: СВІТОВИЙ ДОСВІД**

*У статті досліджується досвід та тенденції застосування безпілотної авіації країнами світу в інтересах прогнозування, попередження та виявлення надзвичайних ситуацій, що дозволяє «транспортувати» їх на платформу Державної служби України з надзвичайних ситуацій в інтересах створення системи безпілотної авіації в її складі.*

*Метою роботи стало визначення світових підходів щодо застосування безпілотної авіації в інтересах прогнозування, попередження та виявлення надзвичайних ситуацій.*

*На підставі результатів аналізу світового досвіду визначені переважні риси безпілотних літальних апаратів по відношенню до пілотованих за різними показниками.*

*Показані економічні збитки, що спричиненні в результаті надзвичайних ситуацій протягом тривалого періоду часу у всьому світі. Звертається увага на те, що останнім часом почастишала реалізація терористичних загроз, які мають динаміку щодо зростання. Робиться висновок про те, що різноманіття джерел висуває особливі вимоги до технологій прогнозування, попередження та виявлення надзвичайних ситуацій, що є особливо важливим при оцінці виникнення каскадних надзвичайних ситуацій за типом ефекту «доміно».*

*Визначено, що одним з ефективних способів отримання інформації для прогнозування, попередження та виявлення надзвичайних ситуацій є моніторинг, у ході якого здійснюється спостереження за станом природного середовища, критично важливими і потенційно небезпечними об'єктами. Показано, що широке застосування авіаційних і космічних технологій для моніторингу дозволяє отримувати інформацію в різних діапазонах довжин хвиль електромагнітного спектру і своєчасно використовувати її для довготривалих і короткострокових прогнозів. Визначені переваги моніторингу із застосуванням безпілотної авіації, а також зазначені недоліки, притаманні пілотованій авіації та космічній зйомці.*

*Результати проведених досліджень дозволяють зробити такі висновки: найбільш успішним напрямом для розв'язання проблем моніторингу надзвичайних ситуацій є застосування безпілотної авіації; ефективність застосування безпілотників для прогнозування, попередження та виявлення надзвичайних ситуацій підтверджується результатами якісного та оперативного виконання ними низки різноманітних завдань повітряного моніторингу.*

*Напрямами подальших досліджень слід вважати: дослідження сучасного досвіду і тенденцій щодо застосування безпілотної авіації країнами світу при ліквідації надзвичайних ситуацій та оцінці збитків від них; дослідження способів протидії аматорським безпілотникам під час ліквідації надзвичайних ситуацій тощо.*

**Ключові слова:** *безпілотної авіація, безпілотний літальний апарат, надзвичайна ситуація, моніторинг.*

Досвід ліквідації великих надзвичайних ситуацій (далі – НС) природного та техногенного характеру, що мали місце в новітній історії, показує, що їхнє своєчасне прогнозування, попередження та виявлення призводить до істотного зниження масштабів і пом'якшення наслідків впливу джерел НС.

**Постановка проблеми.** Застосування безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА) із встановленою на їх борту спеціальною апаратурою завдяки розвитку новітніх технологій стало одним із способів повітряного моніторингу, що використовується іноземними країнами для своєчасного попередження та виявлення НС різноманітного характеру. При цьому повітряний моніторинг за допомогою БпЛА є процесом періодичного або безперервного збору інформації про характер і параметри об'єкта моніторингу (розвідки) для оперативного визначення динаміки змін його стану. Залежно від розв'язуваних завдань на БпЛА встановлюються різноманітні за призначенням технічні засоби для їх виконання.

Такі провідні країни світу, як США, Китай, низка країн ЄС, Росія, Ізраїль та інші, створили або створюють системи безпілотної авіації в державному сегменті для вирішення завдань у сфері цивільного захисту. Аналогічним шляхом має йти Державна служба України з надзвичайних ситуацій (далі – ДСНС), що вимагає, у першу чергу, дослідження сучасного досвіду та виявлення особливостей і тенденцій у застосуванні безпілотної авіації країнами світу в інтересах, у першу чергу, прогнозування, попередження та виявлення НС, що забезпечує своєчасну реакцію на можливу НС із максимальним збереженням життя людей (тварин) і матеріальних цінностей.

Це питання залишається актуальним у наслідку відсутності відповідної системи безпілотної авіації у складі ДСНС, незважаючи на те, що низка типів квадрокоптерів допущена двома наказами до експлуатації в межах ДСНС. Таким чином, з одного боку існує низка різноманітних БпЛА коптерного типу, а з іншого боку немає досліджень досвіду іноземних країн щодо способів їх застосування для адаптації на теренах України для прогнозування, попередження та виявлення НС.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В Україні питанням дослідження досвіду країн світу щодо застосування безпілотної авіації під час воєнних конфліктів присвячено достатньо уваги. Так, колектив авторів у монографії «Застосування безпілотних літальних апаратів у воєнних конфліктах сучасності» (2013) [1] розкрив актуальні питання історії створення, становлення та бойового застосування безпілотних літальних апаратів у воєнних конфліктах ХХ – початку ХХІ ст., а також подальшого розвитку безпілотної авіації з досвіду зарубіжних країн.

У монографії «Застосування безпілотної авіації у бойових діях» (2020) [2] колектив авторів висвітлив особливості застосування безпілотників у ході сучасних воєнних конфліктів і на сході нашої країни.

Серед іноземних авторів слід відмітити роботу М. Догерті «Drones: An Illustrated Guide to the Unmanned Aircraft That are Filling Our Skies» (2019) [3], в якій розкриті історія створення та еволюція безпілотної авіації, принципи функціонування БпЛА і управління ними, способи застосування в ході бойових дій.

Деякі питання застосування безпілотної авіації іноземними країнами розкриті в роботі колективу авторів «Безпілотна авіація у сфері цивільного захисту України. Стан та перспективи розробки і застосування» (2014) [4].

Можливі сфери застосування безпілотної авіації наведені в статті М. З. Лаврівського і Н. Є. Тура «Використання безпілотних літальних апаратів для моніторингу надзвичайних ситуацій у лісовій місцевості» (2015) [5].

Дослідженню низки особливостей застосування безпілотної авіації країнами світу в сфері пожежної безпеки присвячена робота С. П. Мосова «Дрони на службі рятувальників» (2016) [6].

С. П. Мосов і С. А. Єременко в статті «Дрон розвідує мінну обстановку» (2020) [7] розкрили підходи провідних країн світу до вирішення питання застосування БпЛА для розвідки мін, що залишаються після бойових дій на місцевості.

Перспективні напрями застосування дронів для виявлення та під час ліквідації НС розкриті в роботі Д. Киреєнкової «Дроны как гражданские БПЛА в подготовке к чрезвычайным ситуациям» (2020) [8].

Проведений аналіз наведених джерел дозволяє зробити висновок про відсутність системних досліджень в Україні іноземного досвіду щодо застосування безпілотної авіації в інтересах прогнозування, попередження та виявлення НС, що є актуальним для створення в межах ДСНС системи безпілотної авіації.

**Мета статті.** Визначити світові підходи щодо застосування безпілотної авіації в інтересах прогнозування, попередження та виявлення НС.

**Викладення основного матеріалу.** Значний практичний досвід застосування безпілотної авіації провідними країнами світу у військовій сфері виявив широкий спектр цивільних завдань, при вирішенні яких безпілотники також демонструють високу ефективність. Пріоритет у розвитку безпілотної авіації різноманітного призначення пояснюється як економічною ефективністю, так і максимальним використанням новітніх технічних характеристик згаданих літальних апаратів, які вважаються неможливими для пілотованої авіаційної техніки [1-3].

Переважними рисами БПЛА по відношенню до пілотованих літальних апаратів, що вже багатократно підтверджено світовим досвідом, вважаються [9-13]:

- висока економічна ефективність з урахуванням цінової політики;
- маловисотність – здатність здійснювати аерозйомку з висот у діапазоні 1-10 м для одержання зображень високої розрізненості – до декілька сантиметрів на місцевості;
- точковість – можливість досить детального аерознімання невеликих за розміром об'єктів і ділянок у місцях, де отримати зображення іншими способами не є рентабельним або технічно неможливим, наприклад, в умовах щільної міської забудови або складного рельєфу місцевості;
- мобільність – відсутність потреби в спеціально обладнаних аеродромах чи спеціально підготовлених злітних майданчиках, а також враховуючи, що безпілотні авіаційні комплекси (далі – БпАК) легко транспортуються легковими автомобілями, а деякі з них можуть переноситися вручну;
- висока оперативність – загальний цикл застосування: від виїзду в район події до отримання документальних результатів, займає мінімум часу;
- екологічна чистота – використовуються малопотужні бензинові або безшумні електричні двигуни, чим забезпечується мінімальне навантаження на довкілля;
- ефективність дій – рятувальники, використовуючи БПЛА, здатні, наприклад, швидко зорієнтуватися в умовах НС та обрати ефективну стратегію дій для її ліквідації.

Згодом активне розповсюдження різноманітних за розмірами та функціями БпАК у цивільній сфері, а також їхня цінова доступність зробили можливим застосування безпілотників для вирішення завдань у сфері цивільного захисту. Цьому сприяло також і те, що, по-перше, управління БПЛА з боку пілота здійснюється дистанційно, тобто без загроз його життю, по-друге, на його борту може розташовуватися корисне навантаження у вигляді цифрових RGB-, інфрачервоних і багатоспектральних цифрових камер, що функціонують у різних діапазонах довжин хвиль електромагнітного спектру, а також інших датчиків (газоаналізатори, прилади радіаційної або хімічної розвідки), які управляються оператором дистанційно, і дозволяють при цьому передавати відео- та параметричну інформацію з борта БПЛА в масштабі реального часу, і, по-третє, БПЛА типу «коптер» здатні виконувати низку операцій у ході рятування людей і матеріальних цінностей в умовах надзвичайних ситуацій завдяки своїй вантажопідйомності.

Земля – носій середовища проживання, що забезпечує людству тривале існування. Проте, на планеті щорічно трапляються катастрофи природного та техногенного характеру і стихійні лиха, які щорічно забирають життя людей і завдають країнам значних економічних збитків.

Фраза з латині «Praemonitus praemunitus» у перекладі означає «попереджений – значить озброєний». По суті, це означає, що раннє попередження дає відповідну тактичну

перевагу в часі: чим кращою буде обізнаність про обстановку, тим більше обґрунтованими можуть бути рішення і тим більше ймовірність зберегти життя та здоров'я людей, а також матеріальні цінності у безпеці. Ефективність таких заходів неможлива без оперативного отримання та аналізу достовірної інформації, що може бути забезпечено, враховуючи міжнародний досвід, також і за допомогою безпілотної авіації [14].

Серед усіх джерел НС у першу чергу необхідно відмітити джерела природних НС, такі як: ендегенні небезпечні геофізичні явища (землетрус, виверження вулканів); екзогенні геологічні явища (лавини, селі, зсуви тощо); морські і материкові гідрологічні небезпечні явища (цунамі, циклони, повені); гідрогеологічні небезпечні явища, пов'язані з рівнем ґрунтових вод; природні лісові, степові і торф'яні пожежі тощо.

Так, протягом 2010-2019 рр. відповідні негативні природні явища у всьому світі спричинили в середньому економічні збитки, що перевищували \$187 млрд. на рік, і призвели до щорічного переселення в середньому 24 млн. осіб [15].

До джерел техногенних НС відносяться: транспортні аварії, пожежі та вибухи в промисловому і житловому секторі; аварії з викидом небезпечних хімічних, радіоактивних і біологічно небезпечних речовин; обвалення будівель і споруд; аварії на енергетичних системах і об'єктах житлового комунального господарства тощо.

Страховані збитки, спричинені техногенними катастрофами у всьому світі протягом 1990-2019 рр., перевищили \$180 млрд. Найбільші збитки мали місце у 2001 р. – \$36,59 млрд. За останні п'ять років страхові збитки склали у середньому \$8,47 млрд. на рік [16].

Крім цього, останнім часом почастишала реалізація терористичних загроз, які в першій половині ХХІ ст. мають динаміку щодо зростання.

Різноманіття джерел висуває особливі вимоги до технологій прогнозування, попередження та виявлення НС.

Метою прогнозування НС є завчасне отримання якісної та кількісної інформації про можливий час і місце НС, характер і ступінь пов'язаних з ними небезпек для населення і територій та оцінка можливих масштабів і шкоди від НС.

При прогнозуванні НС вирішуються такі основні завдання: виявлення та ідентифікація потенційно небезпечних зон з можливими джерелами НС; розробка можливих варіантів виникнення та розвитку НС, моделювання розвитку НС; оцінка ймовірності (частоти) виникнення НС за різними сценаріями; моделювання параметрів полів вражаючих факторів можливих джерел НС; прогнозування (оцінка) обстановки (інженерної, пожежної, медичної та ін.) у районі можливої НС; прогнозування і оцінка можливих збитків від НС; оцінка показників ризику та побудова карт (полів) ризику.

Прогнозування НС (джерел НС) орієнтоване, перш за все, на зниження ймовірності виникнення НС, забезпечення своєчасного та ефективного реагування на НС та їхню ліквідацію.

При підготовці прогнозів, як правило, розглядаються всі можливі джерела НС, характерні для регіону. Це особливо важливо при оцінці можливості виникнення каскадних НС за типом ефекту «доміно». Так, наприклад, наслідки останнього землетрусу в Японії наочно продемонстрували реалізацію цієї ситуації. 11 березня 2011 р. розпочався 9-бальний землетрус біля острова Хонсю на глибині 24 км. Через підземні поштовхи автоматично зупиняються 1-й, 2-й і 3-й енергоблоки АЕС «Фукусіма-1». Поштовхи спровокували додатковий ефект відключення АЕС від японської енергетичної системи. Охолодження АЕС продовжили резервні дизель-генератори.

Менш ніж через годину по АЕС вдарила перша хвиля цунамі, яка пошкодила аварійний конденсатор, призначений для охолодження пару. Через 15 хв. друга 14-метрова хвиля цунамі затопила споруди «Фукусіми» і вивела з ладу резервні дизель-генератори (крім одного підземного), що через кілька годин призвело до часткового розплаву палива та потужного вибуху пароповітряної-водневої суміші та зруйнування бетонної оболонки реактора. Аварія була віднесена до 6-7 рівня за міжнародною шкалою, але до рівня Чорнобильської аварії не дійшло, тому що самі ядерні реактори не були зруйновані і диспергироване паливо завдяки щасливому випадку не потрапило до навколишнього середовища. Таким виявився зміст ефекту «доміно» для розглянутого випадку [17, 18].

Аналогічними прикладами є катастрофа на хімічному заводі в Китаї і часткове зараження річки Сунгарі (2009 р.), а також аварія на нафтовидобувній платформі в Мексиканській затоці (США, 2010 р) [19, 20].

Попередження НС спрямоване на запобігання виникненню НС, а також на збереження здоров'я людей, зниження розмірів шкоди довкіллю та матеріальних втрат у разі їх виникнення. Його метою є завчасне реагування на загрозу виникнення НС техногенного та природного характеру на основі даних моніторингу, експертизи, досліджень та прогнозів щодо можливого перебігу подій з метою недопущення їх переростання у НС техногенного та природного характеру або пом'якшення її можливих наслідків.

При попередженні НС вирішуються такі основні завдання: прогнозування НС; раціональне розміщення продуктивних сил по території країни з урахуванням природної та техногенної безпеки; запобігання в можливих межах деяким несприятливим і небезпечним природним явищам; запобігання аваріям і техногенним катастрофам; запобігання в можливих межах деяким несприятливим і небезпечним природним явищам і процесам; розробка і здійснення інженерно-технічних заходів, спрямованих на запобігання джерелам надзвичайних ситуацій, пом'якшення їх наслідків, захист населення і матеріальних засобів; ліцензування діяльності небезпечних виробничих об'єктів тощо.

Виявлення та оповіщення про НС на ранній стадії вважається вирішальним фактором для забезпечення своєчасного вжиття належних заходів у відповідь. У певних обставинах раннє виявлення і сповіщення про НС може також призвести до значного пом'якшення їх наслідків. Так, наприклад, людські жертви в результаті цунамі в Індійському океані 26 грудня 2004 р. [21] були б значно менші, якби була створена ефективна система виявлення і попередження про цунамі, що дозволило б населенню прилеглих островів сховатися в безпечних місцях до того, як хвиля обрушилася на їх острови.

Одним зі способів отримання інформації для прогнозування, попередження та виявлення НС є моніторинг, у ході якого здійснюється спостереження за станом природного середовища, критично важливими і потенційно небезпечними об'єктами. Широке застосування авіаційних і космічних технологій для моніторингу стану земної поверхні дозволяє отримувати інформацію в різних діапазонах довжин хвиль електромагнітного спектру і своєчасно використовувати її для довготривалих прогнозів.

Однією з основних проблем при моніторингу зон НС із застосуванням пілотованої авіації (рис. 1) є обмежена її ефективність в силу високих фінансових витрат як на експлуатацію самих повітряних суден, так і на льотний і обслуговуючий їх персонал та інфраструктуру. Крім того, значним обмеженням також служить і людський фактор: вразливість організму пілота до агресивних впливів зовнішнього середовища: радіація, токсичні та вибухонебезпечні речовини, патогенні організми і шум.



Рисунок 1 – Моніторинг поверхні Землі з використанням пілотованої авіації: а – момент зйомки; б – оптичне зображення місцевості у видимому діапазоні довжин хвиль; в – спектральнональна зйомка місцевості



В якості заміни авіаційного спостереження став використовуватися космічний моніторинг земних поверхонь, однак, незважаючи на перспективність методу, він так і не зміг стати повноцінною альтернативою. З причини низької розрізненості знімків зі супутників невеликі загоряння можуть залишитися непоміченими, а оновлення інформації не забезпечує необхідної оперативності.

При цьому, спостереження з космосу дозволяють відслідковувати (рис. 2) температурні режими океану, материків і атмосфери, динаміки лісових масивів, степові, лісові та торф'яні пожежі, паводкову обстановку, забруднення атмосфери та гідросфери, вулканічну активність, проводити дослідження провісників землетрусів тощо.



а

б

в

Рисунок 2 – Моніторинг поверхні Землі з космосу: а – момент зйомки; б – оптичне зображення гористої місцевості у видимому діапазоні довжин хвиль; в – знімок поверхні Землі в інфрачервоному діапазоні довжин хвиль

Разом з тим, погодні умови створюють забагато різноманітних перешкод у різні періоди року для оптико-електронних засобів моніторингу, що обмежує можливості космічних технологій. Важливу роль при цьому грає часовий фактор – оперативність надання інформації.

З появою безпілотної авіації ситуація щодо моніторингу можливих джерел небезпек покращилася завдяки можливостям такої авіації. Безпілотники з встановленою на їхньому борту спеціальною апаратурою здатні здійснювати цілодобові польоти до кромки хмарності й оперативно надавати необхідну інформацію у вигляді цифрових аерознімків чи параметрів як для довгострокового, так і оперативного прогнозування НС (рис. 3).



а

б

в

Рисунок 3 – Моніторинг поверхні Землі з БпЛА: а – момент зйомки; б – оптичне зображення місцевості у видимому діапазоні довжин хвиль; в – спектральний знімок місцевості



сенсори і спектрометри, розробила систему для прогнозування часу, коли буде вивергатися діючий вулкан. Імовірність виверження вулкану визначається на підставі співвідношення даних про сірку і вуглекислий газ, які вимірюються датчиками навколо вулкану. На початку 2020 р. інша група дослідників розробила систему зв'язку, що дозволила мережі БПЛА забезпечувати раннє оповіщення про стихійні лиха [26].

**Висновки.** Результати проведених досліджень дозволяють зробити такі висновки: найбільш успішним напрямом для розв'язання проблем моніторингу НС є застосування безпілотної авіації; на теперішній час у багатьох країнах йде розробка концепцій реального застосування БПЛА в сфері цивільної оборони (цивільного захисту); ефективність застосування безпілотників для прогнозування, попередження та виявлення НС підтверджується результатами якісного та оперативного виконання ними низки різноманітних завдань повітряного моніторингу.

**Перспективи подальших досліджень.** Напрямами подальших досліджень слід вважати: дослідження сучасного досвіду і тенденцій щодо застосування безпілотної авіації країнами світу при ліквідації НС та оцінці збитків від НС; дослідження способів протидії аматорським безпілотникам під час ліквідації НС; дослідження функцій і завдань безпілотної авіації у сфері цивільного захисту тощо.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Застосування безпілотних літальних апаратів у воєнних конфліктах сучасності: кол. монографія / С. П. Мосов, Ю. К. Зіатдінов, М. В. Куклінський, А. Л. Фещенко, Т. Д. Чубіна та ін.; під ред. С. П. Мосова. Київ: Вид. дім «Києво-Могилянська академія», 2013. 248 с.
2. Застосування безпілотної авіації у бойових діях: кол. монографія / С. П. Мосов, А. В. Слюсаренко, О. В. Селюков, Ю. П. Сальник, Ю. М. Пащук, А. Л. Фещенко; за заг. ред. П. П. Ткачука. Львів: НАСВ, 2020. 394 с.
3. Dougherty M. Drones: An Illustrated Guide to the Unmanned Aircraft That are Filling Our Skies. London: Amber Books Ltd, 2019. 380 P.
4. Руснак І. С., Хижняк В. В., Ємець В. І. Безпілотна авіація у сфері цивільного захисту України. Стан та перспективи розробки і застосування. *Наука і оборона*. 2014. № 2. С. 34-39.
5. Лаврівський М. З., Тур Н. Є. Використання безпілотних літальних апаратів для моніторингу надзвичайних ситуацій у лісовій місцевості. *Наук. вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. № 25.8. С. 353-359.
6. Мосов С. П. Дрони на службі рятувальників. *Пожежна та техногенна безпека*. 2016. № 8. С.16-17.
7. Мосов С. П., Єременко С. А. Дрон розвідує мінну обстановку. *Пожежна та техногенна безпека*. 2020. №9(84). С. 18-20.
8. Кирєєнкова Д. Дрони как гражданские БПЛА в подготовке к чрезвычайным ситуациям. URL: <https://lastday.club/drony-kak-grazhdanskie-bpla-v-podgotovke-k-chrezvychajnym-situatsiyam/> (дата звернення: 03.11.2020).
9. Мосов С. П., Нероба В. Р., Селюков О. В. Особливості застосування безпілотного літального апарата в надзвичайних ситуаціях. *Науковий вісник: цивільний захист та пожежна безпека*. Київ: ІДУНДЦЗ, 2020. № 1(9). С. 34-40.
10. Мосов С. П. Безпілотна авіація: завдання та технічні аспекти світового розвитку. *Сучасна спеціальна техніка*. 2009. №3(18). С. 34-40.
11. Slogget D. Drone Warfare. The Development of Unmanned Aerial Conflict. Croydon: CPI Group (UK) Ltd, 2014. 224 P.
12. Baichtal J. Building Your Own Drones: A Beginners' Guide to Drones, UAVs, and ROVs. Indianapolis: QUE, 2015. 250 p.



13. Мосов С. П., Станкевич С. А. Обґрунтування вимог до технічних характеристик засобів ведення розвідки пожеж із застосуванням безпілотних літальних апаратів. *Науковий вісник: Цивільний захист та пожежна безпека*. 2017. № 1(3). С. 57-65.
14. Мосов С. П. Ера безпілотної авіації в сфері цивільного захисту. *Пожежна та техногенна безпека*. 2020. №11(86). С. 14-16.
15. Merz B., Kuhlicke Chr., Kunz M., Pittore M., Babeyko A., Bresch David N., Domeisen Daniela I. V., Feser F., Koszalka I., Kreibich H. Impact Forecasting to Support Emergency Management of Natural Hazards. URL: <https://doi.org/10.1029/2020RG000704> (дата звернення: 03.11.2020).
16. Insured losses caused by synthetic catastrophes worldwide 1990-2019. URL: <https://www.statista.com/statistics/281059/insured-losses-from-man-made-catastrophes-worldwide/> (дата звернення: 03.11.2020).
17. Fukushima accident. URL: <https://www.britannica.com/event/Fukushima-accident> (дата звернення: 03.11.2020).
18. The Fukushima Daiichi accident. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2015. URL: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Additional\\_Volumes/P1710/Pub1710-TV1-Web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Additional_Volumes/P1710/Pub1710-TV1-Web.pdf) (дата звернення: 03.11.2020).
19. Positive Spillover? Impact of the Songhua River Benzene Incident on China's Environmental Policy. URL: <https://www.wilsoncenter.org/publication/positive-spillover-impact-the-songhua-river-benzene-incident-china-s-environmental> (дата звернення: 03.11.2020).
20. Anatomy of the BP Oil Spill: An Accident Waiting to Happen. URL: [https://e360.yale.edu/features/the\\_gulf\\_of\\_mexico\\_oil\\_spill\\_an\\_accident\\_waiting\\_to\\_happen](https://e360.yale.edu/features/the_gulf_of_mexico_oil_spill_an_accident_waiting_to_happen) (дата звернення: 03.11.2020).
21. Indian Ocean tsunami of 2004. URL: <https://www.britannica.com/event/Indian-Ocean-tsunami-of-2004> (дата звернення: 03.11.2020).
22. Serbia floods 2014. Belgrade, 2014. P. 163.
23. Danish Authorities Use Drones to Monitor Sulfur Emissions of Ships. URL: <https://www.maritime-executive.com/article/danes-use-drones-to-monitor-sulfur-emissions-of-ships> (дата звернення: 05.11.2020).
24. Береговые службы смогут использовать БЛА для обнаружения акул. URL: <http://robotrends.ru/pub/1621/beregovye-sluzhby-smogut-ispolzovat-bla-dlya-obnaruzheniya-akul> (дата звернення: 05.11.2020).
25. Drones are fighting wildfires in some very surprising ways. URL: <https://www.nbcnews.com/mach/science/drones-are-fighting-wildfires-some-very-surprising-ways-ncna820966> (дата звернення: 05.11.2020).
26. Дрон научили предсказывать извержения вулканов. URL: <https://hightech.fm/2020/10/31/dron-volcano-analysis> (дата звернення: 05.11.2020).

## REFERENCES

1. Zastosuvannya bezpilotnykh lital'nykh aparativ u voyennykh konfliktakh suchasnosti: kol. monohrafiya / S. P. Mosov, YU.K. Ziatdinov, M.V. Kuklins'kyy, A.L. Feshchenko, T. D. Chubina ta in.; pid red. S. P. Mosova. Kyiv: Vyd. dim «Kyievo-Mohylyans'ka akademiya», 2013. 248 s.
2. Zastosuvannya bezpilotnoyi aviatsiyi u boyovykh diyakh: kol. monohrafiya / S. P. Mosov, A. V. Slyusarenko, O. V. Syelyukov, YU. P. Sal'nyk, YU. M. Pashchuk, A. L. Feshchenko; za zah. red. P. P. Tkachuka. L'viv: NASV, 2020. 394 s.
3. Dougherty M. Drones: An Illustrated Guide to the Unmanned Aircraft That are Filling Our Skies. London: Amber Books Ltd, 2019. 380 P.
4. Rusnak I. S., Khyzhnyak V. V., Yemets' V. I. Bezpilotna aviatsiya u sferi tsyvil'noho zakhystu Ukrainy. Stan ta perspektyvy rozrobky i zastosuvannya. Nauka i oborona. 2014. № 2. S.34-39.

5. Lavrivs'kyu M. Z., Tur N.YE. Vykorystannya bezpilotnykh lital'nykh aparativ dlya monitorynhu nadzvychaynykh sytuatsiy u lisoviy mistsevosti. Nauk. visnyk NLTU Ukrayiny. 2015. Vyp. № 25.8. 353-359.
6. Mosov S. P. Drony na sluzhbi ryatuval'nykiv. Pozhezhna ta tekhnohenna bezpeka. 2016. № 8. S.16-17.
7. Mosov S. P., Yeremenko S. A. Dron rozviduye minnu obstanovku. Pozhezhna ta tekhnohenna bezpeka. 2020. №9(84). S.18-20.
8. Kireênkova D. Drony kak grazhdanskiye BpLA v podgotovke k chrezvychaynym situatsiyam. URL: <https://lastday.club/drony-kak-grazhdanskije-bpla-v-podgotovke-k-chrezvychajnym-situatsiyam>.
9. Mosov S. P., Neroba V. R., Selyukov O.V. Osoblyvosti zastosuvannya bezpilotnoho lital'noho aparata v nadzvychaynykh sytuatsiyakh. Naukovyy visnyk: tsyvil'nyy zakhyst ta pozhezhna bezpeka. Kyiv: IDUNDTSZ, 2020. № 1(9). S.34-40.
10. Mosov S. P. Bezpilotna aviatsiya: zavdannya ta tekhnichni aspekty svitovoho rozvytku. Suchasna spetsial'na tekhnika. 2009. №3(18). S.34-40.
11. Slogget D. Drone Warfare. The Development of Unmanned Aerial Conflict. Croydon: CPI Group (UK) Ltd, 2014. 224 P.
12. Baichtal J. Building Your Own Drones: A Beginners' Guide to Drones, UAVs, and ROVs. Indianapolis: QUE, 2015. 250 P.
13. Mosov S. P., Stankevych S. A. Obgruntuvannya vymoh do tekhnichnykh kharakterystyk zasobiv vedennya rozvidky pozhezh iz zastosuvannyam bezpilotnykh lital'nykh aparativ. Naukovyy visnyk: Tsyvil'nyy zakhyst ta pozhezhna bezpeka. 2017. № 1(3). S.57-65.
14. Mosov S. P. Era bezpilotnoyi aviatsiyi v sferi tsyvil'noho zakhystu. Pozhezhna ta tekhnohenna bezpeka. 2020. №11(86). S.14-16.
15. Merz B., Kuhlicke Chr., Kunz M., Pittore M., Babeyko A., Bresch David N., Domeisen Daniela I. V., Feser F., Koszalka I., Kreibich H. Impact Forecasting to Support Emergency Management of Natural Hazards. URL: <https://doi.org/10.1029/2020RG000704>.
16. Insured losses caused by man-made catastrophes worldwide 1990-2019. URL: <https://www.statista.com/statistics/281059/insured-losses-from-man-made-catastrophes-worldwide/>.
17. Fukushima accident. URL: <https://www.britannica.com/event/Fukushima-accident>.
18. The Fukushima Daiichi accident. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2015. URL: [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Additional\\_Volumes/P1710/Pub1710-TV1-Web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Additional_Volumes/P1710/Pub1710-TV1-Web.pdf).
19. Positive Spillover? Impact of the Songhua River Benzene Incident on China's Environmental Policy. URL: <https://www.wilsoncenter.org/publication/positive-spillover-impact-the-songhua-river-benzene-incident-china-s-environmental>.
20. Anatomy of the BP Oil Spill: An Accident Waiting to Happen. URL: [https://e360.yale.edu/features/the\\_gulf\\_of\\_mexico\\_oil\\_spill\\_an\\_accident\\_waiting\\_to\\_happen](https://e360.yale.edu/features/the_gulf_of_mexico_oil_spill_an_accident_waiting_to_happen).
21. Indian Ocean tsunami of 2004. URL: <https://www.britannica.com/event/Indian-Ocean-tsunami-of-2004>.
22. Serbia floods 2014. Belgrade, 2014. P. 163.
23. Danish Authorities Use Drones to Monitor Sulfur Emissions of Ships. URL: <https://www.maritime-executive.com/article/danes-use-drones-to-monitor-sulfur-emissions-of-ships>.
24. Beregovyye sluzhby smogut ispol'zovat' BLA dlya obnaruzheniya akul. URL: <http://robotrends.ru/pub/1621/beregovye-sluzhby-smogut-ispolzovat-bla-dlya-obnaruzheniya-akul>.
25. Drones are fighting wildfires in some very surprising ways. URL: <https://www.nbcnews.com/mach/science/drones-are-fighting-wildfires-some-very-surprising-ways-ncna820966>.
26. Dron nauchili predskazyvat' izverzheniya vulkanov. URL: <https://hightech.fm/2020/10/31/dron-volcano-analysis>.

*Serhii Mosov, Doctor of military science, full professor, Adviser to the Vice Prime Minister of Ukraine -Minister for Strategic Industries of Ukraine*

*Tetiana Chubina, Doctor of historical science, full professor, Cherkassy Institute of Fire Safety Named after Chernobyl Heroes of National University of Civil Defense in Ukraine*

*Volodymyr Khizhnyak, Candidate of technical science, Senior Researcher, Institute of Public Administration and Research in Civil Protection*

## **APPLICATION OF PILOTLESS AIRCRAFT FOR PREVENTION AND DETECTION OF EMERGENCIES: WORLD EXPERIENCE**

*The article examines the experience and trends in the use of pilotless aircraft by countries around the world in the interests of forecasting, prevention and detection of emergencies, which allows "transport" them to the platform of the State Emergency Service of Ukraine in the interests of creating pilotless aircraft.*

*The aim of the work was to determine global approaches to the use of pilotless aircraft in the interests of forecasting, prevention and detection of emergencies.*

*Based on the results of the analysis of world experience, the predominant features of pilotless aircraft in relation to manned ones are determined according to various indicators. Shows the economic damage caused by emergencies over a long period of time around the world. Attention is drawn to the implementation of terrorist threats, which have a dynamic growth. It is concluded that the variety of sources makes special demands on technologies for forecasting, prevention and detection of emergencies, which is especially important when assessing the occurrence of cascading emergencies by type of "domino effect".*

*It is determined that one of the effective ways to obtain information for forecasting, prevention and detection of emergencies is monitoring, during which the state of the environment, critical and potentially dangerous objects are monitored. It is shown that wide application of aviation and space technologies for monitoring allows to receive information in various ranges of wavelengths of an electromagnetic spectrum and in due time to use it for long-term and short-term forecasts. The advantages of monitoring with the use of pilotless aircraft is identified, as well as the disadvantages inherent in manned aviation and space photography.*

*The results of the research allow us to draw the following conclusions: the most successful direction for solving the problems of emergency monitoring is the use of unmanned aerial vehicles; the effectiveness of the use of drones for forecasting, prevention and detection of emergencies is confirmed by the results of high-quality and efficient implementation of a number of different tasks of air monitoring.*

*Areas of further research should include: study of current experience and trends in the use of unmanned aerial vehicles in the world in the elimination of emergencies and assessment of losses from them; research of ways to counteract amateur drones during emergencies, etc.*

**Key words:** *pilotless aircraft, drone, emergency, monitoring.*