

УДК 621.391

Сергій Мосов

доктор військових наук, професор,
головний фахівець,

Національний центр управління та випробувань
космічних засобів, м. Київ

<https://orcid.org/0000-0003-0833-3187>

gurman63@ukr.net

Вадим Нероба

викладач кафедри загальновійськових дисциплін,

Національна академія Державної прикордонної служби
України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький

<https://orcid.org/0000-0002-7232-3285>

vadym.rostislavovich@gmail.com

НАПРЯМИ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПІЛОТНОЇ АВІАЦІЇ ДЛЯ ВИКОНАННЯ ЗАВДАНЬ РОЗМІНУВАННЯ: СВІТОВИЙ ДОСВІД

Стаття присвячена аналізу сучасного досвіду іноземних країн у розв'язанні питань застосування безпілотної авіації для вирішення завдань розвідки мінної обстановки, виявлення та дистанційного знищення мін як під час бойових дій, так і в прифронтовій смузі та на державному кордоні. Акцентовано увагу на складному стані питання, пов'язаного з мінною ситуацією у світі у зв'язку з використанням сторонами збройних і прикордонних конфліктів протипіхотних вибухових пристроїв. Наведено статистику щодо фактів підриву на протипіхотних мінах, що залишаються після збройних

© Мосов С., Нероба В.

конфліктів (протистоянь на кордоні), законослухняних мирних громадян, серед яких значну кількість складають підриви на мінах дітей. Проаналізовано ситуацію щодо розвитку напряму, пов'язаного зі створенням мобільних робототехнічних комплексів для розмінування місцевості. Розглянуті новітні підходи щодо використання безпілотної авіації для вирішення завдань розмінування. Одним з напрямів вказано підхід, що базується на використанні міношукачів, які встановлюються як корисне навантаження на безпілотною. Інший підхід базується на застосуванні багатоспектральної апаратури, що встановлюється на безпілотною, для ведення розвідки мінної обстановки й виявлення мін. Ще одним з підходів є застосування інфрачервоної апаратури, що встановлюється на безпілотною і реагує на різницю температур між міною та поверхнею місцевості. Розглянута можливість дистанційного знищення мін з використанням безпілотною літального апарата. Зроблені висновки про існування світової проблеми розмінування територій, що потрапляють у зону збройного конфлікту; наявність великої кількості замінованих територій по всьому світу; потребу оперативного розмінування з використанням новітніх досягнень науково-технічного прогресу; перспективне застосування безпілотною авіації для розв'язання питань розмінування. Зазначені напрями подальших досліджень: розробка мінних сигнатур; розробка методів декомпозиції мінної обстановки; розробка технічних вимог для створення мобільних роботизованих комплексів на базі БПЛА для ведення розвідки мінної обстановки, виявлення мін і дистанційного їх знищення.

Ключові слова: державний кордон; розмінування; розвідка; мінна безпека; безпілотною авіація.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Дві світові війни минулого століття, арабо-ізраїльська війна та війни, що тривають в Іраку, Сирії, а також десятки локальних війн і збройних конфліктів, що відбулися після Другої світової війни здійснюють значний вплив на розвиток як воєнного мистецтва, так і на стан воєнного будівництва не тільки у провідних країнах, а й в арміях багатьох держав в цілому. На сьогодні армії таких держав як США, Росія, Китай, а також країн НАТО максимально орієнтовані на ведення повномасштабних війн [1], [2]. Природно, що в таких війнах роль мінної зброї зводиться, фактично, до мінімуму, попри її вдосконалення з урахуванням новітніх досягнень науково-технічного прогресу.

Разом з тим, як показує реальність сьогодення, мають місце війни низької інтенсивності, до яких належить також і гібридна війна, яка протягом вже п'яти років проходить на окремих територіях України. В умовах таких воєн ракетна та авіаційна зброя масово не застосовується, а на перше місце виходить стрілецька й артилерійська зброя малих калібрів, легка бронетехніка (інколи танки) та міни.

Використання мін у війнах низької інтенсивності призводить до значних втрат особового складу і військової техніки [3]. Характерними втратами від мін стають також некомбатанти з-поміж цивільного населення, що підриваються на мінах, якими наповнена вся прифронтна смуга. Саме це вимагає рухатися шляхом ретельного вивчення сучасної тактики мінної війни, так і шляхом розроблення нових підходів до застосування досягнень у напрямі роботизації для створення новітніх засобів протимінної діяльності, зменшення загроз життю як особового складу та стану військової техніки, так і життю не комбатантів. Достатньо ризикованим ландшафтом для життєдіяльності виявляється державний кордон і прифронтна зона, на якій під час бойових дій встановлюються як противником, так і своїми військами значна кількість різноманітних вибухових пристроїв.

Одним з таких перспективних підходів виявляється застосування безпілотних літальних апаратів (далі – БПЛА) для ведення розвідки мінної обстановки, ідентифікації та дистанційного знищення мін.

Україна вимушено стала на шлях війни для захисту своєї територіальної цілісності, що вимагає докладання максимальних зусиль для створення сучасних зразків озброєння і військової техніки, до яких належить створення роботизованих систем і комплексів для ефективного розмінування місцевості. Нині разом з активним розвитком безпілотної авіації як у світі, так і в Україні з'явилася можливість створення на базі БПЛА сучасних засобів ведення розвідки мінної обстановки, виявлення та дистанційного знищення мін. Це питання актуалізується також схваленням ВР України 6.01.2018 р. Закону України “Про протимінну діяльність в Україні та гуманітарне розмінування Донбасу” [4]. Тому необхідно насамперед дослідити світовий досвід розв'язання питання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання, пов'язані із застосуванням БПЛА для вирішення завдань розвідки мінної обстановки, виявлення та дистанційного знищення мін, є новими не лише для України, але і для всього світу. Тому у відкритому друці така інформація майже не публікується. Найбільш дослідженими є питання, пов'язані з розробкою, створенням та застосуванням мінної зброї, а також розмінуванням штатними засобами. Вони розкриті у працях іноземних фахівців і вчених: В. Валецького, Ю. Веремєєва, Б. Войцеховського, С. Душана, В. Козака, В. Кутєпова, А. Немчинського, В. Радо, І. Старінова, М. Шевчука та ін.

Мета статті. Систематизувати світовий досвід щодо застосування іноземними країнами безпілотної авіації для виконання завдань ведення розвідки мінної обстановки, виявлення та дистанційного знищення мін під час бойових дій, у прифронтовій смузі та на державному кордоні.

2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проблема розмінування за визначенням ООН є загальносвітовою, що пов'язано з наслідками збройних конфліктів, які закінчилися, а також тих, що тривають. Мінування територій відбуваються і на державних кордонах із різних причин у мирний час. Щодня в результаті вибуху мін по всьому світу гинуть, щонайменше, 10 осіб. Набагато більше людей стають каліками. Близько 40 % цих жертв – діти [5].

Так, наприклад, на Кіпрі, де відносний мир панує вже багато років, війна все ще нагадує про себе саме вибухами мін і жертвами серед населення. Аналогічна ситуація на території колишньої Югославії. Тільки в Сирії з серпня 2015 р. фахівці ООН знищили 14 тонн боєприпасів. У Південному Судані були очищені території в мільйони квадратних метрів. Великі території в Афганістані досі залишаються замінованими радянськими протипіхотними мінами ПФМ-1.

Не зважаючи на те, що найбільша кількість мін залишається в Афганістані, на територіях Камбоджі, Лаосу, Боснії та Анголи їх також досить значна кількість [6].

У 2017 р. влада М'янми прийняла рішення про встановлення мін на кордоні з республікою Бангладеш, ймовірно, щоб не дати повернутися представникам народності рохінджа, які втекли у свій час із країни [7].

У вірмено-азербайджанському протистоянні вірменська сторона у військових цілях використовує протипіхотні та протитанкові міни. На лінії зіткнення військ і вдовж вірмено-азербайджанського кордону вони проводять щільне мінування. Одночасно територія Грузії незаконно мінувалася азербайджанською стороною з тією метою, щоб вірменські групи не заходили з боку Грузії на їх територію [8, 9].

Іншим прикладом є арабо-ізраїльські війни. Так, армія оборони Ізраїлю у 2011 р. здійснила повторне мінування протипіхотними мінами ділянки кордону на Голанських висотах. Це рішення було прийнято ізраїльською владою після прориву 15.05.2011 року палестинськими біженцями з боку Сирії та Лівану на контрольовану Ізраїлем територію [10].

Проблемним з позиції мінної обстановки залишається кордон між Таджикистаном і Узбекистаном. Міни на таджицько-узбецькому кордоні були встановлені з узбецької сторони на початку 2000-х років унаслідок загострення відносин між двома державами. На той час Ташкент обґрунтовував таку ініціативу необхідністю захисту кордону від бойовиків-ісламістів. За 18 років на мінах підірвалося близько 800 законослухняних мирних громадян, з яких 474 людини загинули, у т. ч. жінки та діти. Починаючи з 2018 р., сторони почали розмінування кордону [11].

Унаслідок підриву на мінах і вибухових пристроях в зоні збройного конфлікту на Донбасі за три місяці 2017 р. загинуло більше ніж три десятки цивільних, кількість поранених перевищило півтори сотні людей. Міни та вибухові пристрої розкидані по всій території конфліктної зони, особливо уздовж лінії бойового зіткнення і є серйозною загрозою для цивільних осіб, включаючи дітей. Це на 70 % більше, ніж за такий же період 2016 р. [12]. Україна у 2016 р. випередила за кількістю жертв підриву на мінах такі гарячі точки, як Афганістан, Сирія, Ємен та ін. Міни вбили та скалічили біля 2 тис. осіб [13].

Небезпека мінної ситуації для військ і населення вимагає розробки більш ефективних засобів і нових методів розмінування з урахуванням новітніх досягнень науково-технічного прогресу.

На сьогодні розвинені країни використовують сучасні мобільні робототехнічні комплекси (далі – РТК) для розмінування і продовжують фінансувати роботи з розширення функціональних можливостей для їхнього застосування у нових напрямках шляхом створення нових конструктивних схем або використання уніфікованих підсистем міжтипового призначення. Досвід експлуатації мобільних РТК у цьому випадку розглядається як базова основа для перспективних розробок.

Основна увага приділяється створенню РТК збільшеної автономності. У зв'язку зі специфікою завдань, що підлягають вирішенню, мобільні РТК удосконалюються з метою забезпечення можливості працювати в реальній обстановці при частковій або повній відсутності вихідної інформації про середовище функціонування [14].

Одним із напрямів у зв'язку з розвитком різноманітних безпілотних літальних апаратів стала активізація ідеї щодо застосування БПЛА для ведення розвідки мінної обстановки, виявлення мін і дистанційного їх знищення. Саме безпілотник типу “коптер” уже здатний сьогодні піднімати апаратуру вагою понад 50 кг, звисати над об'єктами, літати автономно по закладеній у нього програмі тощо [15, 16]. Безпілотники літакового типу, що створені, наприклад, як ударний варіант за найпростішими технологіями, здатні виконувати завдання із дистанційного знищення мін [17, 18].

За допомогою БПЛА є можливим значне прискорення процесу розмінування, особливо на тих територіях, де міни встановлені та знаходяться досить тривалий строк. Так, наприклад, інженери Бристольського університету (Велика Британія) розробили БПЛА, що продемонстрував можливість вести розвідку мінної обстановки та виявляти різні види протипіхотних мін. Безпілотник, за відповідним способом його застосування, здатний знаходити замасковані та старі міни, що знаходяться під товстим шаром ґрунту. Спеціальні сенсори визначають місця викиду дрібних часток вибухової речовини, які з часом просочуються назовні. На основі координат, де зафіксована їх

максимальна концентрація, за допомогою даних БПЛА складається карта розташування мін.

За інформацією гуманітарної організації CARE (Женева, Швейцарія), у світі існує мінна проблема, обумовлена тим, що встановлено близько 110 млн протипіхотних мін [19]. У розв'язанні цієї проблеми може бути корисний новий БПЛА, створений у межах програми Find a Better Way. Він розроблений британськими вченими і являє собою квадрокоптер з комплексом спектральних датчиків на борту. Через деякий час після установки хімічні речовини, що знаходяться у протипіхотній міні, починають просочуватися у ґрунт. Звідти вони потрапляють у траву і на листя, що змінює їх колір. За такими досить незначними змінами кольору рослинності безпілотник допомагає створити карту мінних полів, що значно спрощує процес розмінування для саперів. Безпілотний міношукач буде особливо корисний при пошуку старих, давно встановлених мін, які зазвичай покриті шаром ґрунту, що ускладнює виявлення місць їхнього розміщення.

Інший приклад. Команда вчених Нью-Йоркського університету Бінгемтона (США) під керівництвом професорів А. Нікуліна і Т. Смета використала інфрачервоні камери, що були встановлені на недорогі БПЛА з метою виявлення за температурним балансом протипіхотних фугасних мін натискної дії ПФМ-1, що залишилися не розірваними [20]. Вчені встановили, що міни нагріваються набагато швидше навколишнього каміння і тому інфрачервоні камери можуть виявляти їх розташування з високою точністю. Тепер вчені мають вдосконалити цю технологію і створити повністю автономну систему. Після виявлення міни будуть знищуватися за допомогою безпілотників Mine Spectro Drone або Kafon Drone.

Треба зазначити, що ПФМ-1 – протипіхотна фугасна міна натискної дії (міна-метелик), розроблена в Радянському Союзі, ще знаходиться на озброєнні багатьох армій світу. Вона встановлюється методом дистанційного мінування за допомогою спеціальних касет, що скидаються з літаків. У кожній касеті міститься до 12–48 мін. Через невеликі розміри та пластиковий корпус їх дуже складно виявити. На жаль, дуже часто жертвами цих мін стають діти [21].

Безпілотний літальний апарат The Mine Kafon здатний розмічати місцевість, виявляючи міни за допомогою металошукача, встановленого на ньому, у процесі пошуку він знаходиться на висоті 4 см над місцевістю. Безпілотник також може розміщувати поруч з ними невеликі детонатори та здійснювати підрив, відлетівши на безпечну відстань. За словами розробників, застосування такого БПЛА дозволяє домогтися необхідного результату майже у 20 разів швидше, ніж з використанням інших технологій розмінування. Крім металошукача на борту БПЛА встановлена камера з високою роздільною здатністю і маніпулятор. Безпілотник в автоматичному режимі забезпечує складання тривимірної карти місцевості, відзначаючи на ній небезпечні ділянки [22].

Ізраїльська компанія Laser Detect Systems (LDS) на виставці HLS & Cyber Expo в Тель-Авіві продемонструвала перший у світі БПЛА Spectro Drone, що здатний виявляти вибухівку та саморобні вибухові пристрої. Ізраїльський безпілотник оснащений спеціальними датчиками, розробленими LDS, для визначення вибухівки та інших небезпечних матеріалів в газах, рідинах, порошках з безпечної відстані. Spectro Drone застосовується для розшуку баз і складів терористів, а також для виявлення мін і фугасів у зонах локальних конфліктів [23].

Під час збройних конфліктів і контртерористичних дій за необхідності проведення прихованої інженерної розвідки місцевості, маршруту руху на наявність установлених або відсутності мін, вибухових пристроїв російські фахівці пропонують використовувати легкий або тактичний БПЛА вертолітного чи літакового типу, оснащений модульною малогабаритною розвідувальною апаратурою з високою роздільною здатністю, багатозональною телевізійною, тепловізійною, нелінійною радіолокацією у поєднанні з автоматизованою системою топоприв'язки на основі ГЛОНАСС (GPS) і цифровою обробкою інформації, що дозволить на відстані до десятків кілометрів виявляти та визначати координати мінних полів і місць установки вибухових пристроїв [24].

3. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проблема розмінування територій, що потрапляють у зону збройного конфлікту, є світовою проблемою, яка вимагає новітніх підходів до

її розв'язання, що обумовлюється великою кількістю замінованих територій по всьому світі; особливо небезпечними є протипіхотні міни, на яких у мирний час підриваються тисячі мирних законослухняних громадян, серед яких багато дітей; значні площі мінних полів вимагають оперативного розмінування з використанням новітніх досягнень науково-технічного прогресу; масове поширення безпілотної авіації надає можливість їх перспективного застосування для ведення розвідки мінної обстановки, виявлення мін і дистанційного їх знищення.

Напрямами подальших досліджень слід вважати: розробку мінних сигнатур; розробку методів декомпозиції мінної обстановки; розробку технічних вимог для створення мобільних роботизованих комплексів на базі БПЛА для ведення розвідки мінної обстановки, виявлення мін і дистанційного їх знищення.

Список використаних джерел

1. Тенденції розвитку форм і способів збройної боротьби у сучасних локальних війнах і збройних конфліктах: кол. монографія / П. П. Ткачук, С. П. Мосов, О. П. Красюк та ін.; за ред. Г. П. Воробйова. Львів : НАСВ, 2015. 90 с.
2. Прикордонна безпека України: становлення, сучасний стан, проблеми і перспективи: кол. монографія / О. М. Шинкарук, С. П. Мосов, В. А. Кириленко та ін. Хмельницький : Вид-во НАДПСУ, 2018. 188 с.
3. Валецкий О. В. Минное оружие: вопросы минирования и разминирования. Москва : Крафт, 2009. 576 с.
4. Парламент схвалив закон про гуманітарне розмінування на Донбасі. URL: <https://www.rbc.ua/ukr/news/parlament-odobril-zakon-gumanitarnom-razminirovanii-1544089263.html> (дата звернення: 2.03.2019).
5. Что нужно знать о минах и разминировании? URL: <https://news.un.org/ru/audio/2016/04/1033121> (дата звернення: 2.03.2019).
6. Как находят и обезвреживают мины. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/vert-fut-russian-39699418>(дата звернення: 2.03.2019).
7. Мьянма ставит мины на границе с Бангладеш, чтобы беженцы не могли вернуться. URL: <https://news.rambler.ru/other/37811522-myanma-miniruet-granitsu-s-bangladesh-dlya-zaschity-ot-bezhentsev/> (дата звернення: 2.03.2019).
8. Грузия и Армения вновь подняли вопрос делимитации границы. URL: <https://sputnik-georgia.ru/politics/20160802/232886821.html> (дата звернення: 2.03.2019).

9. США финансируют минирование азербайджанских территорий Арменией – факты и цифры. URL: <https://novosti.az/politics/13182.html> (дата звернення: 2.03.2019).
10. Израильские военные провели повторно минирование границы с Сирией. URL: <https://3rm.info/main/14090-izrailskie-voennye-proveli-povtor-poe-minirovanie.html> (дата звернення: 2.03.2019).
11. Саперы приступят к разминированию таджикско-узбекской государственной границы в мае 2018 года. URL: <https://tj.sputniknews.ru/analyt-ics/20180419/1025353719/bezopasnyu-rubezh-kak-razminirovaniye-tajiksko-uz-bekskoy-granitsy.html> (дата звернення: 2.03.2019).
12. В Совбезе ООН озвучили ситуацию по жертвам от подрыва на минах на Донбассе. URL: <https://dnews.dn.ua/news/618555> (дата звернення: 2.03.2019).
13. ООН: Украина с 2016 г. опередила по числу жертв подрыва на минах Афганистан, Сирию и Йемен. URL: <https://diana-mihailova.livejournal.com/3258041.html> (дата звернення: 2.03.2019).
14. Корчагин С. Робототехнические комплексы инженерных войск зарубежных стран. *Зарубежное военное обозрение*. 2018. № 3. С. 45–53.
15. Галушко С. Беспилотные летательные аппараты кардинально изменят облик авиации будущего. URL: http://aviapanorama.narod.ru/journal/2005_4/bpla.htm (дата звернення: 2.03.2019).
16. Обзор мирового опыта коммерческой доставки грузов с помощью беспилотников. URL: <https://habr.com/post/402475/> (дата звернення: 2.03.2019).
17. Атакующие БПЛА и системы противодействия им, обзор. URL: <https://habr.com/post/365625/> (дата звернення: 2.03.2019).
18. Атака беспилотников с гранатами на российскую базу в Сирии. URL: <https://lenta.ru/news/2018/04/24/bespilotniki/> (дата звернення: 2.03.2019).
19. Котов М. Беспилотник научили искать противопехотные мины. URL: https://life.ru/t/%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0/401262/biespilotnik_nauchili_iskat_protivopiekhotnyie_minu (дата звернення: 2.03.2019).
20. Drones with cameras learned to find dangerous mines-butterfly. URL: <https://24-my.info/drones-with-cameras-learned-to-find-dangerous-mines-butterfly/> (дата звернення: 2.03.2019).
21. Советская противопехотная мина ПФМ-1 “Лепесток”. URL: <https://zen.yandex.ru/.../opasnyi-i-podlyi-lepestok-sovetskaia...> (дата звернення: 2.03.2019).

22. Mine Kafon Drone. URL: <https://www.kickstarter.com/projects/massoudhassani/mine-kafon-drone>. (дата звернення: 2.03.2019).

23. Израильская компания продемонстрировала беспилотник, умеющий выявлять взрывчатку. URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/aktsii-protestakieve-politsii-nazvali-kolichestvo-1479207958.html> (дата звернення: 2.03.2019).

24. Шашок В. Н., Филиппов С. И., Багаев Д. В., Малышев А. Н. Подход к разработке мобильных робототехнических комплексов разминирования. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhod-k-razrabotke-mobilnyh-robototekhnicheskikh-kompleksov-razminirovaniya> (дата звернення: 2.03.2019).

References

1. *Tendentsii rozvytku form i sposobiv zbroinoi borotby u suchasnykh lokalnykh viinakh i zbroinykh konfliktakh: kolekt. monohr* [Trends in the development of forms and methods of armed struggle in modern local wars and armed conflicts: a collection. monogr] / Tkachuk P. P., Mosov S. P., Krasnyuk O. P. ta in.; pid red. Vorobyova G. P. L'viv : NASV, 2015. 90 p. [in Ukrainian]

2. *Prykordonna bezpeka Ukrainy: stanovlennia, suchasnyi stan, problemy i perspektyvy: kolekt. monohr.* [Border security of Ukraine: formation, current state, problems and prospects] / Shynkaruk O. M., Mosov S. P., Kyrylenko V. A. ta in.]. Khmelnytskyi : NADPSU, 2018. 188 p. [in Ukrainian]

3. Valetsky OV (2009). *Minnoye oruzhiye: voprosy minirovaniya i razminirovaniya.* [Mine weapons: mining and demining issues]. Moscow : Craft, 2009. 576 p. [in Russian]

4. *Parlament skhvalyv zakon pro humanitarne rozminuvannya na Donbasi.* [Parliament approved a law on humanitarian demining in the Donbass.]. URL: <https://www.rbc.ua/ukr/news/parlament-odobril-zakon-gumanitarnom-razminirovanii-1544089263.html>. (Appointment Date: 2.03.2019) [in Ukrainian]

5. *Chto nuzhno znat' o minakh i razminirovanii?* [What you need to know about mines and mine clearance?]. URL: <https://news.un.org/ru/audio/2016/04/1033121>. (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]

6. *Kak nakhodyat i obezvrezhivayut miny.* [How to find and neutralize mines.]. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/vert-fut-russian-39699418> (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]

7. *M'yanma stavit miny na granitse s Bangladesh, chtoby bezhentsy ne mogli vernut'sya.* [Myanmar places mines on the border with Bangladesh so that refugees cannot return.]. URL: <https://news.rambler.ru/other/37811522-myanmar-miniru->

et-granitsu-s-bangladesh-dlya-zaschity-ot-bezhentsev/ (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]

8. *Gruziya i Armeniya vnov' podnyali vopros delimitatsii granitsy* [Georgia and Armenia once again raised the issue of border delimitation]. URL: <https://sputnik-georgia.ru/politics/20160802/232886821.html> (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]

9. *SSHA finansiruyut minirovaniye azerbaydzhanskikh territoriy Armeniye – fakty i tsifry*. [US finances mining of Azerbaijani territories by Armenia – facts and figures]. URL: <https://novosti.az/politics/13182.html> (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]

10. *Izrail'skiye voyennyye proveli povtorno minirovaniye granitsy s Siriyei* [Israeli military re-mining the border with Syria.]. URL: <https://3rm.info/main/14090-izrailskie-voennyye-proveli-povtorno-minirovanie.html> (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]

11. *Sapery pristupyat k razminirovaniyu tadzhiksko-uzbekskoy gosudarstvennoy granitsy v maye 2018 goda*. [The engineers will begin demining the Tajik-Uzbek state border in May 2018.]. URL: <https://tj.sputniknews.ru/analyt-ics/20180419/1025353719/bezopasnyy-rubezh-kak-razminirovaniye-tajiksko-uzbekskoy-granitsy.html> (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]

12. *V Sovbeze OON ozvuchili situatsiyu po zhertvam ot podryva na minakh na Donbasse* [In the UN Security Council voiced the situation on the victims of the detonation of mines in the Donbas.]. URL: <https://3rm.info/main/14090-izrailskie-voennyye-proveli-povtorno-minirovanie.html> (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]

13. *OON: Ukraina s 2016 g. operedila po chislu zhertv podryva na minakh Afganistan, Siryu i Yyemen* [UN: Ukraine since 2016 ahead of the number of victims of explosions in mines Afghanistan, Syria and Yemen]. URL: <https://dnews.dn.ua/news/618555> (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]

14. Korchagin S. (2018). *Robototekhnicheskiye komplekсы inzhenernykh voysk zarubezhnykh stran*. [Robotic complexes of engineering troops of foreign countries.]. *Zarubezhnoye voyennoye obozreniye*. [Foreign military review]. 2018. № 3. P.45–53. [in Russian]

15. Galushko S. *Bespilotnyye letatel'nyye apparaty kardinal'no izmenyat oblik aviatsii budushchego* [Galushko S. Unmanned aerial vehicles will radically change the face of future aviation.]. URL: http://aviapanorama.narod.ru/journal/2005_4/bpla.htm (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]

16. *Obzor mirovogo opyta kommercheskoy dostavki gruzov s pomoshch'yu bespilotnikov* [Review of the world experience of commercial delivery of goods using unmanned aerial vehicles.]. URL: <https://habr.com/post/402475/> (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]
17. *Atakuyushchiye BPLA i sistemy protivodeystviya im, obzor.* [Attacking UAVs and systems to counter them, a review.]. URL: <https://habr.com/post/365625/> (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]
18. *Ataka bespilotnikov s granatami na rossiyskuyu bazu v Sirii* [Attack drones with grenades on the Russian base in Syria.]. URL: <https://lenta.ru/news/2018/04/24/bespilotniki/> (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]
19. Kotov M. *Bespilotnik nauchili iskat' protivopekhotnyye miny* [Kotov M. The drone taught to search for anti-personnel mines.]. URL: https://life.ru/t/%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B0/401262/biespilotnik_nauchili_iskat_protivopekhotnyye_miny (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]
20. *Drones with cameras learned to find dangerous mines-butterfly.* URL: <https://24-my.info/drones-with-cameras-learned-to-find-dangerous-mines-butterfly> (Appointment Date: 2.03.2019) [in English]
21. *Sovetskaya protivopekhotnaya mina PFM-1 "Lepetok"* [Soviet anti-personnel mine PFM-1 "Petal"]. URL: <https://www.kickstarter.com/projects/massoudhassani/mine-kafon-drone>. (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]
22. *Mine Kafon Drone.* URL: <https://www.kickstarter.com/projects/massoudhassani/mine-kafon-drone>. URL: <https://24-my.info/drones-with-cameras-learned-to-find-dangerous-mines-butterfly/> (Appointment Date: 2.03.2019) [in English]
23. *Izrail'skaya kompaniya prodemonstrirovala bespilotnik, umeyushchiy vyyavlyat' vzryvchatku* [The Israeli company has demonstrated a drone that can detect explosives]. URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/aktsii-protesta-kieve-politsii-nazvali-kolichestvo-1479207958.html> (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]
24. Shashok V. N., Filippov S. I., Bagayev D. V., Malyshev A. N. *Podkhod k razrabotke mobil'nykh robototekhnicheskikh kompleksov razminirovaniya* [Approach to the development of mobile robotic demining systems]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhod-k-razrabotke-mobilnyh-robototekhnicheskikh-kompleksov-razminirovaniya> (Appointment Date: 2.03.2019) [in Russian]

Vadym Neroba and Serhii Mosov. Safety Aviation Directions for Implementation of the Protection Change: World Experience

Areas of Unmanned Aerial use for Mining Tasks: Global Experience. The article is devoted to the analysis of the current experience of foreign countries in solv-

ing the issues of the unmanned aerial vehicles use for the purposes of mine situation exploration, detection and remote destruction of mines both during hostilities, and in the front line and at the state border. The attention is focused on the difficult situation of the world's mine contamination as a result of the armed local and border conflicts by anti-personnel explosive devices use. The statistics on the facts of antipersonnel mines subversion that remain after armed conflicts (confrontations at the border), law-abiding civilians, including a significant number of subversion of children's mines, has been provided. The situation regarding the development of the direction associated with the creation of mobile robotic complexes for the demining of the area has been analyzed. New approaches to the use of unmanned aviation for solving mine clearance tasks are considered. One of the directions is this approach based on the use of detectors that are installed as a payload to the unmanned aerial vehicle. The other approach is based on the use of multispectral equipment installed on the unmanned aerial vehicle, for conducting mine conditions exploration and detecting mines. One of the approaches is the use of infrared equipment installed on the unmanned aerial vehicle and responds to the difference in temperature between mine case and the terrain surface. It has been considered the possibility of mines remote destruction by using an unmanned aerial vehicle. Conclusions are made with regard to the world problem existence in terms of mine clearance of the armed conflict zone terrain; the presence of the mined areas significant scales around the world; the need for operational demining with the use of the latest advances in scientific and technological progress; perspective use of unmanned aerial vehicles for mine clearance. The following areas of further research are: development of mine signatures; development of decomposition methods within mine situation; development of technical requirements for the creation of mobile robotic systems on the basis of unmanned aerial vehicles for mine conditions exploration conducting, detection of mines and remote destruction of them.

Key words: state border, mine clearance, research, mine safety, unmanned aerial vehicles.