

УДК 623.451

Кириленко В. А., д-р військ. наук, професор, (ORCID: 0000-0002-2206-1651);
Нероба В. Р. (ORCID: 0000-0002-7232-3285)

Національна академія Державної прикордонної служби України імені Б. Хмельницького, Хмельницький

Глобальна проблема розмінування: стан та підходи до розв'язання

Резюме. Досліджено глобальну проблему розмінування, існування якої визначається Організацією Об'єднаних Націй як критичну і яка потребує узгоджених заходів на міжнародному рівні. Проведено аналіз сучасних підходів до розв'язання проблеми розмінування із застосуванням робототехнічних комплексів на наземній платформі, а також комплексів розвідки, виявлення та знищення мін і мінно-вибухових пристроїв на базі безпілотних літальних апаратів.

Ключові слова: розмінування, вибухонебезпечні предмети, робототехнічний комплекс, безпілотний літальний апарат.

Постановка проблеми. Останніми роками міжнародне співтовариство все глибше усвідомлює масштаби і гостроту проблем, породжуваних наземними мінами та вибухонебезпечними залишками війни, зокрема боеприпасами, що не вибухнули, поступово погоджуючись з тим, що йдеться про глобальну проблему, яка потребує узгоджених заходів у відповідь на міжнародному рівні. До того ж ООН покликана зіграти ключову роль у формулюванні цих глобальних заходів у відповідь, а також у забезпеченні необхідної міжнародної підтримки і створенні відповідних координаційних механізмів [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питаннями, пов'язаними із різноманітними дослідженнями щодо розмінування, узагальнення світового досвіду розмінування, засобів і комплексів розмінування займалася низка українських та іноземних фахівців і вчених: С. Багаєв, О. Валецький, С. Галушко, С. Корчагін, М. Котов, І. Ментус, О. Осадчий, В. Парафонова, В. Сивак, В. Ясько та ін. [6, 9, 15, 18, 22, 27].

З огляду на аналіз, жоден з розроблених раніше методів виявлення мін за своїми основними параметрами (чутливість, вибірковість, швидкодія) не відповідає ні вимогам стандартів ООН з гуманітарного розмінування, ні загальному завданню глобального розмінування планети.

Водночас, питання систематизації уявлення глобальної проблеми розмінування та визначення сучасних підходів до її розв'язання потребує проведення досліджень для подальшого використання його результатів в Україні, яка на перших позиціях у світі за кількістю загиблих унаслідок

підриву на мінах під час війни на сході країни, поступаючись лише Афганістану і Сирії. Небезпеки мінної ситуації для військ і населення потребують розроблення ефективніших засобів і нових методів розмінування з урахуванням новітніх досягнень науково-технічного прогресу.

Мета статті. Визначити сучасні підходи до розв'язання проблеми розмінування.

Виклад основного матеріалу. 8 грудня 2005 року Генеральна Асамблея постановила офіційно проголосити 4 квітня Міжнародним днем просвіти з питань мінної небезпеки і допомоги у діяльності, пов'язаної з розмінуванням, а також відзначати його щороку (резолюція 60/97). Вона закликала держави за підтримкою ООН і відповідних організацій продовжувати сприяти створенню та розвитку національного потенціалу для здійснення діяльності, що пов'язана з розмінуванням у країнах, в яких міни та вибухонебезпечні наслідки війни створюють серйозну загрозу безпеці, здоров'ю та життю цивільного населення або перешкоджають соціально економічному розвитку на національному та місцевому рівнях [2].

Проблема розмінування за визначенням ООН є загальносвітовою, що пов'язано з наслідками війн, збройних і прикордонних конфліктів, які закінчилися, а також тих, що тривають. Мінування територій відбуваються і на державних кордонах з різних причин у мирний час. Тільки протягом 2015 року у всьому світі від мін загинуло й отримало каліцтва приблизно 6,5 тис. осіб. Щодня унаслідок вибуху мін у всьому світу гинуть щонайменше 10 осіб. Набагато більше людей стають каліками. Майже 40 % цих жертв становлять діти [3, 4].

За даними Служби ООН з питань діяльності, пов'язаної з розмінуванням (ЮНМАС), уперше за 20 років спостерігається зростання жертв вибухових пристроїв, що залишилися після війн і збройних конфліктів. За рік гинуть або отримують поранення приблизно 8,6 тис. осіб (станом на 2018 р.), до того ж у 75 % випадків жертвами стають діти [5].

На теперішній час міни являють собою одну з найбільших небезпек у світі, яка з часом тільки посилюється: на одну знайдену та знешкоджену міну доводиться два десятка знову встановлених. За оцінками ООН, наша планета зберігає 100-120 млн протипіхотних мін. На думку експертів, під час використання існуючих технологій на розмінування всієї планети буде потрібно майже тисячі років і до \$100 млрд, а на кожні 5 тис. знешкоджених мін припадає один загиблий і двоє покалічених саперів [6].

За останні 20 років, за свідченням ООН, було знищено 53 млн протипіхотних мін та проведено багато успішних операцій з розмінування [7].

У 2015 році, після 22 років наполегливої роботи з розмінування, Мозамбик був нарешті оголошений вільним від мін. На території загальною площею 44 млн км² було вилучено або знищено понад 200 тис. мін. 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, починаючи з серпня 2015 року, фахівцями ООН знищено 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. З 2009 по 2016 рр. на таких вибухових пристроях підірвалося і загинуло 2,11 тис. цивільних осіб, поранення отримали більше 2,5 тис. осіб. Не зважаючи на те, що найбільша кількість мін залишається в Афганістані, в Камбоджі, Лаосі, Боснії та Анголі їх кількість також значна [4].

Україна, на жаль, посідає третє місце в світі за кількістю загиблих унаслідок підриву на мінах під час війни на сході країни, поступаючись лише Афганістану і Сирії. Як і в інших регіонах світу, найбільшому ризику піддається мирне населення. Міни не тільки є серйозною загрозою для тих, хто змушений був покинути свої будинки, а й заважають

вимушеним переселенцям повернутися додому. На сході України мінна загроза зачіпає понад двох мільйонів осіб, обмежуючи свободу їх пересування і представляючи велику небезпеку для мирних жителів, які перетинають лінію фронту. З початку війни вже загинуло або отримало каліцтва, підірвавшись на мінах, майже 2 тис. осіб. Тільки у 2018 році на мінах підірвалося понад 100 некомпатантів. 220 тис. дітей живуть у районах, "засіяних" мінами та іншими боєприпасами, що не розірвалися, які можуть обірвати їхнє життя на шляху до школи або під час ігор. Крім того, наявність мін або снарядів ускладнює ремонт важливої інфраструктури, що постраждала під час обстрілу, а також водонапірних станцій, які забезпечують водою тисячі осіб у східній Україні. Міни також заважають людям займатися сільським господарством і обмежують доступ до шкіл та медичних установ. За оцінками владних структур, замінованими залишається близько 7000 км² у Донецькій і Луганській областях, проте точні показники невідомі. Ситуація в районах, що контролюються бойовиками, розглядається як особливо небезпечна [8].

На теперішній час зарубіжні країни розробили та використовують сучасні мобільні робототехнічні комплекси (РТК) для розмінування і продовжують фінансувати роботи з розширення функціональних можливостей для їхнього застосування у нових напрямках завдяки створенню нових конструктивних схем або використанню уніфікованих підсистем міжтипового призначення. Досвід експлуатації мобільних РТК у цьому випадку розглядається як базова основа для перспективних розробок [9].

Основна увага приділяється створенню РТК збільшеної автономності. Через специфіку завдань, що підлягають вирішенню, мобільні РТК удосконалюються для забезпечення можливості діяти в реальній обстановці за умови часткової або повної відсутності вихідної інформації про середовище функціонування. Основною тенденцією здійснення цих проєктів є дооснащення комплексів, що знаходяться на озброєнні, цифровими і аналоговими візуальними системами, засобами автоматизації управління, каналами зв'язку (радіо і оптоволоконними) і засобами управління рухом, заснованими на модульному принципі. Такий підхід дає змогу швидко впроваджувати РТК у спеціалізовані підрозділи.

Водночас, відсутність особового складу в зоні ураження і застосування РТК значно

підвищують морально-психологічний стан військовослужбовців і забезпечують ефективність виконання бойових завдань, істотно знижуючи до того ж бойові втрати.

Так, у ЗС США для таких завдань, як виявлення вибухівки, утилізація вибухонебезпечних предметів (утилізація бомб), постійного спостереження та перевірки на контрольно-пропускних пунктах (транспортних засобах) застосовується наземний РТК розмінування Warrior 710. Він також може бути використаний для виявлення та ідентифікації хімічних, біологічних, радіологічних і ядерних матеріалів з відстані [10].

Робототехнічний наземний комплекс розмінування TALON (IED/EOD), розроблений у США, уперше став використовуватися у 2000 році у Боснії для знешкодження мін та боєприпасів. У період з 2001 по 2008 рр. до ЗС США було поставлено 2 тис. од. таких РТК [11]. Комплекс виявився корисним в умовах Афганістану. На його рахунок 50 тис. знешкоджених вибухових пристроїв [12].

Одним з ефективних наземних РТК розмінування вважається MV-4, розроблений у Хорватії. Це дистанційно керований апарат на гусеничній базі, призначений для очищення всіх типів протипіхотних мін, і здатний витримувати вибух усіх типів протитанкових мін. Завдяки своїм малим розмірам і маневреності, він підходить для розмінування дворів, садів, лісових доріжок, берегів річок та інших типів місцевості, недоступних для великих машин [13].

Одним з найвідоміших наземних РТК для розмінування є MarkV-A1, розроблений у США. На ньому встановлено кілька відеокамер, а також водяна гармата для знищення вибухонебезпечних предметів. РТК MarkV-A1 використовується спеціальними підрозділами США, Ізраїлю та Канади [14].

На озброєнні сухопутних військ Німеччини знаходиться наземний РТК розмінування RCP, призначений для розчищення колонних шляхів від мін, фугасів і саморобних вибухових пристроїв під час супроводження військових колон, а також комплекс розмінування MW330 [15,16].

В Ізраїлі під час розчищення доріг від мін і вибухових пристроїв застосовуються наземні РТК розмінування D9N, MTGR та ін. [9, 17].

Активним розробленням наземних робототехнічних комплексів розмінування

займаються також Франція, Росія, Швеція, Японія.

Водночас, одним з актуальних у світі напрямів розроблення РТК, у зв'язку з розвитком різноманітних безпілотних літальних апаратів (БПЛА), стала активізація ідеї щодо застосування БПЛА для ведення розвідки мінної обстановки, виявлення мін і дистанційного їх знищення. Саме безпілотник типу "коптер", уже сьогодні здатний піднімати апаратуру вагою понад 50 кг, зависати над об'єктами, літати автономно за закладеною у ньому програмі тощо [18, 19]. Безпілотники літакового типу, що створені, наприклад, як ударний варіант за самими простими технологіями, здатні також виконувати завдання з дистанційного знищення мін [20, 21].

За допомогою БПЛА є можливим значне прискорення процесу розмінування, особливо на тих територіях, де міни встановлені та знаходяться досить тривалий строк. Так, наприклад, інженери Брістольського 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 місце 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 приблизно 110 млн протипіхотних мін [22]. 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 в 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 під час 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 для виявлення за температурним балансом протипіхотних фугасних мін натискної дії ПФМ-1, що залишилися не розірваними [23]. Вчені встановили, що міни нагріваються набагато швидше оточуючого каміння і тому інфрачервоні камери можуть виявляти місцезнаходження мін з високою точністю. Тепер вчені мають вдосконалити цю технологію і створити повністю автономну систему. Після виявлення міни знищуватимуться за допомогою безпілотників Mine SpectroDrone 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. У кожній касеті міститься до 1248 мін. Через невеликі розміри і пластиковий корпус їх дуже складно виявити. На жаль, дуже часто жертвами цих мін стають діти [24].

БПЛА The Mine Kafon здатний розмічати місцевість, виявляючи міни за допомогою металолукача, встановленого на ньому і який у процесі пошуку знаходиться на висоті 4 см над місцевістю. Безпілотник також може розмішувати поруч з ними невеликі заряди і здійснювати підрив, відлетівши на безпечну відстань. За словами розробників, застосування такого БПЛА дає змогу домогтися необхідного результату майже в 20 разів швидше, ніж з використанням інших технологій розмінування. Крім металолукача на борту БПЛА встановлена камера з високою розрізненною здатністю і маніпулятор. Безпілотник в автоматичному режимі забезпечує складання тривимірної карти місцевості, відзначаючи на ній небезпечні ділянки [25].

Ізраїльська компанія Laser Detect Systems (LDS) на виставці HLS & Cyber Expo в Тель-Авіві продемонструвала перший у світі БПЛА SpectroDrone, що здатний виявляти вибухівку та саморобні вибухові пристрої. Ізраїльський безпілотник оснащений спеціальними датчиками, розробленими LDS, для визначення вибухівки та інших небезпечних матеріалів у 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 [26].

Російські фахівці пропонують використовувати під час збройних конфліктів і

контртерористичних дій, коли виникає необхідність провести приховану інженерну розвідку місцевості, маршруту руху на наявність установлених або відсутності мін, вибухових пристроїв, легкий або тактичний БПЛА вертолітного чи літакового типу, оснащений модульною малогабаритною розвідувальною апаратурою з високою розрізненною здатністю, багатозональною телевізійною, тепловізійною, нелінійною радіолокацією, у поєднанні з автоматизованою системою топоприв'язки на основі ГЛОНАСС (GPS) і цифровою обробкою інформації, що дасть змогу на відстані до десятків кілометрів виявляти і визначати координати мінних полів і місць установки вибухових пристроїв [27].

Висновки. Проведений аналіз дає змогу дійти висновку про існування та складність глобальної проблеми розмінування як світової проблеми, яка потребує інноваційних підходів до її розв'язання. Одним з таких підходів вважається розроблення ефективних робототехнічних комплексів на базі безпілотних літальних апаратів, різноманітність яких у світі активно зростає та які за своїми технічними і тактико-технічними характеристиками можуть бути використанні для ведення розвідки мінної обстановки, виявлення мін і дистанційного їх знищення.

Подальші дослідження можуть відбуватися за такими напрямками: розроблення чи закупівля готових безпілотних авіаційних комплексів, здатних виконувати завдання розвідки мінної обстановки, виявлення мін і дистанційного їх знищення; дослідження можливостей застосування спектросональної чи багатоспектральної апаратури на борту безпілотника для підвищення достовірності та забезпечення повноти інформації про мінну обстановку; створення спеціалізованих підрозділів у складі безпосередніх користувачів, діяльність яких буде пов'язана з використанням безпілотних авіаційних комплексів для розвідки мінної обстановки, виявлення мін і дистанційного їх знищення тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Руководство по применению Международных стандартов противоминной деятельности (IMAS). IMAS 01.10. URL: https://www.mineactionstandards.org/fileadmin/user_upload/translations/IMAS_01.1_0_Guide_for_the_application_of_IMAS_Ed.2_Amendment_8_RU.pdf (д/з: 02.03.2019).
2. Международный день просвещения по вопросам минной опасности и помощи в деятельности, связанной с разминированием, 4 апреля. URL: <https://www.un.org/ru/events/mineawarenessday/> (дата звернення: 03.05.2019).
3. Что нужно знать о минах и разминировании? URL: <https://news.un.org/ru/audio/2016/04/1033121> (дата звернення: 02.03.2019).

4. Как находят и обезвреживают мины. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/vert-fut-russian-39699418> (дата звернення: 02.03.2019).
5. Мины запрещены, но число их жертв растет. URL: <http://www.unic.ru/event/2018-04-03/v-mire/miny-zapreshcheny-no-chislo-ikh-zhertv-rastet> (дата звернення: 02.03.2019).
6. Парафонова В. Мины живут дольше людей. URL: <https://www.nkj.ru/archive/articles/4338/> (дата звернення: 02.03.2019).
7. За последние два десятилетия было уничтожено 53 миллиона противопехотных мин. URL: <https://news.un.org/ru/story/2019/03/1350082> (дата звернення: 03.05.2019).
8. ООН закликає активізувати зусилля з розмінування на сході України. URL: <https://www.unian.ua/war/10502961-oon-zaklikae-aktivizuvati-zusillya-z-rozminuvannya-na-shodi-ukrajini.html> (дата звернення: 03.05.2019).
9. Корчагин С. Робототехнические комплексы инженерных войск зарубежных стран. *Зарубежное военное обозрение*. 2018. № 3. С. 45-53.
10. IRobot 710 Kobra Multi-Mission Robot. URL: <https://www.army-technology.com/projects/irobot-710-kobra-multi-mission-robot/> (д/з: 03.05.2019).
11. Использование роботов инженерным подразделением АОИ. URL: <https://m-arch.livejournal.com/917100.html> (дата звернення: 03.05.2019).
12. Современные военные роботы: боевые системы будущего. URL: <https://militaryarms.ru/voennautehnika/boevye-mashiny/voennye-boevye-roboty/> (дата звернення: 03.05.2019).
13. MV-4. URL: https://www.dok-ing.hr/products/demining/mv_4 (д/з: 03.05.2019).
14. MarkV-A1. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/MarkV-A1> (дата звернення: 03.05.2019).
15. Корчагин С. Комплекс разминирования RCP Сухопутных войск Германии. *Зарубежное военное обозрение*. 2012. № 8. С.45-47.
16. MW330. URL: <https://www.pearson-eng.com/special-projects/mine-clearance/mw330/> (дата звернення: 03.05.2019).
17. Micro Tactical Ground Robot (MTGR). URL: <https://www.army-technology.com/projects/micro-tactical-ground-robot-mtgr/> (д/з: 03.05.2019).
18. Галушко С. Беспилотные летательные аппараты кардинально изменят облик авиации будущего. URL: http://aviapanorama.narod.ru/journal/2005_4/bpla.htm (дата звернення: 02.03.2019).
19. Обзор мирового опыта коммерческой доставки грузов с помощью беспилотников. URL: <https://habr.com/post/402475/> (д/з: 02.03.2019).
20. Атакующие БПЛА и системы противодействия им, обзор. URL: <https://habr.com/post/365625/> (дата звернення: 02.03.2019).
21. Атака беспилотников с гранатами на российскую базу в Сирии. URL: <https://lenta.ru/news/2018/04/24/bespilotniki/> (д/з: 02.03.2019).
22. 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_protivopiekh_otnyie_miny (дата звернення: 02.03.2019).
23. 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: 02.03.2019).
24. Советская противопехотная мина ПФМ-1 «Лепесток». URL: <https://zen.yandex.ru/.../опасnyi-i-podlyi-lepestok-sovetskai> (д/з: 02.03.2019).
25. Mine Kafon Drone. URL: <https://www.kickstarter.com/projects/massoudhassani/mine-kafon-drone> (дата звернення: 02.03.2019).
26. Израильская компания продемонстрировала беспилотник, умеющий выявлять взрывчатку. URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/aktsii-protesta-kieve-politsii-nazvali-kolichestvo-1479207958.html> (дата звернення: 02.03.2019).
27. 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: 02.03.2019).

Стаття надійшла до редакційної колегії 01.07.2019

**Кириленко В. А., д-р воен. наук, профессор;
Нероба В. Р.**

Национальная академия Государственной пограничной службы Украины им. Б. Хмельницкого, Хмельницкий

Глобальная проблема разминирования: состояние и подходы к решению

Резюме. Исследована глобальная проблема разминирования, существование которой определяется Организацией Объединенных Наций как критическое и которая требует согласованных мер на международном уровне. Проведен анализ современных подходов к решению проблемы разминирования с применением робототехнических комплексов на наземной платформе, а также комплексов разведки, обнаружения и уничтожения мин и минно-взрывных устройств на базе беспилотных летательных аппаратов.

Ключевые слова: разминирование, взрывоопасные предметы, робототехнический комплекс, беспилотный летательный аппарат.

**V. Kyrylenko, DsM, professor;
V. Neroba**

National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine named after Bogdan Khmelnytsky, Khmelnytsky

The global problem of mine clearance: status and approaches to solving

Resume. The global problem of mine clearance, the existence of which is determined by the United Nations as critical and which requires coordinated actions in response at the international level, is explored. The analysis of modern approaches to the solution of the problem of demining with the use of robotic complexes on the ground platform, as well as the complexes of exploration, detection and destruction of mines and explosive devices on the basis of unmanned aerial vehicles.

Keywords: demining, explosive objects, robotic complex, unmanned aerial vehicle.