

УДК 656.7:656.8

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ МІНІМІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНИХ НАСЛІДКІВ ВІД ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ

Матухно В.В.¹, к.т.н.

¹Національний університет цивільного захисту України, Харків, Україна

Внаслідок широкомасштабної військової агресії росії проти України, ворожих обстрілів та інженерного мінування окупованих територій, було забруднено близько 252 000 км² території України, що серйозно вплинуло на життя мільйонів мирних жителів.

Вибухонебезпечні предмети, які є наслідками військової агресії росії, можуть перетворюють будівлі на токсичний щебінь і знищують давно улюблені дерева. Вони можуть десятиліттями забруднювати ґрунт і викликати вимивання отрут у колись здорові річки. Вони можуть знищити екосистеми та порушити гармонію природи. Вони вбивають людей і тварин без роздумів і виводять світ з рівноваги.

Хоча зв'язки між військовим конфліктом і навколишнім середовищем досліджувалися деякими організаціями, такими як Обсерваторія конфліктів і навколишнього середовища, дослідження впливу вибухонебезпечних предметів на навколишнє середовище було проведено відносно мало. Цей недолік досліджень необхідно вирішити. ВВП не тільки завдають тривалої шкоди навколишньому середовищу, але ця шкода має значні наслідки для здоров'я та засобів існування для цивільного населення.

Питання протимінної діяльності є незмінним на порядку денному, але загалом управління організації піротехнічних робіт та гуманітарного розмінування ДСНС має незначний прогрес у знешкодженні мін, нерозірваних боєприпасів та інших вибухонебезпечних предметів. Управління ООН з координації гуманітарних питань зазначає, що Україна на даний момент залишається однією з найбільш сильно забрудненими ВВП країною в світі.

За даними управління організації піротехнічних робіт та гуманітарного розмінування ДСНС понад 30 000 км² на підконтрольній та не підконтрольній території України забруднені касетними елементами з механізмом самоліквідації та без нього: 9Н210, 9Н235, КОБЄ, протитанкові міни ТМ-62, авіабомби різних калібрів та розмірів, артилерійські снарядами, які не розірвалися, протипіхотні міни самих різноманітних модифікацій та принципу дії, ПМН та ОЗМ, ракети системи залпового вогню Град, Ураган та Смерч. Ще зустрічаються дуже багато ракет типу Іскандер, Точка-У. Найбільшими районами забруднення ВВП вважається райони, які розташовані в межах 15 км по обидві сторони по всій лінії фронту.

Для зменшення негативного впливу вибухонебезпечних предметів на навколишнє середовище, можливо, за рахунок використання безпілотних літальних апаратів з навісним обладнанням, яке пришвидшить та зробить максимально безпечним обстеження території при проведенні нетехнічного обстеження – приблизно в 15 разів.

Використання мультикоптера з датчиками магнітометру. Ці датчики монтує на безпілотний літальний апарат типу мультикоптер, який виконує обліт необхідної ділянки місцевості на висоті 5 – 10 метрів і визначає не лише місця перебування вибухонебезпечних предметів, а і їхні контури (рис. 1).

Мультикоптер, обладнаний даними датчиками, безпомилково ідентифікує мінометні міни калібру 82 та 120 міліметрів з точністю до сантиметра. Причому вони здатні це робити, як удень, так і вночі. Отриману інформацію можна передавати як у режимі реального часу, так і після повернення з польотного завдання. У другому випадку за допомогою таких відомостей пілот (оператор) складає карту місцевості з нанесенням місць виявлення ВНП.



Рисунок 1 – Робота мультикоптера з датчиками магнітометру

Використання квадрокоптера з датчиком пульсуючого електромагнітного зондування (ПЕМЗ). Датчик ПЕМЗ за характером електромагнітних аномалій може визначати форму, розміри і координати об'єкта. На даний час вказана технологія є найбільш ефективною при пошуках родовищ, але може бути ефективно застосована для пошуку ВНП на імовірно забруднених територіях. Результати аналізу сканування поверхні показує, що в місцях де знаходяться вибухонебезпечні предмети, апаратура виділяє аномалії підвищених значень електромагнітних параметрів.

Металеві та неметалеві ВНП, відрізняються між собою параметрами швидкостей загасання вертикальних градієнтів. Геоелектричні параметри середовища (коефіцієнти анізотропії напруг електромагнітних полів, вертикальні градієнти їх змін по глибині) дають можливість визначити території знаходження вибухонебезпечних предметів. Дана технологія визначення ВНП на імовірно забрудненій території, заснована на динамічному багатопараметричному методі електромагнітного сканування зондування разом із аналізом випромінювань локальних аномалій пошукових об'єктів, що дозволяє дистанційно досліджувати фізичні показники імовірно забрудненої територій ВНП з визначенням їхньої просторової локації.

Використання квадрокоптера з термальній камерою. Найбільш ефективною камерою даного типу є DJI Zenmuse H20T, яка встановлюється на квадрокоптер Matrice 300 з RTK. Даний квадрокоптер має в комплекті акумуляторною станцією та базовим комплектом Shield від V&N. Цей комплект включає промисловий квадрокоптер DJI Matrice 300 RTK, дві льотні батареї TB60, акумуляторну станцію BS60 і план захисту Enterprise Shield Basic. Matrice 300 RTK – це міцний безпілотник, призначений для виконання критично важливих завдань у комерційних галузях, а також для пошуково-рятувальних операцій для пожежогасіння, протимінної діяльності та правоохоронних органів. У таких ситуаціях важливо залишатися в повітрі якнайдовше, і кожна з двох батарей забезпечує квадрокоптеру до 55 хвилин польоту. Акумуляторна станція BS60 у твердому корпусі забезпечує їх зарядку, дозволяючи одночасно заряджати до восьми польотних батарей TB60 та до чотирьох віддалених батарей WB37 [1].

Використання є DJI Zenmuse H20T в поєднанні з Matrice 300 RTK, дає можливість пілоту (оператору) будувати траєкторію польоту на імовірно забрудненій території та автоматично робити фотофіксацію, тим самим виявляти термальні аномалії ВВП, які знаходяться на поверхні (рис 2).

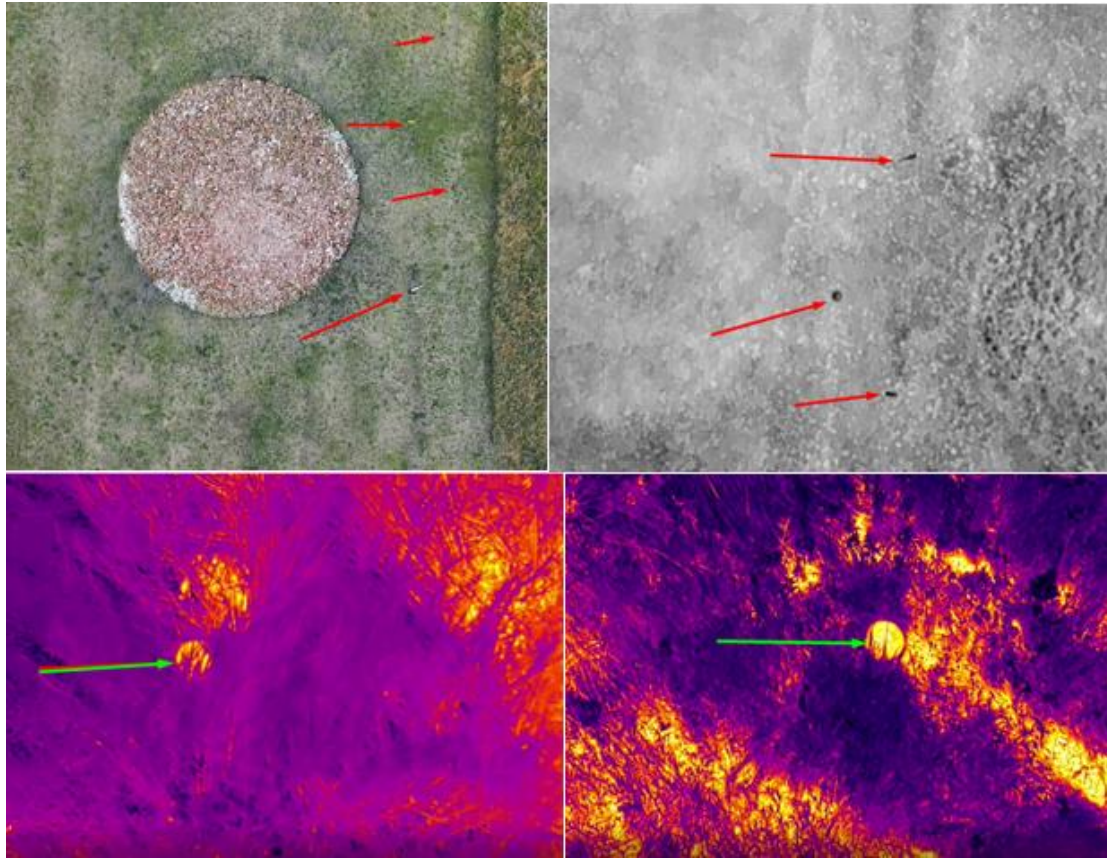


Рисунок 2 – Результати сканування земної поверхні камерою DJI Zenmuse H20T

Отримані фотознімки дають можливість формувати карту з позначенням теплових аномалій. Нагрівання ВВП відбувається рівномірно на відміну від верхнього шару ґрунту, і таким чином ВВП при тепловізійному скануванні землі має чітко виражені форми.

Отже нові технології та прилади, які встановлюються на БПЛА, дозволять проводити дистанційне безпечне обстеження імовірно забруднених територій, та забезпечити маркування (позначення) і складення карт територій України та об'єктів, забруднених ВВП. Визначення місць з чіткими координатами ВВП надасть значну допомогу ізолювання небезпечних місць, та пришвидшить в разі можливість гуманітарного розмінування територій України. Тим самим допоможе зменшити час впливу небезпечних вибухових речовин на навколишнє середовище.

ЛІТЕРАТУРА

1. D. Usachov, O. Shevchuk, V. Matukhno, O. Yashchenko. A modern method of demining the area using an unmanned aerial vehicle. *XXVIII International scientific and practical conference «Science and practice, actual problems, innovations»*. Milan, Italy. 2022. P 192-194.