

УДК: 355.43:623.74

DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.24.2021.21-30>

Є.М. Шматов, І.М. Мартинюк, О.М. Стаднічук, В.В. Ларіонов, І.І. Ніконець

*Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів*

## ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ХІМІЧНОЇ ОБСТАНОВКИ

*Гібридність ведення, ефективність та швидкоплинність бойових дій залежить від багатьох факторів, зокрема можливості постійно отримувати інформацію з поля бою, часу на прийняття рішення та чіткого виконання поставлених завдань. Цього можна досягнути за рахунок підвищення оперативності ведення всіх видів розвідки, включаючи і хімічну. У статті обґрунтовано перспективи використання безпілотних літальних апаратів для виявлення хімічного зараження під час ведення хімічної розвідки підрозділами радіаційної, хімічної, біологічної розвідки. Встановлено, що імовірність виявлення хімічної обстановки залежить від ступеня навченості, фізичної витривалості, психологічної стійкості та втомленості особового складу розвідувального дозору, технічних характеристик приладів, встановлених на засобах розвідки, швидкості руху розвідувального засобу або пішого дозору у важкодоступних місцях за визначеним маршрутом. Можливості підрозділів радіаційної, хімічної, біологічної розвідки щодо оперативності виявлення хімічної обстановки значно підвищуються за рахунок ведення повітряної розвідки безпілотними літальними апаратами та обладнання засобів наземної та повітряної розвідки приладами, що ідентифікують як бойові отруйні речовини, так і небезпечні хімічні речовини. Показано, що використання БПЛА з комплексом засобів пасивної інфрачервоної спектрометрії та системою автоматизованої передачі даних у реальному масштабі часу на сьогодні є оптимальним варіантом, оскільки імовірність виявлення бойових отруйних речовин (небезпечних хімічних речовин) у визначеному районі збільшується, а час на ведення хімічної розвідки – зменшується, що, відповідно, збільшує час на реакцію підрозділів на хімічну загрозу. Для встановлення сучасних засобів хімічної розвідки, зокрема приладів пасивної Фур'є-ІЧС, БПЛА гелікоптерного типу повинні відповідати наступним вимогам: довжина – до 5 м, маса корисного спорядження – до 50 кг, крейсерська швидкість – 150 км/год. Крім того, зменшується моральне виснаження та ризик ураження особового складу. Наведено ймовірний порядок застосування безпілотних літальних апаратів гелікоптерного типу, споряджених сучасними приладами.*

**Ключові слова:** РХБ розвідка, БПЛА, хімічна обстановка, бойові отруйні речовини, небезпечні хімічні речовини

### Постановка проблеми

У пункті 23 розділу «Цілі та основні завдання воєнної політики» Воєнної доктрини України зазначено, що «сили безпеки і оборони та населення України готуються до дій в умовах радіаційного, хімічного забруднення та бактеріологічного зараження, великих пожеж і значних зон затоплення» [1]. Це зумовлено наявністю як на території України, так і сусідніх держав значної кількості потенційно небезпечних об'єктів, що використовують небезпечні хімічні речовини (НХР), а також ймовірністю застосування з боку противника бойових отруйних речовин (БОР) [2]. Все це необхідно враховувати при плануванні та веденні бойових дій.

Одним із важливих заходів радіаційного, хімічного, біологічного захисту підрозділів під час підготовки і ведення бойових дій є виявлення хімічної обстановки (ХО) у визначеному районі. Враховуючи вимоги сучасного загальновійськового

бою, інформація про ХО, яку отримують за рахунок прогнозування та за даними хімічної розвідки, повинна надходити якомога швидше, у повному обсязі, бути надійною та достовірною. Як правило хімічна розвідка ведеться:

- на пунктах управління та маршрутах їх переміщення;
- у районах розташування частин (підрозділів);
- на маршрутах висунання та нових позиційних районах ракетних та зенітно-ракетних частин (підрозділів);
- на маршрутах висунання та рубежах розгортання других ешелонів та резервів (маршрутах висунання та введення їх у бій);
- у місцях підриву хімічних фугасів;
- на військово-автомобільних дорогах, шляхах маневру та евакуації;
- на станціях завантаження, розвантаження, у районах привалів та денного (нічного) відпочинку частин (підрозділів);

- у районах переправ та форсування великих водних перешкод;
- у районах розташування великих об'єктів хімічної промисловості для виявлення хімічної обстановки при руйнуванні (аварії) на цих об'єктах;
- на аеродромах, майданчиках підскоку;
- у вихідних районах для десантування тактичних та оперативно-тактичних десантів;
- на пунктах водопостачання [3, 4].

Ведення хімічної розвідки покладається на спеціально підготовлені відділення радіаційної, хімічної, біологічної розвідки (РХБ розвідки) загальновійськових підрозділів та штатні підрозділи РХБ розвідки. Однак, на сьогодні виникає ряд актуальних проблемних питань, що потребують як технічного, так і тактичного вирішення [2, 5]. Зокрема:

- технічні засоби ведення хімічної розвідки, що є на озброєнні цих підрозділів, дозволяють визначити наявність БОР, НХР тільки у місці їх розташування – безпосереднього перебування розвідувальної машини, що, в свою чергу, унеможливує ведення розвідки на території противника та важкодоступній місцевості;
- повільна швидкість ведення хімічної розвідки не дозволяє охопити великі райони, а на виявлення та аналіз хімічної обстановки витрачаються значна кількість часу, сил та засобів хімічної розвідки, що зумовлює повільне надходження інформації про реальну хімічну обстановку.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Ризик застосування зброї масового знищення постійно зростає не лише через значні досягнення в галузі природничих наук і бажання їх практичного втілення (випробування), але й через тривалі конфлікти у країнах, які мають її. Особливо реальною та актуальною така небезпека стала впродовж останніх десятиліть [2, 6-9]. Загалом, загрози від хімічних, біологічних, ядерних агентів, відповідно до їх природи, можна розділити на дві категорії:

- ненавмисні (природні або випадкові радіаційні, хімічні, біологічні зараження) – наприклад, спалахи хвороб (Ебола, COVID-19), ядерні або хімічні катастрофи (аварії на Чорнобильській АЕС та Фукусімі, в Бхопалі та Тяньцзіні);
- навмисні (терористичні чи ворожі дії) – наприклад, використання хімічної зброї недержавними суб'єктами, контрабанда ядерного матеріалу або теракти [7, 9].

Багато експертів вважають, що використання БОР (хімічної зброї) як складової частини зброї масового знищення є малоімовірним, однак у випадку руйнування об'єктів, які у виробничій

діяльності використовують значні обсяги НХР, може призвести до значних втрат [6, 8, 9].

Незважаючи на те, що підрозділи РХБ розвідки збройних сил країн-членів НАТО, мають на озброєнні сучасні засоби виявлення БОР, НХР, імовірність ураження особового складу не виключається. Небезпека ураження є достатньо великою ще до початку спрацьовування приладів під час розвідки, коли тип та концентрація забруднювача невідомі. Мінімізувати або повністю виключити ураження особового складу можливо за допомогою безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та роботизованих систем. На сьогодні БПЛА, використовуючи свої незначні розміри та маневреність, уже обстежують та виявляють небезпечні зони, а встановлення на них детекторів радіоактивних і хімічних речовин дозволяє виявляти радіоактивне та хімічні зараження [10-12].

Ряд науковців [10, 12-18] вивчали можливість встановлення на БПЛА високоефективних датчиків для виявлення радіоактивних та хімічних речовин. Деякі з них було запропоновано для встановлення на квадрокоптерах для Stryker NBC RV [16] (рис. 1).

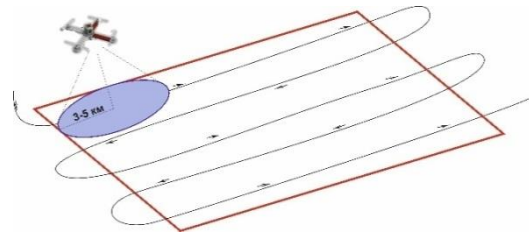


Рис. 1. Схема обстеження /сканування місцевості з платформи літального апарата на наявність отруйних речовин

Незважаючи на певні обмеження щодо застосування БПЛА для хімічного зондування, зокрема вплив коливання повітряного потоку та хімічної адсорбції [14, 17, 18] та враховуючи значний досвід ліквідації техногенних аварій у США, Німеччині та інших країнах [8, 20], застосування БПЛА для виявлення хімічного зараження є все ж таки перспективним [5, 10, 12, 14-20] і успішно використовується для оперативного виявлення ХО у визначеному районі.

Проте, на жаль, у Збройних Силах України не приділяється достатньої уваги щодо розробки БПЛА до виконання завдань радіаційного, хімічного та біологічного захисту.

### Формулювання мети статті

Метою статті є обґрунтування можливості використання безпілотних літальних апаратів для виявлення хімічної обстановки.

Основні завдання: визначити фактори збільшення імовірності виявлення БОР, НХР;

сформулювати переваги і недоліки ведення повітряної хімічної розвідки; розглянути можливі характеристики БПЛА, необхідні для обладнання сучасними засобами хімічної розвідки.

Для вирішення поставлених завдань використовували наступні загальнонаукові методи дослідження: бібліографічний, аналітичний, а також методи прогнозування і системного підходу.

### Виклад основного матеріалу

Одним із важливих показників ефективності отримання та оброблення інформації про хімічну обстановку є її достовірність, яка складається з набору ймовірностей отримання достовірних, не викривлених даних під дією різних факторів (від технічних до особистісних)

$$D = \prod_{i=1}^n P_i \quad (1),$$

де  $P_i$  – імовірність отримання достовірних даних при різних факторах  $i = 1 \dots n$ .

До таких факторів належать ступінь навченості, фізичної витривалості, психологічної стійкості та втомленості через виснажливості роботи у засобах індивідуального захисту особового складу, технічні характеристики приладів та вміння працювати із ними в різних умовах (виявлення БОР, НХР, похибка визначення, вплив сторонніх речовин, загазованість, кліматичні та метеоумови тощо). Проте, незалежно від чинників, імовірність отримання достовірної інформації про ХО повинна знаходитися в межах  $0,5 < P \leq 0,9$ .

Імовірність виявлення наявності БОР, НХР у визначеному районі силами розвідувального дозору залежить від багатьох факторів: протяжності та конфігурації маршруту, ширини смуги, яку охоплюють аналізатори хімічних приладів, швидкості руху розвідувального засобу або пішого дозору у важкодоступних місцях за визначеним маршрутом тощо [22]. Швидкість ведення хімічної розвідки, достовірність та час розвідки залежить від технічних можливостей приладів хімічної розвідки. Ці величини пов'язані між собою

$$t = \frac{-\ln(1-P) \cdot S}{u} \quad (2),$$

де  $t$  – час, впродовж якого здійснюється розвідка визначеного району, год,  $P$  – задана імовірність пошуку хімічно зараженої ділянки;  $S$  – площа пошуку (району розвідки)  $\text{км}^2$ ,  $u$  – швидкість ведення хімічної розвідки,  $\text{км}^2/\text{год}$ .

Відповідно до технічних можливостей приладів хімічної розвідки, встановлених на хімічній розвідувальній машині (РХМ), дозору РХБ розвідки, як правило, призначається район розвідки площею до  $100 \text{ км}^2$ , швидкість ведення хімічної розвідки маршруту –  $12 \text{ км}/\text{год}$ , швидкість ведення розвідки

району –  $24 \text{ км}^2/\text{год}$ . Впродовж 1 години ймовірність виявлення наявності БОР, НХР у визначеному районі силами наземного розвідувального дозору РХБ розвідки відповідно до формули 2 становитиме

$$P = 1 - e^{-\frac{t \cdot u}{S}} \quad (3),$$

$$P = 1 - e^{-\frac{1 \cdot 24}{100}} = 0,21.$$

Як бачимо, ймовірність виявлення БОР, НХР у визначеному районі є досить низькою.

Підвищити оперативність та імовірність виявлення БОР (НХР) у районі розвідки можна за рахунок використання повітряних засобів хімічної розвідки. Вони мають ряд переваг перед наземною хімічною розвідкою, зокрема: мобільність, оперативність, спроможність виявляти хімічне зараження на великих площах у стислі терміни. Швидкість ведення маршруту хімічної розвідки збільшується до  $130 \text{ км}/\text{год}$ .

Повітряна розвідка також передбачає:

- виявлення хімічного зараження місцевості та повітря;

- визначення типу БОР, НХР, часу і місце зараження;

- встановлення обмежень зон (районів, ділянок) хімічного зараження, знаходження шляхів їх обходження та виявлення незаражених напрямків, маршрутів і ділянок (районів) місцевості;

- орієнтовне позначення напрямку виходу з району (ділянки) зараження сигнальними авіаційними бомбами;

- ведення розвідки в ізольованих та важкодоступних для наземної хімічної розвідки районах;

- передачу виявленого хімічного зараження у ході розвідки до розрахунково-аналітичних станцій (розрахунково-аналітичних груп) та зацікавлених штабів;

- здійснення відбору проб води, повітря, ґрунту, рослинності у визначених місцях та передача їх до спеціалізованої лабораторії.

Враховуючи технічні характеристики повітряних засобів, зокрема швидкість ведення розвідки району до  $260 \text{ км}^2/\text{год}$  [5], конфігурацію маршруту «паралельним галсируванням» або «бустрофедоном» при інтервалі між галсами у  $0,5-1,0 \text{ км}$ , імовірність виявлення хімічного зараження на площі у  $100 \text{ км}^2$ , за одну годину

$$P = 1 - e^{-\frac{1 \cdot 260}{100}} = 0,92.$$

Як бачимо, ймовірність виявлення БОР, НХР засобами повітряної хімічної розвідки зростає майже у 4 рази і повністю задовольняє визначені умови.

Однак використовувати повітряні засоби для хімічної розвідки на малих площах (100 км<sup>2</sup>) не доцільно. Тому для забезпечення заданої ефективності пошуку  $P$  бажано розраховувати час, що витратиться на пошук району зараження. Відповідно, при ймовірності 90%, час, необхідний для обстеження району у 100 км<sup>2</sup>, засобами наземної розвідки становить за формулою 1:

$$t = \frac{-\ln(1-0,9) \cdot 100}{24} = 11,5 \text{ год},$$

а, засобами повітряної розвідки:

$$t = \frac{-\ln(1-0,9) \cdot 100}{260} = 0,9 \text{ год}.$$

Проте для засобів повітряної хімічної розвідки, це час «чистого» сканування місцевості, тобто не враховується час, необхідний для зависання, посадки та зупинки двигунів.

На сьогодні повітряна хімічна розвідка ведеться, як правило, тільки гелікоптерами. Використання засобів повітряної хімічної розвідки таких як МИ-24р, обладнаного військовими приладами хімічної розвідки, автоматичними газосигналізаторами (наприклад, ГСА-12), автономною системою відбору проб, комплектом відбору проб тощо, значно підвищує оперативні можливості виявлення ХО [5, 18, 19]. Ведення повітряної хімічної розвідки першочергово вимагає врахування певних моментів.

По-перше, у ході ведення хімічної розвідки оператор  $PXB$  розвідки повинен визначити місця для знімання показників з приладів хімічної розвідки. Для цього розрахунок гелікоптера МИ-24р візуально здійснює огляд місцевості у ході розвідки і приймає рішення щодо уточнення наявності зараження. Можливі місця зависання та посадки гелікоптера можуть визначатися завчасно при підготовці до ведення повітряної хімічної розвідки. Відповідно, для уточнення наявності хімічного зараження БОР, НХР розрахунок гелікоптера МИ-24р повинен «зависнути» у визначеному місті або зробити посадку, а для виключення можливих похибок при виявленні наявності хімічного зараження – зупинити несучий гвинт. Детальне виявлення хімічної обстановки у районі посадки здійснюється оператором радіаційної, хімічної і біологічної розвідки з виходом із гелікоптера та веденням розвідки у пішому порядку. Реалізації у повному обсязі маневрених і швидкісних характеристик МИ-24р заважатимуть і певні технічні моменти (посадка у важкодоступних місцях, погодні умови тощо).

По-друге, на швидкість ведення розвідки буде впливати якість проведення індикації БОР, НХР у приземному шарі повітря. Зниження ефективності виявлення БОР, НХР спричинене:

- низькою швидкістю приладів (ГСА-12);
- значною різницею концентрації парів НХР у приземному шарі повітря і на висоті польоту

гелікоптера МИ-24р у ході ведення хімічної розвідки місцевості;

- вплив роботи несучого гвинта МИ-24р на концентрацію парів БОР, НХР у приземному шарі повітря, яка змінюється при зависанні гелікоптера. За рахунок зміни градієнта швидкості переміщення БОР, НХР, що виникає між лопатями гвинта та повітряними потоками, спотворюють дані щодо їхньої наявності та концентрації [13, 14, 17].

По-третє, на даний час у Збройних Силах України засоби повітряної хімічної розвідки практично відсутні, а ті що залишились – фізично і морально застаріли. Певні складності при виявленні наявності БОР, НХР у ході повітряної розвідки негативно впливають на психологічний стан особового складу. Крім того, бойове навантаження на екіпаж гелікоптера може складати 4 ÷ 6 вильотів впродовж перших двох-трьох діб бойових дій і 3 ÷ 4 вильоти на добу у наступні дні з загальною тривалістю не більше 10 год, що теж матиме свої негативні наслідки.

Підсумовуючи, можемо виокремити наступні основні проблемні питання, які виникають під час використання пілотованих засобів хімічної розвідки і потребують вирішення:

- уточнення типу БОР, НХР, взяття проб ґрунту, води, рослинності потребують або зависання, або посадки та зупинку несучого гвинта гелікоптера;
- психологічне навантаження на особовий склад розрахунку гелікоптера;
- захист оператора радіаційної, хімічної, біологічної розвідки від впливу БОР, НХР у ході розвідки;
- висока вартість пілотованих засобів повітряної хімічної розвідки (розробка, виготовлення, експлуатація, модернізація тощо) знижують рентабельність та доцільність використання пілотованих засобів хімічної розвідки.

У збройних силах провідних країн для вирішення не лише цих питань, а й інших бойових завдань при підготовці та у ході ведення бойових дій широко використовують різноманітні БПЛА [5, 10, 11, 14, 16].

Найбільш прийнятними платформами для розміщення сучасних засобів ведення повітряної хімічної розвідки є БПЛА гелікоптерного типу (наприклад, SkeldarV-200, INDELA-I.N.SK.Y, CAMCOPTERS-100 [9, 15, 16]), льотно-технічні характеристики яких наведено у табл. 1. Відповідно до технічних характеристик необхідним є також і можливість дообладнання засобами для відбору проб ґрунту, рослинності, води, повітря, визначення координат меж зараження, постійна передача отриманої інформації. Зазначені БПЛА забезпечуються уніфікованими системами збору, обробки, аналізу та передачі розвідувальної інформації у реальному часі, створених спеціально для забезпечення функціонування зв'язку між повітряними засобами спостереження та розвідки, а також наземною комп'ютеризованою системою управління, зв'язку та збору інформації.

Відповідно до даних, наведених у табл. 1, оптимальними характеристиками БПЛА гелікоптерного типу, на які можливе встановлення сучасних засобів хімічної розвідки, будуть наступні: довжина – до 5 м, маса корисного спорядження – до 50 кг, максимальна швидкість – 200 км/год, крейсерська швидкість – до 150 км/год.

Таблиця 1

**Льотно-технічні характеристики БПЛА гелікоптерного типу**

Характеристики	БПЛА <sup>1</sup>		
	1	2	3
Діаметр несучого гвинта, м	4,62	3,16	3,4
Довжина, м	5,20	3,05	3,10
Висота, м	1,30	1,35	1,04
Маса, кг: порожнього	235	115	100
корисного навантаження	40	25	50
Злітна вага, кг	275	140	200
Швидкість, км/год:			
максимальна	140	-	222
крейсерська	120	75	185
Час польоту, год	5	5	6
Радіус дії, км	90	140	90
Статична стеля, м	3000	1500	5486
<b>Примітки.</b> <sup>1</sup> : 1–Skeldar V-200; 2 –INDELA-I.N.SKY 3 –CAMCOPTER S- 100			

Технічні засоби хімічної розвідки, які використовуються на даний час у пілотованих літальних апаратах (зокрема у МІ-24р) не можуть бути встановлені БПЛА, оскільки:

- вони не відповідають вимогам сьогодення;
- їхні габаритно-вагові характеристики переважають допустиму масу спорядження на БПЛА;
- технічні характеристики засобів не збігаються з сучасними технічними засобами автоматичної передачі даних хімічної розвідки.

Підвищити можливості підрозділів РХБ розвідки щодо оперативності виявлення хімічної обстановки, можна за рахунок дообладнання/обладнання РХМ підрозділів РХБ розвідки, засобів повітряної розвідки приладами, що аналізують (ідентифікують) БОР, НХР за допомогою методу пасивної інфрачервоної Фур'є-спектрометрії (Фур'є-ІЧС) як це робиться у збройних силах країн-членів НАТО [23-26]. Технічні характеристики приладів пасивної Фур'є-ІЧС (табл. 2) дозволяють визначати наявність БОР (НХР) на великій відстані, при низьких концентраціях та практично у реальному масштабі часу. Вони, за рахунок своїх експлуатаційних властивостей та габаритно-вагових характеристик, можуть встановлюватись як на наземних, так і на повітряних платформах. На сьогодні ведуться розробки нових хімічних датчиків розміром із мікросхему для виявлення БОР, НХР і встановлення на квадрокоптерах з малою масою та незначними розмірами [13, 14].

Досить поширеними Фур'є-ІЧС, що встановлені на рухомих чи повітряних засобах розвідки у провідних країнах-членів НАТО є RAPID Plus Control 2.0 VOM, Second Sight MS, Joint Service Lightweight Standoff Chemical Agent Detect [22-26]. Дообладнання наземних засобів ведення розвідки Фур'є-ІЧС значно підвищують їхні можливості з виявлення наявності БОР, НХР і зменшують час на ведення розвідки.

Розміщення на борту БПЛА гелікоптерного типу сучасних приладів за рахунок їхніх технічних можливостей Фур'є-ІЧС (дальності виявлення наявності БОР (НХР) до 5 км, швидкодії – 1-2 с) (табл. 2) дозволяють проведення хімічної розвідки зі швидкістю 70-180 км/год. Таким чином, можливість з ведення хімічної розвідки (виявленню хімічної обстановки в районі) буде складати 200÷500 км<sup>2</sup>/год залежно від типу БПЛА. Імовірність виявлення у цих умовах може досягати до 98%.

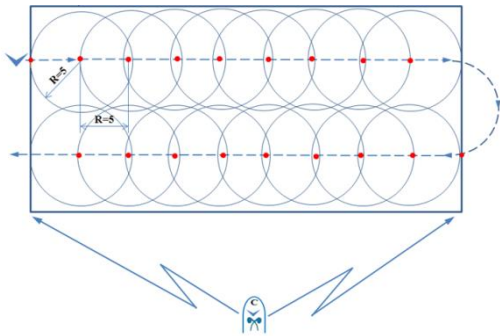
Таблиця 2

**Порівняльна таблиця тактико-технічних характеристик дистанційних засобів виявлення НХР**

Показники	Прилади <sup>1</sup>				
	1	2	3	4	5
Дальність виявлення, км	до 5	2÷5	до 5	до 5	3
Імовірність виявлення	-	0,9	0,9	0,9	0,9
Час виявлення БОР (НХР) <sup>2</sup> , с	< 2,0	<2,0	<1,0	1,0	1,0
Спектральний діапазон, мкм	3÷18	8 ÷ 14	4÷6	8÷12	7÷14
Спектральна роздільна здатність, см <sup>-1</sup>	560 ÷ 3300	700 ÷ 1300	800 ÷ 1200	700 ÷ 1400	
Огляд простору за азимутом/кутом, град	60/360	15; 60/180; 360	-10 ÷ +50/360	-10 ÷ +50/360	-15 ÷ +45/360
Час кругового сканування в режимі виявлення, хв	4,0	3,0	3,0	3,0	5,0
Час виходу на сталий режим роботи, хв	7-10	5-10	10	5-10	15
Час безперервної роботи, год	-	3	10	-	8
Діапазон робочих температур, °С	-32 ÷ +49	-20 ÷ +50	-18 ÷ +50	-32 ÷ +49	-20 ÷ +40
Кількість речовин, шт.	>100	>50	>96	>100	20
Вага, кг	61	10,2	~30	~25	100
Живлення, В	220	АКБ	20 ÷ 28	~28А ~115-220	24-28А
<b>Примітки:</b> <sup>1</sup> : 1 – I-SCAD Standoff Chemical Agent Detector; 2 – Second Sight MS; 3 – RAPID plus Control 2.0 VOM; 4 – Joint Service Lightweight Standoff Chemical Agent Detector; 5 – ПХРДД-2; <sup>2</sup> : час виявлення при попаданні об'єкта дослідження (БОР, НХР) у полі дальності дії приладу; АКБ – акумуляторна батарея					

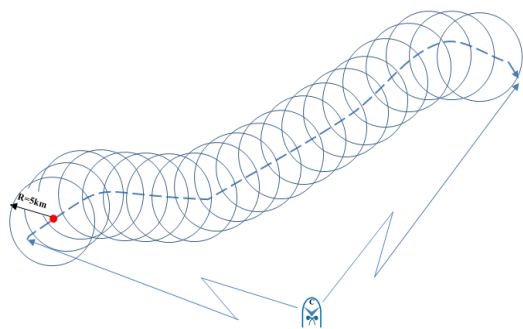
Одним з критерієм ефективності ведення хімічної розвідки, як уже зазначалось, буде час, витрачений на виявлення ХО. При виявленні хімічного зараження протягом 1÷2 с видається результат про тип і концентрацію БОР, НХР, оскільки у базі даних цих приладів знаходиться інформація від 20 до 100 (залежно типу приладу) видів отруйних речовин. Теоретично, відділення РХБ розвідки, яке визначає БОР, НХР за допомогою засобів Фур'є-ІЧС встановлених на БПЛА гелікоптерного типу витратитиме ~0,6 год.

Порядок застосування БПЛА гелікоптерного типу, споряджених приладами Фур'є-ІЧС, враховуючи технічні характеристики (імовірність виявлення НХР – 90%, дальність виявлення – до 5 км, час кругового сканування місцевості – до 3 хв), буде наступним: сканування, стрибок (переліт) на 3÷5 км, сканування, наступний переліт на 3÷5 км і так далі за визначеним маршрутом (завданням). Варіанти визначення ХО наведені на рис. 2 та рис. 3.



● - точки зависання та сканування навколишнього середовища БПЛА (зупинка хімічного розвідувального дозору)

Рис. 2. Схема руху БПЛА (дозору РХБ розвідки) для виявлення хімічного зараження ділянки місцевості (варіант 1)



● - точка початкового сканування навколишнього середовища БПЛА (дозору РХБ розвідки)

Рис. 3. Схема руху БПЛА (дозору РХБ розвідки) при розвідці маршруту (варіант 2)

Відповідно до варіанта 1 (рис. 2) БПЛА на кордоні району розвідки зависає на висоті 30÷50 м і впродовж трьох хвилин сканує навколишнє середовище за азимутом та кутом місця. При

відсутності зараження БПЛА пересувається у напрямку ведення розвідки на максимальній швидкості на відстань сканування (зависає) і знову робить сканування довкілля. Пошук проводять до тих пір, поки не буде виявлено хімічне зараження або повністю обстежена визначена ділянка (площа).

Якщо хімічне зараження буде виявлене, то інформація про зараження, тип БОР чи НХР (проба ґрунту, рослинності відбирається за потребою), координати межі хімічного зараження передаються на базову станцію в режимі реального часу. Наземне відділення РХБ розвідки діятиме аналогічно.

Варіант 2 показує можливість ведення хімічної розвідки зі сталою (визначеною) швидкістю (рис. 3). Сканування території та виявлення зараження, інформування про наявність БОР, НХР ведеться постійно.

Швидкість ведення розвідки в обох випадках буде обмежена швидкістю пересування платформи, на якій встановлений пасивний Фур'є-ІЧС і часом сканування приладу.

Однак інфрачервоні спектрофотометри мають певні недоліки, які необхідно враховувати під час виявлення ХО. Зокрема, приладами інфрачервоної спектрометрії БОР, НХР з високою температурою кипіння та низькою леткістю або у стані аерозолу не виявляються. Вони можуть виявляти БОР, НХР, які перебувають у пароподібному або газуватому стані. Це можливо лише у момент застосування хімічної зброї або руйнування ємностей з НХР, тобто при утворенні первинної хмари.

Ідентифікувати токсичні речовини у вторинній хмарі цими приладами, встановленими на БПЛА гелікоптерного типу, можна за рахунок створення низхідного повітряного потоку від роботи гвинтів. Це дозволить підвищити випаровування токсичної речовини і створити відповідну концентрацію у повітрі, яка визначається приладом. Отримати необхідну для виявлення концентрацію БОР, НХР, що мають низьку леткість, можна шляхом штучного випаровування за рахунок електромагнітного випромінювання у надвисокочастотному діапазоні з частотою, яка відповідає спектру поглинання ідентифікованої речовини. Крім того, необхідно враховувати не лише концентрацію забруднювача, а й довжину оптичного шляху через хмару БОР, НХР та градієнт температур між повітряними потоками та в середині хмари.

## Висновки

Початок двадцять першого сторіччя у тактиці бойових дій характеризується змінами, пов'язаними із масовим застосуванням БПЛА різного призначення. Цьому сприяє гібридність, ефективність та швидкоплинність ведення бойових дій. Відповідно, вимоги щодо отримання інформації з поля бою з різних

джерел і в реальному режимі, часу на прийняття рішення при веденні бойових дій стають жорсткішими. Цього можна досягнути за рахунок підвищення достовірності та оперативності ведення всіх видів розвідки, включаючи і хімічну.

Встановлено, що імовірність виявлення хімічної обстановки залежить від ступеня навченості, фізичної витривалості, психологічної стійкості та втомленості особового складу розвідувального дозору, технічних характеристик приладів, встановлених на засобах розвідки, швидкості руху розвідувального засобу за визначеним маршрутом. Можливості підрозділів РХБ розвідки щодо достовірності та оперативності виявлення хімічної обстановки значно підвищуються за рахунок ведення повітряної розвідки БПЛА та обладнання засобів наземної та повітряної розвідки приладами, що ідентифікують БОР, НХР за допомогою методу пасивної інфрачервоної Фур'є-спектрометрії.

Використання БПЛА з комплексом засобів пасивної інфрачервоної спектрометрії та системою автоматизованої передачі даних у реальному масштабі часу на сьогодні є оптимальним варіантом, оскільки:

- збільшується імовірність виявлення БОР, НХР у визначеному районі;
- знижується морально-психологічне виснаження та ризик ураження особового складу;
- зменшується час на ведення хімічної розвідки і, відповідно збільшує час на реакцію підрозділів на хімічну загрозу.

Для встановлення сучасних засобів хімічної розвідки, зокрема приладів пасивної Фур'є-ІЧС, БПЛА гелікоптерного типу повинні відповідати наступним вимогам: довжина – до 5 м, маса корисного спорядження – до 50 кг, крейсерська швидкість – 150 км/год.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на:

- пошук нових способів ведення повітряної хімічної розвідки, що базуються на використанні сучасних засобів хімічної розвідки та застосовуються у збройних силах країн НАТО.
- вибору оптимальної платформи БПЛА для розміщення на ній засобів ведення хімічної, радіаційної і біологічної розвідки та засобів автоматичного відбору проб ґрунту, води, рослинності із взаємодіючою системою автоматизованої передачі даних у реальному масштабі часу тощо.

### Список літератури

1. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 2 вересня 2015 року «Про нову редакцію Воєнної доктрини України»: Указ Президента України від

- 24.09.2015 № 555/2015. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555/2015> (дата звернення 10.01.2021)
2. Сипко В. Г., Мітіна Н. Б., Плис М. М. Радіаційний і хімічний захист як складова комплексних заходів захисту населення і територій в умовах надзвичайних ситуацій. *Строительство, материаловедение, машиностроение. Серия: Безопасность жизнедеятельности*. 2016. № 93. С. 241-247.
3. Настанова з радіаційного, хімічного, біологічного захисту Збройних Сил України, затверджена наказом ГШ Збройних Сил України від 15.08.2017 № 09.
4. Довідник офіцера військ радіаційного, хімічного, біологічного захисту. Харків: Харківський політехнічний інститут. 2005. 275 с.
5. Коробка В. П., Журавський О. М., Ткаченко В. В. Підвищення ефективності ведення радіаційної, хімічної та біологічної розвідки шляхом застосування безпілотних літальних апаратів. *Наука і оборона*. 2013. № 2. С.29-34.
6. Spilý P. and Labuzík M. (2016), CBRN terrorism as the existing security threat. *Kultura Bezpečnosti. Nauka – Práctyka – Refleksje*. no 21, pp. 247-259.
7. Shea D. A. (2013), Chemical Weapons: A Summary Report of Characteristics and Effects. *Congr. Res. Serv.* pp. 1-15.
8. Joint Service chemical and Biological defense Program FY 08–09 overview URL: [https://fas.org/biosecurity/resource/documents/dod\\_08-09\\_jnt\\_service\\_chem\\_bio\\_def\\_prog.pdf](https://fas.org/biosecurity/resource/documents/dod_08-09_jnt_service_chem_bio_def_prog.pdf) (accessed: 05.12.2020).
9. Kaunert C. and Sarah L. (2019), The European Union's response to the CBRN terrorist threa. *A multiple streams approach Politique européenne*. №3. (No 65), p. 148-177. DOI: <https://doi.org/10.3917/poeu.065.0148> URL: <https://www.cairn-int.info/journal-politique-europeenne-2019-3-page-148.htm> (accessed: 15.12.2020).
10. Канченко В. Я., Карнаушенко Р. В., Ключников О. О., Мариношенко О. П., Чепур М. Л. Безпілотні літальні апарати радіаційної розвідки і сільськогосподарського призначення: монографія. Чорнобиль: ПІБАЕС. 2015. 180 с.
11. Restas A. (2015), Drone Applications for Supporting Disaster Management. *World Journal of Engineering and Technology*. № 3. pp. 316-321. DOI: <https://doi.org/10.4236/wjet.2015.33C0477>.
12. Бакин Э. Н., Петрикин А. Н., Колесов Д. Г. Применение беспилотных летательных аппаратов вертолетного типа при организации воздушной радиационной и химической разведки. *Воздушно-космические силы. Теория и практика*. 2017. № 3. С. 7-14.
13. Giovanni Di., Fumian F. and Malizia A. (2019), Application of miniaturized sensors to Unmanned Aerial Vehicles, a new pathway for the survey of critical areas. *Journal of Instrumentation*. March 2019. Volume 14. 5th International Conference Frontiers in Diagnostics Technologies (ICFDT).
14. Sangwon Do., Myeongjae L. and Jong-Seon K. (2020), The Effect of a Flow Field on Chemical Detection Performance of Quadrotor Drone. *Sensors*. № 20. pp. 3262. DOI: <https://doi.org/10.3390/s20113262> [www.mdpi.com/journal/senor](http://www.mdpi.com/journal/senor)
15. Neumann P.P., Bennetts V.H., Lilienthal A.J., Bartholmai M. and Schiller J.H. (2013), Gas source localization with a micro-drone using bio-inspired and particle filter-based algorithms. *Advanced Robotics*. № 27:9. pp. 725-738. DOI: <https://doi.org/10.1080/01691864.2013.779052>
16. Cascio J., Hale M., Owens A. Swann S., Weliver A. and Jiménez J. (2019), Creating a Decision Support Tool for the Stryker NBC RV. In Proceedings of the Annual General Donald R. Keith Memorial Conference. *A Regional*

*Conference of the Society for Industrial and Systems Engineering*, West Point, NY, USA. 2 May 2019.

17. Sørense, L.Y., Jacobsen L.T. and Hansen J.P. (2017), Low Cost and Flexible UAV Deployment of Sensors. *Sensors*. № 17. pp. 154. DOI: <https://doi.org/10.3390/s17010154>.

18. Fahad H.M., Shiraki H., Amani M., Zhang C., Hebbar V.S., Gao W., Ota H., Hettick M., Kiriya D., Chen Y.Z., et al. (2017), Room temperature multiplexed gas sensing using chemical-sensitive 3.5-nm-thin silicon transistors. *Sci. Adv.* № 3, e1602557. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.1602557>.

19. Тытук С., Копаев В. Существующее состояние и проблемные вопросы организации воздушной радиационной, химической и биологической разведки в Вооруженных Силах Российской Федерации. *Армейский сборник*. 2019. № 3. С. 57-63.

20. Бакин Э.Н., Копаев В.И., Кудряшов А.С. Проблемные вопросы и перспективы развития системы воздушной радиационной, химической и биологической разведки местности и воздушного пространства. *Воздушно-космические силы. Теория и практика*. 2017. № 2. С. 7-16.

21. Лапиньш В.Д. Применение БПЛА в условиях чрезвычайных ситуаций. *Гражданская защита*. 2009. № 1. С. 44-47.

22. Shmatov Y., Martyniuk I., Stadnichuk O., Nikonets I., Homyak K., Larionov V. and Matveiev G. Action of NBC reconnaissance units during search for small sites of radioactive contamination. *Військово-технічний збірник*. Львів: НАСВ. 2020. № 22. С. 74-81. DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.22.2020.74-81>

23. Popa M. O. and Griffin M. (2012), T. I-SCAD standoff chemical agent detector overview. *Proc. SPIE* 8358. Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives (CBRNE) Sensing XIII, 83581W (4 May 2012); DOI: <https://doi.org/10.1117/12.914700>

24. Ditillo J.T., Gross R.L., Althouse M. L.G., Lagna W.M., Loerop W.R., Deluca P., Quinn T.G. and Grim L.B. (1995), Lightweight standoff chemical agent detector. *Proc. SPIE* 2366, *Optical Instrumentation for Gas Emissions Monitoring and Atmospheric Measurements*, (10 February). SPIE Vol. 2366. P.165-173. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.205556>

25. Second Sight MS. Standoff Real Time Gas Detector. URL: <https://www.bertin-instruments.com/product/gas-detection/secondsight-ms-camera>. (accessed: 15.12.2020).

26. Majder-Łopatka M., Rogula-Kozłowska W. and Wąsik W. (2018), The application of stand-off infrared detection to identify air pollutants. *E3S Web of Conferences EKO-DOK 2018*, DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184400104>

## References

1. Decree of the President of Ukraine (2015), "Pro rishennya Rady natsional'noyi bezpeky i oborony Ukrainy vid 2 veresnya 2015 roku «Pro novu redaktsiyu Voyennoyi doktryny Ukrainy»». [On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine «On the new version of the Military Doctrine of Ukraine» 24.09.2015]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555/2015> (Accessed 10 January 2021). [in Ukrainian].

2. Sipko V.G., Mitina N.B., Plis N.M. (2016), "Radiatsiyu i khimichnyy zakhyst yak skladova kompleksnykh zakhodiv zakhystu naseleण्या i terytoriy v umovakh nadzvychaynykh sytuatsiy" [Radiation and chemical protection as a component of complex measures of protection of the population and territories in emergency situations]. *Construction, materials science, mechanical engineering. Series: Safety of Life*. No. 93. P.241-247. [in Ukrainian].

3. Approved by the order of the General Staff of the Armed Forces of Ukraine (2017), "Nastanova z radiatsiynoho, khimichnoho, biolohichnoho zakhystu Zbroynykh Syl Ukrainy" [Instruction on radiation, chemical, biological protection of the Armed Forces of Ukraine]. 15.08.2017. № 09. [in Ukrainian].

4. Handbook (2005), "Dovidnyk ofitsera viys'k radiatsiynoho, khimichnoho, biolohichnoho zakhystu" [Handbook of the officer of troops of radiation, chemical, biological protection]. Kharkiv: Kharkiv Polytechnic Institute. 275 p. [in Ukrainian].

5. Korobka V.P., Zhuravsky O.M. and Tkachenko V.V. (2013), "Pidvysychennya efektyvnosti vedennya radiatsiynoyi, khimichnoyi ta biolohichnoyi rozvidky shlyakhom zastosuvannya bezpilotnykh lital'nykh aparativ" [Improving the efficiency of radiation, chemical and biological reconnaissance through the use of unmanned aerial vehicles]. *Science and defense*. № 2. P. 29-34. [in Ukrainian].

6. Spilý P. and Labuzik M. (2016), CBRN terrorism as the existing security threat. *Kultura Bezpieczeństwa. Nauka – Praktyka – Refleksje*, no 21, p. 247-259.

7. Shea D. A. (2013), Chemical Weapons: A Summary Report of Characteristics and Effects. *Congr. Res. Serv.* pp. 1-15.

8. Joint Service chemical and Biological defense Program FY 08–09 overview. URL: [https://fas.org/biosecurity/resource/documents/dod\\_08-09\\_jnt\\_service\\_chem\\_bio\\_def\\_prog.pdf](https://fas.org/biosecurity/resource/documents/dod_08-09_jnt_service_chem_bio_def_prog.pdf) (Accessed 05 December 2020).

9. Kaunert C. and Sarah L. (2019), The European Union's response to the CBRN terrorist threa. *A multiple streams approach Politique européenne*. № 3. (No 65), p. 148-177. DOI: <https://doi.org/10.3917/poeu.065.0148> URL: <https://www.cairn-int.info/journal-politique-europeenne-2019-3-page-148.htm> (Accessed 15 December 2020).

10. Kanchenko V.Ya. Karnaushenko R.V., Klyuchnikov O.O., Marinoshenko O.P. and Chepur M.L. (2015), "Bepilotni lital'ni aparaty radiatsiynoyi rozvidky i sil's'kohospodars'koho pryznachennya" [Unmanned aerial vehicles for radiation reconnaissance and agricultural use]: monograph; Chernobyl: Institute for Nuclear Safety, 2015. 180 p. [in Ukrainian].

11. Restas A. (2015), Drone Applications for Supporting Disaster Management. *World Journal of Engineering and Technology*, № 3. p. 316-321. DOI: <https://doi.org/10.4236/wjet.2015.33C0477>

12. Bakin E.N., Petrikin A.N. and Kolesov D.G. (2017), "Primeneniye bespilotnykh letatel'nykh apparatov vertoletnogo tipa pri organizatsii vozduzhnoy radiatsionnoy i khimicheskoy razvedki" [The use of unmanned aerial vehicles of the helicopter type in the organization of airborne radiation and chemical reconnaissance]. *Air and space forces. Theory and practice*. № 3. Pp. 7-14. [in Russian]

13. Giovanni Di., Fumian F. and Malizia A. (2019). Application of miniaturized sensors to Unmanned Aerial Vehicles, a new pathway for the survey of critical areas. *Journal of Instrumentation*. Volume 14. 5th International Conference Frontiers in Diagnostics Technologies (ICFDT)

14. Sangwon Do., Myeongjae L. and Jong-Seon K. The Effect of a Flow Field on Chemical Detection Performance of Quadrotor Drone. *Sensors* 2020. 20. p. 3262; DOI: <https://doi.org/10.3390/s20113262>

15. Neumann P.P., Bennetts V.H., Lilienthal A.J., Bartholmai M. and Schiller J.H. (2013), Gas source localization with a micro-drone using bio-inspired and particle filter-based algorithms. *Advanced Robotics*. № 27:9. pp. 725-738. DOI: <https://doi.org/10.1080/01691864.2013.779052>

16. Cascio J., Hale M., Owens A. Swann S., Weliver A. and Jiménez J. (2019), Creating a Decision Support Tool for the Stryker NBC RV. In Proceedings of the Annual General Donald R. Keith Memorial Conference. *A Regional*



*Conference of the Society for Industrial and Systems Engineering*, West Point, NY. USA. 2 May 2019.

17. Sørensen, L.Y., Jacobsen L.T. and Hansen J.P. (2017), Low Cost and Flexible UAV Deployment of Sensors. *Sensors*. 17. p. 154. DOI: <https://doi.org/10.3390/s17010154>

18. Fahad H.M., Shiraki H., Amani M., Zhang C., Hebbbar V.S., Gao W., Ota H., Hettick M., Kiriya D., Chen Y.Z., et al. (2017), Room temperature multiplexed gas sensing using chemical-sensitive 3.5-nm-thin silicon transistors. *Sci. Adv.* № 3 e1602557. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.1602557>

19. Tytyuk S. and Kopaev V. (2019), "Sushchestvuyushcheye sostoyaniye i problemnyye voprosy organizatsii vozdushnoy radiatsionnoy, khimicheskoy i biologicheskoy razvedki v Vooruzhennykh Silakh Rossiyskoy Federatsii" [The current state and problems of the organization of air radiation, chemical and biological reconnaissance in the Armed Forces of the Russian Federation]. *Army collection*. № 3. P. 57-63. [in Russian]

20. Bakin E.N., Kopaev V.I. and Kudryashov A.S. (2017), "Problemnyye voprosy i perspektivy razvitiya sistemy vozdushnoy radiatsionnoy, khimicheskoy i biologicheskoy razvedki mestnosti i vozdushnogo prostranstva" [Problematic issues and prospects for the development of the system of aerial radiation, chemical and biological reconnaissance of the area and airspace]. *Air and space forces. Theory and practice*. № 2. Pp. 7-16. [in Russian]

21. Lapinsh V.D. (2009), "Primeneniye BPLA v usloviyakh chrezvychaynykh situatsiy" [Application of DPL in

emergency situations]. *Civil protection*. № 1. pp. 44-47. [in Russian]

22. Shmatov Y., Martyniuk I., Stadnichuk O., Nikonets I., Homyak K., Larionov V. and Matveiev G. (2020), Action of NBC reconnaissance units during search for small sites of radioactive contamination. *Military-Technical Collection*. Lviv: NASV. № 22. pp. 74-81. DOI: <https://doi.org/10.33577/2312-4458.22.2020.74-81>

23. Popa M. O. and Griffin M. T. (2012), *I-SCAD standoff chemical agent detector overview*. Proc. SPIE 8358. Chemical, Biological, Radiological, Nuclear, and Explosives (CBRNE) Sensing XIII, 83581W DOI: <https://doi.org/10.1117/12.914700>

24. Dittillo J.T., Gross R L., Althouse M.L.G., Lagna W.M., Loerop W.R., Deluca P., Quinn T.G. and Grim L.B. (1995), *Lightweight standoff chemical agent detector*. Proc. SPIE 2366, Optical Instrumentation for Gas Emissions Monitoring and Atmospheric Measurements, SPIE Vol. 2366. P. 165-173. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.205556>

25. Second Sight MS. Standoff Real Time Gas Detector. URL: <https://www.bertin-instruments.com/product/gas-detection/secondsight-ms-camera> (Accessed 15 December 2020).

26. Majder-Łopatka M., Rogula-Kozłowska W. and Wąsik W. (2018), The application of stand-off infrared detection to identify air pollutants. *E3S Web of Conferences EKO-DOK* DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20184400104>

## ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ

Е.М. Шматов, И.М. Мартынюк, Е.Н. Стадничук, В.В. Ларионов, И.И. Никонец

*Гибридность ведения, эффективность и скоротечность боевых действий зависит от многих факторов, в частности возможности постоянно получать информацию с поля боя, времени на принятие решения и четкого выполнения поставленных задач. Этого можно достичь за счет повышения оперативности ведения всех видов разведки, включая и химическую. В статье обоснованы перспективы использования беспилотных летательных аппаратов для обнаружения химического заражения при ведении химической разведки подразделениями радиационной, химической и биологической разведки. Установлено, что вероятность обнаружения химической обстановки зависит от степени обученности, физической выносливости, психологической устойчивости и усталости личного состава разведывательного дозора, технических характеристик приборов, установленных на средствах разведки, скорости движения разведывательного средства или пешего дозора в труднодоступных местах по определенному маршруту. Возможности подразделений радиационной, химической и биологической разведки по оперативности выявления химической обстановки значительно повышаются за счет ведения воздушной разведки беспилотными летательными аппаратами и оборудования средствами наземной и воздушной разведки приборами, которые идентифицируют как боевые отравляющие вещества так и опасные химические вещества. Показано, что использование БПЛА в комплексе со средствами пассивной инфракрасной спектроскопии и системой автоматизированной передачи данных в реальном масштабе времени на сегодня является оптимальным вариантом. Поэтому вероятность обнаружения боевых отравляющих веществ (опасных химических веществ) в определенном районе будет увеличиваться, а время на ведение химической разведки – уменьшаться, что, соответственно, будет увеличивать время реакции подразделений на химическую угрозу. Для установки современных средств химической разведки, в частности приборов пассивной Фурье-ИЧС, БПЛА вертолетного типа должны отвечать следующим требованиям: длина – до 5 м, масса полезного снаряжения – до 50 кг, крейсерская скорость – 150 км/ч. Кроме того, будет уменьшаться моральное истощение и риск поражения личного состава. Приведены вероятный порядок применения беспилотных летательных аппаратов вертолетного типа, снаряженных современными приборами.*

**Ключевые слова:** РХБ разведка, БПЛА, химическая обстановка, боевые отравляющие вещества, опасные химические вещества

## APPLICATION OF UNMANNED AIRCRAFT FOR DETECTION OF CHEMICAL SITUATION

E. Shmatov, I. Martyniuk, O. Stadnichuk, V. Larionov, I. Nikonets

*Hybrid conduct, efficiency and rapidity of hostilities depend on many factors, including the ability to constantly receive information from the battlefield, time to make decisions and clear implementation of tasks. This can be achieved by increasing the efficiency of all types of reconnaissance, including chemical. The article substantiates the prospects of using unmanned aerial vehicles to detect chemical contamination during chemical reconnaissance by radiation, chemical and biological reconnaissance units. It is established that the probability of detecting a chemical situation depends on the degree of training, physical*

---

---

*endurance, psychological stability and fatigue of reconnaissance patrol personnel, technical characteristics of devices installed on reconnaissance vehicles, speed of reconnaissance vehicle or pedestrian patrol in hard-to-reach places. The capabilities of radiation, chemical and biological reconnaissance units to quickly detect chemical conditions are significantly enhanced by conducting air reconnaissance by unmanned aerial vehicles and equipping ground and air reconnaissance devices with devices that identify both combat poisons and hazardous chemicals. It is shown that the use of UAVs with a set of passive infrared spectrometry and automated real-time data transmission system is currently the best option, as the probability of detecting war poisons (hazardous chemicals) in a given area increases, and time for chemical reconnaissance - decreases, which, accordingly, increases the response time of units to a chemical threat. To install modern chemical reconnaissance equipment, in particular passive Fourier-ICS devices, helicopter-type UAVs must meet the following requirements: length - up to 5 m, weight of useful equipment - up to 50 kg, cruising speed - 150 km / h. In addition, it decreases moral exhaustion and the risk of personnel damage. The probable order of application of unmanned aerial vehicles of helicopter type equipped with modern devices is given.*

**Keywords:** NBC reconnaissance, UAV, chemical situation, combat poisons, dangerous chemicals.

---