

ДОДАТОК А

Математична модель пошуку ВВП методом нелінійної радіолокації

На початковому етапі здійснюється збір вхідних даних до яких відносяться:

λ – довжина радіохвилі, м;

ε – відносна діелектрична проникність ґрунту;

P_u – потужність передавача (в імпульсі), Вт;

G_u – коефіцієнт підсилення передавальної антени;

σ_n – нормована нелінійна ЕПР об'єкта пошуку, $\text{м}^2 \text{Вт}^{m-1}$;

A_{Π} – ефективна площа приймальної антени на гармоніці;

$P_{\text{пр min}}$ – чутливість НВЧ приймача;

m – безрозмірний показник, який визначається номером гармоніки та характером об'єкта пошуку;

$f_{\text{врх}}$ – частота випромінювання радіохвиль, МГц;

$h_{\text{в}}$ – висота розташування пошукового пристрою, м;

$h_{\text{м}}$ – глибина встановлення міни (ВВП) у ґрунті, м;

$b_{\text{згв}}$ – ширина зони гарантованого виявлення, м;

V_p – швидкість руху під час пошуку ВП, м/с;

d – умовний діаметр міни (ВВП) з НДЦ, м;

μ – щільність мінування, м^{-1} ;

t_c – час спрацювання нелінійна радіолокаційна станція (НРЛС) на НДЦ.

У блоці А.1 визначають коефіцієнт затухання електромагнітних хвиль з урахуванням характеристик середовища, у якому здійснюється пошук ВВП з НДЦ

$$k_3 = \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{\varepsilon}, \quad (\text{А.1})$$

де λ – довжина радіохвилі, м;

ε – відносна діелектрична проникність ґрунту.

Одночасно, у блоці А.2, виконується розрахунок максимальної дальності дії пошукового пристрою на базі одночастотної НРЛС

$$R_{max} = \frac{P_u^m G_u^m \sigma_n(1) A_n}{\sqrt{(4\pi)^{m+1} P_{пр min}}}, \quad (A.2)$$

де P_u – потужність передавача (в імпульсі), Вт;

G_u – коефіцієнт підсилення передавальної антени;

$\sigma_n(1)$ – нормована нелінійна ЕПР об'єкта пошуку, $\text{м}^2 \text{Вт}^{m-1}$;

A_n – ефективна площа приймальної антени на гармоніці;

$P_{пр min}$ – чутливість НВЧ приймача, Вт;

m – номер гармоніки частоти приймання радіохвиль.

Отриманні у (А.1) та (А.2) результати дозволяють провести розрахунок глибини виявлення ВНП з НДЦ в укриваючих середовищах (блок А.3)

$$h_{зв} = \frac{R_{max} - h_B}{k_3} \exp(-f_{врх}), \quad (A.3)$$

де R_{max} – максимальна дальність дії пошукового пристрою на базі одночастотної НРЛС, м;

$f_{врх}$ – частота випромінювання радіохвиль, МГц;

h_B – висота розташування пошукового пристрою, м;

k_3 – коефіцієнт затухання електромагнітних хвиль.

На наступному кроці (блок А.4) здійснюється порівняння умов розміщення міни (ВНП) з НДЦ в укриваючому середовищі

$$h_{зв} > h_M, \quad (A.4)$$

де h_M – глибина встановлення міни у ґрунті, м.

Якщо нерівність не виконується, і глибина встановлення міни (ВНП) з НДЦ більше глибини виявлення міни (ВНП), то імовірність потрапляння міни (ВНП) з НДЦ у зону дії пошукового пристрою (крок А.5) дорівнює

$$P_{\Pi} = 0, \quad (\text{A.5})$$

де P_{Π} – імовірність потрапляння міни (ВНП) з НДЦ у зону дії пошукового пристрою.

При виконанні умови $h_{зв} > h_{м}$ розрахунки переходять до виконання блоку А.5.

У блоці А.6 здійснюється розрахунок часу перебування НДЦ міни (ВНП) у зоні гарантованого виявлення згідно із залежністю

$$t_p = \frac{b_{згв}}{V_p}, \quad (\text{A.6})$$

де $b_{згв}$ – ширина зони гарантованого виявлення, м;

V_p – швидкість руху під час пошуку ВНП, м/с.

Імовірність потрапляння P_{Π} ВНП з НДЦ в зону дії НРЛС визначається у блоці А.7 за експоненціальним законом розподілу

$$P_{\Pi} = 1 - \exp(-\mu(b_{згв} + 2d)), \quad (\text{A.7})$$

де μ – щільність мінування, м;

b – ширина зони гарантованого виявлення, м;

d – умовний діаметр міни (ВНП) з НДЦ, м.

У блоці А.8 визначається умовна імовірність виявлення міни (ВНП) з НДЦ за умови її потрапляння в зону дії НРЛС

$$P_{в/\Pi} = 1 - \exp\left(-\frac{t_c}{t_p}\right), \quad (\text{A.8})$$

де t_c – час спрацювання НРЛС на НДЦ, с;

t_p – час перебування НДЦ міни (ВНП) у зоні гарантованого виявлення.

Результати розрахунків блоків А.7 та А.8 застосовуються для визначення повної імовірності виявлення міни (ВНП) з НДЦ у блоці А.9

$$P_B = P_{\Pi} P_{B/\Pi}, \quad (\text{A.9})$$

де P_{Π} – імовірність потрапляння міни (ВНП) з НДЦ у зону дії пошукового пристрою;

$P_{B/\Pi}$ – умовна імовірність виявлення міни (ВНП) за умови її потрапляння в зону дії НРЛС.

У блоці А.10 здійснюється перевірка згідно з прийнятим правилом прийняття рішення за придатністю

$$P_B \geq P_B^*, \quad (\text{A.10})$$

де P_B – мінімально необхідний рівень (в роботі згідно прийнято $P_B^* = 0,996$).

При виконанні умови результати переходять до вихідних даних. Якщо умова $P_B \geq P_B^*$ не виконується, розрахунки повертаються до блоку А.1.

Блоки А.11 – А.14 являються розрахунковими для визначення функціональних показників розповсюдження електромагнітного поля та визначення параметрів зони гарантованого виявлення мін (ВНП).

У блоці А.11 визначається площа зони гарантованого виявлення міни (ВНП) з НДЦ в залежності від встановленої ширини зони гарантованого виявлення

$$S_{ЗГВ} = b_{ЗГВ}^2, \quad (\text{A.11})$$

де $b_{ЗГВ}^2$ – ширина зони гарантованого виявлення, м.

Радіус зони дії НРЛС розраховується у блоці А.12

$$R_B = \frac{b_{згв}}{\sqrt{2}}, \quad (\text{A.12})$$

де $b_{згв}$ – ширина зони гарантованого виявлення, м.

У блоці А.13 визначається кут розкриття діаграми спрямованості антенної системи пошукового пристрою h_B

$$2\psi = 2\arctg \frac{R_B}{h_B}, \quad (\text{A.13})$$

де R_B – радіус зони дії НРЛС, м;

h_B – висота розташування пошукового пристрою, м.

Ширина діаграми спрямованості антенної системи пошукового пристрою розраховують у блоці А.14

$$\theta_{0,5} = 2R_B, \quad (\text{A.14})$$

де R_B – радіус зони дії НРЛС, м.

У блоці А.15 визначають експлуатаційну продуктивність пошуку та виявлення ВВП з НДЦ методом НРЛ за формулою

$$\Pi_e = \frac{V_p(b_{згв}-1)}{10}, \quad (\text{A.15})$$

де V_p – швидкість руху під час пошуку ВВП, км/год;

$b_{згв}$ – ширина зони гарантованого виявлення, м. Формування вихідних даних, до значень яких обґрунтовуються вимоги, здійснюється у блоці А.15. А саме:

R_{max} – максимальна дальність дії пошукового пристрою одночастотної нелінійної радіолокації, м;

$b_{зв}$ – глибина зони виявлення ВВП з НДЦ, м;

t_p – час перебування НДЦ міни (ВВП) у зоні гарантованого виявлення, с;

$P_{п}$ – імовірність потрапляння міни (ВВП) з НДЦ в зону дії пошукового пристрою нелінійної радіолокації;

$P_{п/в}$ – умовна імовірність виявлення міни (ВВП) з НДЦ за умови потрапляння в зону дії пошукового пристрою нелінійної радіолокації;

$P_{в}$ – повна імовірність виявлення міни (ВВП) з НДЦ пошуковим пристроєм нелінійної радіолокації;

$S_{згв}$ – площа зони гарантованого виявлення міни (ВВП) з НДЦ, м² ;

2ψ – кут розкриву діаграми спрямованості антенної системи пошукового пристрою, град.;

$\theta_{0,5}$ – ширина діаграми спрямованості антенної системи пошукового пристрою, м;

P_e – експлуатаційна продуктивність ДКРЛК пошуку та виявлення ВВП з НДЦ методом НРЛ, га/год [25].

ДОДАТОК Б

Тези доповідей на конференціях

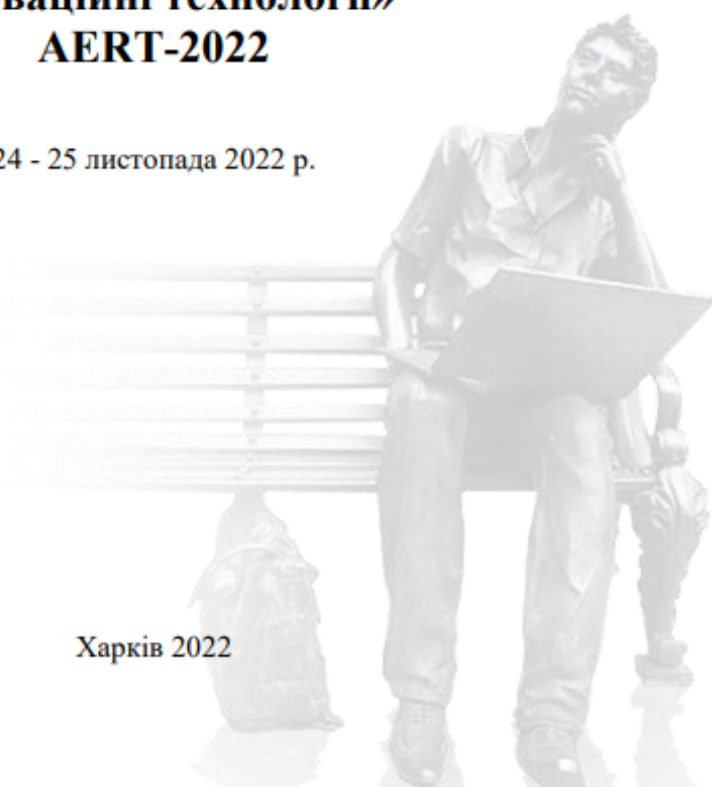


Харківський національний університет радіоелектроніки

**МАТЕРІАЛИ
IV ФОРУМУ
«Автоматизація, електроніка та
робототехніка. Стратегії розвитку та
інноваційні технології»
AERT-2022**

24 - 25 листопада 2022 р.

Харків 2022



**ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ РОБОТОТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ
ДЛЯ ГУМАНІТАРНОГО РОЗМІНУВАННЯ**

студент Вирвихвост О. В., доцент, к.т.н., Янушкевич Д. А.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра КІТАМ, м. Харків, Україна

e-mail: oleg.vyrvykhvost@nure.ua, dmytro.ianushkevych@nure.ua

Abstract. The object of research is military robotic complexes (MRC) used in the system of humanitarian demining. This work is aimed at studying the requirements for MRC. The research is based on the application of a functional approach to the construction of MRC models used in the system of humanitarian demining. It is established that a typical sample MRC can be presented as a set of functionally related elements: base media, mobile platform, specialized equipment, as well as information reception and processing systems, action planning, control systems, automatic pattern recognition, situation analysis, artificial intelligence and training.

Вступ. Всі воєнні конфлікти супроводжуються широким застосуванням протиборчими сторонами протипіхотних мін та вибухонебезпечних предметів (ВНП). Однією з проблем, з якою країни у всіх регіонах, де велись бойові дії або існують воєнні конфлікти, які були породжені війнами, міжнародними та міжнаціональними визвольними рухами (Україна, Ірак, Сирія, Афганістан, колишня Югославія тощо), стикаються з проблемами гуманітарного розмінування [1].

Від початку війни піротехнічними підрозділами Державної служби з надзвичайних ситуацій (ДСНС) станом на 15.09.2022 р. в Україні було обстежено територію площею понад 68 тисяч гектарів та було виявлено, вилучено та знешкодили понад 180 тисяч вибухонебезпечних предметів здебільшого боєприпасів ствольної та реактивної артилерії (калібрів 122 мм, 125 мм, 152 мм), мінометних мін (82 та 120 мм), гранатометних пострілів (ПГ-7, ВОГ-17, ВОГ-25), протитанкових мін (ТМ-62, ПТМ-3), протипіхотних мін (ОЗМ-72, МОН-50, ПМН-2, ПФМ-1, ПОМ-2), саморобних вибухових пристроїв.

Для здійснення розмінування характерним є зростання уваги усіх країн світу до проблем створення та застосування робототехнічних комплексів та систем військового, спеціального та подвійного призначення (РКВП) для здійснення гуманітарного розмінування [2].

Це обумовлюється намаганням усіх передових країн світу до збереження людського життя, в контексті якого використання РКВП дозволяє досягти позитивних результатів щодо ефективності та якості розмінування з мінімальними людськими втратами. Крім того, ця тенденція пояснюється стрімким розвитком новітніх технологій в інформаційній сфері, тобто «роботизація» різноманітних напрямів

діяльності людини, зокрема, військової сфери, що відповідає змісту сучасних концепцій постіндустріального суспільства на базі концепції Industry 4.0.

Основна частина. Гуманітарне розмінування – комплекс заходів, які проводяться з метою ліквідації небезпек, пов'язаних із вибухонебезпечними предметами (ВНП), включаючи нетехнічне та технічне обстеження територій, складення карт, виявлення, знешкодження та/або знищення ВНП, маркування, підготовку документації після розмінування, надання громадам інформації щодо протимінної діяльності та передачу очищеної території [3].

Гуманітарне розмінування у першу чергу спрямоване на зменшення шкідливого фактору дії ВНП на життєдіяльність людей. Мета розмінування полягає в тому, щоб знизити мінну небезпеку до рівня, при якому люди можуть жити безпечно; при якому економічний, соціальний і фізіологічний розвиток може здійснюватися безперешкодно, не наражаючись впливу обмежень, що викликаються впливом наземних мін.

Роботи по створенню РКВП проводяться в різних країнах світу. Так, США визнало, що застосування РКВП – один з найперспективніших напрямів розвитку військової справи. США можна вважати лідером не тільки розробок, а й практичного використання роботів, хоч багато зусиль нині здійснюють також Японія, Китай, Великобританія, Ізраїль, Туреччина тощо [4].

Викладені проблеми, мають бути вирішені за рахунок створення РКВП. Можна виділити основні характеристики РКВП, до яких належать:

- автономність (управління роботом здійснюється автономно або оператором дистанційно);
- адаптивність – наявність експертної системи, реагування на ситуаційні зміни;
- обробка та розпізнавання мовних і зорових образів;
- створення мовних інтерфейсів;
- мобільність та вогнева міць;
- навігація.

Сьогодні робота над РКВП проводиться цілою низкою воєнних та наукових установ. Особливі успіхи слід відзначити в сфері створення провідними країнами світу, насамперед США, безпілотних літальних апаратів (БЛА), здатних виконувати завдання з інформаційного забезпечення, а також здійснювати пуски високоточних ракет по наземних цілях.

Створення РКВП потребує опрацювання системного застосування критичних технологій, які необхідні для створення всієї номенклатури перспективних РКВП. При цьому типовий зразок РКВП може бути

представлений у вигляді сукупності функціонально пов'язаних елементів, зокрема [4, 5]:

1. Базовий носій – це може бути мобільна платформа, шасі чи корпус будь-якої конфігурації, призначені до застосування у різних середовищах.
2. Спеціалізоване навісне (вбудовуване) обладнання у вигляді набору знімних модулів корисного (цільового) навантаження.
3. Засоби забезпечення та обслуговування, що використовуються при підготовці до застосування та технічної експлуатації робота.

Склад спеціалізованого обладнання встановлюється, виходячи з функціонального призначення РКВП і може включати: засоби розвідки та озброєння, навігаційні пристрої, технологічне обладнання, засоби зв'язку та телекомунікацій, спеціалізовані обчислювачі із програмно-алгоритмічним забезпеченням, засоби радіоелектронної боротьби тощо.

Така побудова РКВП дозволяє виділити технології для розробки перелічених елементів. Технології можна декомпонувати на:

- основні, тобто розроблювані безпосередньо для РКВП;
- допоміжні – розроблювані для широкої номенклатури зразків озброєння та перспективи застосування під час створення РКВП [4].

До основних можуть бути віднесені технології систем прийняття та обробки сенсорної інформації, оцінки ситуації та планування дій, систем дистанційного управління, автоматичного розпізнавання образів, аналізу ситуацій та динамічних сцен, штучного інтелекту та навчання, людиномашинного інтерфейсу, інтелектуальних систем керування [4]. До допоміжних можна віднести технології живлення, системи геоінформаційного та глобального позиціонування тощо.

Одним із основних результатів розробки РКВП є виявлення та ідентифікація ВВП у ґрунті. Для ідентифікації ВВП у ґрунті ВВП пропонується метод, принцип дії якого базується на опромінюванні поверхні ґрунту джерелом НВЧ-енергії і вимірюванні температури поверхні ґрунту за допомогою оптико-електронний пристрою для візуалізації температурного поля та вимірювання температури ґрунту (тепловізора). Внаслідок нагріву шару ґрунту та вимірюванні його температури проводиться подальший аналіз, який дає можливість зробити висновок про тип та форму ВВП, та таким чином ідентифікувати його.

Суть реалізації методу базується набором відомих технічних та апаратних засобів, які відповідають комплексу вимог до поставленої мети. Оцінка таких вимог приводить до наступних параметрів апаратури:

- частота НВЧ-променів, що нагрівають ґрунт;
- потужність НВЧ-променів;
- температурна чутливість тепловізора;
- габаритні характеристики.

Висновки. Таким чином встановлено, що застосування РКВП для проведення робіт з гуманітарного розмінування на даний час є дуже актуальним завданням.

Пошук та ідентифікація ВВП для гуманітарного розмінування є комплексним завданням. У зв'язку з цим, для проведення гуманітарного розмінування РКВП повинні бути оснащені відповідними маніпуляторами та детекторами (сенсорами, датчиками), засобами прийняття рішень та застосовуватись на етапах розвідки, пошуку, локації, маркування, ідентифікації, знешкодження, знищення (утилізації) ВВП [5]. Побудова РКВП дозволяє виділити технології для розробки перелічених елементів. Технології можна декомпонувати на:

- основні, тобто розроблювані безпосередньо для РКВП;
- допоміжні – розроблювані для широкої номенклатури зразків озброєння та перспективи застосування під час створення РКВП [4].

Одним із перспективних напрямків ідентифікації ВВП пропонується метод, принцип дії якого базується на опроміненні ґрунту джерелом НВЧ-енергії і вимірюванні температури поверхні ґрунту за допомогою тепловізора.

Список використаних джерел.

1. Invisible death: anti-personnel mines continue to claim thousands of lives [Електронний ресурс] / М. Tarhan // Агенство Анатолу. – 2021. – Режим доступу: <https://bit.ly/352MG61>. – Назва з екрана.
2. Наземні бойові роботи: лідери та Україна [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://lb.ua/news/2021/11/17/498795_nazemni_boyovi_roboti_lideri.html.
3. Гуманітарне розмінування [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uos.ua/uslugi/gumanitarnoe-razminirovanie>. – Назва з екрана.
4. Nevliudov, I., Yanushkevych, D., Ivanov, L. Analysis of the state of creation of robotic complexes for humanitarian demining. / I. Nevliudov, D. Yanushkevych, L. Ivanov // Technology Audit and Production Reserves, 6/2 (62). – 2021. – P. 47-52.
5. Янушкевич Д. А., Іванов Л. С. Сучасні тенденції застосування роботизованих систем для гуманітарного розмінування [Електронний ресурс] / Д. А. Янушкевич, Л. С. Іванов // Збірник матеріалів III форуму «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2021. – Режим доступу: <https://mts.nure.ua/conferences-ua/forum/aert-2021>.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

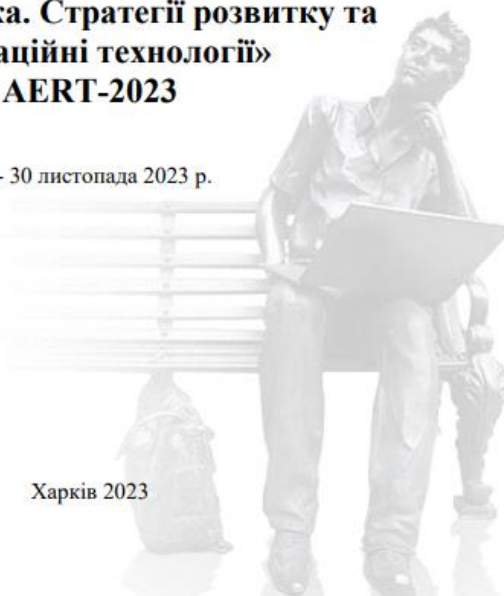
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ



МАТЕРІАЛИ
V ФОРУМУ
«Автоматизація, електроніка та
робототехніка. Стратегії розвитку та
інноваційні технології»
АЕРТ-2023

29 - 30 листопада 2023 р.

Харків 2023



**АПАРАТНИЙ МОДУЛЬ РОБОТОТЕХНІЧНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ
ПОШУКУ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ПРЕДМЕТІВ**

студент Вирвихвост О.В., доцент, к.т.н. Янушкевич Д.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки,
кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації та
робототехніки, м. Харків, Україна
e-mail: oleh.vyrvykhvost@nure.ua

Abstract. The relevance of the topic of creating a hardware module for searching for explosive objects of the robotic complex of humanitarian demining is presented. The definition of humanitarian demining is given. The composition of the equipment, its advantages and disadvantages are analyzed.

Ключові слова: гуманітарне розмінування, РКВП, роботизована система.

Вступ. У період найбільших війн, таких як Перша та Друга світова, Україна опинялася в епіцентрі подій, і проблеми, пов'язані з мінуванням та розмінуванням у мирний час, стосувалися її території та населення. Навіть після закінчення Другої світової війни сапери ДСНС щоденно виявляють вибухонебезпечні предмети, а внаслідок випадкових знахідок гинуть люди.

Сучасні воєнні конфлікти часто супроводжуються широким використанням протипіхотних мін та вибухонебезпечних предметів (ВНП). Однією з проблем, які виникають у всіх регіонах, де велись бойові дії або існують воєнні конфлікти, є проблема гуманітарного розмінування.

Гуманітарне розмінування – це заходи, які проводяться з метою ліквідації небезпек, пов'язаних із ВНП, включаючи нетехнічне та технічне обстеження територій, забруднених ВНП, їх картографування, маркування, пошук, ідентифікація та знешкодження тощо [1]

Гуманітарне розмінування має на меті зменшення негативного впливу вибухових речовин на життєдіяльність людей. Основна ціль розмінування полягає в тому, щоб знизити рівень мінної небезпеки до такого рівня, при якому люди можуть безпечно жити, а економічний, соціальний і фізіологічний розвиток може відбуватися безперешкодно, не обмежуючись впливом обмежень, спричинених наземними мінами.

Для досягнення цієї мети важливим є використання робототехнічних комплексів та систем військового, спеціального та подвійного призначення (РКВП). Це визначається зусиллями всіх країн світу за збереженням людських життів, і використання РКВП дозволяє досягти позитивних результатів.

Розв'язання вищезазначених проблем вимагає комплексного підходу, який включає в себе організаційно-технічні заходи, розділені на дві основні частини:

– використання мережно-центричної концепції ведення бойових дій;

– створення РКВП для здійснення гуманітарного розмінування.

Аналіз сучасного стану створення роботизованих систем.

Виділимо низку основних параметрів, за якими будемо здійснювати аналіз сучасного стану створення роботизованих систем військового призначення. Незважаючи на зміну підходів із часом, можна виокремити деякі загальні умовні характеристики, за якими ми зможемо дати оцінку сучасному етапу розвитку робототехніки в світі та підбити деякі підсумки діяльності в цій галузі. До таких характеристик належать: автономність (рішення приймається роботом автономно або оператором дистанційно); адаптивність – наявність експертної системи, реагування на ситуаційні зміни; обробка та розпізнавання мовних і зорових образів; створення мовних інтерфейсів; мобільність; навігація; вогнева міць.

Сьогодні робота над роботизованими системами проводиться цілою низкою воєнних та наукових установ. Особливі успіхи слід відзначити в сфері створення провідними країнами світу, насамперед США, безпілотних літальних апаратів (БЛА), здатних виконувати завдання з інформаційного забезпечення, а також здійснювати пуски високоточних ракет по наземних цілях.

Роботи по створенню робототехнічних комплексів у сфері гуманітарного розмінування ведуться в Україні і за кордоном [1]. В Україні та світі виконано значний обсяг досліджень теоретичного та експериментального характеру, які стосуються розробки мобільних роботів. Наявні окремі дослідження статичних характеристик, розроблені дослідні зразки робототехнічних комплексів у сфері гуманітарного розмінування та проведена їх апробація [2].

Сухопутні війська поповнюють свій арсенал низкою моделей високоінтелектуальних систем. Вони здатні переміщуватись у просторі за допомогою дистанційного керування людиною та виконувати деякі функції, небезпечні або важкі для солдатів: пошук вибухових речовин та їхня нейтралізація, розвідка тощо. Деякі моделі вже активно використовуються в умовах бойових дій в Іраку та Афганістані. Так, широке використання знайшла модель Packbot (рис. 1) яка широко застосовується для розроблена для пошуку та знешкодження ВМП.

В Україні, проектування й виробництво роботизованих систем, зокрема, БЛА, є одним із найбільш актуальних напрямів розвитку сучасної військової справи. Враховуючи можливості наукової школи, яка досі залишається на належному рівні, вирішення цього завдання виглядає цілком можливим. Так, за твердженням деяких фахівців, достатньо 2-3 роки та 30-50 млн дол., щоб створити вітчизняну операційну систему (ОС). Саме стільки часу і коштів достатньо для розробки власної системи управління базами даних (СУБД). Одним з перспективних й необхідних кроків в напрямі розробки високотехнологічних систем є певне розширення сфери їх використання. Існують певні «критичні» сектори,

система управління якими повинна мати підвищений ступінь безпеки, від надійності функціонування якої залежить безпека країни – електроенергетичні системи постачання, атомні станції, фінансова сфера, хімічне виробництво, міністерство надзвичайних ситуацій. Привертання уваги провідних установ суміжних сфер із відповідним залученням коштів здатне зрушити проблему з місця. З цією метою, а також для зацікавленості комерційного сектору можливе також виробництво на цій базі спрощених зразків, що виконуватимуть спеціальні цивільні завдання.



Рисунок 1 – Робототехнічний комплекс Packbot

Аналіз та побудова апаратного модуля пошуку вибухонебезпечних предметів робототехнічного комплексу гуманітарного розмінування. Метою даної роботи є створення робототехнічних комплексів військового призначення. Прикладом може бути комплекс для пошуку вибухонебезпечних предметів.

Створення РКВП потребує опрацювання ядра критичних технологій, які необхідні для створення всієї номенклатури перспективних РКВП. При цьому типовий зразок РКВП може бути представлений у вигляді сукупності функціонально пов'язаних елементів. Зокрема [1, 2]:

1. Базовий носій – це може бути мобільна платформа, шасі чи корпус будь-якої конфігурації, призначені до застосування у різних середовищах.

2. Спеціалізоване навісне (вбудовуване) обладнання у вигляді набору знімних модулів корисного (цільового) навантаження.

3. Засоби забезпечення та обслуговування, що використовуються при підготовці до застосування та технічної експлуатації робота.

Склад спеціалізованого обладнання встановлюється, виходячи з функціонального призначення РКВП і може включати: засоби розвідки та озброєння, навігаційні пристрої, технологічне обладнання, засоби зв'язку та телекомунікацій, спеціалізовані обчислювачі із програмно-алгоритмічним забезпеченням, засоби радіоелектронної боротьби тощо.

Така побудова РКВП дозволяє виділити технології для розробки перелічених елементів. Технології можна декомпонувати на: основні, тобто розроблені безпосередньо для РКВП; допоміжні – розроблені для широкої номенклатури зразків озброєння та перспективи застосування під час створення РКВП [1, 2].

До основних можуть бути віднесені технології систем прийняття та обробки інформації, оцінки ситуації та планування дій, систем дистанційного управління, автоматичного розпізнавання образів (цілей), аналізу ситуацій та динамічних сцен, штучного інтелекту та навчання, людино-машинного інтерфейсу, інтелектуальних систем керування [3].

До допоміжних можна віднести технології живлення, системи геоінформаційного та глобального позиціонування тощо.

Технічним результатом справжнього виробу є надійне виявлення мін в ґрунті, в тому числі пластикових, протипіхотних, малогабаритної апаратури доступній для переноски сапером. В своїй роботі пропоную розглянути робототехнічний комплекс для пошуку протипіхотних мін та вибухонебезпечних предметів. Принцип дії оснований на виявленні мін за допомогою опромінення ґрунту джерелом НВЧ-енергії і вимірюванні температури поверхні ґрунту, яка утворюється в наслідок опромінення шару ґрунту на опромінюваній ділянці з подальшим аналізом про тип вибухонебезпечного предмету.

Принциповою відмінністю способу є вимірювання сигналу іншої природи ніж ту, яку ми відправили, а саме вимірювання наслідків опромінення НВЧ хвилею. При цьому реєструють лише приріст температури, який становиться не рівномірним, якщо на шляху хвилі з'явиться якийсь предмет, який відрізняється температурними показниками від ґрунту навколо нього. Фіксуючи контур в якому з'явився сторонній предмет і зрівнюючи цей контур з певними деталями предмета якого ми шукаємо ми можемо визначити міну. Суть виробу реалізується набором відомих технічних засобів, які задовольняють комплекс вимог до поставленої задачі. Оцінка таких вимог приводить до наступних параметрів апаратури: частота розігрівуючого ґрунт НВЧ-променя; потужність НВЧ-променя; чутливість виявлення; характеристики габаритів.

Висновки. Сьогодні в Україні має місце технологічна відсталість та відсутність необхідної елементної бази, але збережений науковий потенціал дозволяє в Україні створювати конкурентоспроможну оборонну продукцію. Основою успішних перетворень має стати розширення сфери використання роботизованих систем. У перспективі така політика здатна привернути увагу інших «критичних» секторів держави та приватного сектору, що надасть можливості для залучення коштів, необхідних для створення конкурентоспроможної продукції.

Список використаних джерел.

1. Analysis of the state of creation of robotic complexes for humanitarian mining. / Nevliudov, I., Yamshkevych, D., Ivanov, L. ; Technology Audit and Production Reserves, 6/2 (62), 47-52, 2021.
2. Робототехнічні комплекси військового призначення - сучасний стан і перспективи розвитку, / Макаренко С. І. , Systems of Control, Communication and Security, № 2, 73-129, 2016.
3. Сучасні тенденції застосування роботизованих систем для гуманітарного розмінування, / Янушкевич Д. А., Іванов Л. С. , Збірник матеріалів III форуму «Автоматизація, електроніка та робототехніка. Стратегії розвитку та інноваційні технології» AERT-2021, 27 – 31, 2021.

ДОДАТОК В

Демонстраційний графічний матеріал

