

ISSN 2706 - 7386

ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ
ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ



ДЕРЖАВНОГО НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО ІНСТИТУТУ
ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ
ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Випуск 4(18)

Черкаси

2023



МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ
ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ
ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

ISSN 2706-7386

ЗБІРНИК наукових праць

Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Випуск 4(18)

Заснований у жовтні 2019 року

Відображені проблемні питання наукового та науково-технічного характеру у галузі створення, випробування, оцінки відповідності озброєння та військової техніки і пошук шляхів їх вирішення. Збірник призначений для наукових працівників, викладачів, докторантів, ад'юнктів, аспірантів.

Засновник і видавець:

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

Телефон:

+38 (063) 717 79 08

E-mail редколегії:

dndivsovt_niv@post.mil.gov.ua

Інформаційний сайт:

dndivsovt.com

Адреса:

18000, м. Черкаси,
вул. В'ячеслава Чорновола, 164А

Черкаси • 2023

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор:

Певцов Геннадій Володимирович, доктор технічних наук професор,
Заслужений діяч науки і техніки України,
Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки,
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації ОВТ, Черкаси, Україна.

Заступник головного редактора:

Тристан Андрій Вікторович, доктор технічних наук професор,
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації ОВТ, Черкаси, Україна.

Члени редакційної колегії:

- Бурсала Олександр Леонідович, кандидат технічних наук старший науковий співробітник, Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації ОВТ, Черкаси, Україна;
- Коломійцев Олексій Володимирович, доктор технічних наук професор, Заслужений винахідник України, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", Харків, Україна;
- Леонтъев Олексій Борисович, доктор технічних наук професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна;
- Малюга Володимир Геннадійович, доктор військових наук старший науковий співробітник, Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Україна;
- Нікітченко Віктор Іванович, кандидат технічних наук старший дослідник, Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації ОВТ, Черкаси, Україна;
- Овчаренко В'ячеслав Володимирович, доктор військових наук професор, Київський інститут Національної гвардії України, Київ, Україна;
- Пацек Богуслав, доктор військових наук професор, Ягелонський університет, Краків, Польща;
- Сорока Михайло Юрійович, кандидат технічних наук доцент, Льотна академія Національного авіаційного університету, Кропивницький, Україна;
- Тимочко Олександр Іванович, доктор технічних наук професор, Льотна академія Національного авіаційного університету, Кропивницький, Україна.

Відповідальний секретар:

Ряполов Іван Євгенович, кандидат технічних наук старший дослідник,
Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації ОВТ, Черкаси, Україна.

*Затверджений до друку науково-технічною радою Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки
(протокол від 15 листопада 2023 року № 13).*

*Включений до категорії „Б” Переліку наукових фахових видань України
накази Міністерства освіти і науки України від 15.04.2021 № 420
технічні та військової науки за спеціальністю 255.*

*Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ № 23995-13835Р від 19.06.2019 р.*

Періодичність видання: 4 рази на рік.

*Усі статті, що публікуються у збірнику, проходять обов'язкове рецензування, яке здійснюється
за анонімною формою як для авторів, так і для рецензентів (подвійне сліпе рецензування).*

Унікальність текстів публікацій перевіряється за допомогою системи пошуку ознак плагіату Unichesk.

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор.



Інформаційний сайт видання: dndivsovt.com.

Публічність та доступ: Збірник зберігається у загальнодержавній базі даних Державної бібліотеки ім. Вернадського „Україніка наукова” та включено у довідник періодичних видань *Ulrich's Periodicals Directory (USA)*, *Index Copernicus*.

Авторські права: За авторами зберігаються усі авторські права та права на видання без обмежень. Збірник дозволяє користувачам: читати, завантажувати, копіювати, поширювати, друкувати та посилатися на повні тексти статей за умови зазначення авторства. Дозволяється повторне використання змісту збірника у відповідності з ліцензією *Creative Commons CC-BY*.



MINISTRY OF DEFENCE OF UKRAINE
STATE SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE
OF ARMAMENT AND MILITARY EQUIPMENT
TESTING AND CERTIFICATION

ISSN 2706-7386

SCIENTIFIC WORKS

of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification

Issue 4(18)

Founded in October, 2019

Problematic issues of a scientific and scientific-technical nature in the field of creation, testing, assessment of the conformity of weapons and military equipment and the search for ways to solve them are reflected. The collection is intended for researchers, teachers, doctoral students, associate professors, and postgraduate students.

Founder and publisher:

State Scientific Research Institute of Armament
and Military Equipment Testing and Certification

Phone:

+38 (063) 717 79 08

E-mail:

dndivsovt_niv@post.mil.gov.ua

Website:

dndivsovt.com

Address:

18003, Cherkasy,
Vyacheslava Chornovola street, 164A

Cherkasy • 2023

EDITORIAL STAFF

Editor-in-Chief:

Hennadii Pievtsov, Doctor of Engineering Science Professor,
Honored Worker of Science and Technology of Ukraine,
The Laureate of State Prize of Ukraine in Science and Technology,
State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine.

Deputy Editor-in-Chief:

Andrii Trystan, Doctor of Engineering Science Professor,
State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine.

Editorial Board:

- Oleksandr Bursala, PhD in Engineering Senior Researcher,
State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine;
- Oleksii Kolomiitsev, Doctor of Engineering Science Professor,
Honored Inventor of Ukraine,
National Technical University is the “Kharkiv Polytechnic Institute”, Kharkiv, Ukraine;
- Oleksii Leontiev, Doctor of Engineering Science Professor,
Honored Worker of Science and Technology of Ukraine,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine;
- Volodymyr Maliuha, Doctor of Military Science Senior Researcher,
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Ukraine;
- Viktor Nikitchenko, PhD in Engineering Senior Researcher,
State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine;
- Viacheslav Ovcharenko, Doctor of Military Science Professor,
Kyiv Institute of the National Guard of Ukraine, Kyiv, Ukraine;
- Boguslaw Pacek, Doctor of Military Science Professor,
Jagiellonian University, Krakow, Poland;
- Myhaylo Soroka, PhD in Engineering Associate Professor,
Flight Academy of the National Aviation University, Kropyvnytskyi, Ukraine;
- Oleksandr Tymochko, Doctor of Engineering Science Professor,
Flight Academy of the National Aviation University, Kropyvnytskyi, Ukraine.

Executive Secretary:

Ivan Ryapolov, PhD in Engineering Senior Researcher,
State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine.

*Scientific and Technical Council State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment Testing and Certification confirmed for printing
(record № 13 dated November, 15, 2023).*

*The Journal is inscribed to the category „Б” of the List of Scientific Professional Publications of Ukraine
(Technical and Military Sciences by specialty 255)
maintained by orders of Ministry of Education and Science of Ukraine № 420 dated April, 15, 2021.*

*The State Registration Certificate of printed mass media
KB № 23995-13835P dated June, 19, 2019.*

Frequency of publication: 4 times a year.

All the articles that are published in the journal must be peer reviewed.

It is conducted anonymous both for authors and reviewers (double blind peer review).

*The uniqueness of the texts of publications is checked with using the Unicheck plagiarism signs search system.
The authors take responsibilities for the reliability of stated facts, quotations and other statements.*



Website: dndivsovt.com.

Publicity and access: The Digest is stored in federal abstract database of Vernadsky National Library „Ukrayinika Naukova” and included with periodical reference book Ulrich’s Periodicals Directory (USA) and the Directory, Index Copernicus.

Author’s rights: The authors retained all copyrights and publishing rights with no limited publications. The journal allows users: to read, download, copy, distribute, type and refer to the whole articles upon conditions of affiliation. Repeated recycling of journal contents is allowed according to Creative Commons CC-BY license.

З М І С Т

C O N T E N T S

<i>Белоус М.В., Белоус Н.М., Бокій О.В.</i> Формалізації процесів прийняття рішень при управлінні авіацією 7	<i>Bielous M., Bielous N., Bokii O.</i> Formalization of decision-making processes in aviation management..... 7
<i>Блінцов В.С., Надточій А.В., Слюсаренко А.І.</i> Інформаційна модель науково-дослідного полігону для випробувань засобів морської робототехніки 12	<i>Blintsov V., Nadtochii A., Sluisarenko A.</i> Information model of the research training ground for testing means of marine robotics 12
<i>Джежжудей О.В., Гусяков Ю.А.</i> Особливості поповнення запасів матеріально-технічних засобів у військах (силах) в операціях в арміях країн-членів НАТО та в Збройних Силах України 18	<i>Dzhezzhulei O., Husliakov Yu.</i> Peculiarities of replenishment of supplies of material and technical means in troops (forces) in operations in the armies of NATO member countries and the Armed Forces of Ukraine..... 18
<i>Іванченко О.В., Курдюк С.В., Хатунцев Ю.Ю., Рудніченко С.В.</i> Аналіз можливостей застосування та класифікація безпілотних літальних апаратів для забезпечення бойових дій Військово-Морських Сил Збройних Сил України 23	<i>Ivanchenko O., Kurdiuk S., Khatuntsev Yu., Rudnichenko S.</i> Analysis of application possibilities and classification of unmanned aerial vehicles for the support of combat operations of the NAVY of the Armed Forces of Ukraine..... 23
<i>Кохан В.Ф.</i> Методика вибору військової автомобільної техніки за якісними показниками 35	<i>Kokhan V.</i> Methodology for selection of military automotive equipment by quality indicators..... 35
<i>Кудряшов В.Є., Литовченко Д.М., Воїнов В.В., Хроль Л.О., Куценко В.В.</i> Ефективність стрільби ЗРК “Стріла-10” при виявленні цілей через оптичний візор і автоматизованій цілевказівці 41	<i>Kudriashov V., Lytovchenko D., Voinov V., Khrol L., Kutsenko V.</i> Firing efficiency of anti-aircraft missile complex “Strila-10” in target detection through the optical visor and automated target pointer 41
<i>Кузьміч О.Є., Андрушко М.В., Аркушенко П.Л., Садаєв А.Ю.</i> Особливості використання комплексу SOMAT XR, як складової частини інформаційно-вимірювальної системи за аналізом проведення випробувань ОБТ 49	<i>Kuzmich O., Andrushko M., Arkushenko P., Sadaiev A.</i> Features of the use of the SOMAT XR, as an integral part of the information and measurement systems for analysis of armament and military equipment testing 49
<i>Лаппо І.М., Бірюков Є.М., Журахов О.В., Червотока О.В., Геращенко М.О.</i> Міжнародний досвід випробувань машин розмінування. Можливість впровадження в національну систему протимінної діяльності..... 55	<i>Lappo I., Biriukov Ye., Zhurakhov O., Chervotoka O., Herashchenko M.</i> International experience in testing demining machines. The possibility of introducing them into the national system of mine action 55
<i>Мацьовитий В.Л.</i> Оцінка сучасного стану функціонування системи наукової та науково-технічної діяльності наукових установ Міністерства оборони України в контексті європейського досвіду 65	<i>Matsovytyi V.</i> Assessment of the current state of functionality of the system of scientific and scientific and technical activities of scientific institutions of the Ministry of Defense of Ukraine in the context of european experience..... 65

<p><i>Науменко І.В., Мокроцький М.Ю., Майстренко О.В.</i> Методика визначення можливого бойового навантаження артилерійського підрозділу в бою механізованої бригади 70</p> <p><i>Науменко М.В., Давиденко Л.М., Івженко І.В.</i> Ідентифікування як стадія управління ризиками у сфері оцінювання відповідності (сертифікації) продукції оборонного призначення..... 77</p> <p><i>Певцов Г.В., Олещук М.М.</i> Метод узгодження параметрів багаточастотного зондувального сигналу РЛС та характеристик тропосферного радіохвилеводу..... 84</p> <p><i>Плинокос Д.Д., Давиденко Л.М., Шабанов Д.М., Кукурян О.І.</i> Правове регулювання протимінної діяльності: міжнародний досвід 89</p> <p><i>Скиба О.В., Доманов І.О., Брянкін С.С., Рибачок Д.В., Гмиря В.П.</i> Особливості функціонування навісного обладнання з ланцюгами, призначеного для розмінування місцевості. Підходи щодо його випробувань 97</p> <p><i>Скиба О.В., Доманов І.О., Рибачок Д.В., Скиба А.О.</i> Підходи щодо підвищення ефективності підготовки і проведення випробувань шляхом створення єдиної інформаційно-довідкової системи та автоматизації діяльності науковців інституту 104</p> <p><i>Тертишник Є.М., Потанов О.І., Кузьміч О.Є., Мішок А.А.</i> Обґрунтування загальних вимог до інформаційно-вимірювальної системи реєстрації параметрів автомобільної (бронетанкової) техніки 112</p> <p><i>Berezhnyi A., Trystan A.</i> Predicting the development of the technological basis for the wars of the future..... 122</p>	<p><i>Naumenko I., Mokrotskyi M., Maistrenko O.</i> Methodology for determining the possible combat load of an artillery unit in a mechanized brigade battle..... 70</p> <p><i>Naumenko M., Davydenko L., Ivzhenko I.</i> Identification as a stage of risk management in the process of conformity assessment (certification) of defense products 77</p> <p><i>Pievtsov H., Oleschuk M.</i> The method of adjusting the multi-frequency probing radar signal parameters and the tropospheric radio waveguide characteristics..... 84</p> <p><i>Plynokos D., Davydenko L., Shabanov D., Kukurian O.</i> The legal regulation of anti-mining activities: international experience 89</p> <p><i>Skyba O., Domanov I., Briankin S., Rybachok D., Hmyria V.</i> Peculiarities of the operation of attachments with chains intended for demining. Approaches to their testing 97</p> <p><i>Skyba O., Domanov I., Rybachok D., Skyba A.</i> Approaches to increase the efficiency of training and testing by creating a uniform information and reference system and automating the activities of the institute’s scientists 104</p> <p><i>Tertyshnik Ye., Potapov O., Kuzmich O., Mishok A.</i> Substantiation of general requirements to the information and measuring system for recording parameters of automotive (armored) vehicles 112</p> <p><i>Berezhnyi A.O., Trystan A.B.</i> Прогноз розвитку технологічної основи війн майбутнього 122</p>
<p>Алфавітний покажчик 136</p>	<p>Alphabetical index 136</p>

М.В. Белоус¹, Н.М. Белоус¹, О.В. Бокій²¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків²Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації ім. Героїв Крут, Київ

ФОРМАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННІ АВІАЦІЄЮ

Управління винищувачами характеризується впливом великої кількості факторів в умовах жорстких часових обмежень щодо прийняття рішення. Прийняття своєчасних і обґрунтованих рішень ускладнено великим об'ємом інформації, що обробляється. Результати проведеного в роботі аналізу процесів автоматизації управління винищувачами на пунктах управління Повітряних Сил свідчать про можливість підвищення якості управління за рахунок додаткової автоматизації вирішення задач. Існуюче СПМЗ АСУ використовує математичні моделі, системи обмежень яких не дозволяють в повній мірі використовувати існуючий потенціал доступного складу джерел інформації, формувати рекомендації на основі неповної, неточної вхідної інформації, що негативно впливає на якість управління авіацією. Одним з найбільш перспективних підходів до формалізації процесів прийняття рішень з управління авіацією є створення моделей, що передбачають формалізацію розумової діяльності особи, що приймає рішення. Необхідна розробка відповідних теоретичних положень і удосконалення засобів формалізації, які використовуються в теорії управління. Тому розробка новітніх та вдосконалення існуючих підходів щодо формалізації експертних знань осіб бойової обслуги пунктів управління Повітряних Сил щодо управління рухом літаків винищувальної авіації в умовах бойових дій є актуальною науково-практичною задачею.

Ключові слова: автоматизована система; винищувальна авіація; пункт управління; система цільових установок; підвищення якості управління.

Вступ

Постановка проблеми. На даний час винищувальна авіація є однією з найважливіших складових Повітряних Сил Збройних Сил України у війні з російською федерацією. Авіація застосовується для завоювання переваги в повітрі під час бою, знищення засобів повітряного нападу, авіаційної підтримки Сухопутних військ, Військово-Морських Сил, забезпечення даними повітряної розвідки органів управління, ураження з повітря авіаційних, сухопутних і морських угруповань противника, об'єктів системи державного та воєнного управління, об'єктів тилу та воєнно-економічного потенціалу, транспортних комунікацій, виконання інших спеціальних завдань [1]. Для забезпечення високої ефективності бойового застосування бригади тактичної (винищувальної) авіації оснащуються засобами автоматизації.

Досвід бойового застосування винищувальної авіації свідчить, що забезпечення високої ефективності управління літаками досягається за рахунок автоматизації процесів прийняття рішень, використанням сучасного СПМЗ АСУ, що базується на принципово нових підходах, перш за все використанням єдиної формальної системи для представлення знань офіцерів бойового управління (ОБУ) [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В роботах [1–2; 10] визначаються головні напрямки розвитку авіації та протиповітряної оборони, що

дозволяє сформулювати шляхи підвищення ефективності застосування винищувальної авіації. Так у роботах [4–5; 7–8; 11] розглянуті основні питання щодо наведення винищувальної авіації на повітряні цілі та проведено аналіз методів та процесів оцінки повітряної обстановки на пунктах управління ПС.

У статтях [6; 9; 12] описується необхідність введення системи цільових установок у систему підтримки прийняття рішень. Пропонується використовувати її у вигляді кортежу, а також застосовувати формалізований опис цілей, з'єднаних між собою логічними зв'язками з урахування невизначеності.

Мета статті. Аналіз процесів автоматизації прийняття рішень на пункті управління Повітряних Сил при управлінні авіацією.

Виклад основного матеріалу

СПМЗ АСУ авіації та ППО, представляє собою сукупність описів і алгоритмів вирішення інформаційних, розрахункових задач, математичних моделей, необхідних в процесі управління та призначено для розв'язання розрахункових задач. Рішення логіко-аналітичних задач реалізовано в обсязі недостатнім для виконання бойових завдань, та потребує вдосконалення. Неспроможність розробки рекомендацій на основі неповної, неточної вихідної інформації негативно впливають на якість прийняття рішень [4]. Отже, СПМЗ КЗА управління

авіацією має такі недоліки: неможливість зміни принципів виробки рішень особи, що приймає рішення (ОПР); використання кількісних показників якості управління; важкість реалізації в спеціальному програмним математичним забезпеченні задач логічного типу. Усунути недоліки СПМЗ можливо шляхом створення його адаптивної структури на основі розумових моделей процесу прийняття рішень. Воно повинно бути адаптивним і дозволити моделювати елементи діяльності людини при прийнятті рішення.

Очевидно, що розробка СПМЗ засобів автоматизації управління авіацією, що відповідає вимогам, на основі кількісних методів не можлива. Для вирішення цих задач традиційні підходи необхідно доповнити методами, що лежать в області штучного інтелекту. В класичній теорії управління на першому етапі процесу прийняття рішень визначаються функціями ОПР і відповідними задачами [5]. В зв'язку з тим ефективно управління авіацією обґрунтовує модифікацію СПМЗ АСУ на принципово нових основах. Зокрема, визначення параметрів запланованого впливу винищувачем по повітряних цілях доцільно удосконалити з урахуванням логіки процесу виробки рішення.

Задачі прийняття рішень щодо управління літаками винищувальної авіації повинні відрізнятися єдиною формальною системою для представлення всіх аспектів знань. В основі всіх методів представлення знань знаходиться логіка предикатів. Для вирішення даної задачі пропонується використовувати нечітку структуру цільових установок (СЦУ). Побудова на базі нечітких вершин і співвідношень, нечітка СЦУ дозволяє планувати і контролювати процес досягнення цілі [5].

Формалізоване представлення [6] завдань включає:

- визначення об'єму формалізованих знань і методи експертизи;
- попередню обробку отриманих експертних знань;
- додатково отримані знання від експерта;
- формалізація знань;
- уточнення формалізованих описів;
- тестування і додатковий формалізований опис повітряних об'єктів (ПО).

Для формалізації задач управління винищувачами можна використовувати комбіновані моделі – структури цільових установок (1) і обчислення предикатів (ОП) першого порядку.

Структура цільових установок задається у вигляді кортежа:

$$T_{\text{по}}^{\text{сцу}} = \langle W^{\text{сцу}}, M^{\text{сцу}} \rangle, \quad (1)$$

де $T_{\text{по}}^{\text{сцу}}$ – формалізована теорія предметної області,

побудови з використанням СЦУ;

$W^{\text{сцу}}$ – множина цілей (станів) процесу управління;

$M^{\text{сцу}}$ – множина зв'язків між елементами множини [7].

В загальному випадку формалізований опис (1) цілі може включати деякі множини формул $\Phi_a = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, з'єднаних між собою логічними зв'язками $\wedge, \vee, \neg, \equiv, \rightarrow$ (кон'юнкція, диз'юнкція, від'ємність, еквівалентність, імплікація) (2):

$$R(x_1)R(x_2)R \dots R(x_m) \rightarrow y, \quad (2)$$

де R – один з логічних зв'язків;

y – деяка ціль, досягнення якої можливо при умові виконання формул x_1, x_2, \dots, x_m .

Ціль – стан предметної області, який характеризується множиною станів (3) об'єктів фізичної реальності, множиною подій, правилами переходів, діями, які необхідно виконувати для досягнення об'єктом деякого стану [8].

Тоді ціль представимо кортежем:

$$W^{\text{сцу}} = \langle O_{\text{оцв}}, S_{\text{оцв}}, N_{\text{пу}}, H_{\text{ну}}, D_{\text{ду}}, M_{\text{іц}}, C_{\text{іс}} \rangle, \quad (3)$$

де $O_{\text{оцв}}$ – множина об'єктів цільової взаємодії;

$S_{\text{оцв}}$ – множина станів об'єктів цільової взаємодії;

$N_{\text{пу}}$ – множина початкових умов, що визначають досягнення цілі;

$H_{\text{ну}}$ – множина необхідних умов досягнення цілей;

$D_{\text{ду}}$ – множина достатніх умов досягнення цілей;

$M_{\text{іц}}$ – множина цілей, яких можна досягнути при істинності цілі;

$C_{\text{іс}}$ – множина подій, що дозволяють здійснити розпізнавання цільової ситуації [4].

Логічна послідовність досягнення цільових станів виявляється співвідношенням між ними (4), що представляє зв'язок між цілями, які відображають властивості взаємодії між ними (слідкування, підпорядкування, просторові або часові характеристики та інше). Тоді формально множина співвідношень представляється як кортеж:

$$M^{\text{сцу}} = \langle Rs, Ns, Ps, Ts \rangle, \quad (4)$$

де $Rs = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ – множина ресурсів;

$Ns = \{Ns_i(r_j)\}$ – множина нормативних правил використання ресурсів;

Ps – множина нормативних правил витрати запасу ресурсів;

T_s – інтервал часу, що визначає тривалість дії [9].

Формальний апарат СЦУ характеризується складнощами:

- визначення усіх множин цілей $W^{сцу}$ і зв'язків між ними $M^{сцу}$;
- перевірки чи не суперечить формалізованому опису знань;
- перевірки повноти опису знань про ПО (5) [10].

Формальний апарат ОП дозволяє представляти знання про певний повітряний об'єкт (ПО) кортежем:

$$T_{по}^{оп} = \langle L^{оп}, C^{оп}, S \rangle, \quad (5)$$

де $T_{по}^{оп}$ – нормалізування представлення знань про ПО, засноване на ОП;

$L^{оп}$ – формальна мова ОП;

$C^{оп}$ – операції приєднання наслідків;

S – множина логічних аксіом, що описують властивості повітряного об'єкту, заданих з використанням $L^{оп}$ і $C^{оп}$.

Проаналізуємо опис цільових установок, їх значень істинності і зміст і формалізованого опису співвідношень у структурі цільових установок. В загальному випадку процес прийняття рішення включає:

- формулювання цілі $\bar{C} = \{c_1, c_2, \dots, c_k\}$;
- ієрархічні системи підцілей;
- визначення складу підцілей, що можуть бути досягнуті для даної ситуації;
- вибір альтернативних шляхів $\bar{D} = \{d_1, d_2, \dots, d_l\}$ для досягнення підцілей;
- пошук оптимальних в деякому сенсі шляхів досягнення цілі $\bar{D}' = \{d'_1, d'_2, \dots, d'_f\}$.

Крім того, прийняття рішення характеризується переліком проблем $\bar{P} = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}$ і обмежень розмежувань на можливих діях.

Ціль у називається кон'юнктивною, якщо існує множина формул $\{x_1, x_2, \dots, x_m, y\}$, при яких необхідність досягнення визначається $x_1 \wedge x_2 \wedge \dots \wedge x_m$:

$$x_1 \wedge x_2 \wedge \dots \wedge x_m \rightarrow y, \quad (6)$$

$$y \rightarrow x_1 \wedge x_2 \wedge \dots \wedge x_m. \quad (7)$$

де $x_1 \wedge x_2 \wedge \dots \wedge x_m$ – множина формул;

y – ціль.

Задачі прийняття рішень бувають диз'юнктивними і кон'юнктивними [11]. Перший тип задач виникає в диз'юнктивних вершинах

мережі. В цьому випадку необхідно вибрати найкращий варіант досягнення цілі. Однак результати рішень, що приймаються, можуть бути невизначеними або випадковими. Одна частина альтернативних результатів може бути віднесена до допустимих, інша – до несприятливих.

Кон'юнктивна задача відповідає кон'юнктивним вершинам мережі, коли для досягнення кожної відповідної необхідні певні затрати деякого ресурсу. При обмеженні сумарного запасу ресурса необхідно так розподілити його між складовими, щоб забезпечити досягнення всіх складових в сприятливий час [12].

Коректний опис закономірностей предметної області залежить від множини відношень приєднання наслідків. Всі задачі, що вирішуються, можуть відобразитися через базову нестрогу систему співвідношень. Опис закономірностей предметної області коректний при суворому частковому порядку кожного співвідношення з системи співвідношень: підпорядкування, посередництво і “початкові умови – результат”.

Таким чином, математична модель фактично визначає відношення між ознаками, по яких фіксується досягнення цілей. В цьому зв'язку необхідно однозначно визначити відповідні обмеження операції наслідків в рамках прагматичного аспекту знань. Формальна система для опису суджень про елементи предметної області включає алфавіт понять (вершин і співвідношень), правила створення доступних виразів – структуру цільових установок, логічні аксіоми і правила виводу нових виразів з відомих.

Висновки

Процес прийняття рішень характеризується об'єктивно обумовленою логічною послідовністю. Необхідною умовою цього процесу являється етап узагальнення і перетворення різномірної інформації в форму, найбільш відповідну задачам управління авіацією.

Результати проведеного у статті аналізу процесів автоматизації управління винищувачами на пунктах управління Повітряних Сил ЗС України свідчать про можливість підвищення якості управління за рахунок автоматизації вирішення задачі використання формалізованих експертних знань щодо бойового управління винищувачами, на основі досвіду отриманого в ході виконання завдань в тому числі, під час відсічі збройної агресії російської федерації.

Перспективним підходом до формалізації процесів прийняття рішень з управління авіацією є створення моделей, що передбачають формалізацію розумової діяльності особи, що приймає рішення.

В подальшому необхідна розробка відповідних

теоретичних положень і удосконалення засобів формалізації, які будуть використовуватись в моделях прийняття рішень.

Основу структури використаного у статті апарату формалізації задач прийняття рішення розглянутого класу складають мережеві моделі цільових установок, сформовані в рамках єдиного формалізму, що дозволяє встановити однозначну відповідність між процесами актуалізації і досягнення цільових установок в системі управління і фактом їх досягнення (недосягнення) в об'єктивній реальності.

Описаний у статті напрям формалізації процесів прийняття рішень при управлінні авіацією забезпечує об'єднання в рамках єдиного формалізму опису динамічних властивостей і логіко-аналітичної діяльності, описаних в різних класах формальних логік. Формалізація розумової діяльності особи, що приймає рішення дозволяє здійснювати суворий опис різноманітних аспектів знань в рамках єдиного формального апарату з можливістю його подальшого практичного використання в процесі управління авіацією.

Список літератури

1. Об'єкти управління автоматизованих систем управління Повітряних Сил. Ч. 2. Об'єкти управління автоматизованих систем управління авіації та радіоелектронної боротьби Повітряних Сил / Глебов Ю. В. та ін. Харків: ХУПС, 2015. 253 с.
2. Біла книга-2021: оборонна політика України. Київ: Міністерство оборони України. 2022. 124 с.
3. Аксьонов П. Чому авіація не відіграє великої ролі у війні росії проти України і чи може вона згодом змінити все. *BBC news Україна*: веб-сайт. URL: <https://www.bbc.com/ukrainian/features-65112620> (дата звернення: 10.09.2023).
4. Королюк Н. О., Леонов А. В., Будков М. Р., Литвин Д. А. Особливості автоматизації процесів вироблення рішень при оцінці повітряної обстановки на пунктах управління Повітряних Сил Збройних Сил України. *Системи озброєння і військова техніка*. 2020. № 1(61). С. 106–112. <https://doi.org/10.30748/soivt.2020.61.12>.
5. Королюк Н. О., Першин О. В., Грідньова Т. О., Шевченко С. О., Агапов М. С. Обґрунтування сучасного підходу щодо автоматизації процесів прийняття рішень по управлінню авіацією. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2019. № 1(59). С. 32–39. <https://doi.org/10.30748/zhups.2019.59.04>.
6. Королюк Н. О., Чекунова О. М., Черній О. П., Тютюнник Є. В., Савченко В. В. Сучасний підхід щодо автоматизації процесів прийняття рішень по управлінню винищувальною авіацією за допомогою використання системи цільових установок. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2022. № 1(46). С. 79–84. <https://doi.org/10.30748/nitps.2022.46.11>.
7. Сургай В. М., Писаренко М. В., Терешин Є. В. Дослідження процесу наведення винищувачів на повітряні цілі методом наведення “Маневр”. *Системи озброєння і військова техніка*. 2021. № 1(65). С. 113–117.
8. Удосконалення алгоритму визначення методу наведення винищувача на повітряну ціль в АСУ спеціального призначення: звіт про оперативне завдання, шифр “Винищувач”. Харків: ХНУПС, 2023. № 19728. 61 с.
9. Третяк В., Голубничий Д., Коломійцев О., Мегельбей Г., Возний О., Філіпенков О. Математична модель рангового підходу. *Збірник наукових праць АГОС*. 2020. С. 116–122. <https://doi.org/10.36074/25.12.2020.v1.40>.
10. Бабенко Р. В., Ярошенко Я. В., Нікітенко А. П., Базіло С. М., Зверев О. О. Алгоритм розподілу операторів наведення для управління винищувачами під час виконання наведення на повітряні цілі. *Sciences of Europe*. 2020. № 58. С. 50–53.
11. Horbenko V., Korshet O., Korolyuk N., Nevgad S. Method for designed and adaptation of complex organization and technical systems. *Social Development and Security*. 2020. № 10(1). P. 47–55. <https://doi.org/10.33445/sds.2020.10.1.6>.
12. Нечіткі множини. *Vuzlit.com*. веб-сайт: URL: https://vuzlit.com/905463/nechitki_mnozhini (дата звернення: 19.02.2023).

Надійшла до редколегії 01.10.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про авторів:

Бєлоус Михайло Васильович
старший науковий співробітник
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-7173-654X>

Бєлоус Наталія Михайлівна
бакалавр
студент магістратури
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0009-0002-5596-4889>

Бокій Олена Володимирівна
науковий співробітник
Військового інституту
телекомунікацій та інформатизації
ім. Героїв Крут,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0009-0006-3459-5665>

Information about the authors:

Mykhailo Bielous
Senior Researcher
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-7173-654X>

Nataliia Bielous
Bachelor
Undergraduate
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0002-5596-4889>

Olena Bokii
Researcher
of Kruty Heroes Military Institute
of Telecommunications and
Information Technologies,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0006-3459-5665>

FORMALIZATION OF DECISION-MAKING PROCESSES IN AVIATION MANAGEMENT

M. Bielous, N. Bielous, O. Bokii

Currently, fighter aircraft is one of the most important components in the war with the Russian Federation. It is used to gain superiority in the air during combat, destroy means of air attack, air support of the Ground Forces, the Naval Forces, provision of aerial intelligence data to control bodies, aerial damage to enemy aviation, land and sea formations, objects of the state and military administration, rear facilities and military-economic potential, transport communications, performance of other special tasks. To ensure high efficiency of combat use, tactical (fighter) aviation brigades are equipped with automation equipment. The experience of the combat use of fighter aircraft during wars and local military conflicts of the last decade shows that ensuring high efficiency of aircraft control is achieved by automating control processes through the use of modern software and mathematical support of the automated control system, based on fundamentally new approaches, including the use of a single formal system for presenting the knowledge of combat control officers. However, the capabilities of aviation and air defense control systems to solve logical and analytical problems are limited. In the existing complex of automation tools, the final result of the task of determining the impact on the target is evaluated qualitatively – if it is possible for the fighter to enter a given tactically advantageous position relative to the target. The existing SPMZ ASU uses mathematical models, the systems of restrictions of which do not allow to fully use the existing potential of the available composition of information sources, to form recommendations based on incomplete, inaccurate input information, which negatively affects the quality of aviation management. Thus, the need to automate decision-making processes in aviation management using the latest information technologies is urgent. One of the promising directions of formalization of decision-making processes in aviation management is the creation of models that provide for the formalization of the mental activity of decision-makers. The purpose of the article. Automation of decision-making processes in aviation management using the latest information technologies. One of the promising directions of formalization of decision-making processes in aviation management is the creation of models that provide for the formalization of the mental activity of decision-makers.

Keywords: automated system; fighter aircraft; guidance method; system of target installations.

В.С. Блінцов¹, А.В. Надточій¹, А.І. Слюсаренко²

¹Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, Миколаїв

²Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО ПОЛІГОНУ ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ ЗАСОБІВ МОРСЬКОЇ РОБОТОТЕХНІКИ

В роботі розглянуто питання натурних випробувань засобів морської робототехніки, які необхідно виконувати на прикінцевій фазі їх впровадження у морську діяльність державних структур. На основі аналізу сучасного рівня організації морських полігонів провідних морських країн світу зроблено висновок про можливість та доцільність розробки і створення вітчизняного науково-дослідного полігону як спеціалізованого об'єкту для натурних випробувань новостворюваних засобів морської робототехніки. Розробку інформаційної моделі науково-дослідного полігону виконано на основі застосування системного підходу, який ґрунтується на критеріях “матерія”, “енергія”, “інформація” та “функціональність”. Такий підхід забезпечує необхідну структуру досліджень та виявлення і врахування властивостей об'єкта розробки як цілісної множини елементів у сукупності відношень і зв'язків між ними. На його основі отримано інформаційні моделі засобів морської робототехніки та науково-дослідного полігону як організаційної структури, призначеної для практичної реалізації програми досліджень конкретних типів морських робіт. Отримані інформаційні моделі можуть слугувати теоретичною основою для розробки аванпроектів випробувального полігону як прикінцевого етапу впровадження нових роботизованих технологій у морську діяльність вітчизняних організацій цивільного та оборонного спрямувань.

Ключові слова: засоби морської робототехніки; науково-дослідний полігон; інформаційна модель.

Вступ

Постановка проблеми. Завдання оснащення Збройних Сил України новітніми засобами морської робототехніки (ЗМР, в англійській літературі – Means of Marine Robotics, MMR) належить до центральних завдань, які сьогодні стоять перед вітчизняною наукою та промисловістю [1–2]. Розв'язок цього завдання на цей час виконується двома шляхами:

а) шляхом розробки і створення ЗМР державними установами та приватними організаціями;

б) шляхом закупівлі готових зразків, які є доступними на світовому ринку морської робототехніки.

Однак етапу передачі отриманих вказаними шляхами засобів морської робототехніки кінцевим користувачам з метою застосування за призначенням має передувати етап їх натурних випробувань. Метою таких випробувань, в залежності від виду ЗМР, має бути підтвердження заявлених виробником (продавцем) тактико-технічних характеристик виробу та/або отримання первинної інформації для розробки методик підготовки операторів цих ЗМР.

Серед багатьох методів випробувань такої техніки – стендових, басейнових чи натурних випробувань в умовах спеціального полігону – останній метод є найбільш достовірним та інформаційно повним. Проте, організація і, власне, проведення морських натурних випробувань ЗМР на непідготовлених акваторіях вимагають попереднього

виконання великого обсягу робіт організаційно-технічного, юридичного, а також режимного характеру [3].

У зв'язку з цим доцільним є створення випробувального полігону спеціального типу, на якому можна було б проводити повномасштабні випробування ЗМР з реалізацією всіх режимів їх функціонування, включаючи граничні режими експлуатації та, за необхідності, аварійні режими.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Випробувальні полігони для тестування ЗМР на цей час створюють і використовують практично всі промислово розвинені морські країни світу. Одними з перших такі полігони почали створювати США і Китай.

Так, Центр атлантичних підводних випробувань та оцінки ВМС США виконує інтегровані тривимірні гідро- та аерокосмічні вимірювання траєкторій ЗМР, що охоплюють увесь спектр підводних бойових дій – калібрування, класифікацію, виявлення та ураження цілей [4]. Його основна місія полягає в забезпеченні військово-морських можливостей ВМС США шляхом тестування та оцінки створюваних засобів підводної робототехніки та проведенні прикладних підводних досліджень. Полігон включає в себе три випробувальні полігони – полігон для озброєння, полігон для акустичних засобів і полігон перевірки оперативної готовності флоту. Всі три випробувальні полігони розташовані у районі

Багамських островів і мають загальну площу 500 квадратних морських миль та глибину до 1800 м. Полігон забезпечує випробування ЗМР у воді (у тому числі й глибоководні) та у повітрі, а також має симулятор загрози електронної війни. Остання являє собою систему реального часу, яка може генерувати складні динамічні електромагнітні (радіочастотні) сигнали, що забезпечує тестування різних радіоприймачів морського застосування.

Морський центр підводної війни в Кейпорті (узбережжя північного заходу США) є ключовим полігоном для випробувань підводних дронів американського флоту [5]. Там вперше було сформовано ескадрилью безпілотних підводних апаратів ВМС США, якій було доручено розробку тактики та методів, за якими ВМС будуть використовувати безпілотні підводні апарати. Протягом останніх років у цьому центрі пройшли випробування підводні апарати, діаметри яких варіюються від 10-дюймових малих апаратів до великих підводних апаратів діаметром понад 80 дюймів.

Одним з найбільших морських полігонів у світі є полігон для тренування і тестування Атлантичного флоту США [6]. Його зона дослідження складається приблизно з 2,6 мільйонів квадратних морських миль і виділеного повітряного простору над Атлантичним океаном уздовж східного узбережжя Північної Америки. Проведення випробувань у різних морських середовищах, таких як різні глибини океану та різні типи морського дна, різні рівні солоності та інші умови океану, а також відтворення бойових середовищ дозволяє точно оцінити технічний рівень ЗМР, які досліджуються. Умови полігону дають змогу проводити фундаментальні та прикладні дослідження щодо застосування ЗМР, перевіряти ефективність бойового застосування ЗМР, особливості їх технічного обслуговування, а також проводити підготовку операторів такої техніки.

У 2018 році в Китаї розпочали будівництво величезного випробувального полігону для безекіпажних суден у Південно-Китайському морі біля берегів провінції Гуандун [7]. Полігон для суден-роботів Wanshan Marine Test Field площею 771,6 кв. км стане першим та найбільшим в Азії. Тут тестуватимуть технології, які дозволяють управляти надводними і підводними суднами без екіпажів, здійснювати дистанційно різні маневри та обходити перешкоди, що несуть потенційну загрозу. За підсумками тестових випробувань формуватимуться нормативні документи (інструкції, стандарти тощо) для всієї галузі автономного судноплавства КНР.

Україна до тимчасової анексії Криму російською федерацією мала акваторію на Чорному морі (район порту Феодосія), де можна було

створювати морський полігон, придатний для реалізації програм випробувань ЗМР. Однак, в останні роки така робота тільки починалась і, в основному, виконувалася виключно у напрямку організації полігонів для морської піхоти та випробувань ракетно-артилерійських систем [8–9]. Також було прийнято “Концепцію Державної цільової програми створення полігона” [10], де було передбачено наявність морської ділянки для проведення повітряних стрільб.

Таким чином, питання створення в Україні спеціального полігону для випробувань нових зразків морської робототехніки на загальнодержавному рівні не ставилось.

Метою статті є створення узагальненої інформаційної моделі науково-дослідного полігону для випробувань засобів морської робототехніки як теоретичної основи його реалізації в інтересах вітчизняних цивільних і оборонних організацій, що ведуть свою діяльність у територіальному морі України.

Виклад основного матеріалу

Під загальним терміном “науково-дослідний полігон” (НДП, в англійській літературі – Research Training Ground, RTG) будемо розуміти спеціально відведену та обладнану ділянку акваторії (зазвичай, морської акваторії) та прибережну ділянку суші з повітряним простором над ними, які призначені для проведення випробувань нових зразків морської робототехніки та відпрацювання технології її використання за призначенням.

Інформаційна модель НДП має відображати всі суттєві для його створення складові, структуровані таким чином, щоб за їх допомогою можна було розробляти “дорожню карту” створення (реалізації) цього полігону [11].

Виходячи з загальновідомих уявлень термін “інформаційна модель” означає модель об’єкта, що представлена у вигляді інформації, яка описує суттєві для даного розгляду параметри та змінні величини об’єкта і зв’язки між ними [12].

Інформаційна модель (у широкому, загальнонауковому сенсі) – це сукупність інформації, що характеризує суттєві властивості та стани об’єкта, процесу, явища, а також його взаємозв’язок із зовнішнім середовищем (оточенням).

З огляду на складність НДП як нового об’єкту прикладної наукової та інженерної діяльності, а також враховуючи багатofакторність такого об’єкту з позицій забезпечення ефективності його функціонування, розробку інформаційної моделі полігону доцільно виконувати з позицій системного підходу, який передбачає виявлення та врахування властивостей об’єкта розробки як цілісної множини

елементів в сукупності відношень і зв'язків між ними, тобто розгляд об'єкта як цілісної моделі складної системи [13].

Автори використовують методологію системного підходу для аналізу створюваних об'єктів, яка ґрунтується на відомій філософській концепції про зв'язок матерії, енергії та інформації [14], доповненій четвертим зв'язком – функціональними властивостями створюваного об'єкту [15].

Будемо розглядати інформаційну модель НДП у вигляді двох складових:

– інформаційної моделі об'єктів досліджень – засобів морської робототехніки IM_{MMR} , які плануються досліджувати на полігоні;

– інформаційної моделі, власне, науково-дослідного полігону IM_{RTG} як організаційної структури, призначеної для практичної реалізації програми досліджень конкретних типів ЗМР.

Для початку розглянемо НДП як розгалужену спеціалізовану організаційну структуру, призначену для проведення випробувань наступних різномірних типів ЗМР та тренувань їх екіпажів:

– безекіпажних надводних суден різних типів і призначення (БНС, в англійській літературі – Unmanned Surface Vessels, USV);

– ненаселених підводних апаратів різного типу і призначення (НПА, в англійській літературі – Unmanned Underwater Vehicles, UUV);

– безпілотних літальних апаратів морського базування та/чи морського використання (БЛА, в англійській літературі – Unmanned Aerial Vehicles, UAV).

Наведені вище типи ЗМР утворюють множину трьох основних типів технічних засобів, які є предметом діяльності НДП. Але на практиці кількість типів ЗМР може бути значно більшою за рахунок того, що, по-перше, у результаті загального прогресу робототехніки постійно з'являються нові типи ЗМР і, по-друге, у межах кожного з названих типів ЗМР існують окремі їх види, які суттєво відрізняються як за конструкцією, так і за особливостями їх експлуатації.

Наприклад, ненаселені підводні апарати мають наступні види: автономні, прив'язні, донні; у свою чергу, НПА прив'язного виду поділяються на самохідні, буксирні та опускні тощо.

У зв'язку з цим такі види мають займати окремі місця у класифікації ЗМР та в організації їх випробувань.

У загальному випадку множина MMR вказаних основних типів ЗМР має вигляд:

$$MMR = \{MMR_1; \dots; MMR_m; \dots; MMR_M\}, \quad (1)$$

де $m = 1, \dots, M$; M – кількість типів і видів ЗМР, які підлягають випробуванням.

Тоді множину інформаційних моделей IM_{MMR}

всіх типів ЗМР, які плануються до випробувань на полігоні, можна представити наступним відношенням:

$$IM_{MMR} = \{IM_{MMR1}; \dots; IM_{MMRm}; \dots; IM_{MMRM}\}. \quad (2)$$

Примітка: тут і далі індекси при позначеннях інформаційних моделей IM відповідають уведеним у тексті англійським акронімам.

Далі, інформаційні моделі IM_{MMR} ЗМР з множини (2) з позицій системного підходу (критерії “Матерія”, “Енергія”, “Інформація” та “Функціональність” концепції, викладеної в [14–15]) мають містити відомості щодо:

– масо-габаритних характеристик та конструкційних матеріалів, які застосовані для побудови конкретного ЗМР, який планується до випробування (критерій M “Матерія”);

– характеристик енергетичної системи конкретного ЗМР, який планується до випробування (критерій E “Енергія”);

– характеристик системи інформатики конкретного ЗМР, який планується до випробування, тобто, характеристик сенсорних систем, систем керування, навігації та зв'язку цього ЗМР (критерій I “Інформація”);

– експлуатаційних характеристик ЗМР, який планується до випробування, тобто, характеристик, що визначають рівень його технічних та організаційно-експлуатаційних можливостей при застосуванні за призначенням (критерій F “Функціональність”).

Наведений вище перелік з чотирьох критеріїв системного підходу, за необхідності, може бути розширений за рахунок введення до розгляду додаткових критеріїв, у першу чергу, функціонального спрямування, актуальних з позицій оцінки ефективності застосування тих чи інших ЗМР.

У загальному випадку, з позицій системного підходу та концепції, викладеної в [14–15], множину IM_C інформаційних моделей критеріїв, за якими необхідно оцінювати ЗМР, що плануються до випробувань на НДП, можна представити наступними відношеннями:

$$IM_C = \{IM_{C1}; \dots; IM_{Cn}; \dots; IM_{CN}\}. \quad (3)$$

де $n = 1, \dots, N$; N – кількість критеріїв системного підходу, за якими планується оцінювати відповідність ЗМР вимогам проектного завдання на їх створення.

Далі, науково-дослідний полігон, як об'єкт прикладної технічної науки, призначений для випробувань (полігонного відпрацювання) в умовах, наближених до реальних, експериментальних, дослідницьких та серійних зразків цивільної та військової морської робототехніки, а саме:

– всебічної перевірки технічних та експлуатаційних характеристик нових ЗМР і

порівняння отриманих результатів з технічними вимогами на їх створення (в англійській літературі – Tests, T);

– розробки на підставі результатів випробувань пропозицій і рекомендацій щодо подальшого вдосконалення технічних та експлуатаційних характеристик зразків морської робототехніки (в англійській літературі – Recommendations, R);

– проведення контрольних випробувань окремих зразків серійних партій (в англійській літературі – Individual Sample, IS); такі випробування проводяться з метою підтвердження відсутності відхилень основних технічних та експлуатаційних характеристик від раніше затверджених; підтвердження кількісних показників надійності серійних зразків;

– аналізу, узагальнення матеріалів випробувань і оцінки правильності та оптимальності прийнятих схемних і конструктивних рішень випробовуваних зразків (в англійській літературі – Analyzes, A);

– перевірки експлуатаційно-технічної та технологічної документації досліджуваних ЗМР (в англійській літературі – Documentation, D);

– проведення тракторних, телеметричних та інших вимірювань (в англійській літературі – Measurement, M);

– організації та проведення навчальних операцій за призначенням ЗМР (в англійській літературі – Education, E);

– виконання науково-дослідних робіт з розвитку та вдосконалення ЗМР та методів їх випробувань та експлуатації (в англійській літературі – Scientific Research, SR);

– виконання науково-методичних робіт та тренінгів для навчання операторів та обслуговуючого технічного персоналу ЗМР (в англійській літературі – Training, Tr);

– наукових досліджень у напрямку розробки нових та вдосконалення існуючих технологій застосування ЗМР (в англійській літературі – New Technologies, NT).

Виходячи з вище викладеного, множини T_{MMR} видів полігонних випробувань ЗМР можна представити у вигляді: (4)

$$T_{MMR} = \{T_T; T_R; T_{IS}; T_A; T_D; T_M; T_E; T_{SR}; T_{Tr}; T_{NT}\}.$$

Слід зазначити, що множина (4) полігонних випробувань не є остаточною і може бути розширена за рахунок появи нових за цілями та за змістом експериментальних досліджень.

Тому інформаційну модель IM_T видів полігонних випробувань ЗМР, у загальному вигляді, можна представити відношенням:

$$IM_T = \{IM_{T1}; \dots; IM_{Tk}; \dots; IM_{TK}\}, \quad (5)$$

де $k = 1, \dots, K$; K – кількість видів випробувань

(полігонних відпрацювань), які планується провести відповідність ЗМР вимогам проєктного завдання на їх створення.

Множини (2), (3) і (5) утворюють тривимірну матрицю J_{MMR} розмірністю $[M \times N \times K]$, яка містить повний перелік інформаційних моделей дослідницьких робіт і випробувань ЗМР на науково-дослідному полігоні:

$$J_{MMR} = [IM_{MMR} \times IM_C \times IM_T]. \quad (6)$$

Матриця (6) може слугувати теоретичною основою для планування змістовної частини програм полігонних випробувань ЗМР різних типів і призначення.

Розглянемо тепер організаційну структуру, власне, науково-дослідного полігону, призначеного для дослідницьких випробувань ЗМР різних типів.

З позицій системного підходу [13] та з урахуванням [14–15] структурно НДП можна представити у вигляді наступних основних складових:

– з позицій матеріально-технічного забезпечення – це територіально розподілена організаційна структура, яка включає берегову (сухопутну) частину з розташованими на ній елінгами для тимчасового зберігання ЗМР, дослідницькими лабораторіями, навчальними класами, ремонтними, адміністративними та допоміжними будівлями, та морську (водну) частину, яка включає облаштовані технічно надводну, підводну та донну складові, а також повітряний простір над цими частинами (критерій M “Матерія”);

– з позицій енергетичного забезпечення – це територіально розподілена організаційна структура, яка включає підсистеми енергозабезпечення берегової та морської частин ННП (критерій E “Енергія”);

– з позицій інформаційного забезпечення – це територіально розподілена організаційна структура, яка включає підсистеми зв'язку та спостереження, навігаційного та метрологічного забезпечення випробувань, а також підсистему планування випробувань та їх документального супроводу, яка включає програми і методики, стандарти тощо (критерій I “Інформація”);

– з позицій відповідності полігону вимогам функціонування за призначенням – це його гідрокліматичні умови використання, характеристики його пропускну здатності (продуктивності) та логістики, рівень його об'єктові, енергетичної, інформаційної та кадрової безпеки (захисності від несанкціонованого проникнення, енергетичної та кіберстійкості тощо), захисності від прямого вогневого ураження та від диверсійно-терористичних загроз (критерій F “Функціональність”).

Тоді інформаційну модель IM_{RTG} НДП для випробувань ЗМР доцільно представити у вигляді чотирьох інформаційних субмоделей:

– інформаційної субмоделі ISM_{RTGM} структури матеріально-технічного забезпечення полігону;

– інформаційної субмоделі ISM_{RTGE} структури енергетичного забезпечення функціонування полігону;

– інформаційної субмоделі ISM_{RTGI} інформаційного забезпечення

– інформаційної субмоделі ISM_{RTGF} , яка містить інформацію про відповідність полігону вимогам функціонування за призначенням.

Тоді інформаційну модель НДП для випробувань ЗМР можна представити у вигляді множини субмоделей: (7)

$$IM_{RTG} = \{ISM_{RTGM}; ISM_{RTGE}; ISM_{RTGI}; ISM_{RTGF}\}.$$

Конкретний зміст та структура окремих складових вказаних інформаційних моделей мають розроблятися і уточнюватися на етапі інженерного проектування полігону.

Таким чином, множини інформаційних моделей (7) і (2) характеризують, відповідно, інформаційну модель науково-дослідного полігону для випробувань засобів морської робототехніки та інформаційну модель засобів морської робототехніки як об'єкту морських натурних випробувань.

Висновки

Сучасний стан розвитку морської робототехніки в Україні характеризується активізацією прикладних наукових досліджень та створенням парку морських надводних і підводних роботів різного призначення. Практичне застосування такої техніки вимагає проведення їх натурних випробувань з метою уточнення технічних

характеристик та підготовки операторів та обслуговуючого технічного персоналу, а також розробки якісної експлуатаційної документації.

Організаційно-технічною основою для виконання вказаного переліку робіт має бути спеціалізований науково-дослідний полігон. Підготовчим етапом створення такого об'єкту є розробка його інформаційної моделі як теоретичного підґрунтя для стадії інженерного проектування.

В роботі розглянуто питання натурних випробувань засобів морської робототехніки, які необхідно виконувати на прикінцевій фазі їх впровадження у морську діяльність державних структур. На основі аналізу сучасного рівня організації морських полігонів провідних морських країн світу зроблено висновок про можливість та доцільність розробки і створення вітчизняного науково-дослідного полігону як спеціалізованого об'єкту для натурних випробувань новостворюваних засобів морської робототехніки. Розробку інформаційної моделі науково-дослідного полігону виконано на основі застосування системного підходу, який ґрунтується на критеріях “матерія”, “енергія”, “інформація” та “функціональність”.

Отримані у роботі інформаційні моделі науково-дослідного полігону та засобів морської робототехніки, випробування яких передбачаються на ньому, побудовані на принципах системного підходу і можуть слугувати інформаційною основою для розробки аванпроекту випробувального полігону як прикінцевого етапу впровадження нових роботизованих технологій у морську діяльність вітчизняних організацій цивільного та оборонного спрямувань. Подальші дослідження вбачається за доцільне проводити у напрямку розробки змісту і структури окремих складових створених інформаційних моделей.

Список літератури

1. Доктрина Військово-Морських Сил Збройних Сил України. ВКП 7(3)-00(13).01: затверджена Головнокомандувачем Збройних Сил України 19 січ. 2021 р.
2. Морські роботизовані системи військового призначення: сучасний стан та перспективи: навч. посіб. / колектив авторів / за заг. ред. С. В. Яким'яка. К.: НУОУ ім. Івана Черняхівського, 2021. 108 с.
3. Буруніна Ж. Ю., Кузьменко О. В., Блінцов О. В. Інформаційно-вимірювальний комплекс для морських випробувань підводних апаратів. *Електротехніка і електромеханіка (ЕТЕМ-2004)*: матеріали міжнар. науково-техн. конф. студентів, аспірантів і молодих наукових робітників. Миколаїв: НУК, 2004. С. 120–121.
4. Atlantic Undersea Test and Evaluation Center. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Atlantic_Undersea_Test_and_Evaluation_Center.
5. Why Washington state is a key testing ground for the Navy's underwater drones. URL: <https://www.navytimes.com/news/your-navy/2018/07/08/why-washington-state-is-a-key-testing-ground-for-the-navys-underwater-drones/>.
6. Navy Training and Testing in the AFTT Study Area. URL: <https://www.nepa.navy.mil/aftteis/AFTT-Study-Area/>.
7. Китай побудує найбільший у світі морський полігон для випробування безпілотних суден. URL: https://cfts.org.ua/news/2018/03/22/kitay_postroit_krupneyshiy_v_mire_morskoy_poligon_dlya_ispytaniya_bespilotnykh_sudov_4633.
8. На полігоні морської піхоти, що на Херсонщині, відбулась церемонія закриття українсько-американського навчання “Сі Бриз – 2021”. ВМС ЗС України. URL: <https://m.facebook.com/navy.mil.gov.ua/posts/1879298632273398/>.
9. Державний випробувальний полігон “Ягорлик”. URL: <https://mil.in.ua/uk/tag/yagorlyk/>.

10. Концепція Державної цільової програми створення полігона. URL: <https://www.mil.gov.ua/ministry/normativno-pravova-baza/gromadske-obgovorennya/2344/proekt-nakazu-ministerstva-oboroni-ukrainifgcgfcgfcgc/>.
11. Project Roadmap: All You Need to Know to Make It Work. URL: <https://everhour.com/blog/project-roadmap/>.
12. Інформаційна модель. URL: <https://surl.li/mnliv>.
13. Pahl G., Beitz W., Feldhusen J. Engineering Design: A Systematic Approach. 2007. 617 p.
14. Dirk K. F. Meijer. Information: what do you mean? On the formative element of our universe. URL: <file:///C:/Users/VS/Downloads/Information2DKFM.pdf>.
15. Блінцов В. С., Ключков О. П., Надточій В. А., Надточій А. В. Проектування засобів морської робототехніки на основі системного підходу: монографія: у 3 ч. / за ред. В. С. Блінцова. Миколаїв: Іліон, 2023. Ч. 1: Самохідні прив'язні підводні системи. 2023. 164 с.

Надійшла до редколегії 18.10.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про авторів:

Блінцов Володимир Степанович

доктор технічних наук професор
професор Національного університету
кораблебудування імені адмірала Макарова,
Миколаїв, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-3912-2174>

Надточій Анатолій Вікторович

кандидат технічних наук доцент
завідувач кафедри
Національного університету
кораблебудування імені адмірала Макарова,
Миколаїв, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-1905-0895>

Слюсаренко Андрій Іванович

начальник науково-дослідного відділу
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0009-0005-8994-7325>

Information about the authors:

Volodymyr Blintsov

Doctor of Engineering Science Professor
Professor of the National University
Shipbuilding named after Admiral Makarov,
Mykolaiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3912-2174>

Anatolii Nadtochii

PhD in Engineering Associate Professor
Head of Department,
National University Shipbuilding
named after Admiral Makarov,
Mykolaiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-1905-0895>

Andrii Sluisarenko

Head of Scientific Research Department
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0005-8994-7325>

INFORMATION MODEL OF THE RESEARCH TRAINING GROUND FOR TESTING MEANS OF MARINE ROBOTICS

V. Blintsov, A. Nadtochii, A. Sluisarenko

The work deals with the issue of field tests of marine robotics, which must be performed at the final stage of their introduction into the maritime activities of state structures. Based on the analysis of the modern level of organization of marine training grounds of the leading maritime countries of the world, a conclusion was made about the possibility and feasibility of developing and creating a domestic research training ground as a specialized facility for field tests of newly created marine robotics. The development of the information model of the scientific research landfill was carried out on the basis of the application of a system approach, which is based on the criteria of "matter", "energy", "information" and "functionality". This approach provides the necessary structuring of research and the identification and consideration of the properties of the object of development as a whole set of elements in a set of relationships and connections between them. On its basis, information models of marine robotics tools and a research training ground as an organizational structure designed for the practical implementation of a research program of specific types of marine robots were obtained. A three-dimensional matrix was created for marine robotics, which includes information models of their main types, information models of system approach criteria, and information models of types of polygon tests of marine robotics. The information model of the scientific research landfill was created as part of four information sub-models according to the four criteria of the system approach: information sub-models of the structure of material and technical support of the landfill, information sub-models of the structure of energy and information support of the functioning of the landfill, as well as an information sub-model that contains information about the compliance of the landfill with the requirements of operation by appointment. The obtained information models can serve as a theoretical basis for the development of the preliminary design of the test site as the final stage of the introduction of new robotic technologies into the maritime activities of domestic civil and defense organizations.

Keywords: marine robotics; research training ground; information model.

О.В. Джежулей¹, Ю.А. Гусяков²

¹Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси

²Національний університет оборони України, Київ

ОСОБЛИВОСТІ ПОПОВНЕННЯ ЗАПАСІВ МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ У ВІЙСЬКАХ (СИЛАХ) В ОПЕРАЦІЯХ В АРМІЯХ КРАЇН-ЧЛЕНІВ НАТО ТА В ЗБРОЙНИХ СИЛАХ УКРАЇНИ

У матеріалах статті розкриті основні особливості поповнення запасів матеріально-технічних засобів у військах (силах) в операціях в арміях країн-членів НАТО за досвідом локальних війн і збройних конфліктів та визначена актуальність цієї проблеми в країнах-партнерах.

Стаття розкриває, що недостатність ефективності застосування сил і засобів логістичного забезпечення (постачання матеріально-технічних засобів) та їх велика уразливість до вогневих засобів противника через недосконалі нормативи щодо вибору районів розгортання (місць розташування) потребує негайного вирішення на основі побудови ефективної системи логістичного забезпечення, яка здатна своєчасно у повному обсязі задовольнити потреби військ (сил) у витрачених матеріально-технічних засобах та передбачити створення розгалуженої системи захищених баз їх зберігання для забезпечення їх живучості з урахуванням впливу сучасних засобів розвідки та ураження противника.

Корисність матеріалу статті полягає в тому, що вона на основі проведеного аналізу особливостей процесу поповнення матеріально-технічними засобами військ (сил) розкриває ідею щодо необхідності обґрунтування основних нормативів застосування сил і засобів логістичного забезпечення (постачання матеріально-технічних засобів) та визначення районів їх розгортання (місць розташування) в подальших дослідженнях.

Ключові слова: сили і засоби логістичного забезпечення; поповнення матеріально технічними засобами; район розгортання (місця розташування).

Вступ

Постановка проблеми. Досвід російсько-української війни, проведення операції Об'єднаних сил (ООС) та антитерористичної операції (АТО) [1–2] свідчить, що все більше уваги приділяється забезпеченню військ (сил) матеріально-технічними засобами (МТЗ), зокрема поповненню запасів МТЗ у військах (силах) замість витрачених і втрачених. Зрозуміло, що виконання цих завдань покладені на сили і засоби логістичного забезпечення (постачання МТЗ), до яких відносяться військові частини, установи, підрозділи Збройних Сил (ЗС) України, інших складових сил оборони, які призначені для утримання запасів озброєння, військової та спеціальної техніки, МТЗ, їх підвезення, технічного обслуговування і ремонту, надання послуг та задоволення побутових потреб військ (сил) [3–4].

Тому, проблема поповнення МТЗ військ (сил) замість витрачених і втрачених за рахунок підвищення ефективності застосування сил і засобів логістичного забезпечення (постачання МТЗ) стає все більш актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В справу застосування сил і засобів логістичного забезпечення з метою своєчасного поповнення МТЗ

військ (сил) замість витрачених і втрачених слід відзначити вклад таких вчених як Шуєнкін В.О., Хазанович О.І., Романченко І.С., Дем'янчук Б.М., Гуляк О.В. та інших. Однак, не всі проблемні питання щодо ефективного застосування сил і засобів логістичного забезпечення в процесі поповнення військ (сил) МТЗ вирішені в цих роботах достатньо повно. Це досить природно і зрозуміло, бо в роботах цих авторів не можливо було передбачити ті сучасні тенденції ведення бойових дій, які проводились і продовжують проводитись в сучасних умовах, зокрема на жаль на території України, яким притаманні фактори і чинники невизначеності у більшій мірі ніж бойовим діям недалекого минулого [5–8].

Тому, виходячи з вимог керівних документів та досліджень за даним напрямком, а також відповідно до приведених вище змін виникає необхідність в уточненні та обґрунтуванні нормативів застосування сил і засобів логістичного забезпечення. Для вирішення цього завдання необхідно в першу чергу проаналізувати механізм впливу сучасних тенденцій та особливостей ведення збройної боротьби на організацію поповнення запасів МТЗ у військах (силах) в арміях країн членів НАТО в локальних збройних конфліктах та ЗС України за досвідом російсько-української війни та ООС (АТО).

Метою статті є визначення основних особливостей поповнення запасів МТЗ у військах (силах) в операціях в арміях країн членів НАТО та в ЗС України для подальшого удосконалення цього процесу.

Виклад основного матеріалу

Відповідно до Доктрини об'єднаних сил НАТО [9], логістика – це наука про планування та здійснення пересування та підтримки сил.

У найбільш широкому значенні – це аспекти військових операцій, пов'язані з: проектуванням і розробленням, закупівлею, зберіганням, транспортуванням, розподілом, технічним обслуговуванням (ТО), евакуацією та утилізацією озброєння та військової техніки (ОВТ) та інших матеріальних засобів (МЗ); перевезенням особового складу; придбанням або побудовою, обслуговуванням, функціонуванням та розташуванням інфраструктури; придбанням або організацією надання послуг; медичним забезпеченням і охороною здоров'я [10].

Система матеріально-технічного забезпечення у провідних країнах НАТО становить різновид складної цілеспрямованої організаційно-технічної просторово-розподіленої системи, що здійснює пересування МТЗ у просторі й часі та комплекс робіт із підтримання їх у визначеному стані готовності до застосування.

Система забезпечення МТЗ в сучасних арміях передових країн світу має досить велику “питому вагу”, акумулює значні матеріальні та фінансові ресурси (більше ніж 60-70 % від загальних витрат на оборону) вимагає великих коштів на своє утримання і удосконалення. З цього зрозуміло, що помилки в побудові системи матеріально-технічного забезпечення, нераціональне застосування сил та засобів системи можуть призвести до значних економічних збитків або навіть до невиконання завдань структурами, що забезпечуються. Необхідність удосконалення побудови систем і застосування його функціональних складових, викликана також підвищенням можливостей протидіючої сторони з ураження сил та засобів забезпечення на всю глибину побудови військ, а також, як показує досвід збройних конфліктів останніх десятиріч [11], зростанням втрат озброєння та військової техніки (ОВТ) та об'єктів МТЗ завдяки масовому застосуванню високоточної зброї (ВТЗ).

Також слід зазначити, що за досвідом збройної боротьби у локальних збройних конфліктах сучасності, оцінювання масштабу й характеру впливу з боку протидіючої сторони на війська, які їй протистоять, урахування характеру дій сторін, особливостей застосування військ та співвідношення сил сторін передбачають

визначення тенденцій у розвитку збройної боротьби та розбудові збройних сил. Однією з основних тенденцій у збройній боротьбі є збереження операції як основної форми ведення воєнних (бойових) дій, при цьому, виділяють два основні етапи операції: завоювання переваги в повітряно-космічній сфері та наступне вирішення завдань сухопутним угрупованням.

Для наземного етапу операції на сьогодні найбільш характерним є значне зростання глибини ешелонування угруповання військ унаслідок збільшення дальності дії засобів ураження сторін. Здебільшого, це відбувається за рахунок збільшення відстані від лінії стикання сторін до сил і засобів тилу з метою їх збереження від ударів протидіючої сторони. Крім того, має місце суттєве збільшення інтенсивності та ефективності ударів обох сторін і підвищення, у зв'язку з цим важливості організації та здійснення матеріально-технічного забезпечення.

При оцінюванні співвідношення сил сторін на сучасному етапі розвитку воєнного мистецтва перевага надається якісним показникам за відносного зменшення ваги кількісних характеристик. У цьому сенсі важливу роль відіграє наявність сучасних озброєнь у арміях сторін. Аналізуючи можливості військ, слід зазначити, що вирішальним фактором у збройній боротьбі сьогодні стають сучасні системи зброї, які, зокрема, можуть бути застосовані для ураження сил і засобів логістичного забезпечення [9–10].

Аналіз виходу з ладу ОВТ та об'єктів матеріально-технічного забезпечення під час збройних конфліктів і локальних воєн кінця ХХ – початку ХХІ століття, а також прогнози вітчизняних й закордонних спеціалістів показують [8] як тенденцію до збільшення, так і зміни в структурі втрат у бік зростання сильних пошкоджень і безповоротних втрат.

Досвід участі армій країн НАТО у військових операціях показує, що логістика є стратегічним фактором успіху в сучасних війнах. Тому під час бойових дій мають тенденцію до зростання витрати МТЗ, а, відповідно, це призводить до збільшення їхніх запасів, у тому числі ракет і боєприпасів (РіБ), у сучасних арміях. Звідси середньодобові відносні втрати МТЗ з урахуванням втрат на базах і складах теж зростають.

На думку західних фахівців, досвід виконання завдань матеріально-технічного забезпечення у війнах та збройних конфліктах свідчить, про те, що сьогодні обов'язкова не тільки завчасна, ще до початку збройного конфлікту, підготовка системи матеріально-технічного забезпечення до майбутніх бойових дій, але і вміле управління поповненням запасів за напрямками логістичного забезпечення в залежності від змін умов бойової обстановки, тобто

ефективне застосування функціональної складової матеріально-технічного забезпечення, якими є саме сили та засоби логістики забезпечення.

Таким чином, ми бачимо, що пошук вирішення проблемних питань щодо пошуку раціональних варіантів застосування сил і засобів логістичного забезпечення в процесах постачання та транспортування МТЗ військам (силам), доцільний вибір районів їх розташування (розгортання) є досить актуальним в передових арміях світу та країн-членів НАТО.

Виходячи з цих міркувань, розглянемо сучасний стан, нормативи та основні завдання сил і засобів логістичного забезпечення в процесі поповнення запасів МТЗ у військах (силах) ЗС України.

Матеріально-технічна основа боєздатності військ (сил) створюється, зокрема, за рахунок своєчасного забезпечення їх необхідною кількістю МТЗ, продовольством, речовим майном та іншими МЗ.

Вирішення цих питань покладається на функціональну складову логістичного забезпечення ЗС України, а саме на сили і засоби логістики. Сили і засоби логістичного забезпечення, що виконують завдання з поповнення запасів МТЗ у військах (силах) замість витрачених і втрачених призначені:

– військові частини, підрозділи зберігання запасів МТЗ – для прийняття МТЗ з підприємств виробників, їх облік та підготовки до зберігання; утримання запасів МТЗ; підготовка запасів до видачі (відправки) та видача (відправка) МТЗ військам (силам); прийняття МТЗ із військ (сил);

– транспортні військові частини (установи), підрозділи – для забезпечення перевезення військ (сил), підвезення (подачі) запасів МТЗ; розгортання транспортних комунікацій, організації їх технічного обслуговування та прикриття; оперативного регулювання та контролю виконання військових перевезень [3].

Розглянемо існуючий стан запасів МТЗ у ЗС України та динаміку його змін в ході російсько-української війни, бо саме наявність запасів МТЗ буде головною умовою успішних дій сил та засобів логістичного забезпечення щодо до їх своєчасного поповнення (підвезення) у військах (силах).

На початок широкомасштабної збройної агресії РФ запаси МТЗ у ЗС України з причин недофінансування так і не були створені. В ході російсько-української війни, запаси МТЗ незначно зросли, але їх відсутність у встановлених обсягах продовжує негативно впливати на якість логістичного забезпечення військ (сил) в операціях [1–2].

До основних особливостей логістичного забезпечення, за досвідом російсько-української

війни та проведення ООС (АТО), є створення необхідних запасів МТЗ і поповнення їх замість витрачених і втрачених з метою своєчасного і повного задоволення потреби в них частин (підрозділів).

Ще однією особливістю було те, що основним джерелом поповнення МТЗ замість витрачених і втрачених під час ведення бойових дій є непорушні запаси МТЗ, які заздалегідь накопичуються у мирний час та утримуються на арсеналах, базах, складах стратегічного, оперативного та військового рівнів підпорядкованості.

Основними вимогами до забезпечення МТЗ є безперебійність (безперервність), комплексність, стійкість, оперативність, висока швидкість переміщення вантажів, мінімальна кількість перевантажень, гнучкість і керуваність.

Положення районів розгортання (місць розташування) сил і засобів логістичного забезпечення (постачання МТЗ) при вирішенні ними завдань забезпечення визначається відповідними нормативами їх застосування.

Під нормативами застосування сил і засобів логістичного забезпечення (постачання МТЗ) розуміється найменша та найбільша допустимі відстані районів розгортання (місць розташування) цих об'єктів від лінії зіткнення сторін та отримувачів МТЗ, які вони забезпечують, та положення сил та засобів логістичного забезпечення (постачання МТЗ) уздовж лінії зіткнення сторін [6].

До останнього часу нормативи щодо сил і засобів логістичного забезпечення визначалися стосовно умов, коли у противника не було ефективних систем розвідки та вогневого ураження сил та засобів логістичного забезпечення в районах розгортання (місцях розташування). Та за досвідом російсько-української війни у агресора нажалі є на озброєнні розвідувально-ударні комплекси, які надали змогу розвідувати та на основі отриманих даних із високою імовірністю уражати в реальному масштабі часу розвідані об'єкти, до яких в першу чергу відносять сили і засоби логістичного забезпечення ЗС України [3–4; 8].

Крім того в останні роки, на основі зростання темпів науково-технічного прогресу, рівня економічної бази багатьох країн, впровадження сучасних технологій розширилися межі розробки, виготовлення і застосування нових видів зброї, які застосовуються як на війні в Україні, так і будуть застосовуватись в подальшому. Застосування цих засобів ураження має суттєвий негативний вплив на підвищений рівень втрат у силах та засобах логістичного забезпечення, що підтверджено досвідом російсько-української війни.

До недоліків застосування сил і засобів логістичного забезпечення щодо поповнення запасів

МТЗ у військах (силах) замість витрачених і втрачених за досвідом російсько-української війни слід віднести:

- недостатню спроможність рухомих сил і засобів логістичного забезпечення (постачання МТЗ);
- відсутність запасів МТЗ логістичного забезпечення в оперативній та тактичній ланках;
- відсутність в достатній мірі захисту сил і засобів логістичного забезпечення від сучасних систем розвідки та ураження противника;
- відсутність необхідної кількості засобів підвезення і евакуації, у т.ч. автомобільного та залізничного транспорту;
- недостатню ефективність застосування сил і засобів логістичного забезпечення (постачання МТЗ) та їх велику уразливість до вогневих засобів противника через невдалий вибір районів розгортання (місць розташування).

Усунення приведених недоліків пропонується за наступними напрямками:

- більш ефективно визначення районів розгортання та застосування сил і засобів

логістичного забезпечення в процесі поповнення запасів МТЗ у військах (силах);

- забезпечення живучості сил і засобів поповнення МТЗ у військах (силах), з урахуванням впливу сучасних засобів розвідки та ураження противника.

Висновки

Таким чином, на основі проведеного аналізу особливостей процесу поповнення МТЗ військ (сил) замість витрачених та втрачених вже зараз стоїть потреба в обґрунтуванні основних нормативів застосування сил і засобів логістичного забезпечення (постачання МТЗ) та визначення районів їх розгортання (місць розташування).

Тому напрямками подальших досліджень в цій предметній галузі буде аналіз чинників, що впливають на показники ефективності поповнення запасів МТЗ у військах (силах) в операціях ЗС України та існуючих наукових підходів щодо досліджень цих процесів.

Список літератури

1. Перспективні напрямки розвитку логістики у ЗС України з урахуванням досвіду проведення ООС (АТО). Напрямки удосконалення логістики Збройних Сил України на сучасному етапі їх розвитку: матеріали наук.-практ. сем. м. Київ. 24 черв. 2020 р. Київ: Київ: НУОУ ім. Івана Черняховського, 2020. С. 9–14.
2. Проблеми управління та застосування сил і засобів логістичного забезпечення в операціях (бойових діях) за досвідом відбиття збройної агресії росії та проведення операції Об'єднаних сил (АТО): матеріали наук.-практ. сем. м. Київ. 23 черв. 2022. 98 с.
3. Доктрина об'єднана логістика. Військова керівна доктринальна публікація військовим організаційним структурам, що визначає погляди та основні положення щодо логістичного забезпечення ЗС України від 19 вер. 2020 р. ГУЛ ГШ ЗС України спільно з ЦНДІ ЗС України.
4. Про затвердження Основних положень логістичного забезпечення Збройних Сил України: Наказ Міністерства оборони України від 11 жовт. 2016 р. № 522.
5. Шуенкін В. А., Донченко В. С., Константинов С. Н. и др. Математические модели управления запасами: учеб. пособие для студ., обуч. по спец. Прикладная математика. Київ: МФА, 1997. 302 с.
6. Романченко І. С., Шуенкін В. О., Хазанович О. І., Марко І. Ю. Теоретичні основи аналізу, моделювання та синтезу системи матеріально-технічного забезпечення як просторово-розподіленої системи: монографія. Київ: ЦНДІ ЗС України, 2013. 221 с.
7. Хазанович О. І. Проблеми ресурсного забезпечення утримання, підготовки та застосування військ (сил). *Актуальні проблеми будівництва Збройних Сил, їх застосування та всебічного забезпечення*: зб. матеріалів постійно діючого наук.-практ. сем. 2007. № 1(2). С. 121–125.
8. Гуляк О. В., Дем'янюк Б. О., Маслій О. М., Лісовенко Д. В., Маханьков В. А., Обертас В. Ф. Основи військової логістики. Моделі забезпечення: навчальний посібник. Одеса: Військова академія, 2018. 349 с.
9. Спільна публікація JP 4-0 Joint Logistics. 2019. МО США.
10. Ганненко Ю. О. Аналіз функціонування системи логістики у провідних країнах світу. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2019. № 3(36). С. 115–124. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/sitsbo_2019_3_22.
11. Владимиров В. Наземная операция ВС США и их союзников против Ирака. *Зарубежное военное обозрение*. 2004. № 1. С. 11–19.

Надійшла до редколегії 01.11.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про авторів:

Джежулей Олег Валентинович
кандидат військових наук доцент
начальник науково-дослідного відділу
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-6639-5012>

Information about the authors:

Oleh Dzhezulei
PhD in Military Science Associate Professor
Head of Scientific Research Department
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military
Equipment Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-6639-5012>

Гусяков Юрій Анатолійович
ад'юнкT
кафедри тилового забезпечення
Національного університету оборони України,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-9801-1805>

Yurii Husliakov
adjunct
of Department of Rear Support,
National University of Defense of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9801-1805>

PECULIARITIES OF REPLENISHMENT OF SUPPLIES OF MATERIAL AND TECHNICAL MEANS IN TROOPS (FORCES), IN OPERATIONS IN THE ARMIES OF NATO MEMBER COUNTRIES AND THE ARMED FORCES OF UKRAINE

O. Dzhzhulei, Yu. Husliakov

The task of replenishing troops (forces) with material and technical means instead of spent and lost ones due to increasing the efficiency of the use of forces and means of material and technical support (supply of material and technical means) in the modern conditions of the Russian Federation – the Ukrainian war is becoming more and more acute. It was determined that not all problematic issues regarding the effective use of forces and means of logistical support in the process of equipping troops (forces) with material and technical means have been sufficiently resolved.

The main features of equipping material and technical means in troops (forces) in operations in the armies of NATO member countries are analyzed based on the experience of local wars and armed conflicts, and the relevance of this problem in partner countries is determined.

In order to solve these problems, the main shortcomings in the process of replenishment of troops (forces) with material and technical means instead of those spent and lost in the conditions of combat operations in the Armed Forces of Ukraine have been identified.

It has been investigated that the insufficient effectiveness of the use of forces and means of logistical support (providing with material and technical means) and their great vulnerability to the enemy's firepower due to the unsuccessful choice of deployment areas (places) requires an immediate solution based on the construction of an effective system of material and technical support, which is capable of timely fully satisfy the needs of troops (forces) in spent material and technical means and provide for the creation of an extensive system of protected bases for their storage to ensure their survivability, taking into account the influence of modern means of reconnaissance and defeating the enemy.

On the basis of the analysis of the peculiarities of the process of replenishment of troops (forces) with material and technical means instead of spent and lost ones, a conclusion was made regarding the need to substantiate the basic standards of the use of forces and means of logistical support (provision with material and technical means) and to determine the areas of their deployment (location) in further studies.

Keywords: *forces and means of logistical support; replenishment with material and technical means; deployment area (locations).*

О.В. Іванченко¹, С.В. Курдюк², Ю.Ю. Хатунцев², С.В. Рудніченко³

¹Національний технічний університет “Дніпровська політехніка”, Дніпро

²Інститут Військово-Морських Сил Національного університету

“Одеська морська академія”, Одеса

³Центральне воєнно-наукове управління Генерального штабу Збройних Сил України, Київ

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

В ході збройного протистояння України та російської федерації спостерігається широкомасштабне застосування різноманітних систем озброєння, які використовуються в умовах суходолу, в повітрі та на морі. На відміну від ворога, українські Сили оборони віддають перевагу асинхронним методам ведення збройної боротьби. Для успішної їх реалізації використовуються безпілотні літальні апарати (БпЛА). Якщо в початковій фазі війни українські захисники застосовували БпЛА цивільного та військового призначення за принципом некерованого хаосу, що декілька спантеличило ворога, то на сьогоднішній день склалася ситуація, коли ефективного застосування безпілотних систем неможливе без введення та розуміння їхньої чіткої ієрархії у відповідності з визначеними класифікаційними ознаками. Безумовно, це завдання є актуальним для Військово-Морських Сил (ВМС) Збройних Сил України (ЗС України), які хоча й мають певний досвід бойового застосування БпЛА, але потребують його систематизації та комплексної реалізації з урахуванням специфіки ведення бойових дій на морі. В статті у відповідності з класифікаційними ознаками відомого стандарту НАТО виконано аналіз можливостей БпЛА різної категорії й рівня управління щодо забезпечення бойових дій із застосуванням бойових кораблів та суден (катерів) підтримки Військово-Морських Сил ЗС України; запропоновано класифікацію безпілотних літальних апаратів ВМС ЗС України.

Ключові слова: безпілотні літальні апарати; стандарт НАТО; бойове застосування; завдання функціонального призначення; тактичний, оперативний та стратегічний рівні; класифікація БпЛА.

Вступ

Постановка проблеми. Досвід, отриманий під час локальних війн та конфліктів останнього десятиріччя, особливо в ході відбиття російської агресії проти України, свідчить про зростання впливу безпілотних літальних апаратів (БпЛА) на ефективність бойових дій підрозділів, частин і з'єднань ЗС України. Різноманітні можливості БпЛА дозволяють вирішувати складні завдання повітряної розвідки, всебічного висвітлення обстановки на полі бою, корегування вогню, пошуку та знищення груп живої сили і техніки противника, цілевказівки, корегування вогню артилерії [1] тощо.

Не менш важливі завдання вирішуються за допомогою БпЛА при веденні бойових дій силами та засобами ВМС ЗС України. Інформація, яка стосується ВМС ЗС України та є у вільному доступі, свідчить, що певна частина БпЛА відповідає класифікаційним ознакам відомих стандартів НАТО і ефективно використовується за призначенням. У той же час, виникають ситуації, коли БпЛА використовуються не за призначенням або, що найгірше, – взагалі не використовуються. Інколи БпЛА застосовуються на відстанях, які не відповідають їхнім функціональним можливостям, рівню управління, класу та категорії. Особливо

наочно ці недоліки виявляються за умов застосування противником засобів радіоелектронної боротьби як на суходолі, так і на морі.

При діях на суходолі командири відповідного рівня досить часто вирішують організаційні питання щодо забезпечення підрозділів, частин БпЛА та їхнього використання на свій розсуд, що призводить до зниження ефективності бойового застосування безпілотних літальних апаратів. Крім того, прагнення придбати доступні за ціною політикою (як правило, за допомогою волонтерів) дрони (мультикоптери) одного типу знижує їхню функціональність, надає можливість противнику пристосовуватися та завчасно визначати тактичні прийоми застосування БпЛА. Після чого противник, використовуючи засоби електромагнітного придушення, здійснює примусову посадку БпЛА.

З урахуванням зазначеного слід відзначити наступні недоліки, які знижують ефективність бойового застосування БпЛА, як на суші, так і на морі:

- відсутність організаційно-штатної структури для підрозділів БпЛА;
- відсутність відповідних настанов щодо тактики бойового застосування БпЛА;
- розрізнене використання БпЛА різного типу

внаслідок відсутності комплексного підходу до їхнього застосування;

– слабо розвинені технології моніторингу, оцінювання рівня готовності БПЛА, що приводить до втрат часу та погіршення контролю за оперативною обстановкою;

– частково реалізований цикл автоматизованого управління (тобто низький рівень автоматизації управління, застаріле програмне забезпечення) стосовно вирішення завдань, пов'язаних з цілерозподіленням, цілевказуванням, корегуванням вогню для БПЛА тактичного рівня;

– низький рівень планування операцій з застосуванням БПЛА різного типу, що не дозволяє в повній мірі використовувати їх функціонал та бойові можливості;

– відсутність єдиної мережі, яка використовується для відображення інформації від БПЛА різного типу в режимі реального часу;

– відсутність класифікації БПЛА ВМС ЗС України.

Ці недоліки приводять до негативних наслідків, пов'язаних з втратами особового складу та техніки. Звичайно, усунути одночасно зазначені недоліки неможливо, тому в межах статті пропонується розглянути протиріччя, яке полягає у невідповідності між зростаючими вимогами до забезпечення ефективності бойових дій кораблів, суден (катерів), інших сил, засобів ВМС ЗС України і способами використання БПЛА в умовах моря та суходолу згідно діючих стандартів НАТО, з однієї сторони, й розвитком класифікаційної методологічної бази, організаційно-штатної структури, технологій моніторингу, оцінювання рівня готовності морських безпілотних літальних апаратів для забезпечення вимог до ефективного бойового застосування ВМС ЗС України. Тому доцільно на основі аналізу потенційних можливостей використання безпілотних літальних апаратів для ведення бойових дій із застосуванням бойових кораблів та суден (катерів) забезпечення та підтримки ВМС ЗС України сформулювати класифікаційні вимоги до морських БПЛА.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для кращого розуміння проблеми, яка висвітлюється у статті, та спрощення процесу аналізу інформаційних джерел розглянемо декілька визначень, що враховують принципи побудови, функціональні особливості та бойові можливості морських БПЛА. Попередньо розглянемо визначення безпілотного літального апарату, системи та безпілотного авіаційного комплексу.

На сьогодні існує декілька визначень безпілотного літального апарату. Наприклад, у роботі [2] *безпілотний літальний апарат* представлено як літальний апарат, що використовує

аеродинамічні сили для власного підйому у повітря, може літати автономно або керуватися дистанційно та не несе на своєму борту людину-оператора. В цій же роботі стверджується, що БПЛА можуть бути одноразовими або багаторазовими, можуть нести летальний або нелетальний корисний вантаж [2]. З урахуванням реалій сьогодення у роботі [3] дається найбільш поширене визначення БПЛА, тобто під *безпілотним літальним апаратом* розуміється **повітряне судно, керування польотом якого і контроль за яким здійснюється дистанційно за допомогою пункту дистанційного пілотування, що розташований поза повітряним судном, або повітряне судно, що здійснює політ автономно за відповідною програмою. Декілька БПЛА утворюють безпілотний авіаційний комплекс (БпАК), до складу якого входять безпілотні повітряні судна, пов'язані з ними пункти дистанційного пілотування (станції наземного керування), необхідні лінії керування і контролю та інші елементи [3].**

Стосовно визначення безпілотної авіаційної системи (БпАС) існують певні розходження, які пов'язані із загальнопоширеним поняттям “дрон”. Згідно [4] визначення БпАС майже співпадає з визначенням БПЛА, а саме, *безпілотна авіаційна система* розглядається як повітряне судно та пов'язані з ним елементи, які експлуатуються без пілота на борту (тобто в безпілотному варіанті).

У відповідності з [5] БпАС складається з наступних компонентів:

– безпілотні літальні апарати;

– підсистема управління, яка зазвичай знаходиться на землі або на кораблі (судні), і може розгортатися на іншій бортовій (літальній) платформі;

– підсистема зв'язку.

Автори публікації [6] вважають, що БпАС складається з безпілотного літального апарату; бортових датчиків, засобів зв'язку або відповідного озброєння; підсистеми наземного управління. Варто зазначити, що визначення, які надано в роботах [4–6], майже співпадають між собою та корелюються з термінами БПЛА та БпАК. Отже, використання приведених визначень БпАС у понятійному розумінні ускладнено, але все ж таки може застосовуватися, коли мова йде про багатофункціональні, досить великі та складні безпілотні системи. Вважається, що БпАС мають наступні переваги [7]:

– гнучка адаптація безпілотних літальних апаратів зі складу системи до умов, в яких виконується місія;

– модульний принцип побудови, який передбачає можливість вирішення широкого спектру бойових завдань, таких як розвідка,

спостереження, виявлення та супроводження цілей, визначення статусу цілей, оцінка пошкоджень, забезпечення зв'язку тощо;

– можливість компактного зберігання та оперативного розгортання системи за рахунок оптимізації масо-габаритних і матеріально-технічних характеристик.

В спеціальному словнику військових і пов'язаних з ними термінів Міністерства оборони США [8] БпАС визначено як систему, компоненти якої включають необхідне обладнання, мережу та персонал для управління безпілотним літальним апаратом. Класифікація БпАС по масо-габаритним параметрам, за рівнем вирішуваних задач, за родами та видами військ приведена в дорожній карті [9]. В роботі [10] у формі дискусії розглянуто особливості підготовки обслуговуючого персоналу БпЛА та БпАС з урахуванням співвідношення військових і цивільних фахівців у відповідних підрозділах, складності систем, передбачуваних ризиків та оперативного середовища їх застосування. Еволюція розвитку БпЛА, їхні технічні характеристики та компонентні складові, досвід застосування безпілотних літальних апаратів, авіаційні регуляторні засади, включаючи правові аспекти використання й сертифікаційні вимоги до БпАС викладено в роботі [11].

Доречно розглянути нормативні документи, які стосуються функціональної побудови та перспектив розвитку безпілотної авіації. Деякі вимоги до системи управління БпЛА, координації дій установ, які її розробляють, та доступу до відповідних ресурсів визначено в стандарті НАТО STANAG 4586 [12]. Подальші перспективи створення та використання БпАС розглянуто в програмному документі Міністерства оборони США [13], який представлено у вигляді дорожньої карти. В цьому документі передбачено розвиток безпілотних авіаційних систем до 2030 року. Відомо, що у сучасній війні безпілотні засоби можуть застосовуватися в умовах суходолу та моря як важливий компонент мережевого інформаційного забезпечення бойових дій на тактичному, оперативному і стратегічному рівнях. Тому в дорожній карті [13] наочно проілюстровано місце та роль БпАС (БпАК) у складі єдиної розподіленої інформаційної інфраструктури, за допомогою яких створюються своєрідні комунікаційні шлюзи для центрів обробки даних Міністерства оборони США. Співзвучно дорожній карті [13] в роботі [14] розглядаються питання щодо бойового застосування БпЛА у відповідності з прийнятою доктриною та аналізується досвід використання безпілотних літальних апаратів проти Талібану у Пакистані.

Реальною потребою сьогодення є створення хмарних центрів обробки даних, за допомогою яких

здійснюється управління та координація дій своєї безпілотної та пілотованої авіації. Такі та подібні ним системи розподілення і контролю, які застосовуються для всебічного висвітлення обстановки в режимі реального часу виробляються компанією Northrop Grumman. Фактично в основу роботи компанії покладено принцип співпраці між людиною та машиною щодо забезпечення ефективного прийняття рішень і спільного управління місією між розподіленими пілотованими та непілотованими засобами [15]. В той же час, роблячи ставку на людино-машинну взаємодію, компанія не відмовляється від використання компонентів штучного інтелекту (AI) у відповідних системах підтримки прийняття рішень.

З точки зору аналізу різноманітних способів використання безпілотної авіації в умовах моря та суходолу певний інтерес викликає напрямок, пов'язаний з застосуванням роїв БпЛА та БпАС на основі реалізації технологій інтернету військових речей (IoMT) [16]. Використання цифрових технологій IoMT дозволить не тільки отримувати інформацію щодо стану озброєння та військової техніки, але й покращить сприйняття і розуміння загальної обстановки в умовах ведення бойових дій за рахунок обміну інформацією між зразками озброєння. Майбутні перспективи безпілотної авіації пов'язані зі співпрацею військовиків з технологічними компаніями щодо налагодження виробництва БпЛА та БпАК з підтримкою штучного інтелекту, машинного навчання [17], хмарних обчислень, аналітики великих даних, віртуальної (додаткової) реальності тощо. Спільне збалансоване використання цих технологій дозволить створити безпілотні авіаційні системи та комплекси, які будуть отримувати інформацію з багатьох різноманітних джерел і самостійно приймати рішення [17] щодо застосування видів бортового озброєння, радіотехнічного та інфокомунікаційного обладнання.

Тим часом, є певні проблемні питання, які пов'язані з активною фазою війни, що створюють суттєві труднощі з виробництвом, розподіленням та постачанням безпілотних літальних апаратів відповідним структурним підрозділам ВМС ЗСУ.

Метою статті є класифікація та аналіз можливостей застосування, перспектив розвитку безпілотних літальних апаратів щодо забезпечення бойових дій Військово-Морських Сил Збройних Сил України.

Виклад основного матеріалу

Проаналізуємо можливості комплексного використання БпЛА як на суходолі, так і на морі на основі реалізації принципів системного аналізу для ведення бойових дій із застосуванням бойових

кораблів та суден (катерів) забезпечення та підтримки [18] ВМС ЗСУ, враховуючи діючі стандарти НАТО. Розглянемо класифікацію БпЛА у відповідності зі стандартом НАТО АТР-3.3.7. В табл.1 наведено класифікаційні ознаки безпілотних авіаційних систем, розроблених на основі відповідних платформ. Згідно табл.1 на стратегічному рівні ведення бойових дій поряд з типовими літальними апаратами у вигляді літакових та мультикоптерних систем [19] передбачається використання БпЛА категорії HALE (High-Altitude Long Endurance). Безпілотні літальні апарати такого

типу є висотними і можуть знаходитися в повітрі тривалий час, який може складати сотні годин. Водночас корисне навантаження БпЛА становить декілька сотень кілограмів. Тому у якості БпЛА категорії HALE можуть застосовуватися звичайні дирижаблі, всебічні можливості застосування яких розглянуто в роботі [20]. На оперативному рівні (табл.1) використовуються БпЛА категорії MALE (Medium-Altitude Long Endurance), які здатні працювати на середніх висотах та можуть виконувати завдання розвідувальних і ударних місій [21].

Таблиця 1

Класифікація безпілотних авіаційних систем за стандартом НАТО STANAG 4670

Клас	Категорія	Рівень воєнних дій	Висота застосування	Радіус дії	Авіаційна платформа
Клас III (>600 кг)	ударні	стратегічний	до 20 000 м	необмежений	Reaper
	HALE	стратегічний	до 20 000 м	необмежений	Global Hawk
	MALE	оперативний	до 14 000 м	необмежений	Heron Bayraktar TB2
Клас II (150–600 кг)	тактичні	тактичний	до 5500 м	до 200 км	Hermes 450
Клас I (<150 кг)	малі (> 15 кг)	тактичне формування	до 1500 м	до 50 км	Scan Eagle PD-2
	міні (< 15 кг)	тактичний підрозділ	до 900 м	до 25 км	Skylark
	мікро (< 66 Дж)	тактичний підрозділ	до 60 м	до 5 км	Black Widow

Джерело: [22].

Важливо зазначити, що відповідні типи БпЛА, які розглянуто в табл.1, спроектовано і розроблено на основі застосування сучасних інформаційних технологій [23–24] таким чином, щоб забезпечити оптимальні аеродинамічні параметри, покращити працездатність та зменшити вагу літальних апаратів [25]. Саме ці фактори впливу надають можливість створити та ефективно застосовувати морські БпЛА, які використовуються для вирішення комплексних завдань спостереження і вогневого впливу. У якості *морського безпілотного літального апарату* (МБпЛА) розглядається літальний апарат з двигуном (або двигунами), керування польотом якого і контроль за яким здійснюється дистанційно за допомогою пункту дистанційного пілотування, що розташований поза літальним апаратом, або літальний апарат, що здійснює політ автономно за відповідною програмою [2] в умовах моря. Для МБпЛА пункт дистанційного пілотування може розташовуватися як на бойових кораблях, суднах (катерах) забезпечення та підтримки, так і в

спеціально визначеному місці, яке знаходиться на суходолі.

На сьогодні МБпЛА є потужним фактором досягнення успіху на всіх рівнях ведення бойових дій (табл.1). Крім того, зростання обсягів та складності завдань, які вирішуються МБпЛА спільно з іншими засобами ведення збройної боротьби, сприяє їхньому постійному розвитку, призводить до удосконалення форм та методів застосування за призначенням. Всі ці аспекти різноманітного використання МБпЛА потребують уважного та детального аналізу. Дано характеристику існуючих та перспективних БпЛА, які застосовуються за призначенням як в умовах моря, так і на суходолі. Саме такі та подібні їм БпЛА можуть розглядатися як морські безпілотні апарати.

Можливості МБпЛА тактичного рівня проаналізуємо, враховуючи їхню здатність вирішувати завдання функціонального призначення в умовах суходолу, а саме [1]:

1) ведення повітряної розвідки в режимі реального часу;

2) висвітлення загальної обстановки в режимі мережецентричного залучення [26];

3) виявлення, розпізнавання та розподілення цілей противника;

4) цілевказування для власних засобів вогневого ураження;

5) корегування вогню власних засобів вогневого ураження;

6) оцінка завданих бойових ушкоджень (тобто бойових втрат противника);

7) забезпечення стійкого та надійного зв'язку;

8) моніторинг та оцінка радіаційної, хімічної та біологічної обстановки;

9) оцінка екологічної, пожежної безпеки району дії;

10) участь у пошуково-рятувальних місіях;

11) ведення радіотехнічної розвідки та радіоелектронної боротьби;

12) нанесення ударів по цілям (рухомим, нерухомим) противника на земній поверхні з застосуванням безпілотних ударних платформ.

Відомо, що на тактичному рівні у ВМС провідних країн світу віддають перевагу використанню міні- та малих БпЛА класу I (табл.1), головним чином VTOL (вертикального зльоту та посадки), які діють з палуб кораблів в умовах моря і вирішують наступні основні завдання [27]:

1) нагляд і контроль за морським районом дій сил та засобів ВМС;

2) пошук та ідентифікація підводних човнів і надводних кораблів противника;

3) морські розвідувальні місії;

4) охорона морських баз (портів).

Не виключаючи використання авіаційних платформ, які вказано в табл.1, розглянемо можливості сучасних БпЛА та БпАС, які виробляються Ізраїлем. На тактичному рівні, коли необхідно провести повітряну розвідку, виконати спостереження морського району, виявити цілі противника і здійснити їхнє вогневе ураження, оцінити пошкодження; забезпечити гнучке, надійне управління своїми силами та засобами, доцільно застосовувати БпЛА BirdEye650, WanderB-VTOL, ThunderB-VTOL (рис.1–3).



Рис.1. БпЛА тактичного рівня BirdEye650
Джерело: [28].



Рис.2. БпЛА тактичного рівня WanderB-VTOL
Джерело: [29].



Рис.3. БпЛА тактичного рівня ThunderB-VTOL
Джерело: [30].

Безпілотні літальні апарати, які представлено на рис.1–3, вважаються БпЛА літакового типу. Їхньою загальною особливістю є низькі візуальні, шумові, теплові та радіолокаційні ознаки [28–30], що робить цей клас безпілотних літальних апаратів зручним для виконання багатьох місій, що відповідають завданням їхнього функціонального призначення. Характеристики продуктивності відповідних БпЛА викладено в табл.2.

Таблиця 2

Характеристики продуктивності БпЛА тактичного рівня

Назва БпЛА	Дальність польоту (радіус дії), км	Час перебування в повітрі, год.	Максимальна вага корисного вантажу, кг	Спосіб зльоту та посадки
BirdEye650	20	> 4	5,5	горизонтальний
WanderB-VTOL	50	> 2,5	14	вертикальний
ThunderB-VTOL	150	12	40	вертикальний

Джерело: [28–30].

Зазначені в табл.2 БпЛА WanderB-VTOL та ThunderB-VTOL (Vertical Takeoff and Landing) можуть здійснювати вертикальний зліт і посадку, що надає можливість застосовувати їх в умовах моря на бойових кораблях, суднах (катерах) забезпечення та підтримки ВМС ЗС України. В той же час безпілотник Martin UAV V-Bat (концепція VTOL) (рис.4) має максимально корисне навантаження 37 кг і може бути оснащений безліччю мультиспектральних датчиків, систем електронної розвідки, радарів, засобів електронної боротьби та засобів зв'язку [31], що дозволяє розглядати його як багатофункціональний БпЛА тактичного рівня. Безпілотники, які створено на основі концепції VTOL, також можуть бути використані для виконання пошуково-рятувальних робіт.



Рис.4. БпЛА вертикального зльоту та посадки тактичного рівня Martin UAV V-Bat
Джерело: [31].



Рис.5. Розвідувально-ударний БпЛА Bayraktar TB2
Джерело: [32].

На оперативно-тактичному рівні найбільш поширеним варіантом бойового застосування БпЛА категорії MALE в умовах моря та суходолу є використання розвідувально-ударного безпілотника турецького виробництва Bayraktar TB2 (рис.5).

Далі розглянемо інші сучасні морські БпЛА, перспективне застосування яких дозволить:

- підвищити продуктивність засобів спостереження [33];
- сприятиме покращенню інформаційного забезпечення процесу ведення бойових дій силами та засобами ВМС ЗС України.

Безпілотник Skeldar V-200 (рис.6) представляє собою морський БпАК гелікоптерного типу оперативного рівня зі злітною масою 200 кг, з яких 40 кг – корисного навантаження [33]. Комплекс у відповідності з концепцією VTOL здатний злітати та сідати на відносно невеликі за площею майданчики (225 квадратних метрів). Передбачена комплектація БпАК різноманітними оптичними засобами, лазерними пристроями вимірювання відстані та цілевказування, датчиками руху цілей, засобами радіотехнічної і радіоелектронної розвідки, радіоелектронної боротьби (РЕБ), радаром з синтетичною апертурою (SAR), прожектором,

мегафоном та вантажним гачком [33]. Безпілотний авіаційний комплекс Skeldar V-200 здатний здійснювати польоти на відстані понад 100 кілометрів на висоті 3000 метрів зі швидкістю до 140 км/год. Загальна тривалість польоту складає не більше 6 годин.



Рис.6. Морський БпЛА оперативного рівня Skeldar V-200
Джерело: [33].

Якщо на бойовому кораблі або судні (катері) забезпечення та підтримки ВМС ЗС України не вистачає місця, то пропонується застосовувати тактичний БпЛА Boeing Insitu RQ-21 Blackjack (рис.7), який несе корисне навантаження

18 кілограмів, а максимальна злітна вага складає 66 кг. Політ здійснюється на висоті 2400 метрів протягом 24 годин [34]. Старт БпЛА цього типу здійснюється за допомогою пневматичної катапульти, посадка – за допомогою гачка чи сітки. У якості корисного навантаження можуть застосовуватися багатфункціональний радар типу SAR для виявлення та відстеження наземних і надводних рухомих цілей, лазерний покажчик позначення цілей для високоточних боєприпасів зі скануванням зон, закритих густою рослинністю [33].



Рис.7. Морський БпЛА тактичного рівня Skeldar V-200
Джерело: за даними [34].



Рис.8. Морська БпАК оперативного рівня Fire Scout, до складу якої входять:
а) БпЛА MQ-8B Fire Scout; б) БпЛА MQ-8C Fire Scout
Джерело: [35–36].

Безпілотний авіаційний комплекс NightWarden відноситься до БпАК літакового типу (рис.9). Радіус дії безпілотного авіаційного комплексу становить 1100 кілометрів, швидкість польоту – 170 кілометрів на годину. Максимальний час перебування у повітрі при злітній масі в 340 кілограмів складає 15 годин, вантажопідйомність – 60 кілограмів [37].

Авіаційний комплекс може нести на своєму борту дві ракети класу “повітря-земля”. До складу БпАК входить наземна станція керування та п’ять безпілотних літальних апаратів. Старт безпілотного літального апарату відбувається з катапульти, а посадка – на злітну смугу автономно, чи в пілотованому режимі [33].



Рис.9. Морський БпАК стратегічного рівня NightWarden
Джерело: [33].

До інших представників безпілотної авіації оперативного рівня, які можна застосовувати в умовах моря відповідно до концепції VTOL, відносяться БпЛА гелікоптерного типу **Northrop Grumman MQ-8B Fire Scout** та **MQ-8C Fire Scout** (рис.8). Обидва БпЛА входять до складу безпілотного авіаційного комплексу **Fire Scout**.

Льотні параметри апаратів дуже схожі, але корисне навантаження MQ-8B Fire Scout складає 272 кг, у той же час більший MQ-8C Fire Scout може взяти на борт 1338 кг. Така різниця дає можливість забезпечити польотний час для більшої моделі до 15 годин. Для розуміння MQ-8B літає без дозаправки до 8 годин. Відзначимо, що розглянуті безпілотні гелікоптери оснащені дуже великим спектром датчиків, камер, потужними радаром з синтезованою апертурою, лазерними системами пошуку мін в прибережній зоні і навіть можуть нести ударне озброєння з лазерною системою наведення APKWS (англ. Advanced Precision Kill Weapon System) [36]. В планах ВМС США озброїти MQ-8C радаром з активною фазовою антенною решіткою вагою менше 50 кілограмів [33]. Перейдемо до розгляду БпЛА, які базуються на суходолі, але бойові завдання можуть виконувати в умовах моря.

Безпілотний авіаційний комплекс нового покоління Heron (рис.10) розроблено з використанням передових технологій для вирішення завдань стратегічного рівня. Комплекс є багатофункціональним і може використовуватися за призначенням в чотирьох різних навантажувальних конфігураціях.



Рис.10. Морський БпАК стратегічного рівня Heron
Джерело: [38].

Комплекс здатний працювати в екстремальних погодних умовах, має ширококутовий канал передачі даних та супутниковий зв'язок (SATCOM). Автоматична система руління-зльоту-посадки (ATOL), короткий зліт і посадка (SNOL), повне автономне управління, віддалені можливості ATOL у поєднанні з можливістю швидкого розгортання та керування комплексом з ґрунтових аеродромів створюють чудові умови для успішного вирішення завдань функціонального призначення. Комплекс Heron має наступні тактико-технічні характеристики [39]:

- 1) радіус дії в умовах прямої видимості – понад 300 км.; при відсутності прямої видимості – понад 1500 км;
- 2) тривалість польоту – 24 години;
- 3) максимальна висота польоту – 7 км;
- 4) звичайна швидкість – 110-150 км/год, максимальна швидкість – 220 км/год;
- 5) максимальна злітна вага – 600 кг;
- 6) вага корисного навантаження – 180 кг;
- 7) довжина – 7,3 м;
- 8) розмах крил – 10,6 м.

Крім того, БпАК Heron обладнується багатофункціональною радіолокаційною станцією (РЛС) Elta EL/M-2022U вагою 75 кг та потужністю 3,3 кВт. Максимальна дальність розпізнавання цілей великого розміру на морській поверхні за допомогою РЛС складає 380 км. Зазначена РЛС забезпечує автоматичне супроводження всіх розпізнаних цілей; є сумісною з іншими радарми виробника; після невеликих модифікацій може встановлюватися на літаки і гелікоптери [33]. Вартість БпЛА Heron складає 10 млн дол США за одиницю [33].

Найбільш потужним стратегічного рівня

безпілотним авіаційним комплексом виробництва США є БпАК **Northrop Grumman MQ-4C Triton** (рис.11), який побудовано на основі існуючого БпЛА RQ-4 Global Hawk [40]. Комплекс **Northrop Grumman MQ-4C Triton** представляє абсолютно нову створену за найновітнішими технологіями безпілотну систему, яка здатна вирішувати над морськими просторами завдання будь-якої складності. Підсилення планеру, збільшення потужності системи захисту від зледеніння та вражень від блискавок, дало MQ-4C Triton можливість більш гнучко змінювати висоту роботи, опускатися нижче рівня хмар, бути реально всепогодним безпілотним авіаційним комплексом. Ще одна особливість полягає в тому, що БпАК **Northrop Grumman MQ-4C Triton** обладнаний турбореактивним двигуном Rolls-Royce AE 3007 з тягою близько 40 кН. Злітна вага складає близько 15 тон, дальність польоту – 15 000 км, а крейсерська швидкість становить близько 500 км/год.



Рис.11. Безпілотний авіаційний комплекс стратегічного рівня **Northrop Grumman MQ-4C Triton**
Джерело: [33].

Деяка корисна для розуміння інформація. Один виліт зазначеного безпілотного авіаційного комплексу **Northrop Grumman MQ-4C Triton** протягом 30 годин на висоті 16–18 км надає можливість, в буквальному сенсі, обстежити площу в 7 мільйонів квадратних кілометрів. Це означає, що при площі Чорного моря в 436 000 квадратних кілометрів, за 30-и годинне патрулювання комплекс **Northrop Grumman MQ-4C Triton** може обстежити одну й ту саму точку приблизно 16 разів. Тому вартість одного безпілотного авіаційного комплексу **Northrop Grumman MQ-4C Triton** складає 180 млн. доларів США [33]. Безумовно дорого, однак варто зауважити, що в умовах війни з росією наявність такого безпілотного комплексу дозволила б комплексно та ефективно вирішити весь спектр завдань, які покладаються на безпілотні літальні апарати.

Наш аналіз буде неповним, якщо при застосуванні морських безпілотних літальних

апаратів та авіаційних комплексів (систем) не розглянути можливості, пов'язані з використанням сучасних інформаційних технологій. В першу чергу, це стосується технологій ІоМТ [16]. Застосовуючи технології інтернету військових речей ІоМТ для рою безпілотних літальних апаратів та авіаційних комплексів (систем), можна вирішити низку проблем, пов'язаних з:

1) ефективним управлінням ієрархічно нижчими БпЛА;

2) моніторингом технічного стану та оцінкою рівня готовності компонентів рою перед виконанням бойового завдання;

3) проведенням повітряної розвідки шляхом визначення кращого позиціонування БпЛА при підході до об'єкту розвідки;

4) розподіленням БпЛА рою за кутівими координатами для визначення геометрії та технічних характеристик зони РЕБ при підльоті до неї й забезпечення протидії засобам РЕБ противника;

5) покращенням оперативності процесу цілерозподілу та цілевказівок для своїх засобів вогневого ураження противника;

6) покращенням якості інформації, отриманої за результатами розвідки та реалізацією концепції мережецентричного висвітлення оперативної обстановки в режимі реального часу;

7) плануванням та реалізацією відповідних сценаріїв ведення бойових дій;

8) покращенням гнучкості управління роєм за рахунок постійного обміну інформацією між компонентами рою.

За результатами виконаного аналізу, враховуючі тактико-технічні характеристики, можливості щодо вирішення завдань функціонального призначення, та у відповідності з рівнями ведення бойових дій сформуємо класифікаційну таблицю безпілотних літальних апаратів (безпілотних авіаційних комплексів) Військово-Морських Сил Збройних Сил України (табл.3).

Таблиця 3

Класифікація
безпілотних літальних апаратів (безпілотних авіаційних комплексів)
Військово-Морських Сил Збройних Сил України

Клас	Рівень застосування	Бойовий радіус	Категорія БпАК держав-членів НАТО
клас I < 150 кг	мікро (тактичні) злітна маса < 2 кг	до 5 км	micro
	міні (тактичні) 2 кг ≤ злітна маса ≤ 15 кг	більше 5 км	mini
	малі (тактичні) злітна маса > 15 кг	до 20 км	small
клас II 150–600 кг	середньої дальності (оперативні) від 20 до 200 км	20 км ≤ бойовий радіус ≤ 370 км (поза зоною прямої радіовидимості)	tactical
	великої дальності (оперативні) > 200 км		MALE
клас III > 600 кг	великої дальності (стратегічні) > 300 км	більше 370 км (поза зоною прямої радіовидимості)	HALE

Джерело: розроблено авторами.

У відповідності з табл.1 до класу I відносяться, як правило, малі, автономні, портативні БпАК, пункти дистанційного пілотування яких можуть розташовуватися як на бойових кораблях, суднах (катерах) забезпечення та підтримки ВМС, так і в спеціально визначених місцях, які знаходяться на суходолі. Легкі БпАК застосовуються в тактичних підрозділах або на бойових кораблях, суднах

(катерах) забезпечення та підтримки й призначаються для ведення повітряної розвідки, висвітлення загальної обстановки в режимі мережецентричного залучення [26] та виконання окремих спеціальних завдань. Безпілотні авіаційні комплекси класу I, зазвичай, запускаються за допомогою катапульт або з невеликого за розміром майданчика зі штучним покриттям. Вони

використовуються за призначенням, як правило, на малих висотах до 1500 м та на відстані до 20 км. За наявності, перевага надається БпАК гелікоптерного типу з вертикальними зльотом і посадкою.

До класу II відносяться, як правило, БпАК середнього розміру, пункти дистанційного пілотування яких можуть розташовуватися як на бойових кораблях, суднах (катерах) забезпечення та підтримки ВМС, так і в спеціально визначених місцях, які знаходяться на суходолі. Середні БпАК застосовуються в тактичних частинах, з'єднаннях або на бойових кораблях, суднах (катерах) забезпечення та підтримки й призначаються для виявлення, розпізнавання та розподілення цілей, цілевказування, корегування вогню власних засобів вогневого ураження, забезпечення стійкого та надійного зв'язку (або роботи в режимі ретрансляції) та виконання спеціальних завдань. Безпілотні авіаційні комплекси класу II, зазвичай, запускаються з невеликого за розміром майданчика зі штучним покриттям. Вони використовуються за призначенням, як правило, на висотах до 14000 м та мають бойовий радіус дії від 20 до 370 км.

До класу III відносяться, як правило, БпАК великого розміру, пункти дистанційного пілотування яких можуть розташовуватися в спеціально визначених місцях в умовах суходолу. Безпілотні авіаційні комплекси великого розміру потребують злітно-посадкової смуги (майданчика) та призначаються для вирішення завдань стратегічного рівня. Вони використовуються за призначенням, як правило, на висотах понад 14000 м та мають бойовий радіус дії понад 370 км.

Висновки

Таким чином, на підставі виконаного аналізу та сформульованих класифікаційних ознак автори дійшли висновку, що основними напрямками діяльності щодо використання БпЛА для потреб ВМС ЗС України є обґрунтування тактико-технічних вимог до них, створення на основі існуючих та перспективних зразків вітчизняної, закордонної техніки підрозділів безпілотних літальних апаратів та комплексів й розробка відповідних програмних документів щодо їхнього ефективного бойового застосування. Ретельно підготовлене з точки зору інформаційно-розвідувального, матеріально-технічного, організаційно-штатного забезпечення використання як окремих БпАК, так і роїв сучасних БпЛА дозволить:

1) успішно в автоматичному (автономному) режимі вирішувати окремі бойові завдання в умовах моря та суходолу;

2) ефективно вести бойові дії із застосуванням бойових кораблів та суден (катерів) забезпечення та підтримки Військово-Морських Сил ЗСУ.

Слід зазначити, що в ході аналізу та при виконанні роботи з визначення відповідних класифікаційних характеристик безпілотних літальних апаратів (безпілотних авіаційних комплексів) Військово-Морських Сил Збройних Сил України автори керувалися вимогами діючого стандарту ДСТУ В 7371: 2020 "Техніка авіаційна державної авіації. Апарати літальні безпілотні. Основні терміни та визначення понять. Класифікація".

Список літератури

1. Методичні рекомендації "Командиру підрозділу по застосуванню БпАК тактичного рівня" (за досвідом проведення ООС (раніше АТО) (ВП 7-46(12).01). URL: <https://drive.google.com/file/d/1ESMO0X1b3sU2IboDGG8059tQZSiCvEY/view> (дата звернення: 29.04.2023).
2. Yanushevsky R. Guidance of Unmanned Aerial Vehicles: London: CRC Press., 2011. 353 p.
3. Тимчасове керівництво з бойової роботи підрозділів безпілотних авіаційних комплексів ракетних військ і артилерії Збройних Сил України: Наказ Генерального штабу Збройних Сил України від 25 черв. 2019 р. № 229.
4. Unmanned Aircraft Systems (UAS). URL: <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/3202.pdf> (дата звернення: 04.05.2023).
5. Unmanned Aerial Systems (UAS). URL: <https://skybrary.aero/articles/unmanned-aerial-systems-uas> (дата звернення: 04.05.2023).
6. Unmanned Aircraft Systems: Department of Defense Needs to More Effectively Promote Interoperability and Improve Performance Assessments. URL: <https://www.gao.gov/products/gao-06-49> (дата звернення: 04.05.2023).
7. SURVEY Copter Unveils 'CAPA-X' Modular VTOL UAV. URL: <https://www.navalnews.com/navalnews/2023/03/survey-copter-unveils-capax-modular-vtol-uav/> (дата звернення: 05.05.2023).
8. Department of Defense Dictionary of Military and Associated Terms. URL: https://irp.fas.org/doddir/dod/jp1_02.pdf (дата звернення: 05.05.2023).
9. Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2013–2038 (2013). Approved for Open Publication Reference Number: 14-S-0553.
10. Norton T. Staffing for Unmanned Aircraft Systems (UAS) Operations: Institute for Defense Analyses, 2015. 312 p.
11. Barnhart R., Hottman S., Marshall D., Shappee E. Introduction to Unmanned Aircraft Systems. Danvers: CRC Press, 2012. 194 p.
12. STANAG 4586, Ed. 3, 2012. Standard Interfaces of UAV Control System (UCS) for NATO UAV Interoperability, NATO Standardization Agency (NSA), 2012. 14 p.
13. Unmanned Systems Integrated Roadmap. FY2013-2038. URL: <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc949794/> (дата звернення: 08.05.2023).

14. Udeanu G., Dobrescu A., Oltean M. Unmanned aerial vehicle in military operations. *Sci. Res. Educ. Air Force*. 2016. Vol. 18. No. 1. P. 199–206. URL: https://www.afahc.ro/ro/afases/2016/RP/UDEANU_DOBRESCU_OLTEAN.pdf.
15. Distributed Autonomy/Responsive Control – DA/RC. URL: <https://www.northropgrumman.com/what-we-do/air/distributed-autonomy-responsive-control-da-rc/> (дата звернення: 08.05.2023).
16. Featured Article: The Future of Defense. URL: <http://surl.li/mqtpg> (дата звернення: 11.05.2023).
17. The Rise of the Internet of Military Things. URL: <https://www.wired.com/sponsored/story/the-future-of-defense/> (дата звернення: 11.05.2023).
18. Тимчасова настанова з класифікації військових кораблів (катерів, суден) у Військово-Морських Силах Збройних Сил України: Наказ Командування Військово-Морських Сил Збройних Сил України від 24 вер. 2022 р. № 232.
19. Теорія і практика застосування безпілотних літальних апаратів (дронів). URL: <https://jurkniga.ua/contents/teoriya-i-praktika-zastosuvannya-bezpilotnikh-litalnikh-aparativ-droniv.pdf> (дата звернення: 12.05.2023).
20. Навіть якщо зробити дирижабль невдало він буде літати. URL: https://zn.ua/ukr/tech/navit-yakscho-zrobiti-dirizhabl-nevdalo-vin-litatime-269545_.html (дата звернення: 12.05.2023).
21. Khac Lam Pham. The study of electrical energy power supply system for UAVs based on the energy storage technology. *Aerospace*. 2022. Vol. 9. No. 9. P. 2–29. URL: https://www.researchgate.net/publication/363378082_The_Study_of_Electrical_Energy_Power_Supply_System_for_UAVs_Based_on_the_Energy_Storage_Technology.
22. ATP-3.3.7 Edition B Version 1. Guidance for the Training of Unmanned Aircraft Systems (UAS) Operators. NATO STANDARDIZATION AGENCY (NSA)© NATO/OTAN. URL: <https://nanopdf.com/download/ap-xxxx.pdf>.
23. Jichao Li. Low-Reynolds-number airfoil design optimization using deep-learning-based tailored airfoil modes. *Aerospace Science and Technology*. 2022. Vol. 121. P. 1–21. URL: https://www.researchgate.net/publication/357441176_Low-Reynolds-number_airfoil_design_optimization_using_deep-learning-based_tailored_airfoil_modes.
24. Thuerey N., Weissenow K., Prantl L., Hu X. Deep learning methods for reynoldsaveraged navier-stokes simulations of airfoil flows. *AIAA Journal*. 2020. Vol. 58. No. 1. P. 25–36.
25. Proença T., Afonso F., Lau F., Policarpo H., Lourenço J. On the design and manufacturing of topologically optimized wings. *Rapid Prototyp Journal*. 2022. Vol. 28. P. 637–646.
26. Кучеренко Ю. Ф., Науменко М. В., Кузнцова М. Ю. Аналіз досвіду застосування безпілотних літальних апаратів та визначення напрямку їх подальшого розвитку при веденні мережецентричних операцій. *Системи озброєння і військова техніка*. 2018. № 1(53). С. 25–30. URL: <http://surl.li/nfnrc>.
27. Zieliński T. Factors determining a drone swarm employment in military operations. *Safety & Defense*. 2021. Vol. 7. No. 1. P. 59–71. URL: <https://www.sd-magazine.eu/index.php/sd/article/view/112/81>.
28. BirdEyeE650 Unmanned Aerial System. URL: <https://www.iai.co.il/p/birdeye-650> (дата звернення: 15.05.2023).
29. WanderB-VTOL: VTOL, Anywhere, Anytime. URL: <https://www.iai.co.il/sites/default/files/2021-06/WanderBVTOL%20Brochure.pdf> (дата звернення: 15.05.2023).
30. ThunderB-VTOL: VTOL, Tactical, Versatile. URL: <https://www.iai.co.il/p/thunderb-vtol> (дата звернення: 15.05.2023).
31. US Navy Tests New V-Bat Drone That Can Take Off and Land Vertically. URL: <https://www.techeblog.com/us-navy-v-bat-drone/> (дата звернення: 16.05.2023).
32. Bayraktar TB2 – Turkish Uav by Bayraktar Industries. URL: <https://www.pinterest.com/pin/372532200417963603/> (дата звернення: 16.05.2023).
33. Сучасні морські БПЛА: веб-сайт. URL: <https://mil.in.ua/uk/blogs/suchasni-morski-bpla/> (дата звернення: 16.05.2023).
34. Royal Thai Navy Orders Boeing Insitu RQ-21: веб-сайт. URL: <https://thaimilitaryandasianregion.blogspot.com/2020/12/royal-thai-navy-orders-boeing-insitu-rq.html> (дата звернення 16.05.2023).
35. MQ-8 Fire Scout: веб-сайт. URL: https://www.wikiwand.com/ru/MQ-8_Fire_Scout (дата звернення: 16.05.2023).
36. Fire Scout Unmanned Aircraft System: веб-сайт. URL: <https://www.northropgrumman.com/what-we-do/air/fire-scout/> (дата звернення: 16.05.2023).
37. Textron’s Nightwarden drone debuts at Paris Air Show. URL: <https://newatlas.com/textron-nightwarden-paris/50124/> (дата звернення: 17.05.2023).
38. Indian Army Leases 4 Heron UAVs From Israel As Part Of its Emergency Procurement: веб-сайт. URL: <https://fighterjetsworld.com/air/indian-army-leases-4-heron-uavs-from-israel-as-part-of-its-emergency-procurement/24522/> (дата звернення: 17.05.2023).
39. Indian Army Leases 4 Heron: веб-сайт. URL: <https://fighterjetsworld.com/air/indian-army-leases-4-heron-uavs-from-israel-as-part-of-its-emergency-procurement/24522/> (дата звернення: 17.05.2023).
40. U.S. military conducts surveillance flights over north-eastern Nigeria: веб-сайт. URL: <https://trumpetmediagroup.com/trumpet-nigeria/borno/u.s.-military-conducts-surveillance-flights-over-north-eastern-nigeria/> (дата звернення: 17.05.2023).

Надійшла до редколегії 07.09.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про авторів:

Іванченко Олег Васильович

доктор технічних наук доцент
професор кафедри
Національного технічного університету
“Дніпровська політехніка”,
Дніпро, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-5921-5757>

Information about the authors:

Oleg Ivanchenko

Doctor of Engineering Science
Associate Professor
Professor of Department
of Dnipro University of Technology,
Dnipro, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5921-5757>

Курдюк Сергій Вікторович

доктор філософії
начальник науково-дослідного управління
Науково-дослідного центру Збройних Сил України
“Державний океанаріум”
Інституту Військово-Морських Сил
Національного університету
“Одеська морська академія”,
Одеса, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-3165-4571>

Хатунцев Юрій Юрійович

науковий співробітник
Науково-дослідного центру Збройних Сил України
“Державний океанаріум”
Інституту Військово-Морських Сил
Національного університету
“Одеська морська академія”,
Одеса, Україна
<https://orcid.org/0009-0004-9316-975X>

Рудніченко Сергій Володимирович

начальник відділу
Центрального воєнно-наукового
управління Генерального штабу
Збройних Сил України,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-1810-142X>

Serhii Kurdiuk

PhD
Head of Scientific Research Office,
Research Center of the Armed Forces of Ukraine
“National Oceanarium”
at the Naval Institute of the
National University
“Odessa Maritime Academy”,
Odesa, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3165-4571>

Yurii Khatuntsev

Researcher,
Research Center of the Armed Forces of Ukraine
“National Oceanarium”
at the Naval Institute of the
National University
“Odessa Maritime Academy”,
Odesa, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0004-9316-975X>

Serhii Rudnichenko

Head of Department
of Central Military-Scientific
Department of General Staff
of the Armed Forces of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-1810-142X>

ANALYSIS OF APPLICATION POSSIBILITIES AND CLASSIFICATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR THE SUPPORT OF COMBAT OPERATIONS OF THE NAVY OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE

O. Ivanchenko, S. Kurdiuk, Yu. Khatuntsev, S. Rudnichenko

Nowadays, in the course of war between Ukraine and the Russian Federation, there is a large-scale employ of various weapon systems that are used on land, in the air, and at sea. Unlike the enemy, Ukrainian Forces prefer to utilize asynchronous methods of armed struggle. In order to successfully implementation of these asynchronous methods is necessary used to contemporary unmanned aerial vehicles and unmanned air systems. It is known that at the beginning phase of the war the Ukrainian defenders were used unmanned aerial vehicles and unmanned air systems on the principle of “controlled chaos”. As a result of these active operations, the Ukrainian defenders could discourage and defeat enemy. Therefore, in order to secure effective usage of unmanned aerial vehicles and unmanned air systems it is necessary to introduce a clear hierarchy with clear classification features. This task is certainly relevant today for Ukrainian NAVY. It is the significant task, because the Ukrainian NAVY has some experience in the combat use of unmanned aerial vehicles and unmanned air systems, but they need its systematization and comprehensive implementation, taking into account the specifics of conducting combat operations at Black sea. At the same time, in order to improve functionality and effectiveness of the unmanned aerial vehicles and unmanned air systems the developers must apply information technologies such as, internet of military things, cloud technologies and artificial intelligence. For instance, if developers wanted to implementation of internet of military things technologies, they would be able to ensure intercommunication among different groups of aerial vehicles and simplify to control process of them.

In the proposed paper, the authors tried to perform capabilities analysis of usage of different types unmanned aerial vehicles and unmanned air systems with various control systems and military categories based on the use of NATO standards. In addition, the authors performed this analysis considering different types Ukrainian NAVY ships and support vessels. Moreover, the authors of the paper also proposed a classification for unmanned aerial vehicles of Ukrainian NAVY.

Keywords: *unmanned aerial vehicles; NATO standard; combat use; functional tasks; tactical, operational and strategic levels; UAV classification.*

В.Ф. Кохан

Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, Львів

МЕТОДИКА ВИБОРУ ВІЙСЬКОВОЇ АВТОМОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ ЗА ЯКІСНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

З аналізу сучасного стану парку військової автомобільної техніки і проблемних питань та пропозицій щодо забезпечення підрозділів Сил оборони України (СОУ) новими зразками військової автомобільної техніки (ВАТ) в умовах війни росії проти України, постає питання, яким основним технічним характеристикам і конструкційним вимогам ВАТ повинна відповідати.

Метою статті є використання методологічного підходу до вибору ВАТ для потреб СОУ за допомогою метода аналізу ієрархій з врахуванням якісних критеріїв.

Обраний науковий підхід дозволяє визначити і розташувати базові властивості мобільності ВАТ по пріоритетах важливості, що у свою чергу допоможе спеціалістам, що проводять оцінку виділити ті з них, що є найважливішими показниками в даний час для вибору ВАТ. Критерії відбору ВАТ сформовані на основі діючої законодавчо-нормативної бази, що стосується оборонних закупівель за державні кошти.

Ключові слова: військова автомобільна техніка, доступність; гарантійне та сервісне обслуговування; прохідність; стійкість; автономність.

Вступ

Постановка проблеми. З аналізу сучасного стану парку військової автомобільної техніки і проблемних питань та пропозиції щодо забезпечення підрозділів Сил оборони України (СОУ) [1–2] новими зразками ВАТ в умовах війни росії проти України, постає питання, яким основним технічним характеристикам і конструкційним вимогам ВАТ повинна відповідати. З аналізу парку ВАТ країн-членів НАТО та нормативно-технічних документів (стандартів) з питань мобільності [5–11] можемо реалізувати підхід для визначення перспективних зразків ВАТ за якісними показниками в сучасних умовах експлуатації та ремонту.

Потрібно чітко розуміти, через об'єктивні причини (бойові дії, зруйновану економіку, брак грошей на виробництво нових зразків ВАТ) найближчим часом уся необхідна номенклатура сучасної ВАТ в Україні вироблятися не буде, але постає задача в розв'язанні проблеми – вибір закордонних зразків ВАТ за якісними показниками, що будуть найбільше відповідати потребам СОУ за тактико-технічними характеристиками (ТТХ), будовою і показниками мобільності в складних умовах війни.

Для дослідження був вибраний метод швидкої оцінки ситуації (МШОС) [12, с 16–17].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Через природно-кліматичні умови, складну місцевість і широкий спектр озброєння, що використовується ворогом, постає необхідність в постійному оновленні парку ВАТ.

МШОС дозволить оперативно оцінювати і обирати ВАТ за мінімальний час. Для опрацювання

отриманих оцінок застосуємо метод аналізу ієрархій (МАІ) [13–16], який широко використовується для формалізації процесу прийняття управлінських рішень [17–22].

Метою статті є використання МАІ до вибору ВАТ для потреб СОУ за допомогою метода аналізу ієрархій з врахуванням якісних критеріїв.

Виклад основного матеріалу

Обраний підхід дозволяє ранжувати базові властивості мобільності ВАТ, що у свою чергу допоможе виділити ті з них, що є найважливішими в даний час для вибору військової техніки. Критерії відбору сформовані на основі діючої законодавчо-нормативної бази, що стосується оборонних закупівель державним коштом [15–17].

Нашому завданню відповідає ієрархічна структура, яка містить мету, критерії та альтернативи. Вершиною домінантної ієрархічної моделі є мета, – “Вибір військової автомобільної техніки за базовими властивостями”. Другий рівень отриманої ієрархії формують чотири технічних показники (критерії): “Доступність”, “Гарантійне та сервісне обслуговування”, “План якості”, які уточнюють мету. Останній рівень містить шість базових властивостей (альтернатив): “Швидкохідність”, “Маневреність”, “Керованість”, “Прохідність”, “Стійкість” і “Автономність”, які оцінюють за критеріями другого рівня, іншими словами визначають вагоміший з них для кожного показника (критерія).

Крок 1. Діючи за вище визначеним алгоритмом спочатку оцінимо альтернативи.

У цьому випадку буде три порівняння якісних показників відносно мети:

$$\begin{pmatrix} 1 & 1/5 & 1/3 \\ 5 & 1 & 3 \\ 3 & 1/3 & 1 \end{pmatrix}$$

Крок 2. Порівняння альтернатив. Оскільки ієрархія містить шість альтернатив та три критерії, необхідно порівняти 45 пар об'єктів порівняння, результати чого зведено в табл.1.

Таблиця 1

Порівняння базових властивостей військової автомобільної техніки відносно якісних показників

Порівняння відносно	Результати порівнянь
Доступність	$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 & 5 & 9 & 7 \\ 1 & 1 & 1 & 3 & 7 & 5 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1 & 5 & 3 \\ 1/5 & 1/3 & 1 & 1 & 3 & 1 \\ 1/9 & 1/7 & 1/5 & 1/3 & 1 & 1 \\ 1/7 & 1/5 & 1/3 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$
Гарантійне та сервісне обслуговування	$\begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 & 5 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 1 & 1 & 1 & 1/5 & 1/7 \\ 1 & 1 & 1 & 3 & 1/3 & 1/5 \\ 1/5 & 1 & 1/3 & 1 & 1/7 & 1/9 \\ 1 & 5 & 3 & 7 & 1 & 1 \\ 3 & 7 & 5 & 9 & 1 & 1 \end{pmatrix}$
План якості	$\begin{pmatrix} 1 & 5 & 7 & 9 & 3 & 1 \\ 1/5 & 1 & 1 & 3 & 1 & 1/3 \\ 1/7 & 1 & 1 & 3 & 1/3 & 1/5 \\ 1/9 & 1/3 & 1 & 1 & 1/5 & 1/7 \\ 1/3 & 1 & 3 & 5 & 1 & 1 \\ 1 & 3 & 5 & 7 & 1 & 1 \end{pmatrix}$

Джерело: розраховано та складено автором.

Крок 3. Синтез пріоритетів. Застосувавши вираз (1) отримаємо w_i :

$$w_i = \frac{u_i}{\sum_{i=1}^m u_i} = \frac{\sqrt[m]{a_{i1} \times a_{i2} \times \dots \times a_{im}}}{\sum_{i=1}^m \sqrt[m]{a_{i1} \times a_{i2} \times \dots \times a_{im}}}; i = \overline{1, m} \quad (1)$$

$$w_1 = \frac{\sqrt[3]{1 \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{3}}}{\sqrt[3]{1 \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{3}} + \sqrt[3]{5 \times 1 \times 3} + \sqrt[3]{3 \times \frac{1}{3} \times 1}} = 0,105;$$

$$w_2 = \frac{\sqrt[3]{5 \times 1 \times 3}}{\sqrt[3]{1 \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{3}} + \sqrt[3]{5 \times 1 \times 3} + \sqrt[3]{3 \times \frac{1}{3} \times 1}} = 0,636;$$

$$w_3 = \frac{\sqrt[3]{3 \times \frac{1}{3} \times 1}}{\sqrt[3]{1 \times \frac{1}{5} \times \frac{1}{3}} + \sqrt[3]{5 \times 1 \times 3} + \sqrt[3]{3 \times \frac{1}{3} \times 1}} = 0,258;$$

Сума нормалізованих компонентів вектора становить 0,999.

Крок 4. Отримаємо новий вектор відносної важливості:

$$A \times w_i = \begin{pmatrix} 1 & 1/5 & 1/3 \\ 5 & 1 & 3 \\ 3 & 1/3 & 1 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,105 \\ 0,636 \\ 0,258 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,318 \\ 1,935 \\ 0,784 \end{pmatrix}$$

Крок 5. Поділимо кожен компонент отриманого вектора на відповідну компоненту оцінки вектора рішення та визначимо ще один

вектор $\begin{pmatrix} 3,029 \\ 3,043 \\ 3,039 \end{pmatrix}$ для знаходження власного значення матриці.

Максимальне власне значення матриці буде:

$$\lambda_{\max} = \frac{3,029 + 3,043 + 3,039}{3} = 3,037$$

Крок 6. У нашому випадку

$J_p = \frac{3,037 - 3}{3 - 1} = 0,019$. Еталонне значення індексу, J_e для нашого випадку дорівнюватиме 0,58 [15, С. 64].

$$\text{Відношення узгодженості: } \frac{J_p}{J_e} = \frac{0,019}{0,580} = 0,033.$$

Отримані результати відповідають вимозі $\frac{J_p}{J_e} \leq 0,1$. Усі отримані вище результати внесемо до табл.2.

Таблиця 2

Результати порівнянь якісних показників військової автомобільної техніки відносно мети

Вектор пріоритетів	Відносна важливість	Частка
0,104	0,318	3,057
0,636	1,935	3,042
0,259	0,784	3,027
Власне значення матриці		3,042
Індекс узгодженості		0,021
Відношення узгодженості		0,036

Джерело: розраховано та складено автором.

Тепер згідно визначеного алгоритму визначимо відносну вагу альтернатив (“Швидкохідність”, “Маневреність”, “Керованість”, “Прохідність”, “Стійкість” і “Автономність”) щодо кожного критерію (“Доступність”, “Гарантійне та сервісне обслуговування”, “План якості”).

Обчислимо значення векторів пріоритетів і відносної важливості, власне значення матриці, індекс узгодженості та відношення узгодженості для оцінок, що наведені в табл.1. Розрахунки опустимо, а отримані результати занесемо до табл.3–5.

Таблиця 3

Результати порівнянь базових властивостей військової автомобільної техніки відносно критерію “Доступність”

Вектор пріоритетів	Відносна важливість	Частка
0,384	2,347	6,111
0,266	1,648	6,195
0,161	1,013	6,291
0,093	0,593	6,376
0,039	0,239	6,128
0,056	0,350	6,250
Власне значення матриці		6,225
Індекс узгодженості		0,045
Відношення узгодженості		0,036

Джерело: розраховано та складено автором.

Таблиця 4

Результати порівнянь базових властивостей військової автомобільної техніки відносно критерію “Гарантійне та сервісне обслуговування”

Вектор пріоритетів	Відносна важливість	Частка
0,161	1,013	6,291
0,056	0,350	6,250
0,093	0,593	6,376
0,039	0,239	6,128
0,266	1,648	6,195
0,384	2,347	6,111
Власне значення матриці		6,225
Індекс узгодженості		0,045
Відношення узгодженості		0,036

Джерело: розраховано та складено автором.

Таблиця 5

Результати порівнянь базових властивостей військової автомобільної техніки відносно критерію “План якості”

Вектор пріоритетів	Відносна важливість	Частка
0,384	2,347	6,111
0,093	0,593	6,376
0,056	0,350	6,250
0,039	0,239	6,128
0,161	1,013	6,291
0,266	1,648	6,195
Власне значення матриці		6,225
Індекс узгодженості		0,045
Відношення узгодженості		0,036

Джерело: розраховано та складено автором.

Крок 7. Синтез пріоритетів. Для спрощення розрахунків згідно формули (2) значення векторів пріоритетів базових властивостей відносно якісних показників, отриманих раніше (табл.3–5) зведемо в табл.6.

де w_i – пріоритет i -го критерію ($i = 1, \dots, n$);

u'_{ij} – відносна вага альтернатив ($j = 1, \dots, m$) щодо кожного критерію ($i = 1, \dots, n$).

$$U_j = \sum_{i=1}^n w_i \times u'_{ij}; j = 1, \dots, m, \quad (2)$$

Таблиця 6

Відносна вага базових властивостей мобільності військової автомобільної техніки

Базові властивості	Вектор пріоритетів базових властивостей відносно якісних показників		
	ДП	ОР	ПЯ
ШХ	0,384	0,161	0,384
МВ	0,266	0,056	0,093
КВ	0,161	0,093	0,056
ПХ	0,093	0,039	0,039
СТ	0,039	0,266	0,161
АВ	0,056	0,384	0,266

Джерело: Розраховано та складено автором

Підставивши відповідні значення з табл.3 і 7 у ваг базових властивостей мобільності, що систему рівнянь (3), отримаємо наступні значення оцінювалися:

$$\begin{aligned}
 U_1 &= w_1 \times u'_{11} + w_2 \times u'_{21} + w_3 \times u'_{31}; \\
 U_2 &= w_1 \times u'_{12} + w_2 \times u'_{22} + w_3 \times u'_{32}; \\
 U_3 &= w_1 \times u'_{13} + w_2 \times u'_{23} + w_3 \times u'_{33}; \\
 U_4 &= w_1 \times u'_{14} + w_2 \times u'_{24} + w_3 \times u'_{34}; \\
 U_5 &= w_1 \times u'_{15} + w_2 \times u'_{25} + w_3 \times u'_{35}; \\
 U_6 &= w_1 \times u'_{16} + w_2 \times u'_{26} + w_3 \times u'_{36};
 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned}
 U_1 &= 0,104 \times 0,384 + 0,636 \times 0,161 + 0,259 \times 0,384 = 0,242; \\
 U_2 &= 0,104 \times 0,266 + 0,636 \times 0,056 + 0,259 \times 0,093 = 0,087; \\
 U_3 &= 0,104 \times 0,161 + 0,636 \times 0,093 + 0,259 \times 0,056 = 0,090; \\
 U_4 &= 0,104 \times 0,093 + 0,636 \times 0,039 + 0,259 \times 0,039 = 0,046; \\
 U_5 &= 0,104 \times 0,039 + 0,636 \times 0,266 + 0,259 \times 0,161 = 0,215; \\
 U_6 &= 0,104 \times 0,056 + 0,636 \times 0,384 + 0,259 \times 0,266 = 0,319.
 \end{aligned}$$

Отримані результати дозволяють нам бачити ієрархію базових властивостей мобільності ВАТ вагомими з яких є: “Автономність” (0,319), “Швидкохідність” (0,242) і “Стійкість” (0,215).

Висновки

Обраний науковий підхід дозволяє визначити і розташувати базові властивості мобільності ВАТ по пріоритетах важливості, що у свою чергу допоможе спеціалістам, що проводять оцінку виділити ті з них, що є найважливішими показниками в даний час для вибору ВАТ. Критерії відбору ВАТ сформовані на основі діючої законодавчо-нормативної бази [23–25], що стосується оборонних закупівель за державні кошти.

Проведений аналіз дозволить сформулювати

деякі пропозиції з удосконалення методології оцінки при закупівлі ВАТ.

Для цього в першу чергу потрібно визначити і сформулювати:

– спеціалізовані структури відбору та оцінки ВАТ;

– алгоритм, механізми та інструменти її реалізації;

– професійну підготовку (перепідготовку) кадрів, що можуть здійснювати її професійний, обґрунтований вибір ВАТ.

Отримані результати дозволяють нам робити висновок, що основними показниками мобільності ВАТ є: “Автономність”, “Швидкохідність” і “Стійкість”.

Список літератури

1. Крайник Л. В., Грубель М. Г. Проблема оновлення автопарку Збройних Сил України та формування перспективного типу військової автомобільної техніки в аспекті сучасних тенденцій. *Озброєння та військова техніка*. 2018. № 1(17). С. 24–31. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ovt_2018_1_6.
2. Грубель М. Г., Нанівський Р. А., Кохан В. Ф., Манзьяк М. О., Первак С. В. Сучасний стан, проблемні питання та пропозиції щодо забезпечення підрозділів ЗС України зразками ВАТ в умовах війни росії проти України. *Військово-технічний збірник*. 2022. С. 36–43. Обмежений доступ. Інв.3714.
3. Кохан В. Ф. Структура розвитку та оновлення парку колісної техніки армій країн-членів НАТО і росії з 2012 по 2022 роки. *Системи озброєння і військова техніка*. 2022. № 2(70). С. 6–15. <https://doi.org/10.30748/soivt.2022.70.01>.
4. Крайник Л. В., Гребеник О. М., Грубель М. Г., Кохан В. Ф. Концептуальні основи формування перспективних типів і структури парку колісної автомобільної техніки збройних сил: ч.1 Аналіз парків та тенденцій розвитку автомобільної техніки Збройних Сил України, рф та країн НАТО. *Озброєння та військова техніка*. 2023. № 1(37). С. 31–39. [https://doi.org/1034169/2414-0651.2023.1\(37\).31-39](https://doi.org/1034169/2414-0651.2023.1(37).31-39).
5. Technical memorandum NO. 3-240. Trafficability of soils. March 1968. URL: https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc303870/m2/1/high_res_d/metadc303870.pdf (дата звернення: 10.08.2023).
6. MIL-STD-1180B. Military standard: Safety standards for military ground vehicles (20 sept 1986). URL: http://everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD-1100-1299/MIL-STD-1180B_22183/ (дата звернення: 10.08.2022).
7. MIL-STD-1180B (NOTICE 1). Military Standard: Safety standards for military ground vehicles (7 AUG 1991). URL: http://everyspec.com/MIL-STD/MIL-STD-1100-1299/MIL-STD-1180B_NOTICE-1_22182/ (дата звернення: 11.08.2023).
8. Technical memorandum NO. 3-240. Trafficability of soils. March 1968. URL: https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc303870/m2/1/high_res_d/metadc303870.pdf (дата звернення: 12.08.2022).
9. Standard for Ground Vehicle Mobility. February 2005. URL: <https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA433075.pdf> (дата звернення: 13.08.2022).
10. DEF STAN 23-6/3 (2000). Guide to the Common Technical Requirements for Military Logistic Vehicles and Towed Equipment. Glasgow: MoD Procurement Agency, 68 p. (дата звернення: 15.08.2023).
11. AVT-248 Next-Generation NATO Reference Mobility Model (NRMM). URL: <http://surl.li/hmflm> (дата звернення: 22.08.2023).
12. Арндт К., Кормиер К., Рязанов Е. Управление цепочкой добавленной стоимости и преодоление бедности в сельской местности. Опыт проекта в Кыргызстане. Бишкек: Развитие местного рынка, 2005. 50 с.
13. Saaty T. L. How to make and justify a decision: The Analytic Hierarchy Process. Part 1. Examples and Applications. *Systems Research and Information Technology*. 2002. № 1. P. 95–108. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/50214>.
14. Saaty T. L. Theory of the Analytic Hierarchy Process. Part 2.1. *Systems Research and Information Technology*. 2003. № 1. P. 48–71.
15. Saaty T. L. Theory Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes-Examples, Part 2.2. *System research and information technologies*. 2003. № 2. P. 7–33.
16. Saaty T. L. The Analytic Network Process. Examples. Part 2.3. *System research and information technologies*. 2003. № 4. P. 7–23.
17. Бадюл М. Г., Крамаренко В. А. Застосування методу аналізу ієрархій у проектуванні та будівництві. *Будівництво, матеріалознавство, машинобудування*. 2013. Вип. 70. С. 27–35.
18. Кульчицька Х. Б., Предко Л. С. Застосування методу аналізу ієрархій при виборі проекту в поліграфії. *Поліграфія і видавнича справа*. 2018. № 1. С. 51–60.
19. Мельников О. В., Котляревський Я. В. Підвищення ефективності природоохоронної діяльності в поліграфії. *Наукові записки [Укр. акад. друкарства]*. 2014. № 1–2(46–47). С. 104–111.
20. Трунова О. В. Застосування методу Сааті при прийнятті управлінських рішень. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Сер. Педагогічні науки*. 2013. Вип. 108.1. URL: <http://nbuv.gov.ua/UJRN/>

VchdpuP_2013_1_108_34 (дата звернення: 01.09.2023).

21. Ryzhakova G., Petrukha S., Petrukha N., Krupelnyska O., Hudenko O. Agro-Food Value Added Chains: Methodology, Technique and Architecture. *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*. 2022. Vol. 4. No. 45. P. 385–395.

22. Shynkar S., Brynzei B., Rozumovych N., & Kurliak M. Modeling the Effects of Key threats on the Economic Security of Industrial Enterprises. *SHS Web Conf*. 2019. Vol. 67. URL: https://www.shs-conferences.org/articles/shsconf/abs/2019/08/shsconf_NTI-UkrSURT2019_04010/shsconf_NTI-UkrSURT2019_04010.html (дата звернення: 01.09.2023).

23. Про оборонні закупівлі: Закон України від 17 лип. 2020 р. № 808-IX (ост. зміни 24.02.2023). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/808-20#n414> (дата звернення: 01.09.2023).

24. Деякі питання здійснення оборонних закупівель на період дії правового режиму воєнного стану: Постанова Кабінету Міністрів України від 11 листопада 2022 № 1275 (ост. зміни 18.07.2023). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1275-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 01.09.2023).

25. Питання оборонних закупівель: Постанова Кабінету Міністрів України від 3 березня 2021 № 363 (ост. зміни 16.05.2023). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/363-2021-%D0%BF#n204> (дата звернення: 01.09.2023).

Надійшла до редколегії 02.10.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про автора:

Кохан Василь Федорович

кандидат технічних наук
професор кафедри
Національної академії сухопутних військ
ім. гетьмана Петра Сагайдачного,
Львів, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-8909-811X>

Information about the author:

Vasyl Kokhan

PhD in Engineering
Professor of Department,
Hetman Petro Sahaidachnyi
National Army Academy,
Lviv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-8909-811X>

METHODOLOGY FOR SELECTION OF MILITARY AUTOMOTIVE EQUIPMENT BY QUALITY INDICATORS

V. Kokhan

The article analyses the current state of the military vehicle fleet and problematic issues and proposes how to provide the units of the Ukrainian Defence Forces (UDF) with new models of military vehicles in the context of russia's war against Ukraine. The question arises as to what basic technical characteristics and design requirements the military vehicles should meet.

It should be clearly understood that due to objective reasons (hostilities, destroyed economy, lack of money for the production of new models of military vehicles), in the near future, all the necessary nomenclature of modern military vehicles will not be produced in Ukraine, but the problem is to choose foreign models of military vehicles in terms of quality indicators that will best meet the needs of the Armed Forces in terms of tactical and technical characteristics, structure and mobility in difficult war conditions.

Due to the natural and climatic conditions, difficult terrain and a wide range of weapons used by the enemy, there is a need to constantly renew the fleet of ATVs.

The Rapid Situation Assessment (RSA) method will allow for a quick assessment and selection of military vehicles in a minimum of time. To process the obtained estimates, we will apply the method of hierarchy analysis, which is widely used to formalise the process of managerial decision-making.

The purpose of the article is to use a methodological approach to the selection of military vehicles for the needs of the UDF using the hierarchy analysis method with consideration of qualitative criteria.

The chosen scientific approach allows identifying and ranking the basic mobility properties of military vehicles in terms of importance, which in turn will help the evaluators to identify those that are currently the most important indicators for the selection of military vehicles. The criteria for selecting military vehicles are based on the current legal and regulatory framework for defence procurement with public funds.

This analysis will allow us to formulate some proposals for improving the evaluation methodology for the procurement of military vehicles.

For this purpose, first of all, it is necessary to define and formulate

- specialised structures for the selection and evaluation of military vehicles;*
- algorithm, mechanisms and tools for its implementation;*
- professional training (retraining) of personnel who are able to carry out a professional, informed choice of military vehicles.*

Keywords: *military vehicles, availability; warranty and service; cross-country ability; sustainability; autonomy.*

В.Є. Кудряшов¹, Д.М. Литовченко², В.В. Воїнов², Л.О. Хроль², В.В. Куценко³

¹Інститут радіофізики та електроніки ім. О.Я. Усикова
Національної академії наук України, Харків

²Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

³Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки, Черкаси

ЕФЕКТИВНІСТЬ СТРІЛЬБИ ЗРК “СТРІЛА-10” ПРИ ВИЯВЛЕННІ ЦІЛЕЙ ЧЕРЕЗ ОПТИЧНИЙ ВІЗИР І АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЦІЛЕВКАЗІВЦІ

Розроблена методика числового моделювання визначення показника ефективності стрільби у вигляді значень ймовірності ураження цілей ракетою. При моделюванні враховували швидкості цілей, їх площину у картинній площині стрільби, їх випромінюючі здатності, метеорологічну дальність видимості, якість бойової роботи операторів бойової машини (БМ), підсвічування сонцем та кутів закриття БМ. Знайдені можливі дальності виявлення та ймовірності виявлення типової цілі (ТЦ) та малорозмірного безпілотного літаючого апарату (БпЛА). Відмітили високі ймовірності пропуску оператором БМ ТЦ на малих та середніх висотах польоту. Розглянуті дальності пуску ракет, що реалізуються, та ймовірності пуску ракети при захопленні цілей у фотоконтрастному (ФК) та інфрачервоному (ІЧ) каналах головки самонаведення (ГСН). Обчислені найбільші похилі дальності до дальньої межі зони ураження комплексу. Визначені величини ймовірностей ураження ТЦ та БпЛА у різноманітних умовах стрільби. Доведено достатню ефективність стрільби при захопленні та пуску ракети у ФК каналі наведення і обстрілі ТЦ. Проведено порівняння ФК і ІЧ каналів ГСН ракети при обстрілі БпЛА. Приведені аналітичні вирази розрахунку показників ефективності стрільби ракетами і відповідний графічний матеріал.

Ключові слова: дальності виявлення та пуску; типова цілі; безпілотний літаючий апарат; ймовірності виявлення та пуску; дальня межа зони ураження комплексу; ймовірність ураження цілі.

Вступ

Постановка проблеми. При підготовці та веденні бойових дій ЗРК “Стріла-10” командири та особовий склад (о/с) комплексу повинні знати показники ефективності стрільби ракетами [1–4]. В якості показника ефективності стрільби ракетами, як правило, використовують ймовірності ураження цілі одною ракетою W_{1ij} . Пасивне самонаведення здійснюється по фотоконтрастному (ФК) каналу або по інфрачервоному (ІЧ) каналу головки самонаведення (ГСН) ракети. При різноманітних умовах застосування треба оцінювати дальності виявлення, що реалізовані, та ймовірності своєчасного виявлення цілей, дальності пуску і ймовірності пуску ракет. Також потрібно уявляти можливі значення похилих дальностей до дальньої межі зони ураження (ДМЗУ) комплексу. На значення W_{1ij} впливає геометричні розміри цілей, їх колір та контраст в ІЧ діапазоні довжин хвиль, наявність цілевказівки (ЦВ), метеорологічна дальність видимості (МДВ) та інше. Тому задача визначення ефективності стрільби ЗРК “Стріла-10” при виявленні цілей через оптичний візир і автоматизований ЦВ є актуальною і важливою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Роботи, які надані в літературі [1–4; 12; 14] не дають можливості визначити значення ймовірностей

ураження різних повітряних цілей у різноманітних умовах застосування комплексу. У вказаній літературі наведені тільки загальні підходи до рішення даної задачі для типових умов використання ЗРК.

Мета статті – розробка методики числового моделювання для розрахунку значень ймовірностей ураження різних повітряних цілей ЗРК “Стріла-10” W_{1ij} в умовах його застосування.

Виклад основного матеріалу

Стрільба ракетами проводиться по типовій цілі (ТЦ) типу Су-7Б та БпЛА типу “Форпост”. При моделюванні будемо враховувати контраст цілей, їх колір, МДВ, якість бойової роботи (БР) о/с, підсвічування сонцем. Стрільба ведеться при відсутності кутів закриття стартових позицій та противник не застосовує завади по ФК і ІЧ каналам ГСН ракети.

Усі етапи методики проводились за умови, коли оператор бойової машини (БМ) спостерігає цілі через оптичний візир при автоматизованій ЦВ.

1. Розрахунок дальності виявлення повітряних цілей $D_{60}(S, \xi_K, \xi_M, \xi_O, \xi_C, K_3)$ операторам БМ з статистичною ймовірністю вірного виявлення 0,5 [4; 6] та ймовірності своєчасного виявлення цілі $P_{60}(S, \xi_K, \xi_M, \xi_O, \xi_C, K_3)$ проводились за наступними виразами [5].

$$D_{\text{во}}(S, \xi_K, \xi_M, \xi_O, \xi_C, K_3) = D_{\text{тц}} \sqrt{\frac{S}{S_{\text{тц}}}} \xi_K \xi_M \xi_O \xi_C K_3,$$

умовах

$$P_{\text{во}}(D, S, \xi_K, \xi_M, \xi_O, \xi_C, K_3) \approx \exp \left\{ - \left[\frac{0,91 D}{D_{\text{во}}(S, \xi_K, \xi_M, \xi_O, \xi_C, K_3)} \right]^4 \right\}, \quad (1)$$

де $D_{\text{тц}}$ – дальність виявлення ТЦ зі статистичною імовірністю її вірного виявлення 0,5 (прийняли при чисельному моделюванні $D_{\text{тц}} \approx 10,5 \cdot 10^3$ м) [3];

$S, S_{\text{тц}}$ – відповідно площа цілі у картинній площині стрільби (КПС), яка виявляється та ТЦ відповідно (при моделюванні прийняли осереднене значення $S_{\text{тц}} = S_{\text{min тц}} = 9,1$ м²);

ξ_K, ξ_M – коефіцієнти, які враховують вплив кольору цілі та МДВ (змінюються у межах $\xi_K = 0,5 \dots 1$ і $\xi_M = 0,48 \dots 1$);

ξ_O, ξ_C – відповідно коефіцієнт якості БР оператора БМ (“відмінно” – 0,9; ”добре” – 0,8; ”задовільно” – 0,7) та коефіцієнт, який враховує підсвічування цілі сонцем (змінюються у межах $\xi_C = 1 \dots 1,5$) [3];

K_3 – коефіцієнт, який враховує кут закриття стартової позиції ЗРК (при розрахунках прийняли відсутність кутів закриття БМ, $K_3 = 1$).

Відомо, що срібло алюмінієвого кольору цілі на фоні безхмарного блакитного неба знижує $D_{\text{воij}}$ до 50 % відносно біло-сірого фону [3; 6]. При МДВ лише 4 км $D_{\text{воij}}$ по ТЦ становить не більше 3,5 км. Якщо МДВ 10 км то $D_{\text{воij}}$ по ТЦ $\sim 8,4$ км, при $P_{\text{воij}} 0,5$.

$$a(V) = V(3t_p + t_{\text{гсн}} + t_3),$$

$$\bar{b}(V, S, \xi_K, \xi_M) = \left\{ \left[\sqrt{D_{\text{во}}(S; \xi_K; \xi_M; 0,8; 1; 1) - H^2 - P^2} - a(V) \right]^2 + H^2 + P^2 \right\}^{1/2}, \quad (2)$$

$$b(S, \xi_K, \xi_M) = D_{\text{нмф}} \cdot \sqrt{S/S_{\text{тц}}} \cdot \xi_K \cdot \xi_M \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1,$$

$$D_{\text{нф}}(V, S, \xi_K, \xi_M) = \begin{cases} b(S, \xi_K, \xi_M) & \text{if } b(S, \xi_K, \xi_M) \leq \bar{b}(V, S, \xi_K, \xi_M) \\ \bar{b}(V, S, \xi_K, \xi_M) & \text{otherwise} \end{cases},$$

де V, H, P – відповідно швидкість польоту цілі, її висота та параметр (при чисельному моделюванні прийняли зміни V у межах від 0,1 м/с до 420 м/с, а висоту та параметр відповідно $H = 200$ м та $P = 500$ м);

$t_p, t_{\text{гсн}}, t_3$ – відповідно час реакції оператора на сигнали та команди (0,5 с), час виходу ГСН ракети на режим (8 с) та час захвату ГСН ракети (2 с);

$D_{\text{нмф}}$ – дальність пуску та захоплення ТЦ в

При цьому є великі значення ймовірностей пропуску цілей оператором ЗРК на малих висотах їх польоту $\sim 0,4$, а при висотах польоту 2,5 (3) км $\sim 0,8$ [3; 6].

Результати обчислень при роботі по ТЦ у найкращих умовах отримали $D_{\text{во}}(9,1; 1; 1; 0,8; 1; 1) = 8,4 \cdot 10^3$ м. Для БПЛА типу “Форпост” за тих же умов одержали $D_{\text{во}}(0,58; 1; 1; 0,8; 1; 1) \approx 2,12 \cdot 10^3$ м, а з несприятливим кольором дальність знизилась до $D_{\text{во}}(0,58; 0,5; 1; 0,8; 1; 1) \approx 1,06 \cdot 10^3$ м. Якщо враховувати небажане МДВ та сонячне підсвічування то дальність становитиме відповідно $D_{\text{во}}(0,58; 0,5; 0,48; 0,8; 1; 1) \approx 509$ м та $D_{\text{во}}(0,58; 0,5; 0,48; 0,8; 1,5; 1) \approx 764$ м.

Імовірності своєчасного виявлення цілі для різних умов бойового застосування отримали наступні показники: $P_{\text{во}}(8,4 \cdot 10^3; 9,1; 1; 1; 0,8; 1; 1) \approx 0,5$, $P_{\text{во}}(2120; 0,58; 1; 1; 0,8; 1; 1) \approx 0,5$ та $P_{\text{во}}(1060; 0,58; 0,5; 1; 0,8; 1; 1) \approx 0,5$.

2. Визначення дальності пуску ракети при захопленні цілі у ФК каналі ГСН ракети $D_{\text{нф}}(V, S, \xi_K, \xi_M)$ та у ІЧ каналі ГСН ракети $D_{\text{ни}}(V, S, P_u, \xi_K, \xi_M)$ [5].

ФК каналі ГСН ракети при статистичній імовірності захвату ГСН ракети 0,5 ($\sim 8,5 \cdot 10^3$ м) [3], причому для спрощення розрахунків прийняли $\xi_O = 0,8$, $\xi_C = 1$ та $K_3 = 1$.

При визначенні $D_{\text{нф}}(V, S, \xi_K, \xi_M)$ враховуються робітні часи оператора та параметри руху цілі. Результати чисельного моделювання представлені на рис.1.

Перша крива позначена (точками і тире)

$D_{n\phi}(V;9,1;1,1)$, здобута при обстрілі ТЦ у найкращих умовах.

Обмеження кривої пояснюється дальністю захвату ТЦ у ФК каналі наведення при статистичній імовірності захвату 0,5 [3], так дальність пуску становитиме $D_{n\phi}(230;9,1;1,1) \approx 5,76 \cdot 10^3$ м. Друга пряма $D_{n\phi}(40;S;1,1)$ (точки) надає значення дальності пуску при зміні площини цілі S , для БПЛА вона становитиме $D_{n\phi}(40;0,58;1,1) \approx 1680$ м. При зміні кольору БПЛА здобули третю криву $D_{n\phi}(40;0,58;\xi_K;1)$ (тире), для якої дальність пуску $D_{n\phi}(40;0,58;0,5;1) \approx 0,74 \cdot 10^3$, тобто стрільба на зустрічному курсі неможлива. Четверта крива (безперервна) $D_{n\phi}(40;0,58;0,5;\xi_M)$ вказує на негативний вплив зниження МДВ при стрільбі ракетою по БПЛА.

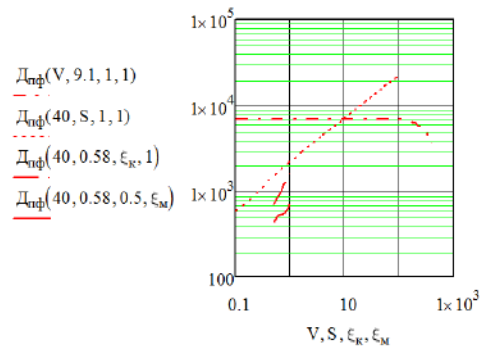


Рис.1. Дальності пуску ракети при захопленні цілі у ФК каналі ГСН ракети $D_{n\phi}(V, S, \xi_K, \xi_M)$ залежно від швидкості цілі V , її площини S , кольору ξ_K і МДВ ξ_M
Джерело: розроблено авторами.

Дальності пуску ракети при захопленні цілі у ІЧ каналі ГСН $D_{ni}(V, S, P_u, \xi_K, \xi_M)$ розраховуються за виразами:

$$z(P_u, \xi_K, \xi_M) = D_{nmi} \cdot \sqrt{P_u / P_{m\phi}} \cdot \xi_K \cdot \xi_M \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1$$

$$D_{ni}(V, S, P_u, \xi_K, \xi_M) = \begin{cases} z(P_u, \xi_K, \xi_M) & \text{if } \bar{b}(V, S, \xi_K, \xi_M) \geq z(P_u, \xi_K, \xi_M) \\ \bar{b}(V, S, \xi_K, \xi_M) & \text{otherwise} \end{cases}, \quad (3)$$

де $P_u, P_{m\phi}$ – відповідно випромінюючі здатності цілі (від 10^{-12} до 10^{-8} Вт/см²) та ТЦ у ІЧ діапазоні довжин хвиль (для ТЦ вона становить $P_{m\phi} \approx 3,8 \cdot 10^{-10}$ Вт/см²);

D_{nmi} – дальність пуску і захоплення ТЦ при статистичній імовірності захвату ГСН ракети 0,5 (при числовому моделюванні прийняли $D_{nmi} \approx 5,6 \cdot 10^3$) [3].

Результати розрахунків представлені на рис.2.

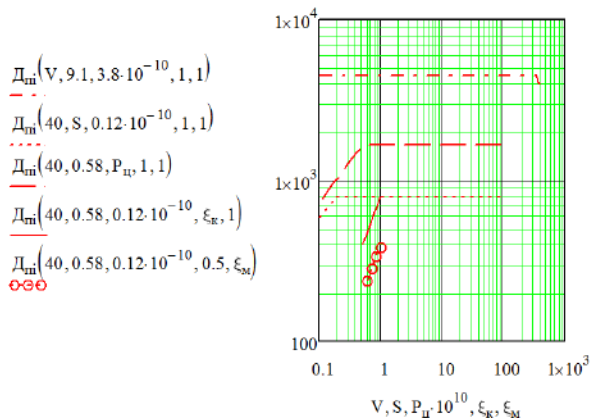


Рис.2. Дальності пуску ракети у ІЧ каналі наведення $D_{ni}(V, S, P_u, \xi_K, \xi_M)$ залежно від змінних V, S, ξ_K, ξ_M

Джерело: розроблено авторами.

Обстріл ТЦ в найкращих умовах бойового застосування наведено першою кривою (точками і

тире) $D_{ni}(V;9,1;3,8 \cdot 10^{-10};1,1)$, так дальність пуску для неї становитиме $D_{ni}(230;9,1;3,8 \cdot 10^{-10};1,1) \approx 4,48 \cdot 10^3$ м. Обмеження кривої пов'язано із значенням дальності захвату ТЦ в ІЧ каналі наведення ракети при статистичній імовірності захвату 0,5 [3].

Друга крива $D_{ni}(40;S;0,12 \cdot 10^{-10};1,1)$ (точки) відображає стрільбу по БПЛА, у якому значення P_u зменшено відносно $P_{m\phi}$ у 32 рази та становить $P_u = 0,12 \cdot 10^{-10}$ Вт/см².

Обмеження другої кривої пояснюється технічними характеристиками ГСН ракети. Для БПЛА типу “Форпост” одержали дальність пуску $D_{ni}(40;0,58;0,12 \cdot 10^{-10};1,1) \approx 796$ м, третя крива (тире). Якщо БПЛА має несприятливий колір (погана видимість на фоні неба) при $D_{ni}(40;0,58;0,12 \cdot 10^{-10};\xi_K;1)$ (четверта крива, безперервна) то і дальність буде зменшуватись $D_{ni}(40;0,58;0,12 \cdot 10^{-10};0,5;1) \approx 398$ м, тобто стрільби назустріч у даних умовах неможлива. П'ята пряма (·····) показує на суттєву втрату дальності при погіршенні МДВ, так при $D_{ni}(40;0,58;0,12 \cdot 10^{-10};0,5;0,48)$ стрільба також неможлива.

3. Розрахунок імовірностей пуску ракети при

захопленні цілі у ФК $P_{n\phi}(D, V, S, \zeta_K, \zeta_M)$ та у ІЧ визначаємо за виразом [3; 6]:

каналах ГСН ракети $P_{ni}(D, V, S, P_u, \zeta_K, \zeta_M)$

$$P_{n\phi}(D, V, S, \zeta_K, \zeta_M) \approx \exp \left\{ - \left[\frac{0,885 D}{D_{n\phi}(V, S, \zeta_K, \zeta_M)} \right]^3 \right\}, \quad (4)$$

де D – дальність до повітряної цілі, яка змінюється у межах від 10^2 м до 10^4 м.

Результати розрахунків за виразом (4) представлені на рис.3.

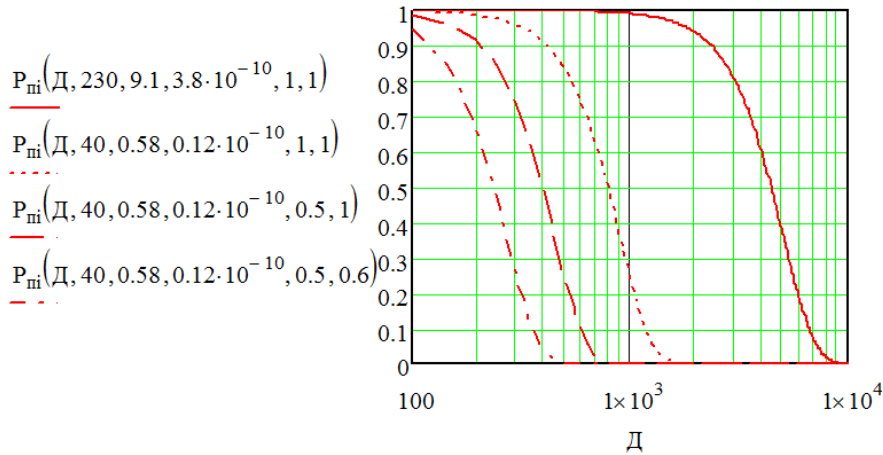


Рис.3. Імовірності пуску ракети при захопленні цілі у ФК каналі ГСН ракети $P_{n\phi}(D, V, S, \zeta_K, \zeta_M)$ залежно від дальності до неї D

Джерело: розроблено авторами.

Перша крива $P_{n\phi}(D; 230; 9,1; 1; 1)$ (безперервна лінія) показує значення ймовірностей пуску при роботі по ТЦ за найкращих умов. Друга $P_{n\phi}(D; 40; 0,58; 1; 1)$ (точки), третя $P_{n\phi}(D; 40; 0,58; 0,5; 1)$ (тире) і четверта $P_{n\phi}(D; 40; 0,58; 0,5; 0,6)$ (точки і тире) криві відображають особливості стрільби по БПЛА типу “Форпост”. Відповідно маємо наступні значення

ймовірності пуску: $P_{n\phi}(5763; 230; 9,1; 1; 1) \approx 0,5$, $P_{n\phi}(1680; 40; 0,58; 1; 1) \approx 0,5$, $P_{n\phi}(704; 40; 0,58; 0,5; 1) \approx 0,5$, але для таких значень $P_{n\phi}(200; 40; 0,58; 0,5; 0,48)$ імовірності не існує, отже захоплення і пуск ракети неможливі.

Для ІЧ каналі ГСН ракети імовірності $P_{ni}(D, V, S, P_u, \zeta_K, \zeta_M)$ визначаємо також за наближеною апроксимацією [3; 6]:

$$P_{ni}(D, V, S, P_u, \zeta_K, \zeta_M) \approx \exp \left\{ - \left[\frac{0,885 D}{D_{ni}(V, S, P_u, \zeta_K, \zeta_M)} \right]^3 \right\}. \quad (5)$$

За виразом (5) отримані значення ймовірностей, що за найкращих умов стрільби становить $P_{ni}(4480; 230; 9,1; 3,8 \cdot 10^{-10}; 1; 1) \approx 0,5$. При роботі по БПЛА типу “Форпост” імовірності пуску за різних умов складають $P_{ni}(790; 40; 0,58; 0,12 \cdot 10^{-10}; 1; 1) \approx 0,5$, $P_{ni}(395; 40; 0,58; 0,12 \cdot 10^{-10}; 0,5; 1) \approx 0,5$. Відмічаємо суттєве зниження дальностей до

повітряних цілей відносно ФК каналу ГСН ракети при стрільбі по БПЛА.

4. Визначення значень похилих дальностей до ДМЗУ при захопленні цілі у ФК $r_{\phi}(V, S, \zeta_K, \zeta_M)$ та у ІЧ каналах ГСН ракети $r_{\phi i}(V, S, P_u, \zeta_K, \zeta_M)$ за наближеною апроксимацією, якщо параметр цілі не перевищує 1 км [3; 6]:

$$r_{\phi}(V, S, \zeta_K, \zeta_M) \approx \frac{D_{n\phi}(V, S, \zeta_K, \zeta_M) - V(\tau_{cm} + 0,455)}{1 + 1,818 \cdot 10^{-3} V}, \quad (6)$$

де V – швидкість польоту цілі (яка при моделюванні змінювалась у межах від 0,1 м/с до 420 м/с).

Результати розрахунків за виразом (6) представлені на рис.4.

Перша крива $r_{\partial\phi}(V;9,1;1)$ (позначена точками і тире) показує значення дальності, при роботі по ТЦ і малих кутах місця цілі. Друга (точки) $r_{\partial\phi}(40;S;1;1)$, третя $r_{\partial\phi}(40;0,58;\xi_K;1)$ (тире) та четверта криві (безперервна лінія) $r_{\partial\phi}(40;0,58;0,5;\xi_M)$ отримані при стрільбі по БПЛА. Погіршення кольору цілі, а ще і МДВ не дозволяє провести обстріл БПЛА на зустрічному курсі. Так: $r_{\partial\phi}(230;9,1;1;1) \approx 3,83 \cdot 10^3$ м,

$r_{\partial\phi}(40;0,58;1;1) \approx 1,51 \cdot 10^3$ м. Отже погіршення умов стрільби не дозволяють провести обстріл БПЛА на зустрічному курсі.

Значення похилої дальності до ДМЗУ при пуску у ІЧ каналі ГСН ракети $r_{\partial i}(V, S, P_u, \xi_K, \xi_M)$ за наближеною апроксимацією, якщо параметр цілі не перевищує 1 км [3; 6]:

Результати розрахунків за виразом (7) представлені на рис.5.

$$r_{\partial i}(V, S, P_u, \xi_K, \xi_M) \approx \frac{D_{ni}(V, S, P_u, \xi_K, \xi_M) - V(\tau_{cm} + 0,455)}{1 + 1,818 \cdot 10^{-3} V} \quad (7)$$

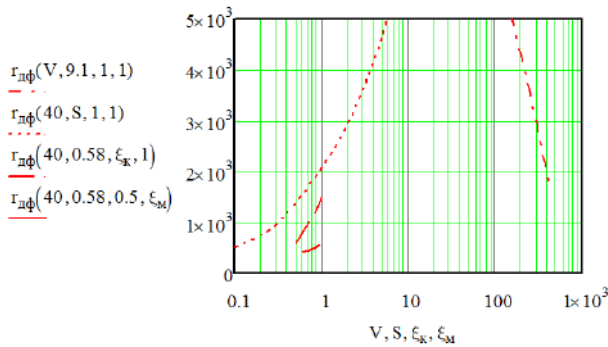


Рис. 4. Значення похилих дальності до ДМЗУ при пуску ракети у ФК каналі ракети $r_{\partial\phi}(V, S, \xi_K, \xi_M)$ залежно від змінних V, S, ξ_K, ξ_M

Джерело: розроблено авторами.

Перша крива відображає значення дальності $r_{\partial i}(V;9,1;3,8 \cdot 10^{-10};1;1)$ при обстрілі ТЦ у найсприятливіших умовах, так значення дальності при цьому становить $r_{\partial i}(230;9,1;3,8 \cdot 10^{-10};1;1) \approx 2,92 \cdot 10^3$ м. Друга крива $r_{\partial i}(40;S;0,12 \cdot 10^{-10};1;1)$ (точки) вказує на не можливість обстрілу БПЛА на зустрічному курсі внаслідок малих значень $D_{ni j}$. Це зв'язано з не достатнім енергетичним потенціалом ІЧ ГСН при обстрілі цілі, коли її випромінююча здатність становить лише $0,12 \cdot 10^{-10}$ Вт/см². Третя (позначена тире), четверта (точки і тире) та п'ята криві ($\cdot \circ \circ \circ \cdot \circ \circ \cdot$) надають

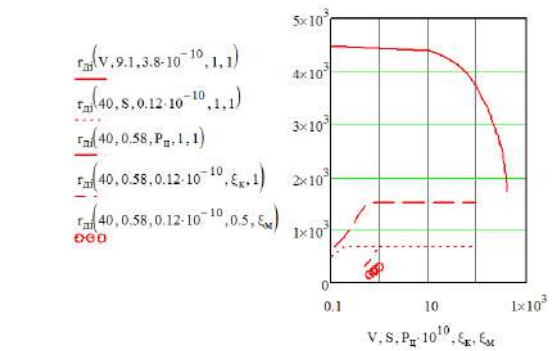


Рис.5. Значення похилих дальності до ДМЗУ при пуску ракети у ІЧ каналі ГСН ракети $r_{\partial i}(V, S, P_u, \xi_K, \xi_M)$ залежно від змінних V, S, ξ_K, ξ_M

Джерело: розроблено авторами.

величини похилих дальності при стрільбі по БПЛА типу "Форпост". Отримані значення дальності відповідно становлять:

$$r_{\partial i}(40;0,58;0,12 \cdot 10^{-10};1;1) \approx 688 \text{ м,}$$

$$r_{\partial i}(40;0,58;0,12 \cdot 10^{-10};0,5;1) \approx 317 \text{ м,}$$

а при погіршенні МДВ дальність $r_{\partial i}(40;0,58;0,12 \cdot 10^{-10};0,5;0,48)$ не існує.

5. Розрахунок показника ефективності стрільби ЗРК "Стріла-10" одною ракетою при обстрілі через ФК $W_{I\phi}(D, V, S, \xi_K, \xi_M)$ та ІЧ каналі ГСН ракети $W_{Ii}(D, V, S, P_u, \xi_K, \xi_M)$ проводимо за виразами [2–3; 5]:

$$\begin{aligned} W_{I\phi}(D, V, S, \xi_K, \xi_M) &= P_{\partial o}(D; S; \xi_K; \xi_M; 0,8; 1; 1) P_{n\phi}(D, V, S, \xi_K, \xi_M) P_{\partial i\phi} P_n P_{y\phi}, \\ W_{Ii}(D, V, S, P_u, \xi_K, \xi_M) &= P_{\partial o}(D; S; \xi_K; \xi_M; 0,8; 1; 1) P_{ni}(D, V, S, P_u, \xi_K, \xi_M) P_{\partial i} P_n P_{yi}, \end{aligned} \quad (8)$$

де $P_{\partial i\phi}, P_n$ – відповідно імовірності виводу ракети у точку зустрічі з ціллю (при моделюванні прийняли 0,85) та імовірність нормальної роботи ракети (0,9);

$P_{y\phi}, P_{yi}$ – відповідно усереднене значення умовної імовірності ураження ТЦ одною ракетою при стрільбі на зустрічному курсі у ФК каналі ГСН

ракети (0,75) та імовірність ураження ТЦ одною ракетою при стрільбі на зустрічному курсі у ІЧ каналі ГСН ракети (0,525) [3]. Для спрощення розрахунків прийняли середньо підготовлений о/с БМ $\xi_o = 0,8$, відсутня сприятливе підсвічування сонцем $\xi_c = 1$ та кутів закриття БМ $K_3 = 1$.

Одержали ефективність стрільби по ТЦ $W_{1\phi}$ (3828;230; 9,1;1;1) $\approx 0,46$, а по БПЛА – $W_{1\phi}$ (1512;40;0,58;1; 1) $\approx 0,29$. Для підвищення оцінок ефективності стрільби ракетами застосовують зосередження вогню двома ЗРК по

одній цілі. Імовірність ураження цілі двома ракетами у ФК $W_{2\phi}(D,V,S,\xi_K,\xi_M)$ та ІЧ каналах ГСН ракети $W_{2i}(D,V,S,P_U,\xi_K,\xi_M)$ визначається за виразами [1–2; 6–8; 13]:

$$W_{2\phi}(D,V,S,\xi_K,\xi_M) = 1 - (1 - W_{1\phi}(D,V,S,\xi_K,\xi_M))^2, \tag{9}$$

$$W_{2i}(D,V,S,P_U,\xi_K,\xi_M) = 1 - (1 - W_{1i}(D,V,S,P_U,\xi_K,\xi_M))^2.$$

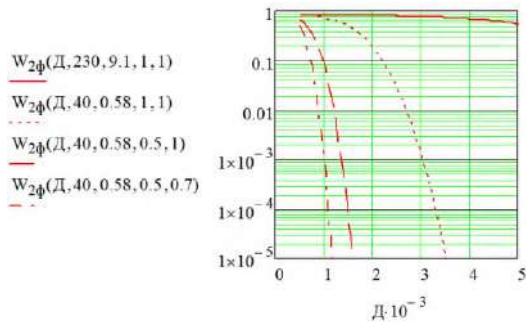


Рис.6. Імовірності ураження цілі двома ракетами у ФК каналі ГСН ракети $W_{2\phi}(D,V,S,\xi_K,\xi_M)$ залежності від дальності до неї D
Джерело: розроблено авторами.

Результати моделювання за виразом (9) надані на рис.6. Для наочності на рис.6 дальність D вказана у кілометрах.

Перша крива $W_{2\phi}(D; 230; 9,1; 1; 1)$ (безперервна) і відображає оцінки ефективності при обстрілі ТЦ у найкращих умовах бойового застосування. Так на ДМЗУ ЗРК отримали $W_{2\phi}(3828; 230; 9,1; 1; 1) \approx 0,7$. Стрільба по БПЛА типу “Форпост” показана другою $W_{2\phi}(D; 40; 0,58; 1; 1)$ (точки), третьою $0,5; 1)$ (тире) та четвертою $W_{2\phi}(D; 40; 0,58; 0,5; 0,7)$ (точки і тире) кривими. Відмітимо над малі дальності ураження БПЛА і імовірності ураження малорозмірної цілі.

Зосередження вогню двох БМ по одній цілі в ІЧ каналі ГСН ракети дає підвищення оцінок ефективності стрільби ЗРК (9).

Результати розрахунку приведені на рис.7. За аналогією з попереднім, одержали імовірності ураження цілі при стрільбі по ТЦ $W_{2i}(2923; 230; 9,1; 3,8 \cdot 10^{-10}; 1; 1) \approx 0,55$ та по БПЛА на ближній межі зони ураження у найліпших умовах $W_{2i}(800; 40; 0,58; 0,12 \cdot 10^{-10}; 1; 1) \approx 0,35$ та $W_{2i}(800; 40; 0,58; 0,12 \cdot 10^{-10}; 0,5; 1) \approx 2,3 \cdot 10^{-3}$ і лише $W_{2i}(800; 40; 0,58; 0,12 \cdot 10^{-10}; 0,5; 0,7) \approx 2,4 \cdot 10^{-8}$.

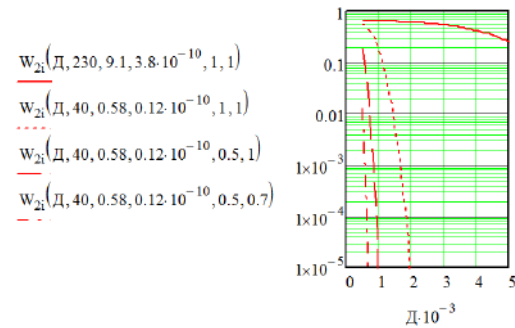


Рис.7. Імовірності ураження цілі двома ракетами ІЧ каналі ГСН ракети $W_{2i}(D,V,S,P_U,\xi_K,\xi_M)$ залежно від дальності до неї D
Джерело: розроблено авторами.

Втрати значень ймовірностей за рахунок невеликого кольору цілі та МДВ (третья та четверта криві на рис.7) не дозволяють проводити стрільбу ракетами.

В порівнянні якості стрільби ФК каналу з ІЧ каналом ГСН ракети відмічаємо нижчу ефективність застосування ІЧ каналу. Для підвищення ефективності стрільби можливими доцільними напрямками є впровадження ГСН у звуковому або міліметровому діапазонах довжин хвиль [10–11].

Висновки

Аналіз отриманих значень показав високу ефективність стрільби ЗРК “Стріла-10” по ТЦ навіть при несприятливому кольору цілі та МДВ атмосфери. При роботі по малорозмірним цілям типу БПЛА “Форпост” одержали зменшення дальностей виявлення і ймовірностей своєчасного виявлення цілі. Визначені втрати у значеннях дальностей та ймовірностей пуску ракет у ФК і ІЧ каналах ГСН ракети при обстрілі різних повітряних цілей. Проведено аналіз найбільших значень реалізованих похилих дальностей до ДМЗУ ЗРК та ймовірностей ураження цілей в умовах, які очікуються. Запропоновані загальні напрямки покращення показників ефективності стрільби ракетою з пасивними ГСН.

Список літератури

1. Пушкорис В. П. Управление огнем войск ПВО Сухопутных войск: учебник. К.:ВА ПВО СВ, 1989. 556 с.

2. Довідник з протиповітряної оборони: монографія / Горопчин А. Я., Романенко І. О., Даник Ю. Г., Пашенко Р. Е. та ін. К.: МО України, Х.: 2003. 368 с.
3. Ракета 9М37М (9М37). Техническое описание и инструкция по эксплуатации. м.: Воениздат, 1980.
4. Правила стрельбы и боевой работы на зенитных ракетных комплексах войсковой противовоздушной обороны. Часть 7. Переносной зенитный ракетный комплекс “Игла” (“Игла-1”). м.: Воениздат, 1985. 125 с.
5. Дьяконов В. Д., Авраменкова И. В. MathCAD 7.0 в математике, физике и в Internet. м.: “Нолидж”, 1999. 352 с.
6. Коломійцев О. В., Кудряшов В. Є., Шевченко А. Ф. Ефективність управління вогнем та стрільби переносного ЗРК в обумовлених умовах його застосування. *Системи озброєння і військова техніка*. 2009. Вип. 2(18). С. 14–16.
7. Казачинский В. З., Каипецкий А. А., Нестеренко Г. Л. и др. Основы стрельбы и управления огнем войсковых зенитных ракетных комплексов: монография / под ред. Семенова. К.: КВАИУ, 1971. 468 с.
8. Кудряшов В. Є., Леушин С. Г., Самоквіт В. І. Основы стрільби та керування вогнем: навч. посіб. Х.: ХУПС, 2016. 232 с.
9. Ширман Я. Д., Манжос В. Н. Теория и техника обработки радиолокационной информации на фоне помех. м.: Радио и связь, 1981. 416 с.
10. Kudriashov V. Improvement of Range Estimation with Microphone Array. *Cybernetics and Information Technologies*. 2017. Vol. 17. Iss. 1. P. 113–125. <https://doi.org/10.1515/cait-2017-0009>.
11. Государственное предприятие “Львовский научно-исследовательский радиотехнический институт”: веб-сайт. URL: <https://lreri.tripod.com/PresentationLRERI.pdf>.
12. Литовченко Д. М., Куценко В. В. Показники ефективності стрільби ЗРПК “Тунгуска” при стрільбі по нетиповим цілям ракетним та артилерійським озброєнням. Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. 2021. Вип. 3(9). С. 88–96.
13. Коваленко С. П., Куценко В. В., Левагін Г. А. та ін. Основы стрільби та управління вогнем зенітними комплексами. Ч.1. Основы теории стрільби зенітних артилерійських комплексів та методи оцінки їх ефективності: навч. посіб. / за заг. ред. С. П. Коваленка. Х.: ХНУПС, 2019. 220 с.
14. Куценко В., Телюков С., Литовченко Д., Рыбалко Д., Рязанцев С. Метод снижения времени поиска маловысотных воздушных объектов в условиях радиоэлектронного подавления при использовании пассивной радиотехнической системы. *Technical research and development: collective monograph / Kalafat K., Vakhitova L., Drizhd V. etc. International Science Group. Boston: Primedia eLaunch, 2021. P. 481–508. <https://doi.org/10.46299/ISG.2021.MONO.TECH.I>.*

Надійшла до редколегії 05.09.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про авторів:

Кудряшов Віктор Євгенович

кандидат технічних наук
старший науковий співробітник
старший науковий співробітник
Інституту радіофізики та електроніки
ім. О.Я. Усикова
Національної академії наук України,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-7055-5357>

Литовченко Дмитро Михайлович

кандидат технічних наук
старший викладач кафедри
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5154-6060>

Воїнов Валерій Вікторович

кандидат технічних наук доцент
начальник науково-дослідної лабораторії
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-5732-5960>

Хроль Леонід Олександрович

науковий співробітник
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-5395-3636>

Куценко Володимир Валерійович

кандидат технічних наук
начальник науково-дослідного відділу
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-4174-2145>

Information about the authors:

Viktor Kudriashov

PhD in Engineering
Senior Researcher
Senior Researcher
of the O.Ya. Usikov Institute
for Radiophysics and Electronics,
National Academy of Sciences of Ukraine,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-7055-5357>

Dmytro Lytovchenko

PhD in Engineering
Senior lecturer of Department
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5154-6060>

Valerii Voinov

PhD in Engineering Associate Professor
Head of Scientific Research Laboratory
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5732-5960>

Leonid Khrol

Researcher
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5395-3636>

Volodymyr Kutsenko

PhD in Engineering
Head of Scientific Research Department
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-4174-2145>

FIRING EFFICIENCY OF ANTI-AIRCRAFT MISSILE COMPLEX “STRILA-10” IN TARGET DETECTION THROUGH THE OPTICAL VISOR AND AUTOMATED TARGET POINTER

V. Kudriashov, D. Lytovchenko, V. Voinov, L. Khrol, V. Kutsenko

When preparing for and conducting combat operations of the “SA-13 Gopher” anti-aircraft missile system, commanders and combat personnel of the system must know the missile firing efficiency indicators [1–4]. As an indicator of missile firing efficiency, the probability of hitting a target with one missile is usually used. Massive homing is carried out via the contrast channel or the infrared channel of the missile homing head. Under various conditions of use, it is necessary to evaluate the detection ranges that are realised and the probability of timely target detection, launch range and missile launch probability. It is also necessary to imagine the possible values of the inclined distances to the far edge of the kill zone of the complex. The probability of hitting a target with a single missile is affected by the geometric dimensions of the targets, their colour and contrast in the infrared wavelength range, the presence of target designation, meteorological range of visibility etc.

The task of determining the firing efficiency of the “SA-13 Gopher” anti-aircraft missile system when detecting targets through the optical sight and automated targeting is therefore relevant and important.

Research presented in the published [1–4; 12–13] do not allow determining the value of the probability of hitting different air targets in various conditions of the complex’s use. This literature provides only general approaches to solving this problem for typical conditions of use of an anti-aircraft missile system. A numerical modeling technique for determining the firing efficiency indicator in the form of values of the probability of hitting targets by a missile has been developed. The modeling took into account the speed of the targets, their plane in the shooting picture, their radiating capabilities and meteorological visibility range, the quality of the combat work of the operators of the combat vehicle, the sun exposure and the closing angles of the combat vehicle. Found possible detection ranges and detection probabilities of a typical target and a small unmanned aerial vehicle (UAV). A high probability of the operator of a combat vehicle missing a typical target at low and medium flight altitudes was noted. Considered launch ranges of missiles that are implemented and the probability of launching a missile when targets are captured in the contrast and infrared channels of the homing head. The largest inclined ranges to the far boundary of the zone of damage of the complex were calculated. The values of the probability of hitting a typical target and UAV in various firing conditions are determined. Sufficient firing efficiency has been proven when capturing and launching a missile in the contrast guidance channel and firing at a typical target. A comparison of the contrast and infrared channels of the homing missile head when firing at UAVs was carried out. Analytical expressions for the calculation of missile firing efficiency indicators and corresponding graphic material are presented.

Keywords: *detection and launch ranges; a typical target; an unmanned aerial vehicle; detection and launch probabilities; the far limit of the complex’s damage zone; the probability of target damage.*

О.Є. Кузьміч, М.В. Андрушко, П.Л. Аркушенко, А.Ю. Садаєв

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КОМПЛЕКСУ SOMAT XR, ЯК СКЛАДОВОЇ ЧАСТИНИ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ЗА АНАЛІЗОМ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ОВТ

Аналіз існуючих підходів до розробок вимірювальних приладів, стану, протиріч і тенденцій в галузі інформаційно-вимірювальних систем з урахуванням потреб в оборонно-промисловому комплексі та науковій сфері України приводить до висновку про необхідність уніфікації вимірювальних засобів. Важливим питанням є розробка нових методів вимірювань з використанням відповідної сукупності вимірювальних засобів, які забезпечують повноту необхідних функцій для проведення якісних випробувань ОВТ, за рахунок отримання значень параметрів для оцінки, з певною достовірністю.

В цій статті розглянуто варіант побудови інформаційно-вимірювальної системи на основі комплексу SOMAT XR для проведення вимірювань швидкоплинних процесів, особливостей її використання і можливостей при проведенні випробувань ОВТ.

Сучасні системи вимірювань, що використовуються для випробування представляють собою комплекси, які включають модулі для підключення датчиків, перетворення аналогових сигналів в цифровий формат, збереження отриманих даних у цифровому вигляді та зв'язок із зовнішніми комп'ютеризованими пристроями. Ці модулі можуть бути окремими або інтегрованими в єдиний блок.

Аналіз результатів проведених випробувань ОВТ показав, що використання комплексу SOMAT XR цілком можливо для проведення вимірювань інформаційних параметрів ОВТ і його складових та дозволить спростити і автоматизувати процес виконання вимірів, знизити кількість помилок до мінімуму та значно скоротити час оцінки параметрів дослідних зразків під час випробувань і прийняття їх на озброєння (постачання) Збройних Сил України.

Ключові слова: *вимірювання; випробування; модуль; сигнал; параметри; інформаційно-вимірювальна система; апробація.*

Вступ

Постановка проблеми. В сучасному світі існує значний інтерес до уніфікації бортових інформаційних мереж та створення неоднорідних мережевих середовищ на основі продуктів різних провідних виробників в цій галузі. Крім того, надто привабливою виглядає ідея створення єдиної інформаційної інфраструктури борта зразка ОВТ, яка забезпечує спільну роботу програмних і апаратних засобів бортових систем [1].

Разом з тим, залишається не повністю вирішеним питання створення універсальної повномасштабної інформаційно-вимірювальної системи (ІВС) на перспективних розробках програмно-апаратних засобів провідних розробників.

Колектив авторів пропонує за аналізом проведення випробувань ОВТ розглянути варіант побудови інформаційно-вимірювальної системи на основі комплексу типу SOMAT XR для проведення вимірювань швидкоплинних процесів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз існуючих підходів до розробок вимірювальних приладів, стану, протиріч і тенденцій в галузі ІВС з урахуванням потреб

вітчизняного оборонно-промислового комплексу та науковій сфері України приводить до висновку про необхідність уніфікації вимірювальних засобів. Важливим питанням є розробка нових методів вимірювань та відповідної сукупності вимірювальних засобів, які забезпечують повноту необхідних функцій для проведення якісних випробувань ОВТ.

Подолання протиріч одночасного забезпечення спрощення апаратури, високої швидкодії, точності та дискретності вимірювань можливо досягти застосуванням нових методів вимірювань і сучасних засобів ІВС.

В наукових працях останніх років розглядалися переважно лише ІВС щодо повітряних суден, для вимірювання параметрів систем, на які вони були розроблені [2–5]. Але важко отримати повну та інформативну інформацію (маючи на увазі повітряні судна) про те, як вибрати оптимальну систему вимірювань, а також про якість та повноту проведення випробувань при використанні стандартного обладнання вимірювань, встановленого на бортах повітряних суден, та додаткового, яке встановлюється на період випробувань систем бортових вимірювань. Зараз існує велика кількість таких систем в сучасному

світі, принципи побудови різні, параметри, які підлягають випробуванням різноманітні. Останнім часом провідними країнами світу розроблено багато сучасних універсальних ІВС, які активно впроваджуються для проведення вимірювань та обробки отриманих даних на ОВТ різного призначення і потребують детального аналізу для можливості їх використання під час досліджень виробів під час випробувань [6–12].

Метою статті є розгляд особливостей використання універсального тензометричного вимірювального комплексу, як складової частини ІВС за аналізом проведення випробувань ОВТ.

Виклад основного матеріалу

Сучасні вимірювальні системи, що

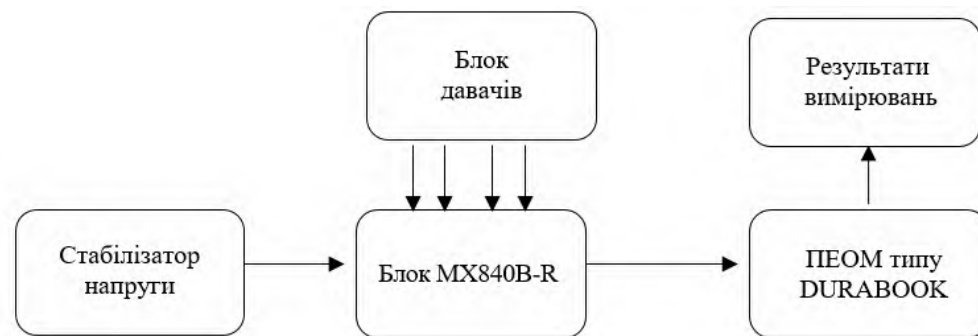


Рис.1. Структурна схема ІВС (на базі комплексу SOMAT XR)

Джерело: розроблено авторами.

Блок MX840B-R вимірювальний підсилювач універсального тензометричного вимірювального комплексу для проведення вимірювань швидкоплинних процесів.

MX840B-R забезпечує:

- підключення 8 каналів з індивідуальною конфігурацією (16 різних перетворювачів до кожного каналу: тензометричні, індуктивні, п'єзорезистивні, п'єзоелектричні, потенціометричні, напруги, струму, резистори, термометр опору, термопари, частота, підрахунок імпульсів, інкліметральний поворотний енкодер, прийом CAN сигналів чи передача сигналів по CAN шині);

- швидкість передачі даних до 40 кГц на канал;
- ідентифікацію перетворювачів TEDS, IEEE 1451.4;

- номінальний діапазон температур – 40...+80 °С;

- відносну вологість від 5 до 100%;

- клас захисту – III;

- ступінь захисту – Р65/ІР67;

- клас точності – від 0,01 до 0,1 в залежності від типу підключення датчика.

- споживчу потужність від 6 Вт до 9 Вт.

Для конфігурації системи збору даних, каналів і сигналів, створення індивідуальних панелей для візуалізації сигналів, збереження даних в різних

використовуються для випробування представляють собою вимірювальні комплекси, що містять модулі для підключення датчиків, перетворення аналогових сигналів датчиків в цифровий формат, зберігання інформації в цифровому вигляді і забезпечення зв'язку із зовнішніми комп'ютеризованими пристроями. Ці модулі можуть бути окремими або інтегровані в єдиний блок.

Розглянемо характеристики комплексу SOMAT XR для проведення вимірювань швидкоплинних процесів та варіанти комплектації і проведемо аналіз інформації, що потребує вимірювань під час випробувань ОВТ та їх складових частин.

ІВС на основі універсального тензометричного вимірювального комплексу SOMAT XR показана на рис.1.

форматах та графічного аналізу збереження результатів вимірювань з опцією експорту графічних даних використовується спеціальне програмне забезпечення Catman AP.

Спеціальне програмне забезпечення Catman AP встановлено на ПЕОМ типу DURABOOK. Програмне забезпечення Catman AP побудовано по модульному принципу.

Крім того, враховуючи значну вартість обладнання, фахівцями науково-дослідного відділу випробувань розроблений стабілізатор напруги, який виконує функцію захисту комплексу SOMAT XR від можливої нестабільної напруги бортової мережі.

Аналіз використання ІВС на базі тензометричного вимірювального комплексу SOMAT XR розглянемо за результатами проведення спільних державних випробувань системи парашутної рятувальної керованої шифр "ПН-58МСБ", "Р-4МСБ" та контрольних випробувань вертольоту Ми-8МСБ-В з бойовим застосуванням некерованих авіаційних ракет РС-80-01 шифр "Оскол-01-8".

Графік змін фізичних значень польотних параметрів, які зареєстровано ІВС на базі тензометричного вимірювального комплексу SOMAT XR під час випробувального польоту вертольоту Ми-8МСБ-В наведено на рис.2.

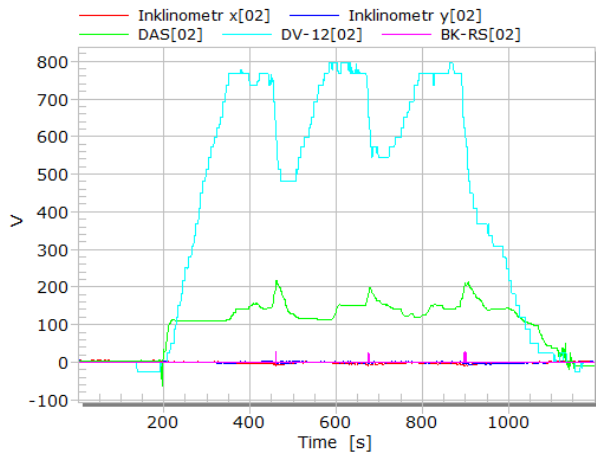


Рис.2. Графік змін фізичних значень параметрів під час випробувального польоту
Джерело: розроблено авторами.

Фактичні значення фізичних параметрів, які підлягали реєстрації, під час випробувального польоту вертольоту Мі-8МСБ-В без бойового застосування, з виконанням функційних стрільб

(ФС) наведено в табл.1.

Крім того, ІВС на базі тензометричного вимірювального комплексу SOMAT XR була використана під час опробувань в ході проведення експерименту, щодо вимірювань похибки вертикальних кутів стабілізації ствола танка Т-64 при практичній апробації методики “Перевірки похибки стабілізації гармати дослідного зразка БТР М113 з дистанційно керованим модулем R-400” в вертикальній площині наведення та методики перевірки максимальних кутів підйому та зниження гармати дослідного зразка БТР М113 з дистанційно керованим модулем R-400.

В ході даного експерименту було отримано графіки зміни параметрів та їх числові значення. Графік змін фізичних значень вимірюваних параметрів, які зареєстровано ІВС на базі тензометричного вимірювального комплексу SOMAT XR під час проведення експерименту перевірки похибки вертикальних кутів стабілізації ствола танка Т-64 наведено на рис.3.

Таблиця 1

Параметри польоту при натисканні БК-РС, під час виконання ФС

№ з/п	Найменування параметру	Фізичне значення параметру під час натиснення БК					Примітки
		1-й пуск	2-й пуск	3-й пуск	4-й пуск	5-й пуск	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Висота барометрична, Н (м)	858	520	115	100	124	-
2	Швидкість приладова, V (км/год)	185	196	150	160	146	-
3	Кут крену, γ (градус)	0,6	3,3	4,4	3,9	3,9	-
4	Кут тангажу, ν (градус)	- 21,6	-23,2	18,8	15,9	16,5	-

Джерело: розроблено авторами.

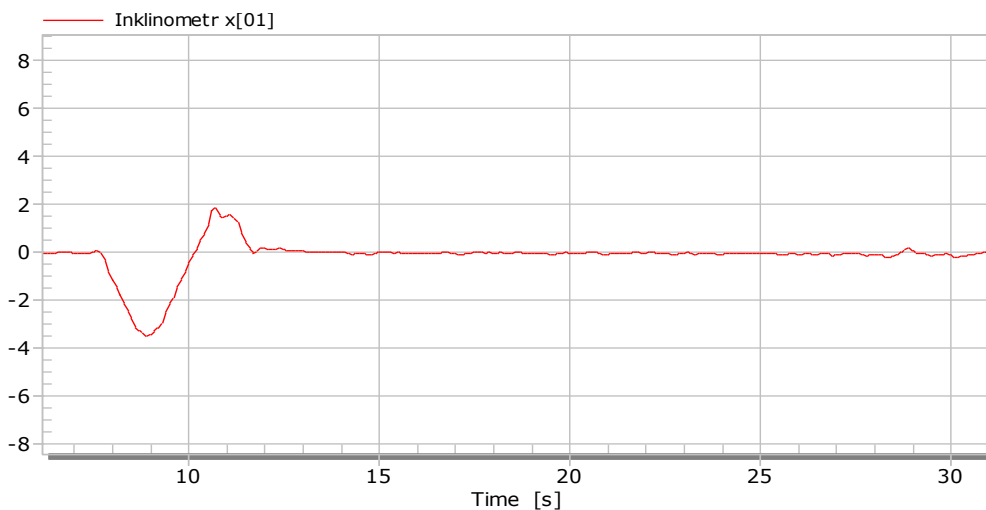


Рис.3. Графік змін фізичних значень вимірюваних параметрів похибки вертикальних кутів стабілізації
Джерело: розроблено авторами.

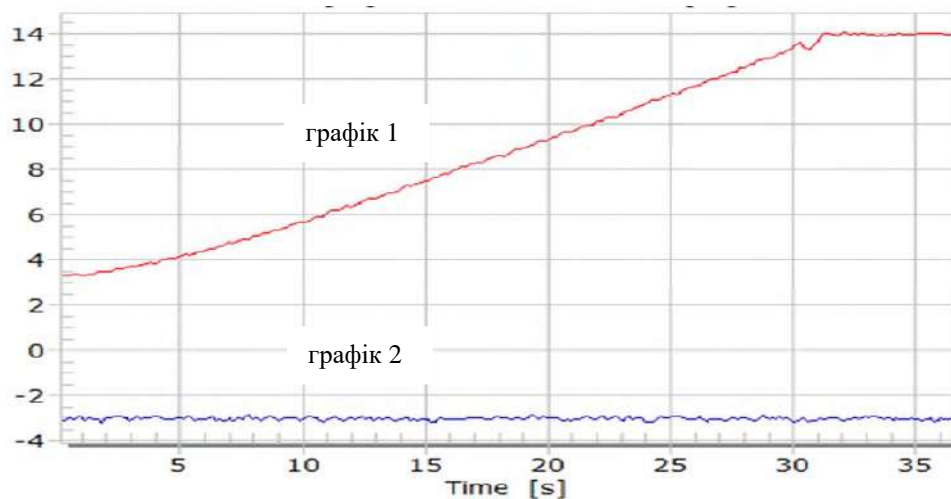


Рис.4. Графік вимірювання підняття ствола гармати танка на максимальний кут
Джерело: розроблено авторами.

Аналіз графіку свідчить про незначне коливання ствола гармати на початку руху танка з подальшою роботою стабілізації гармати під час рівномірного руху машини.

В ході проведення експерименту по апробації методики перевірки максимальних кутів підйому та зниження гармати дослідного зразка, використовувалася нерухома бойова машина, яка

знаходилась на горизонтальній площадці з мінімальними кутами нахилу, також проведено вимірювання максимальних кутів підйому та зниження гармати танку.

Реєстрована інформація була оброблена та отримана у вигляді графіків, які наведено на рис.4–5 відповідно.

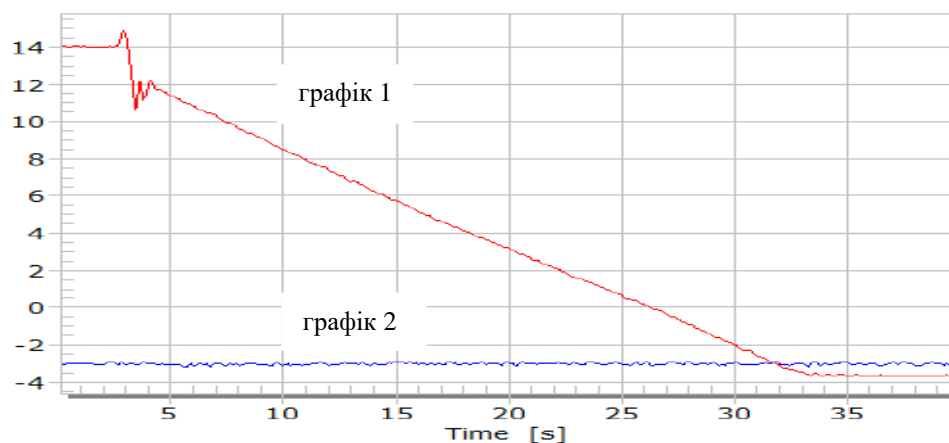


Рис.5. Графік вимірювання максимального кута зниження ствола гармати танка
Джерело: розроблено авторами.

На графіку 1 відображено значення кута, отримані з датчика, розташованого на стволі гармати в процесі підйому до максимального значення, де максимальний кут підйому складає $14,6^\circ$. Графіком 2 позначено кут під яким розташований корпус танка відносно горизонтальної поверхні, який складає $-3,2^\circ$.

На графіку вимірювання максимального кута зниження ствола гармати танка спостерігається (графік 1) переміщення гармати з верхнього положення до крайнього нижнього положення значення кута, зниження в якому склало $-3,6^\circ$. Кут нахилу (графік 2) корпусу танка залишився незмінним та склав $-3,2^\circ$.

Проведена апробація заявлених методик

показала, що реєстрація параметрів та відображення зареєстрованої інформації забезпечується.

IBC на базі тензометричного вимірювального комплексу SOMAT XR доцільно використовувати для оцінювання похибки роботи стабілізатора гармати і максимальних кутів підйому та зниження ствола гармати при проведенні випробувань зразків бронетехніки.

Недоліками IBC на основі універсального тензометричного вимірювального комплексу SOMAT XR є:

- відсутність незалежного накопичувального пристрою;

- недостатня кількість каналів вимірювання.

Тобто, IBC на основі універсального

тензометричного вимірювального комплексу SOMAT XR потребує збільшення блоків вимірювань для охоплення всіх параметрів, які необхідно вимірювати. Наявність накопичувального пристрою дозволить розширити функціональні можливості ІВС та відійти від зберігання інформації про вимірювані параметри на ПЕОМ DURABOOK зі складу даного комплексу.

Висновки

Таким чином, аналіз технічних характеристик

та особливостей універсального тензометричного вимірювального комплексу SOMAT XR показав, що використання його:

– може значно полегшити і автоматизувати процес вимірювань параметрів ОВТ і його складових, дозволить зменшити кількість помилок та скоротити час на проведення випробувань;

– допоможе швидше оцінювати параметри дослідних зразків під час проведення випробувань та прийняття їх на озброєння (постачання) Збройних Сил України.

Список літератури

1. Основы военно-технических исследований. Теория и приложения. Система полигонных испытаний вооружения и военной техники: методологические основы: монография / под ред. И. Б. Чепкова. К.: ЦНИИ ВВТ ВС Украины, 2016. 220 с.
2. Ruban I., Khudov H., Makoveichuk O., Khudov V., Kalimulin T., Glukhov S., Arkushenko P., Kravets T., Khizhnyak I., Shamrai N. Methods of UAVs images segmentation based on k-means and a genetic algorithm. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2022. Vol. 4. No. 9(118). P. 30–40. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.263387>.
3. Шелякін О. М., Борисюк О. П., Шейн І. В. Обґрунтування алгоритмічних завдань сучасних аналітичних засобів бортового комплексу оборони літальних апаратів. *Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил*. 2016. № 1(46). С.46–50.
4. Флорин О. П., Стадник В. В., Швець С. В. Исследование и разработка требований к гибким автоматизированным измерительным системам контроля параметров летательных комплексов. *Надежность, живучесть и безопасность систем летательных комплексов*. Харьков: ХВУ, 1996. Вып. 1. С. 109–111.
5. Балабін В. В., Замарусов І. В., Ленков С. В., Рось Л. О. Інформаційні системи нового покоління, як чинник забезпечення національних інтересів. *Наука і оборона*. 2007. С. 40–45.
6. Андрушко М. В., Кузьміч О. Є., Аркушенко П. Л., Андрушко А. М. Особливості використання програмних засобів SCADA та Catman в інформаційно-вимірювальній системі для проведення випробувань ОВТ. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2023. Вип. 15(1). С. 8–14. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.15.2023.10>.
7. Тертишнік С. М., Шейн І. В., Потапов О. І., Сокоринська Н. В. Аналіз можливостей використання сучасної універсальної модульної вимірювальної системи серії для проведення випробувань озброєння та військової техніки різного функціонального призначення. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2022. Вип. 11(1). С. 127–135. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.11.2022.14>.
8. Андрушко М. В., Шейн І. В., Ратушний С. В. Обґрунтування загальних вимог до бортових інформаційно-вимірювальних комплексів та реєструючих систем для проведення випробувань автомобільної та бронетанкової техніки. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2020. Вип. 4(6). С. 4–11. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.6.2020.01>.
9. Кузьміч О. Є., Аркушенко П. Л., Андрушко М. В., Гайдак І. Г., Пашенко С. В. Розгляд алгоритму експлуатації авіаційної техніки державної авіації України “за станом” з використанням наземних засобів технічного контролю та систем бортових вимірювань. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2021. Вип. 3(9). С. 73–78. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.9.2021.10>.
10. Аркушенко П. Л., Андрушко М. В., Шейн І. В. Достовірність контролю стану технологічного процесу і обладнання, як фактор якісного проведення випробувань ракетного озброєння авіації. *Проблеми якості оборонної продукції: організаційні, технічні та фінансово-економічні аспекти*: зб. тез доп. Всеукраїнської науково-практичної конференції, Київ: НУОУ, 2022. С. 6–10.
11. Коломійцев О. В., Тристан А. В., Усачова О. А., Власов А. В. Мобільна однопунктна інформаційно-вимірювальна система для полігонного випробувального комплексу. *Створення та модернізація озброєння та військової техніки для потреб Збройних Сил України: науково-технічне супроводження, випробування та сертифікація*: зб. тез доп. XXII науково-технічної конференції Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Черкаси, 28 грудня 2022 р. Черкаси, 2022. С. 62–63.
12. Флорин О. П., Воронін О. І., Аркушенко П. Л. Математична модель експлуатації засобів вимірювальної техніки військового призначення. *Метрологія та прилади*. 2016. № 6(62). С. 62–66.

Надійшла до редколегії 23.10.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про авторів:

Кузьміч Олександр Євгенійович
начальник науково-дослідної лабораторії
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5603-9922>

Information about the authors:

Oleksandr Kuzmich
Head of Scientific Research Laboratory
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5603-9922>

Андрушко Микола Васильович

старший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5454-778X>

Аркушенко Павло Леонідович

кандидат технічних наук старший дослідник
начальник науково-дослідного відділу
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-1902-696X>

Садаєв Андрій Юрійович

молодший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5074-2334>

Mykola Andrushko

Senior Researcher
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5454-778X>

Pavlo Arkushenko

PhD in Engineering Senior Researcher
Head of Scientific Research Department
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-1902-696X>

Andrii Sadaiev

Junior Researcher
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5074-2334>

FEATURES OF THE USE OF THE SOMAT XR, AS AN INTEGRAL PART OF THE INFORMATION AND MEASUREMENT SYSTEMS FOR ANALYSIS OF ARMAMENT AND MILITARY EQUIPMENT TESTING

O. Kuzmich, M. Andrushko, P. Arkushenko, A. Sadaiev

An analysis of existing approaches to the development of measuring instruments, the state of the art, contradictions and trends in the field of information and measurement systems, taking into account the needs of the defense industry and the scientific sphere of Ukraine, leads to the conclusion that there is a need to unify measuring instruments. An important issue is the development of new measurement methods using an appropriate set of measuring instruments that ensure the completeness of the necessary functions for conducting quality tests of armament and military equipment by obtaining the values of the parameters being evaluated with a certain reliability.

This article considers the option of building an information and measuring system based on the SOMAT XR complex for measuring fast-moving processes, the peculiarities of its use and capabilities in testing armament and military equipment.

Modern measurement systems used for testing are complexes that include modules for connecting sensors, converting analog signals to digital format, storing the received data in digital form, and communicating with external computerized devices. These modules can be separate or integrated into a single unit.

The analysis of the results of the conducted tests of armament and military equipment showed that the use of the SOMAT XR complex is quite possible for measuring the information parameters of armament and military equipment and its components and will simplify and automate the process of performing measurements, reduce the number of errors to a minimum and significantly reduce the time for evaluating the parameters of prototypes during testing and their adoption (supply) by the Armed Forces of Ukraine.

Keywords: measurement; testing; module; signal; parameter; information and measuring system; approbation.

І.М. Лаппо¹, Є.М. Бірюков¹, О.В. Журахов¹, О.В. Червотока², М.О. Геращенко²

¹Центр протимінної діяльності Державної спеціальної служби транспорту, Чернігів

²Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси

МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ВИПРОБУВАНЬ МАШИН РОЗМІНУВАННЯ. МОЖЛИВІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ В НАЦІОНАЛЬНУ СИСТЕМУ ПРОТИМІННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

В статті розглянуто проблемні питання нормативно-методичного забезпечення випробувань та оцінювання відповідності механічного обладнання розмінування у сфері гуманітарного розмінування. Визначено основні критерії оцінювання машин розмінування на основі аналізу досвіду компетентних міжнародних організацій у сфері гуманітарного розмінування. Встановлено, що під час розробки і використання механічного обладнання розмінування необхідно враховувати наступні фактори: конкретну небезпеку ВНП, мінімальну відстань від місця вибуху; простоту конструкції і експлуатації; ремонтпридатність і стійкість обладнання в районі проведення операцій; здатність до самостійного транспортування на місце розмінування; пристосованість механічних засобів до різних умов місцевості; здатність досягати необхідної глибини розмінування.

Ключові слова: випробування; глибина очищення; гуманітарне розмінування; живучість; машина розмінування; продуктивність очищення; стандарт.

Вступ

Постановка проблеми. З початком бойових дій на сході України постала гостра проблема забруднення території вибухонебезпечними предметами (ВНП). Враховуючи масштаби бойових дій, з кожним місяцем ситуація тільки погіршується. Тому створення та розвиток ефективної системи протимінної діяльності (ПМД) з урахуванням потреб безпечного зачищення території України від ВНП є пріоритетною задачею на національному рівні. На даний час національна спроможність до гуманітарного розмінування в Україні набула розвитку: сапери отримали значну практику та досвід; оператори гуманітарного розмінування стали більш технічно оснащеними. Зросла увага та підтримка розвитку українського потенціалу країнами-партнерами. В рамках міжнародної допомоги Україна отримує сучасні машини розмінування; українські підприємці модернізують техніку під потреби розмінування. Для забезпечення незалежного оцінювання придатності, безпечності та ефективності машин розмінування, які застосовуються під час проведення обстеження та розмінування забрудненої території, потрібно проводити їх випробування та оцінювання відповідності. Це дасть змогу оцінити можливості і потенціал нових технологій та підтвердити продуктивність і експлуатаційні характеристики придатних до використання машин. Для реалізації зазначеного потрібно чітко визначити вимоги, яким повинні відповідати машини розмінування та інструменти до них у сфері гуманітарного

розмінування; нормативні документи, на відповідність яким необхідно проводити випробування та оцінювання відповідності, тобто потрібно розробити методичний апарат проведення випробувань та оцінювання машин розмінування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Гуманітарне розмінування забруднених ВНП територій потребує значних витрат ресурсів і коштів. Гостро стоїть питання пошуку ефективних методів та засобів розмінування, особливо дистанційно-керованих, які повинні забезпечувати, в першу чергу, безпеку особового складу групи розмінування, по-друге – забезпечувати високу ефективність розмінування.

Аналіз фахової літератури показав, що проблемним питанням розмінування у глобальному контексті та узагальненню світового досвіду розмінування присвячено ряд досліджень, зокрема, [1–2]. Аналіз методів виявлення та розпізнавання ВНП, їх порівняльний аналіз наведено в [3]. Аналіз основних факторів, які впливають на ефективність пошуку та виявлення ВНП проведено в роботі [4]. У роботах [5–9] розглянута оцінка рівня технологічної досконалості вітчизняних перспективних розробок засобів розмінування (для наявної та перспективної номенклатури озброєння та військової техніки (ОВТ) з метою порівняння показників їх якості та вибору оптимального варіанту зразка ОВТ. На основі даних комплексних методик можуть бути розроблені методики порівняльної оцінки механічного обладнання й для потреб гуманітарного розмінування.

Аналіз патентної інформації показав, що значна

увага українських дослідників спрямована на розробку та удосконалення роботизованих комплексів інженерної розвідки та розмінування, а також способів розмінування місцевості від ВНП [10–17].

Результати аналізу наукових публікацій свідчать про те, що на даний час не розкрито питання визначення вимог до машин розмінування для гуманітарного розмінування, а також не існує методичного апарату оцінювання відповідності та проведення випробувань. Стосовно зразків ОБТ, задіяних в подоланні мінно-вибухових загороджень та розмінуванні, ситуація із нормативним забезпеченням краща, ніж в гуманітарному розмінуванні. Вимоги до засобів подолання мінно-вибухових загороджень та броньованих машин розмінування регламентуються військовим стандартом [18] та оперативно-тактичними вимогами, а методи випробувань зразків броньованої техніки – військовим стандартом [19], який гармонізований з міжнародним стандартом STANAG 4569.

Метою статті є вивчення міжнародного та регіонального досвіду гуманітарного розмінування в контексті нормативно-методичного забезпечення щодо визначення вимог до механічного обладнання та методів їх підтвердження, а також можливості їх адаптації в національну систему ПМД.

Виклад основного матеріалу

Основні положення щодо процесів управління в сфері ПМД встановлює національний стандарт ДСТУ 8820:2023 [20]. Проте чітких вимог із зазначенням критеріїв оцінювання, яким повинні відповідати машини розмінування з метою отримання сертифіката відповідності, та методів їх підтвердження у даному стандарті не визначено. Це потребує внесення змін в національний стандарт або розроблення нормативного документу із врахуванням положень міжнародних, європейських та регіональних стандартів, які містять вимоги до машин розмінування та методи їх підтвердження.

До міжнародних стандартів з ПМД, які встановлюють обсяг випробувань машин розмінування, технічні критерії визначених видів випробувань, відноситься IMAS 09.50 [21]. На підтримку IMAS були розроблені і схвалені Радою з перегляду IMAS протоколи випробувань і оцінки Test and Evaluation Protocol (T&EP), які включають колишні робочі угоди з гуманітарної протимінної діяльності, розроблені Європейським центром стандартизації (CEN). T&EP включені у відповідні IMAS як нормативне посилання, що надає їм авторитет у системі міжнародної стандартизації протимінної діяльності. T&EP 09.50/01/2009

Machines [22] замінює собою CWA 15044:2004. Даний документ призначений для використання під час проведення типових випробувань машин розмінування. Надає стандартизовану методологію для проведення випробувань та оцінки машин розмінування. Містить класифікацію машин розмінування, технічні критерії для випробувань на продуктивність, живучість та приймальні випробування. На відповідність вимог міжнародних стандартів IMAS проводяться випробування машин розмінування в рамках Міжнародної програми випробувань і оцінки (ITEP). Корпорацією BRTRC Technology Research Corporation було підготовлено звіт Area Mine Clearing System (AMCS) [23], який містить аналіз оцінювання різнотипних машин розмінування. Розглянуто ряд основних вимог і критеріїв ефективності, за якими можливо проводити оцінювання машин розмінування, а саме:

– операційні показники: продуктивність очищення або пропускну здатність обробки ($m^2/год$) на різних типах рельєфу та ґрунту; ефективність очищення (%) від протипіхотних мін (ППМ) та протитанкових мін (ПТМ); глибина очищення; вплив на навколишнє середовище та видимість оператора;

– показники живучості: мінна та балістична стійкість машини та оператора;

– показники підтримки: доступність, надійність, навченість та необхідна кількість персоналу, багатоцільове використання.

Проведений аналіз показав, що ефективність очищення території від ППМ знаходиться в межах 80 % – 99 %, продуктивність очищення від ПТМ – в межах 89 % – 98 %. Наприклад, машина розмінування Minewolf, яка може знешкоджувати ППМ і ПТМ масою до 15 кг в тротиловому еквіваленті з можливістю безперервного проникнення в ґрунт на глибину до 35 см, включаючи видалення рослинності, має найвищі показники: 99 % знешкодження ППМ і 99 % знешкодження ПТМ, в той час як показники машини розмінування Bozena – 94 % і 88 % відповідно.

Глибина очищення/розмінування варіюється за наступними значеннями: експлуатаційна від 100 мм і більше 250 мм (Minewolf – 200 мм, Bozena – 100 мм); максимальна від 100 мм до 500 мм (Minewolf – 400 мм, Bozena – більше 120 мм, Armtrac – більше 300 мм).

Продуктивність машини буде змінюватися залежно від типу ділянки, глибина очищення на всій ділянці буде різною. Найважливішим питанням є перевірка того, що досягається мінімальна глибина згідно вимог нормативного документу.

Продуктивність очищення або пропускну

здатність, м²/год, залежить від категорії місцевості, типу ґрунту та рослинності: вище при легких ґрунтах і низькорослій рослинності, нижче при важких ґрунтах та високій рослинності. Так, Minewolf на легких ґрунтах і низькій рослинності має пропускну здатність 750 м²/год, на середніх ґрунтах і середній рослинності – 600 м²/год і на важких ґрунтах – 250 м²/год. Armtrac 400 може зачищати понад 2400 м²/год, знешкоджуючи ВНП на

глибині 55 см. А потужна конструкція захищає машину від ПТМ вагою до 10 кг.

Проведемо порівняльний аналіз національного стандарту ДСТУ 8820:2023, військового стандарту ВСТ 01.055.02-2021 (01) і міжнародного стандарту T&EP 09.50/01/2009 стосовно наявності вищезазначених критеріїв оцінювання машин розмінування (табл.1).

Таблиця 1

№ з/п	Критерій оцінювання	Критерії оцінювання машин розмінування		
		Нормативний документ		
1	2	ДСТУ 8820	ВСТ 01.055.02	T&EP 09.50/01/2009
1	Операційні показники			
1.1	Продуктивність:			
	тип ґрунту	-	-	4 типи
	клас рослинності	-	-	4 класи
	пропускну здатність обробки, м ² /год	-	-	залежить від типу ґрунту та рельєфу місцевості
1.2	Ефективність очищення:			
	кількість знешкоджених ППМ, ПТМ	-	-	міна або спрацювала (здетонувала), або механічно знешкоджена (не функціонує), або пошкоджена, але ще функціонує, або жива (не спрацювала) (загалом 150 мін для випробування: по 50 на трьох смугах – пісок, гравій, ґрунт)
	глибина обробки, не менше ніж	15 см	(10 ± 1) см	(10-12) см
2	Живучість:			
	живучість машини (вплив вибуху ППМ, ПТМ на машину)	-	здатність витримувати вплив вибуху ППМ/ПТМ під колесом/гусеницею або днищем без пошкодження корпусу машини	здатність витримувати вплив вибуху ППМ/ПТМ під робочим інструментом (колесом чи іншою частиною) без суттєвого пошкодження машини та робочого інструменту
	живучість оператора (рівень захисту оператора не дистанційно керованої машини від впливу вибуху ППМ, ПТМ)	-	встановлено критерії оцінки та допуски травмування оператора	встановлено критерії оцінки травмування оператора
3	Рівень захисту екіпажів бронетехніки:			
	протимінний захист	-	4 рівні	-
4	Рівень акустичного шуму в кабіні оператора	-	-	140 дБ
5	Стійкість до навколишнього середовища (температура, вологість, пил, пісок)	-	-	-

Примітка: “-” – вимоги не встановлені

Джерело: [19–20; 22].

Даний аналіз ще раз показав недосконалість національної нормативної бази (окрім глибини очищення ДСТУ 8820 не містить ніяких критеріїв оцінювання машин розмінування). Існують наступні шляхи вирішення даної проблеми: або внесення змін до національного стандарту, або розробка нового нормативного документу (стандарту, технічного регламенту тощо) із врахуванням всіх вимог до різномісних машин розмінування та визначення методів оцінювання даних вимог, або прийняття міжнародних стандартів IMAS, як національних (пробними вони вже були до 2019 р.).

Як показав досвід протимінної діяльності інших країн, територія яких забруднена ВМП, нормативна складова ПМД ґрунтується на міжнародних стандартах IMAS, наприклад, в Лівані – це національні стандарти LibMAS, в Афганістані – AMAS, в Камбоджі – CMAS тощо.

У Хорватії протимінна діяльність регулюється Законом про протимінну діяльність, який є не тільки законодавчим актом, а й виконує функцію національного стандарту з ПМД. В ньому прописані, зокрема, вимоги до засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) та машин для розмінування. В Хорватії створено єдиний в Європі Центр випробувань, розробок та навчання, який займається випробуваннями, дослідженнями та навчанням у протимінній діяльності – Хорватський протимінний центр – Центр випробувань, розробок і навчання (HCR-CTRO), який акредитований Хорватським агентством з акредитації для проведення сертифікації машин розмінування, металодетекторів, засобів індивідуального захисту. За основу під час проведення випробувань

HCR-CTRO використовують окремі положення Угоди CEN щодо випробування та оцінки машин розмінування CWA 15044:2009 “Test and evaluation of demining machines” і для випробування металодетекторів CWA 14747:2003 “Humanitarian Mine Action – Test and evaluation – Metal Detectors”.

Також HCR-CTRO здійснює допомогу іншим країнам, які забруднені ВМП, в організації та управлінні діяльністю по розмінуванню. Випробування проводяться на двох випробувальних полігонах: Segovac (використовується для випробування машин розмінування, мінно-пошукових собак, металодетекторів, ЗІЗ, нових технологій) та Benkovac (призначений для випробувань та оцінки ручних систем виявлення мін; систем, встановлених на транспортних засобах; роботизованих систем; систем, встановлених на БПЛА, і біологічних методів виявлення).

Результати даних випробувань можна подивитись на офіційному сайті HCR-CTRO.

В табл.2 наведено результати випробувань HCR-CTRO згідно T&EP 09.50/01/2009 (CWA 15044) деяких машин розмінування. Як видно з табл. 2 в основному проводились випробування на продуктивність на трьох смугах із визначенням середньої глибини очищення та пропускної здатності: важкі машини більш потужні та можуть обробляти ґрунт (пісок, гравій) на більшу глибину (до 40 см) у порівнянні з легкими машинами, де глибина обробки становить приблизно 15 см - 25 см. На рис.1 наведено приклад сертифіката відповідності, який виданий HCR-CTRO на машину розмінування MV-10.

Таблиця 2

Порівняльний аналіз показників випробування машин розмінування різного типу згідно даних випробування HCR-CTRO

№ з/п	Тип машини (інструмент)	Результати польових випробувань		Результати на випробувальних смугах					
				ґрунт		пісок		гравій	
		Середня глибина обробки, см	Продуктивність, м ² /год	Середня глибина обробки, см	Продуктивність, м ² /год	Середня глибина обробки, см	Продуктивність, м ² /год	Середня глибина обробки, см	Продуктивність, м ² /год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Важкі машини (більше 20 т)									
1	MV-20	18,1	1496,4	25,3	4080	27,3	6443	25,0	4533
2	MineWolf (фреза)	26,9	2861,7	39,00	1680	41,0	3732	40,0	3254
3	MineWolf (ціпи)	-	-	29,3	1282	28,4	1428	22,8	12,2
4	Scanjack 3500 (ціп)	50	1200	-	-	-	-	-	-
5	Oracle (фреза)	30-40	800	-	-	-	-	-	-
6	Zeus-1 (фреза)	25-30	2400-3600	-	-	-	-	-	-

Продовження табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7	Rhino-2 (подвійна фреза)	28	3016,8	-	-	-	-	-	-
8	VF-100 (фреза)	-	-	25	2186	19	3531	26	2040
9	RT-400 (фреза)	-	-	30	2240	49	2695	31	2965
10	Tornado GX-500 (фреза)	-	-	26	2469	30	2469	34	2215
11	FS-550	-	-	23,6	3359	24,9	3431,7	25,6	2789
Середні машини (від 10 т до 20 т)									
12	MV-10 (фреза, ціп)	-	-	26,4	1560,9	29,7	1888,4	27,4	2350
13	Bozena-5	31	990						
14	Armtrac75t-230	-	-	20	1776	23	707	24	1200
15	Casper SMT-01 (фреза)	-	-	22,1	1687,5	38,4	1630,2	7,7	1630
16	Mini MineWolf (фреза)	-	-	22,1	564,4	23,9	740	30,7	988,1
17	Mini MineWolf (ціпи)	-	-	25	863	38	905	30	843
18	Digger D-3 (фреза та ціп)	-	-	17	731	23	1003	25	950
19	RM-KA-02 (ціпи)	до 20	800 - 1150	-	-	-	-	-	-
20	GCS-200	-	-	23,3	1251,7	28,4	1303,5	23,9	1317,1
Легкі машини (до 10 т)									
21	Bozena-4	-	-	20,66	740	29,7	970	21	1076
22	MV-4 (ціпи)	-	-	24,33	944	32,7	1896	25	2184
23	MV-4 (фрези)	-	-	23	950	24	1876	22	1647
24	GCS-100	-	-	15,64	827	17,4	1004	18,1	885
25	Armtrac20t-Mk2	-	-	19,95	267,27	27,0	527,1	27,5	411,6
26	MW-50	-	-	14,23	333,9	15,6	765,9	15,3	660,6

Джерело: [24].

Ще однією компетентною організацією з випробувань у сфері розмінування є Шведський центр знешкодження вибухонебезпечних предметів та розмінування SWEDIC (Swedish Explosive Ordnance Disposal and Demining Centre). Центр неодноразово проводив випробування машин розмінування, зокрема, і MV-10 для DOK-ING. Одне з випробувань було проведено у Швеції у травні 2008 року [25]. Випробування на продуктивність і живучість були проведені відповідно до Угоди про семінар Європейського комітету зі стандартизації (CEN) “CEN Workshop Agreement 15044. Випробування і оцінка машин для розмінування”. Гусенична дистанційно керована машина DOK-ING MV-10, вагою приблизно 17 тон, згідно класифікації за вагою вважається середньою комбінованою системою з двома інструментами. За результатами випробувань DOK-ING MV-10 підірвала або знешкодила 425 мін з 450 мін (по 50 мінних мішеней на кожній глибині) – це 95 % мішеней, що використовувалися в цих випробуваннях. Результати в кожній смузі коливалися від 42 до 50 підірваних або знешкоджених мін. Низький результат спрацювання мін або їх пропуску

пояснювався високою швидкістю машини під час проведення випробувань. У табл.3 наведено кількість мін, що спрацювали, кількість мін з відокремленими підіривниками (нейтралізованих) і кількість неушкоджених мін на кожній глибині і в кожному стані ґрунту. Також вказано кількість підіривників, що не спрацювали, які були знайдені відокремленими від своїх основних зарядів. Під час кожного випробування щонайменше три людини відповідали за підрахунок детонацій підіривників. Після завершення випробування всі підіривники, що залишилися, шукали за допомогою металодетекторів. Перше випробування на піску показало низький результат спрацювання мін. Оператор їхав дуже швидко і не міг контролювати налаштування глибини. Під час цього випробування відбулося 17 детонацій. Після завершення повного випробування виробнику машини було запропоновано провести випробування на піску на глибині 0 см ще раз. Результат наведено в протоколах випробувань і в табл.3. Приклад протоколу випробувань (випробувальна смуга – гравій, підірвані міни (ПМ) – 42, відокремлені підіривники (ВП) – 4; пошкоджено – 1, неушкоджені міни (НМ) – 3, всього – 50) наведено на рис.2.

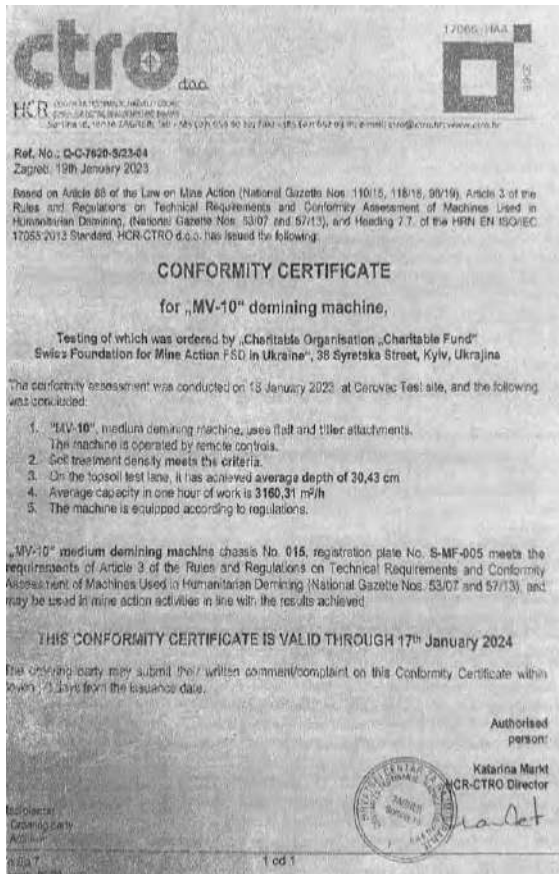


Рис.1. Сертифікат відповідності на машину MV-10
Джерело: [25].

Машина продемонструвала здатність проникати на глибину, що значно перевищує необхідну для виявлення мін. У всіх ґрунтах, окрім найскладніших, спостерігався рівний рівномірний зріз по всій ширині машини. У звіті з випробувань зазначалось, що випробування на живучість пройшло дуже добре. Машина наїхала на протитанкову міну, зазнала незначних пошкоджень. Було втрачено кілька ланцюгів та інструментів, а фреза отримала деякі візуальні пошкодження (деякі інструменти відсутні, а деякі погнуті). Одним з

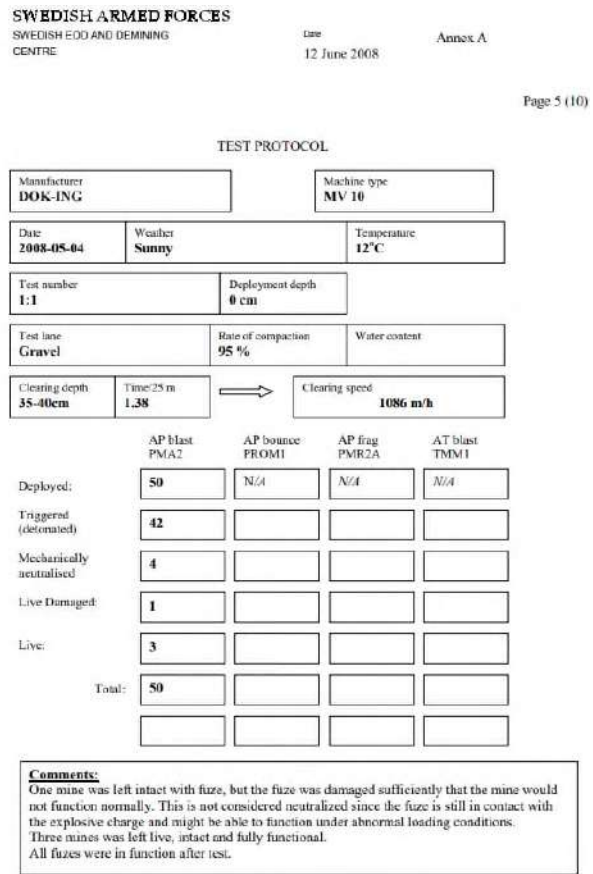


Рис.2. Приклад протоколу випробувань MV-10
Джерело: [25].

основних показників якості будь-якої машини є глибина очищення/розмінування, яка перевіряється під час випробування на продуктивність. Для вимірювання глибини і послідовності проникнення на шляху проходження машини для розмінування використовуються деревоволокнисті плити (ДВП). Загальний вигляд плити під час випробування DOK-ING MV-10 на випробувальній смузі ґравій (по три випробування на кожній глибині 0 см, 10 см, 15 см) наведено на рис.3.

Таблиця 3

Результати випробування DOK-ING MV-10

Тип ґрунту	0 см			10 см			15 см		
	ПМ	ВП	НМ	ПМ	ВП	НМ	ПМ	ВП	НМ
Пісок 2*	49/50	1	-	50/50	-	-	42/50	2	6
Ґравій	42-50	5	3	50/50	-	-	48/50	2	-
Ґрунт	47/50	3	-	43/50	2	5	48/50	1	1
Пісок 1*	17/50	5	26	-	-	-	-	-	-

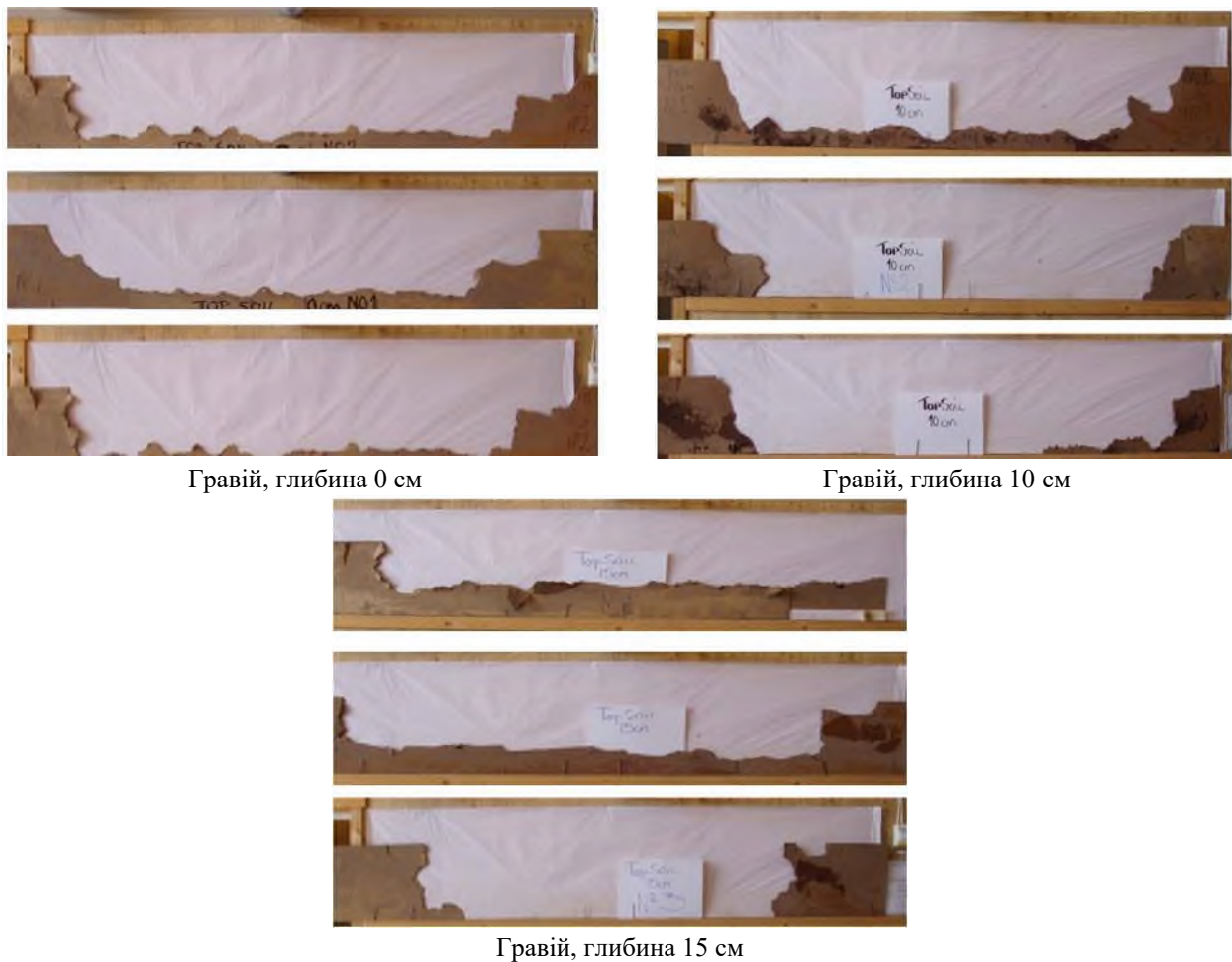
*Примітка: пісок 2 – другий оператор, пісок 1 – перший оператор

Під час першого тесту на піску (0 см) швидкість проходження була дуже високою – 1 хв 9 с на 25 м

Джерело: [25].

У протоколі випробувань зазначено, що для 0 см: глибина очищення на першій контрольній дошці становила 30 см і мала невеликі зони пропусків, що пояснюється швидкістю руху; на другій і третій дошці глибина очищення складала 25 см,

час – 2,24 хв/25 м. Для 10 см: глибина очищення на всіх трьох дошках перевищувала 40 см, час – 6,17 хв/25 м. Для 15 см: глибина очищення на першій контрольній дошці – 30 см; друга дошка – понад 40 см, а третя – 35 см, час – 4,50 хв/25 м.



Гравій, глибина 0 см

Гравій, глибина 10 см

Гравій, глибина 15 см

Рис.3. Визначення глибини очищення машини розмінування MV-10 на випробувальній смужі гравій
Джерело: [25].

Для розрахунку середньої глибини очищення, дошку ДВП потрібно покласти рівно на стіл і, починаючи з першого розрізу з одного боку відсутньої ділянки, відмітити дошку кожні 100 мм,

доки не буде досягнуто іншого кінця дошки, записати всі вимірювання від нижньої частини дошки до площі, яку інструмент вирізав із позначеним кроком 100 мм (рис.4).

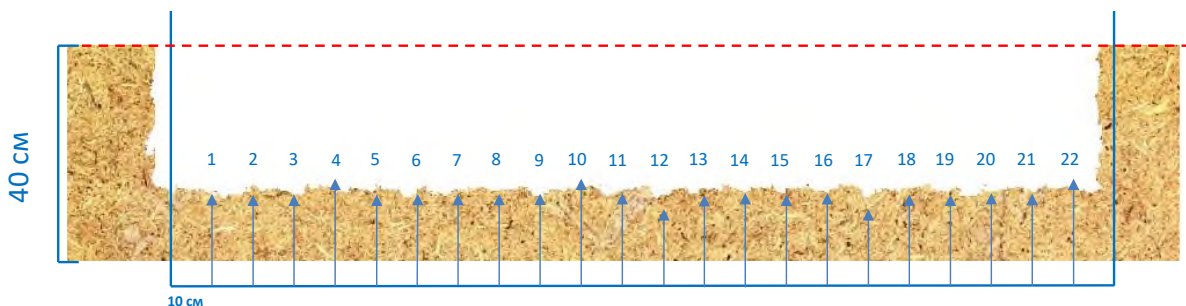


Рис.4. Розрахунок глибини обробки ґрунту

Далі згідно формули (1) потрібно скласти всі цифри разом і розділити на їх кількість n , щоб отримати середнє значення, що залишилося по всій дошці.

$$V_{1(2,3)} = (A_1 + A_2 + \dots + A_n) / (nC), \quad (1)$$

де A_n – довжина, що залишилася;

n – кількість вимірювань кожні 100 мм,

$V_{1(2,3)}$ – середня глибина на дошку;

$C = 40$ см – константа.

Для визначення середньої глибини B отримане значення вираховується з 40 см.

Щоб обчислити середню глибину очищення ATD , потрібно провести розрахунок для кожної з трьох дошок за формулою (1). Середня глибина для трьох дошок ATD розраховується за формулою (2):

$$ATD = (B_1 + B_2 + B_3) / 3, \quad (2)$$

де ATD – середня глибина очищення.

Продуктивність оброблення А визначається за формулою (3):

$$A = (s \times C) / t, \text{ (м}^2\text{/год)}, \quad (3)$$

де t – час обробки ґрунту, с;

s – площа обробленої ділянки, м²;

$C = 3600$ с – константа.

Висновки

Проведений аналіз показав, що основою нормативно-методичного забезпечення випробувань та оцінювання машин розмінування є національні, військові стандарти України та міжнародні стандарти з протимінної діяльності. Аналіз практичного досвіду провідних міжнародних випробувальних організацій показав можливість його застосування в національній системі ПМД

Окремо слід відзначити можливість врахування рекомендацій Женевського міжнародного центру гуманітарного розмінування GICHD (Geneva International Centre for Humanitarian Demining), який, зокрема, має значний практичний досвід гуманітарного розмінування, приймає активну участь у розробленні та перегляді міжнародних стандартів IMAS, а також видає посібники та довідники по різних аспектах протимінної діяльності.

Також на основі аналізу міжнародного досвіду визначено основні критерії оцінювання машин розмінування. Дані критерії повинні бути адаптовані для кожної групи машин згідно класифікаційних ознак. Наприклад, вимога щодо глибини очищення не розповсюджується на машини, які призначені

тільки для зрізання рослинності та видалення будівельного сміття, валунів, щебню, оборонних дровових перешкод тощо; та на машини для виявлення джерел небезпеки за допомогою просювальних механізмів і катків.

Вимоги до протимінного захисту машини розмінування та оператора машини (для машин з безпосереднім керуванням з кабіни) повинні бути узгоджені з вимогами військового стандарту [3].

Основною вимогою до машин розмінування є безпека оператора. Для дистанційно керованих машин необхідно дотримання безпечної відстані (не менше 100 м) або знаходження оператора за захисним щитом. Для забезпечення належної видимості оператора машини розмінування повинні бути оснащені відеокамерами або супроводжуватися безпілотним літальним апаратом.

Також слід зазначити, що під час розробки і використання машин розмінування та інструментів до них, а також модернізованої техніки для потреб розмінування необхідно враховувати наступні фактори: конкретну небезпеку ВВП, мінімальну відстань від місця вибуху; простоту конструкції і експлуатації; ремонтпридатність і стійкість обладнання в районі проведення операцій; здатність до самостійного транспортування на місце розмінування; пристосованість механічних засобів до різних умов місцевості; здатність досягати необхідної глибини розмінування.

На даний час Міністерством оборони України проводяться заходи щодо організації робіт з оцінки відповідності засобів розмінування, в тому числі для потреб гуманітарного розмінування.

Список літератури

1. Кириленко В. А., Нероба В. Р. Глобальна проблема розмінування: стан та підходи до розв'язання. *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України ім. Івана Черняховського*. 2019. № 2. С. 115–119.
2. Горбулін В. П. Світова глобальна проблема розмінування: український вектор. *Вісник НАН України*. 2022. № 2. С. 3–12. <https://doi.org/10.15407/visn2022.02.003>.
3. Федоренко Г. Л., Фесенко Г. В., Харченко В. С. Аналіз методів і розроблення концепції гарантованого виявлення та розпізнавання вибухонебезпечних предметів. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості*. 2022. № 4(22). С. 20–31. <https://doi.org/10.30837/ITSSI.2022.22.020>.
4. Кривцун В. І., Ляшенко В. А., Кузнецов В. О. Аналіз факторів, які впливають на процес розмінування забрудненої території вибухонебезпечними предметами. *Збірник наукових праць ДНДІ ВС ОВТ*. 2022. № 4(14). С. 69–77. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.14.2022.08>.
5. Русіло П. О., Костюк В. В., Варванець Ю. В., Калінін О. М., Шевцов М. М. Вибір рівня технічної досконалості і технічних характеристик перспективного зразка озброєння та військової техніки (на прикладі зразків броньованих ремонтно-евакуаційних машин) / та ін. *Військово-технічний збірник*. 2017. Вип. 16. С. 48–53.
6. Нор П. І., Борохвостов І. В. Методика комплексної порівняльної оцінки зразків озброєння та військової техніки. *Озброєння та військова техніка*. 2016. Вип. 3(11). С. 14–19.
7. Будяну Р. Г. Обґрунтування тактико-технічних вимог для розроблення перспективних зразків і подальшої модернізації вітчизняних “легких” броньованих автомобілів. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2015. Вип. 25.3. С. 156–165.
8. Спосіб оцінювання рівня технічної досконалості однотипних зразків озброєння та військової техніки: пат. 88195 Україна: МПК G01N 27/27 (2006.01). № 201308548; заявл. 08.07.2013; опубл. 11.03.2014, бюл. № 5. 5 с.
9. Ляшенко В. А., Кривцун В. І., Кузнецов В. О., Агєєв О. В. Часткова методика порівняльного оцінювання рівня технічної досконалості зразків засобів (комплексів) розмінування. *Збірник наукових праць ДНДІ ВС ОВТ*. 2023. № 1(15). С. 92–98. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.15.2023.13>.
10. Комплекс розвідки та розмінування: пат. 101072 Україна: МПК(2015.01) F41H 11/00, F41H 11/16, F41H 11/12. № 201501959; заявл. 04.03.2015; опубл. 25.08.2015, бюл. № 16. 6 с.
11. Комплекс розмінування: пат. 92717 Україна: МПК F41H 11/12 (2011.01). № 201404055; заявл. 16.04.2014; опубл.

26.08.2014, бюл. № 16. 7 с.

12. Машина технічної розвідки (МТР-2): пат. 105092 Україна: МПК (2016.01) F41H 7/00 F41H 13/00 B60R 11/00. № 201506514; заявл. 02.07.2015; опубл. 20.03.2016, бюл. № 5. 6 с.

13. Машина технічної розвідки (МТР-1): пат. 102083 Україна: МПК (2015.01) F41H 7/00. № 201504517; заявл. 08.05.2015; опубл. 20.10.2015, бюл. № 19. 8 с.

14. Машина інженерної розвідки та розмінування: пат. 84430 Україна: МПК (2011.01) F41H 11/12. № 201303522; заявл. 22.03.2013; опубл. 25.10.2013, бюл. № 20. 8 с.

15. Спосіб розмінування місцевості від вибухонебезпечних предметів: пат. 81356 Україна: МПК (2013.01) F41H 11/00. № 201300809; заявл. 23.01.2013; опубл. 25.06.2013, бюл. № 12. 5 с.

16. Мобільний роботизований комплекс інженерної розвідки та розмінування: пат. 79061 Україна: МПК (2013.01) F41H 11/16 (2011.01) B62D 57/00. № 201211644; заявл. 09.10.2012; опубл. 12.04.2013, бюл. № 7. 12 с.

17. Пристрій розмінування: патент 6619177. заявл. 13.06.2002; опубл. 16.09.2003; веб-сайт. URL: <https://patents.justia.com>. (дата звернення: 23.03.2023).

18. ВСТ 01.205.005 – 2020 (01). Інженерно-технічне забезпечення. Тактико-технічні вимоги до засобів подолання мінно-вибухових загороджень (MIL-PRF-53090B, Blade, Mine Clearing, MOD). [Чинний від 2020-12-01]. Київ, 2020. 25 с.

19. ВСТ 01.055.002-2021 (STANAG 4569 Edition 3/ AER-55 Volume 2 Edition C, Procedures for Evaluating the Protection Levels of Armoured Vehicles – Mine Threat, IDT). Захист та забезпечення безпеки ОВТ. Процедури оцінювання рівня захисту броньованих транспортних засобів. Мінна загроза. [Чинний від 2021-10-01]. Київ, 2021. 107 с.

20. ДСТУ 8820:2023. Протимінна діяльність. Процеси управління. Основні положення. [Чинний від 2023-04-01]. Київ, 2022. 84 с.

21. IMAS 09.50. First edition. Mechanical demining. [Effective from 2006-10-12]. New York, USA: United Nations Mine Action Service (UNMAS), 2006. 17 p.

22. Test and Evaluation Protocol 09.50/01/2009. Machines. Version 1.0. [Effective from 30-06-2009]. New York: United Nations Mine Action Service (UNMAS), 2009. 40 p.

23. Area Mine Clearing System (AMCS). Study Report Contract No. DAAB15-00-A-1009 Task No. 0013b. 12 August 2002; веб-сайт. URL: <https://www.gichd.org/fileadmin/pdf/LIMA/AMCSStudyReport.pdf> (дата звернення: 30.04.2023).

24. CTRO: веб-сайт. URL: <https://www.ctro.hr/en/machine/mv-20/> (дата звернення: 15.04.2023).

25. Test and Evaluation Report For DOK-ING MV-10: веб-сайт. URL: www.swedec.mil.se (дата звернення: 02.05.2023).

Надійшла до редколегії 20.10.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про авторів:

Лаппо Ірина Миколаївна

кандидат технічних наук доцент
старший науковий співробітник
Центру протимінної діяльності
Державної спеціальної служби транспорту,
Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-9243-9763>

Бірюков Євгеній Михайлович

начальник Центру протимінної діяльності
Державної спеціальної служби транспорту,
Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-9860-0519>

Журахов Олексій Васильович

науковий співробітник
Центру протимінної діяльності
Державної спеціальної служби транспорту,
Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-4547-1546>

Червотока Олег Вікторович

начальник науково-дослідного відділу
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-1083-4178>

Герашенко Марина Олександрівна

начальник науково-дослідної лабораторії
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-2312-7149>

Information about the authors:

Iryna Lappo

PhD in Engineering Associate Professor
Senior Researcher,
Mine Action Centre
of State Special Transport Service,
Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9243-9763>

Yevheniy Biriukov

Director of the Mine Action Centre
of State Special Transport Service,
Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-9860-0519>

Oleksii Zhurakhov

Researcher,
Mine Action Centre
of State Special Transport Service,
Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-4547-1546>

Oleh Chervotoka

Head of Scientific Research Department
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-1083-4178>

Maryna Herashchenko

Head of Scientific Research Laboratory
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-2312-7149>

**INTERNATIONAL EXPERIENCE IN TESTING DEMINING MACHINES.
THE POSSIBILITY OF INTRODUCING THEM INTO THE NATIONAL SYSTEM OF MINE ACTION**

I. Lappo, Ye. Biriukov, O. Zhurakhov, O. Chervotoka, M. Herashchenko

To ensure an independent assessment of the applicability, safety and effectiveness of mechanical equipment used during the survey and demining of a contaminated area, it is necessary to test and evaluate its conformity. This makes it possible to assess the capabilities and potential of new technologies and confirm the performance and operational characteristics of the equipment used. To implement the above, it is necessary to clearly define the requirements that mechanical equipment in the field of humanitarian demining must meet; regulatory documents for which testing and conformity assessment must be carried out, i.e., a methodological apparatus for testing and assessing mechanical equipment and tools for it must be developed.

The results of the analysis of scientific publications indicate that the issue of determining the requirements for mechanical equipment for humanitarian demining has not been studied, and there is no methodological apparatus for assessing the conformity of equipment and conducting tests.

The purpose of the article is to investigate the international and regional experience of humanitarian demining in the context of regulatory and methodological support for determining the requirements for mechanical equipment and methods for their confirmation, as well as the possibility of their adaptation to the national mine action system.

It has been established that the following factors should be taken into consideration when developing and using mechanical demining equipment: the specific hazard of ERW, the minimum distance from the explosion site; simplicity of design and operation; maintainability and stability of equipment in the area of operations; ability to transport to the demining site independently; adaptability of mechanical means to different terrain conditions; ability to achieve the required demining depth (15 cm) for Ukraine.

It is recommended to take into account the practical experience and regulatory framework of competent international organizations for humanitarian demining to develop a regulatory and methodological apparatus for testing and assessing the conformity of mechanical demining equipment.

Keywords: *test; depth of clearance; humanitarian demining; survivability; demining machine; clearance performance; standard.*

В.Л. Мацьовитий

Центральне воєнно-наукове управління Генерального штабу Збройних Сил України, Київ

ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ НАУКОВОЇ ТА НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НАУКОВИХ УСТАНОВ МІНІСТЕРСТВА ОБОРОНИ УКРАЇНИ В КОНТЕКСТІ ЄВРОПЕЙСЬКОГО ДОСВІДУ

У статті розглянуті питання щодо особливостей функціонування систем наукової і науково-технічної діяльності (ННТД) наукових установ Міністерства оборони України в контексті європейського досвіду, перспектив законодавства та нормативного регулювання щодо стану організації наукових досліджень у сфері воєнної науки. Представлений підхід закордонних наукових установ щодо основних питань з організації ННТД, використання різновиду моделей організації та проведення досліджень, питань контролю за якістю наукової продукції, її комплексного оцінювання. Розглянуті деякі аспекти щодо особливостей функціонування систем управління суб'єктами ННТД, основні принципи та підходи до створення і розвитку національних систем наукових досліджень у сфері воєнної науки.

Ключові слова: наукова установа; наукові дослідження; модель організації воєнно-наукових досліджень; організація наукової і науково-технічної діяльності; система воєнно-наукових досліджень.

Вступ

Постановка проблеми. В умовах прагнення України до вступу в Європейський Союз оцінка ефективності систем існуючих науково-дослідних установ Збройних Сил (ЗС) України потребує особливої уваги.

Актуальність даного дослідження зумовлена необхідністю розробки пропозицій щодо подальшого розвитку, вдосконалення форм і методів діяльності ЗС України з метою їх врахування при прийнятті обґрунтованих рішень щодо розвитку наукової і науково-технічної діяльності ЗС України органами військового управління частин (військ).

Наша держава, посилюючи використання військ, створюючи ефективну систему підготовки та всебічного забезпечення коригує кадровий і кількісний склад відповідно до конкретних наукових завдань, забезпечує рівень укомплектованості якісних експертних колективів наукових установ, запроваджує нові (сучасні) типи озброєння та військової техніки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Закони України “Про освіту”, “Про вищу освіту”, “Про наукову і науково-технічну діяльність”, постанови та накази, що випливають з них та/або доповненими до них [4–6] є основою для регулювання методичного та організаційного забезпечення.

Закон України “Про наукову і науково-технічну діяльність” визначає, що під науковою діяльністю слід розуміти інтелектуальну творчу діяльність, спрямовану на отримання нових знань та/або способів їх застосування [4].

Крім того, зазначені закони України стосуються лише фундаментальних та прикладних наукових

досліджень основних видів наукової діяльності. Наукова і науково-технічна діяльність пов'язана з науковими завданнями, проблемами, програмами та напрямками, що базуються на потребах, перспективах і практиці підтримки обороноздатності держави.

Генерування нових наукових знань є лише одним із аспектів пізнавальної діяльності. Наукові та науково-технічні підприємства створюють теорії, що стосуються їхніх галузей, і такі теорії включають три компоненти, які стосуються різних рівнів знань про відповідні досліджувані явища. Отже, можна зробити висновок, що науково-дослідна діяльність передбачає проведення певних наукових досліджень.

Метою статті є проведення оцінки сучасного стану функціонування системи наукової та науково-технічної діяльності наукових установ Міністерства оборони України з огляду на аналіз досвіду розвитку наукової діяльності наукових установ європейських держав.

Виклад основного матеріалу

Наукова і науково-технічна діяльність є формою пізнавальної діяльності. Ця діяльність включає наукові дослідження та науково-технічні (експериментальні) розробки з метою досягнення нових наукових і науково-технічних (прикладних) результатів, які сприяють воєнній безпеці України. Вони також спрямовані на підвищення ефективності військового будівництва, налагодження сучасних форм і методів підготовки, у тому числі застосування та всебічного забезпечення ЗС України. Крім того, ця діяльність веде до розробки новітньої зброї, військової та спеціальної техніки.

Водночас під час проголошення незалежності

нашої держави на території України не було науково-дослідних установ, які б займалися питаннями військового мистецтва (за винятком 39-го інституту військ ППО Сухопутних військ, який функціонував виключно в інтересах військового мистецтва). Крім того, відсутня організація управління військовими науковими дослідженнями. Проте існує велика кількість наукових і виробничих об'єктів, філій наукових установ і наукових шкіл вищих військових навчальних закладів.

Наукова і науково-технічна діяльність у стінах наукових установах та вищих навчальних закладах ЗС України – це певний симбіоз двох основних напрямів, а саме:

- виконання науково-дослідних робіт;
- підготовка наукових і науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації.

Причому, якщо механізми в останньому напрямі чітко визначені та стандартизовані, а їх ефективність відображається в кількості та якості підготовлених кадрів, то питання оцінки ефективності науково-технічної діяльності науково-дослідних установ є дуже актуальним.

У ЗС України на законодавчому рівні визначено порядок оцінки розвитку діяльності наукової установи [11]. Це наказ, який наголошує на тому, що оцінювання діяльності наукової установи проводиться експертною комісією та передбачає три основні етапи:

- визначення категорії і рейтингу наукової установи – атестаційної оцінки, яка є підсумковою індивідуальною характеристикою наукової установи;
- визначення сильних і слабких сторін наукової установи;
- формулювання висновків і пропозицій щодо напрямів та заходів оптимізації.

При цьому для визначення категорій і рівнів науково-дослідних установ використовується система атестаційного оцінювання, основним змістом якої є класифікаційне оцінювання, динамічне оцінювання розвитку та рейтингове оцінювання.

Слід зазначити, що класифікаційна оцінка характеризує науково-технічний рівень науково-дослідної установи за її науковим рівнем і науково-технічним потенціалом, а також визначає досягнення її діяльності за останні 10 років, ступінь її впливу на становлення науки і науково-технічної, технологічної політики країни.

Обчислення динамічної оцінки розвитку здійснюється за допомогою динамічних показників інституційного потенціалу та ефективності. Підсумковий рейтинг – це рейтинг науково-дослідної установи, який визначається шляхом комплексного врахування кількісної та якісної оцінки, її науково-технічного потенціалу, оцінки мотивації розвитку

науково-дослідної установи, рівня досягнутих результатів, перспектив наукової діяльності та практичного застосування.

Запропоновані цим наказом показники можуть також використовуватися для оцінки ефективності наукової діяльності закладів вищої освіти.

З цього погляду особливої уваги заслуговує методика оцінки ефективності науково-дослідних установ Національної академії наук (НАН) України [1–3].

Досвід розвитку наукової діяльності наукових установ Швеції

Порівнюючи з досвідом розвинених європейських країн-членів НАТО, слід зазначити, що, наприклад, у Швеції науково-дослідна установа може вважатися лідером за умови виконання відповідності низки критеріїв якості роботи та розрахувувати на збільшення обсягу державного фінансування. Серед критеріїв якості роботи слід зазначити:

- високий індекс цитування та імпаکت-фактор наукових публікацій;
- певна кількість експертів науково-дослідної установи міжнародного рівня, що залучені до оцінювання запитів на гранти та звіти з їх виконання;
- певна кількість залучених фахівців з інших країн.

З метою надання найкращим вченим, винахідникам та дослідникам додаткових можливостей для реалізації довгострокових та ризикованих наукових проєктів країни проводиться відповідне їхнє заохочування [14].

Загалом шведська система вищої освіти характеризується особистою відповідальністю студентів за власне навчання, а також неформальними корпоративними стосунками між студентами та викладачами. Швеція прагне залишатися однією з провідних країн світу в сфері якісного виконання науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт (НДДКР). Стратегічні питання ННТД вирішуються парламентом та урядом.

Держава виступає основним джерелом фінансування наукових досліджень в науково-дослідних установах і вищих навчальних закладах. Приватні організації також роблять значний внесок у підтримку наукових досліджень.

Досвід розвитку наукової діяльності наукових установ Великобританії

Майже вся наукова та науково-технічна діяльність британського уряду [9] зосереджена в університетах. Найбільший рівень фінансування отримують проєкти прикладного характеру. Отримання фінансування в даному напрямку відбувається після того, як будуть подані відповідні запити, а рішення про фінансування прийматимуть незалежні науковці та представники Національної

науково-технічної ради Великобританії.

Урядові заходи щодо підтримки науки включають:

- оновлення технології та наукової бази;
- збереження позицій Великобританії як одного зі світових лідерів у галузі науки;
- максимальне застосування результатів досліджень і відкриттів в економіці та сприяння інноваціям у найширшому розумінні.

Загалом уряд підтримує найменш прибуткові проекти, забезпечує матеріальну допомогу фахівців, створює необхідні умови для наукової діяльності та, як і Швеція, намагається залучити до роботи на британських наукових платформах якомога більше іноземних учених і дослідників.

Досвід розвитку наукової діяльності наукових установ Франції

У Франції наукова та науково-технічна діяльність зосереджена не лише у вищих навчальних закладах, а й у різноманітних наукових установах, компаніях-виконавцях, окремих спеціалізованих наукових лабораторіях і технічних центрах, які кожні чотири роки звітують перед представниками Національної ради з питань науки та технології.

Науково-дослідний центр CNRS базується на таких основних показниках, як:

- загальна кількість опублікованих статей;
- список доповідей на конференціях;
- кількість аспірантів;
- кількість отриманих патентів [10].

Результатом перевірки є рішення про внесення необхідних змін до структури лабораторії.

Загалом такі наукові лабораторії без певних структурних змін можуть працювати 7-8 років, що підкреслює гнучкість програми діяльності наукових підрозділів.

Досвід розвитку наукової діяльності наукових установ Німеччини

Багатогранність дослідницької системи робить Німеччину країною, де наукові дослідження, що проводяться державними та приватними установами, фінансуються не лише державою, а й сторонніми приватними організаціями.

Державна фінансова підтримка виражається в інституційній підтримці (державна безпосередньо фінансує установи, що здійснюють наукові дослідження) та цільовій проєктній підтримці конкретних наукових проєктів у конкретних наукових напрямках в рамках відповідних програм.

Якщо розглядати більш детально систему оцінки ефективності діяльності наукових підрозділів, які діють на базі німецьких університетів, то слід зазначити, що щорічно науковий комітет відповідного університету проводить незалежну оцінку його діяльності, а за його результатами щороку публікується рейтинг університетів.

Такі наукові товариства, як Товариство Лейбніца, Товариство Макса Планка, Товариство Фраунгофера та Товариство Геймгольца, діють як незалежні підрозділи технічних інститутів і можуть бути оцінені лише відповідно до вимог уряду чи суспільства в цілому. Його наукова діяльність оцінюється в середньому кожні 7-8 років.

До участі в перевірці у певних галузях долучають як вітчизняних, так і іноземних експертів. Основною метою оцінювання ефективності діяльності науково-дослідної установи чи підрозділу є визначення поточного рівня якості наукових досліджень, який науково-дослідні установи повинні підтвердити за відповідний період.

Експерти також повинні відзначити зростання значення діяльності Інституту на міжнародній арені та визначити сильні та слабкі сторони його роботи. За результатами експертної оцінки формується низка рекомендацій щодо усунення слабких та посилення сильних сторін наукової діяльності [7].

Загалом дослідницькі установи в Німеччині оцінюються з точки зору актуальності та інноваційності дослідницьких проєктів, перерахованих за такими показниками:

- кількість публікацій;
- кількість відвіданих конференцій;
- кількість отриманих патентів;
- співпраця з вітчизняними та іноземними партнерами;
- оцінка привабливості наукової установи як партнера у спільних наукових проєктах;
- рівень співпраці (взаємодії) з іншими науковими установами та організаціями;
- кількість залучених іноземних експертів.

Крім того, додатковим критерієм оцінки є надання різноманітних послуг, зокрема консалтингових, іншим організаціям, підприємствам та установам [7].

За допомогою конкретних критеріїв оцінки наукової та науково-технічної діяльності оцінюється важливість наукових установ на національному та міжнародному рівнях.

Підсумовуючи емпіричний аналіз у Німеччині, варто зазначити, що окрім якісної експертної науково-технічної діяльності можуть використовуватись і бібліометричні методи. Однак використання останнього є дещо спірним моментом.

Німецькі експерти ставлять під сумнів актуальність використання бібліометричних методів при оцінці науки та ефективності науково-технічної діяльності наукових установ. Вони вважають, що оскільки кожна науково-дослідна установа має свій бекграунд і певні особливості, то й методи оцінки ефективності того чи іншого підрозділу в провадженні наукової діяльності в тому чи іншому напрямку також повинні бути різними.

Вважається, що експертні оцінки можуть бути об'єктивними на не достатньому рівні. Тобто є певний суб'єктивізм у зусиллях і витратах на його організацію та проведення, а також у думці учасників колегії щодо діяльності того чи іншого наукового підрозділу (інституту).

Сучасний стан функціонування системи наукової діяльності наукових установ Міністерства оборони України

На жаль, на сьогодні не існує справедливого показника чи системи показників (індикаторів) для оцінки наукової та науково-технічної діяльності наукових установ, оскільки найчастіше критикуються методологічні та технічні аспекти наукових установ, ранжовані за науковим рівнем.

Зважаючи на дуже обмежені статистичні дані щодо якості наукової роботи більшість закордонних систем науково-технічної діяльності при оцінці наукової діяльності використовують:

- експертні оцінки;
- дані досліджень і міжнародний статус за “науковим” рейтингом;
- результативність науково-технічної діяльності;
- оцінки освітніх та науково-дослідних установ за показником “Наукова діяльність”.

Необхідним і доцільним є збереження системи організації військових досліджень за рахунок національних інтересів. На сьогодні така система вже існує, але змінилися зовнішні та внутрішні умови її функціонування.

Фактично на законодавчому рівні мають бути уточнені:

- цілі процедури та принципи оцінки ефективності науково-технічної діяльності науково-дослідних установ;
- уточнені стандарти та системи показників

науково-технічної діяльності;

- відповідальні особи за проведення відповідної оцінки (члени експертної групи);
- періодичність оцінки та форма звіту про отримані результати.

Крім того, для проведення об'єктивної оцінки діяльності наукових інституцій необхідно створити єдину національну наукову базу даних, яка має охоплювати велику кількість вітчизняних наукових видань і забезпечувати надійну базу для діяльності наукових установ з урахуванням розвитку наукової діяльності.

Висновки

Аналіз функціонування існуючої системи наукових установ ЗС України переконливо свідчить про наявність певних проблем організаційно-технічного характеру, а також проблем функціонування системи наукової та науково-технічної діяльності.

Основним проблемним питанням є недосконалість законодавчої та нормативної бази, організаційна структура науково-дослідних підрозділів, кадрова структура та комплексна система їх забезпечення.

У цьому контексті представляє інтерес подальше вивчення закордонних підходів і методів оцінки наукової та науково-технічної діяльності при врахуванні кращих підходів для вітчизняних наукових установ, можливості інтеграції світового науково-освітнього досвіду в реальність вітчизняної наукової діяльності.

Перспективним є розробка обґрунтованих рекомендацій щодо підвищення ефективності існуючої системи наукових установ ЗС України.

Список літератури

1. Тимчасова інструкція з організації робіт у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України щодо впровадження стандартів НАТО, затверджена заступником Міністра оборони України 09 вер. 2016 р.
2. Про вищу освіту: Закон України від 01 лип. 2014 № 1556-VII (із змінами). URL: <https://surl.li/dhesx> (дата звернення: 15.10.2023).
3. Щербінін С. О., Беспалько О. В., Гарячий М. В., Михальчук Ю. Р. Модель системи воєнно-наукової інформації Збройних Сил України. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2021. № 4(45). С. 24–31. <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.45.03>.
4. Про наукову і науково-технічну діяльність: Закон України від 26 лист. 2015 р. № 848-VIII (із змінами). URL: <http://surl.li/dhesx> (дата звернення: 14.12.2022).
5. Порядок організації та забезпечення режиму секретності в державних органах, органах місцевого самоврядування, на підприємствах, в установах і організаціях: Постанова Кабінету Міністрів України від 18 грудня 2013 р. № 939.
6. Положення про організацію наукової і науково-технічної діяльності у Збройних Силах України: Наказ Міністерства оборони України від 27 лип. 2016 року № 385 (зі змінами). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1172-16#Text> (дата звернення: 15.10.2023).
7. Хаустова В. С., Решетняк О. І. Особливості організації наукової діяльності в країнах ЄС та Україні. *Бізнесінформ*. 2019. № 7(498). С. 122–137. <https://doi.org/10.32983/2222-4459-2019-7-122-137>.
8. Особливості здобуття освіти в Швеції в 2023 році. *Poradnik*: веб-сайт. URL: <https://surl.li/nndxq>. (дата звернення: 15.10.2023).
9. Канівець О. Особливості різнорівневої підготовки фахівців у Великобританії. *Вісник Книжкової палати*. 2010. № 3. С. 49–52.
10. Вища освіта та наука у Франції: веб-сайт. URL: <https://surl.li/nndrj>. (дата звернення: 15.10.2023).
11. Статут наукової і технологічної організації НАТО: веб-сайт. URL: <https://www.sto.nato.int/Pages/default.aspx>.

(дата звернення: 15.10.2023).

12. Капосльоз Г. В. Системи військово-наукових досліджень зарубіжних країн. Київ: НУОУ, 2018.

Надійшла до редколегії 05.10.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про автора:

Мацьовитий Віктор Леонідович

старший офіцер відділу
Центрального воєнно-наукового
управління Генерального штабу
Збройних Сил України,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-00002-8122-5492>

Information about the author:

Viktor Matsovytyi

Senior Officer of the Department
of Central Military-Scientific
Department of General Staff
of the Armed Forces of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-00002-8122-5492>

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF FUNCTIONALITY OF THE SYSTEM OF SCIENTIFIC AND SCIENTIFIC AND TECHNICAL ACTIVITIES OF SCIENTIFIC INSTITUTIONS OF THE MINISTRY OF DEFENSE OF UKRAINE IN THE CONTEXT OF EUROPEAN EXPERIENCE

V. Matsovytyi

In the conditions of Ukraine's aspiration to join the European Union, the evaluation of the effectiveness of the systems of the existing research institutions of the Armed Forces of Ukraine requires special attention.

The article deals with the peculiarities of the functioning of the systems of scientific and scientific and technical activity of scientific institutions of the Ministry of Defense of Ukraine in the context of European experience, perspectives of legislation and normative regulation regarding the state of the organization of scientific research in the field of military science. The approach of foreign scientific institutions regarding the main issues of the organization of scientific and scientific and technical activities, the use of various models of organization and conducting research, issues of quality control of scientific products, and its comprehensive evaluation is presented. Some aspects regarding the peculiarities of the functioning of the management systems of subjects of scientific and scientific and technical activity, the main principles and approaches to the creation and development of national systems of scientific research in the field of military science are considered.

The main problematic issue is the imperfection of the legislative and regulatory framework, the organizational structure of research units, the personnel structure and the complex system of their support.

In this context, it is of interest to further study foreign approaches and methods of evaluating scientific and scientific and technical activity, taking into account the best approaches for domestic scientific institutions, the possibility of integrating global scientific and educational experience into the reality of domestic scientific activity.

It is promising to develop well-founded recommendations for improving the efficiency of the existing system of scientific institutions of the Armed Forces of Ukraine.

Keywords: *scientific institution; scientific research; model of organization of military scientific research; organization of scientific and scientific and technical activities; system of military scientific research.*

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ МОЖЛИВОГО БОЙОВОГО НАВАНТАЖЕННЯ АРТИЛЕРІЙСЬКОГО ПІДРОЗДІЛУ В БОЮ МЕХАНІЗОВАНОЇ БРИГАДИ

Наразі виникла необхідність перегляду існуючих підходів до визначення бойових можливостей артилерійських підрозділів у зв'язку зі впровадженням планування вогневої підтримки в бою механізованої бригади.

Одним із можливих шляхів вирішення даного завдання є розроблення методики, яка б дозволяла визначати бойові навантаження конкретних артилерійських підрозділів.

У статті запропоновано методику визначення можливого бойового навантаження артилерійського підрозділу в бою механізованої бригади за часових обмежень і різних умов виконання вогневих завдань.

Ключові слова: бойове навантаження; бойовий цикл; вогневий вплив; артилерійська система; бойовий комплект.

Вступ

Постановка проблеми. Досвід відсічі і стримування збройної агресії російської федерації [1–4], свідчить про необхідність виконання значного обсягу завдань з вогневої підтримки загальновійськових частин (підрозділів) і вказує на зростаючі вимоги щодо визначення та оцінювання бойових можливостей артилерійських підрозділів з виконання обсягу вогневих завдань, що на них покладаються [5–6].

Проведений аналіз ведення бойових дій артилерійських підрозділів під час відсічі збройної агресії російської федерації [1–4] вказує, що проблемними і актуальними на сьогоднішній день є питання, які пов'язані як із необхідністю підвищення рівня реалізації їх наявних бойових можливостей так і приведення у відповідність можливого бойового навантаження артилерійських підрозділів до обсягу вогневих завдань, що покладаються на артилерію в бою механізованої бригади.

На даний час вбачається нагальна потреба в сучасних методиках, які б враховували зміни, що відбулися в тактиці дій артилерійських підрозділів, просторових і часових параметрах ведення бойових дій та дозволяли більш якісно обґрунтувати можливе бойове навантаження артилерійських підрозділів. Тому методика визначення можливого бойового навантаження артилерійського підрозділу є важливою складовою оцінювання бойових можливостей артилерійського підрозділу в бою механізованої бригади.

Відомо, що обсяг вогневих завдань та кількість циклів дій щодо їх виконання, яку може реалізувати артилерійський підрозділ, залежить від: протидії противника, стану, в якому перебуває артилерійський підрозділ, умов отримання

розвідувальних даних про об'єкти противника, визначеного ефекту ураження цілей, можливостей системи управління, вогневої продуктивності підрозділу та часу, протягом якого підрозділ може виконувати вогневе завдання тощо [5–6].

Тому постає актуальне завдання стосовно розроблення методики визначення можливого бойового навантаження артилерійського підрозділу як кількості бойових циклів дій щодо виконання визначеного обсягу вогневих завдань в бою механізованої бригади за певних обмежень та умов їх виконання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз досліджень [6–9] та матеріалів щодо визначення бойових можливостей артилерійських підрозділів [5–6] здійснювалося для обґрунтування вимог до номенклатури та складу їх бойових комплектів, свідчить, що даним питанням приділялася увага та визначались можливі шляхи її вирішення. Але при цьому залишаються не реалізованими підходи щодо визначення можливого бойового навантаження артилерійського підрозділу в бою механізованої бригади.

Метою статті є розроблення методики визначення можливого бойового навантаження артилерійського підрозділу в бою механізованої бригади з урахуванням тактики дій, просторочасових обмежень ведення бойових дій та за різних умов (сприятливих та несприятливих) виконання вогневих завдань.

Виклад основного матеріалу

У результаті проведеного аналізу авторами сформовано сукупність основних умов і факторів, які обумовлюють бойове навантаження артилерійських підрозділів у бою механізованої бригади (рис.1).

Наведений на рис.1 перелік даних свідчить, що

визначення бойового навантаження артилерійського підрозділу – трудомісткий процес, метою якого є забезпечення максимального наближення

(приведення у відповідність) наявних можливостей артилерійського підрозділу до потреб щодо виконання визначеного обсягу вогневих завдань.

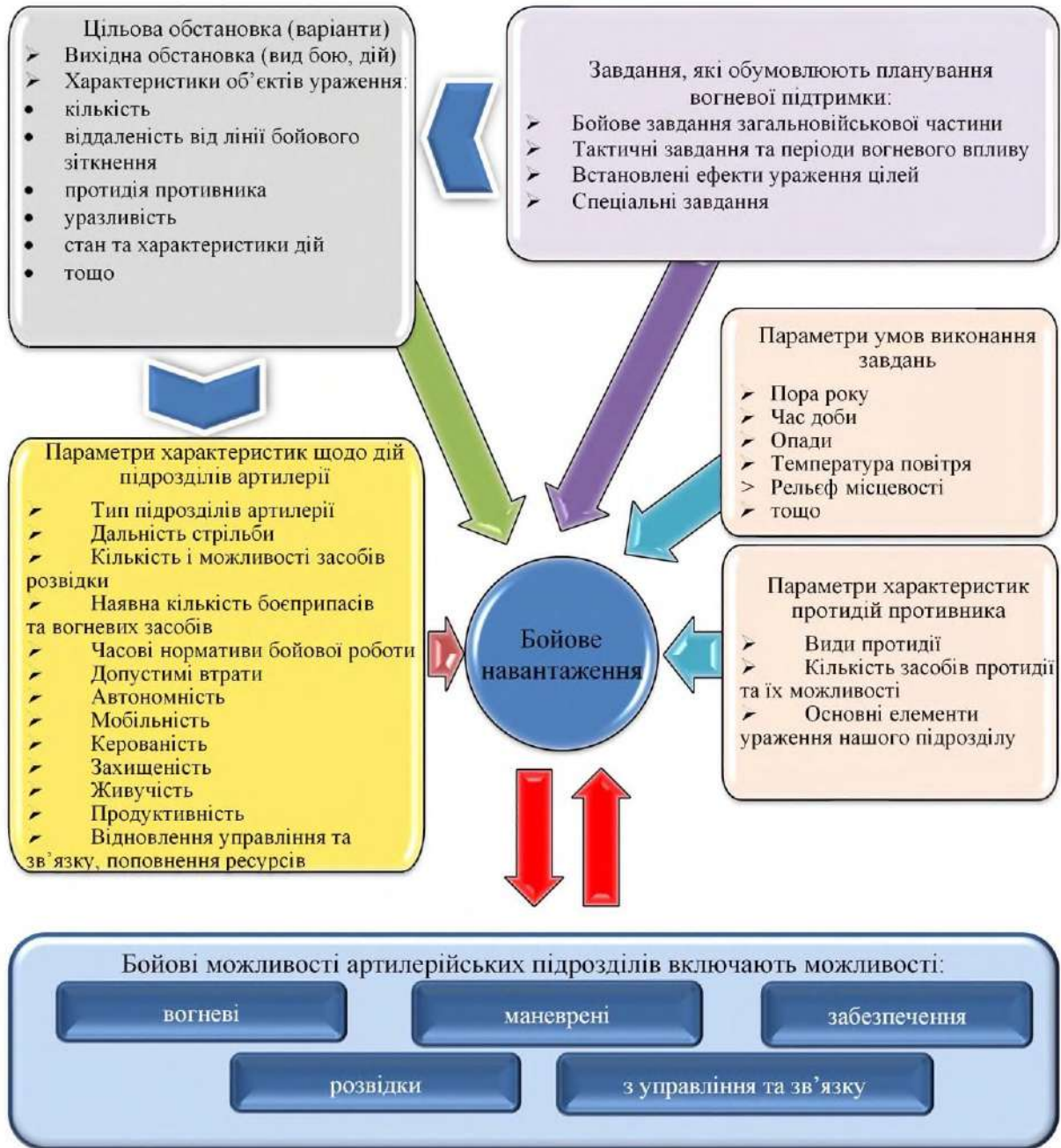


Рис.1. Сукупність основних умов і факторів, які обумовлюють можливе бойове навантаження артилерійських підрозділів
Джерело: розроблено авторами.

Досягнення зазначеної мети, у першу чергу, залежить від наявної кількості боєприпасів. Тому визначена залежність 1 передбачає врахування ресурсу боєприпасів:

$$N_{БК}^i = f(N_{БК}^i; K_{БП}^i; P_{БП}^i), \quad (1)$$

де $N_{БК}^i$ – кількісний склад бойового комплекту (БК) артилерійської системи i -го виду (вид визначається конкретними бойовими властивостями);

$N_{БК}^i$ – номенклатура боєприпасів для i -ї артилерійської системи i -го виду;

$K_{БП}^i$ – частка тих, чи інших видів боєприпасів у складі БК;

$P_{БП}^i$ – комплектність возимих запасів для артилерійської системи i -го виду.

Кількісна складова БК дійсних потреб артилерійських підрозділів, як правило,

визначається, виходячи з цільової обстановки, вогневих завдань, ефектів та витрат боєприпасів для їх досягнення, тактичних розрахунків тощо. Тому визначення кількісного складу БК для підрозділу ($N_{БКп}^i$), оснащеного i -ми артилерійськими системами, можна записати у вигляді:

$$N_{БКп}^i = f\left(n_{Ц}^i; M_{NCH}^i; r_{B3}^i\right), \quad (2)$$

де $n_{Ц}^i$ – множина типових об'єктів противника, які можуть бути призначені для виконання завдань артилерійському підрозділу, оснащеного i -ми артилерійськими системами;

M_{NCH}^i – множина значень необхідної витрати снарядів для ураження типових об'єктів противника з множини $n_{Ц}^i$;

r_{B3}^i – кількість вогневих засобів i -х артилерійських систем, що залучаються для виконання вогневих завдань.

Визначення множини типових об'єктів противника, які можуть бути призначені для ураження артилерійським підрозділом, залежить від загальної кількості (множини) очікуваних типових об'єктів противника в складі угруповання противника, призначення артилерійського підрозділу та властивостей його артилерійських систем, характеристик (можливостей) засобів розвідки, дольової участі артилерії у вогневій підтримці та можливої частки участі артилерійських систем певного типу у виконанні вогневих завдань. Формалізований вигляд визначення множини цілей, які можуть бути призначені i -му артилерійському підрозділу можна записати як:

$$n_{Ц}^i = f\left(M_{Ц}; S_{BB}^i; C_{ц}; U_A; \Phi_{ЦУ}^i\right), \quad (3)$$

де $M_{Ц}$ – множина типових об'єктів ураження, яка визначається відповідно до цільової обстановки;

S_{BB}^i – сукупність бойових властивостей артилерійського підрозділу, оснащеного i -ми артилерійськими системами;

$C_{ц}$ – можливості засобів розвідки щодо викриття об'єктів ураження;

U_A – дольова участь артилерії у виконанні завдань вогневої підтримки (встановлюється, як правило, за результатами оперативно-тактичних розрахунків);

$\Phi_{ЦУ}^i$ – частка участі артилерійського підрозділу, оснащеного i -ми артилерійськими системами у вогневій підтримці та виконанні вогневих завдань артилерією механізованої бригади;
Частка участі конкретного артилерійського

підрозділу у виконанні вогневих завдань не може бути прямо пропорційною тільки кількості його вогневих засобів. На визначення частки участі буде впливати досить велика кількість умов та факторів. У роботі пропонується використання способу, який полягає у використанні коефіцієнтів переведення гармат у розрахунковий засіб [5–6] та кількості засобів, що залучаються для виконання вогневих завдань. Це дозволяє певною мірою врахувати частку участі артилерійського підрозділу, оснащеного i -ми артилерійськими системами у виконанні сукупності вогневих завдань артилерії в бою механізованої бригади.

$$\Phi_{ЦУ}^i = k_{B3}^i \cdot n_{B3}^i / \sum_{i=1}^{m_{AC}^j} \left(k_{B3}^i \cdot r_{B3}^i \right) \quad (4)$$

де k_{B3}^i – коефіцієнт переведення i -х артилерійських систем у розрахунковий вогневий засіб;

m_{AC}^j – кількість видів артилерійських систем, які залучаються для виконання вогневого завдання по j -й цілі.

Множина значень необхідної витрати снарядів для ураження типових цілей може бути сформована на основі множини $M_{Ц}^i$ для кожного артилерійського підрозділу, оснащеного i -ми артилерійськими системами з використанням методики оцінювання ефективності виконання типових вогневих завдань:

$$M_{NCH}^i = \left\{ N_{CHj=1..n_{3Y}}^i \right\}, \quad (5)$$

де N_{CHj}^i – витрата боєприпасів на кожну j -у ціль, які можуть бути призначені для виконання завдань артилерійським підрозділом, оснащеним i -ми артилерійськими системами;

n_{3Y} – кількість типових завдань з ураження об'єктів противника з множини $n_{Ц}^i$.

Формалізація завдання з визначення необхідної витрати снарядів для ураження типової цілі артилерійським підрозділом, оснащеним i -ми артилерійськими системами має вигляд:

для групової j -ї цілі:

$$N_{CHj}^i = f\left(M_j^i; M_{Spj}^i; n_{zarm}^i; (\Phi, \Gamma)_j; f_{розм_j}; s_e^i\right)_j, \quad (6)$$

для одиночної j -ї цілі:

$$N_{CHj}^i = f\left(P_j^i; S_{Пj}^i; n_{zarm}^i; s_e^i\right), \quad (7)$$

де N_{CHj}^i – витрата боєприпасів на кожну j -у ціль, яка може бути призначена для виконання завдань артилерійському підрозділу, оснащеного i -ми

артилерійськими системами;

M_j^i – необхідний ступінь (ефект) ураження групової j -ї цілі артилерійським підрозділом, оснащеним i -ми артилерійськими системами;

P_j^i – необхідний ступінь (ефект) ураження одиночної j -ї цілі артилерійським підрозділом, який оснащено i -ми артилерійськими системами;

$M_{СПj}^i = \{СП_1^i, СП_2^i, \dots, СП_h^i\}_j$ – множина площ

приведених зон ураження елементів (з кількістю h) зі складу групової j -ї цілі для i -ї артилерійської системи;

$СП_j^i$ – площа приведеної зони ураження одиночної j -ї цілі боєприпасом i -ї артилерійської системи;

$n_{зарм}^i$ – кількість i -х артилерійських систем артилерійського підрозділу, які залучаються для ураження;

$(\Phi, \Gamma)_j$ – розміри групової j -ї цілі;

$f_{розм_j}$ – розміщення елементів зі складу групової j -ї цілі;

$s_e^i = \{Ex_\delta^i, Ez_\delta^i, Ex_\delta^i, Ez_\delta^i, Ex_2^i, Ez_2^i, B\delta^i, B\delta^i\}$ –

система помилок стрільби артилерійського підрозділу, оснащеного i -ми артилерійськими системами.

Формалізований вигляд визначення кількості вогневих завдань артилерійського підрозділу, оснащеного i -ми артилерійськими системами як кількості бойових циклів його дій ($n_{БЦ}^i$), що враховує можливості з бойової роботи, маневр підрозділу, проведення заходів з відновлення його керованості та поповнення ресурсів за різних умов можна записати як:

$$n_{БЦ}^i = f(f_{\delta\delta}^i; C(t); t_1; t_2; t_3 \dots), \quad (8)$$

де $f_{\delta\delta}^i$ – функція відновлення керованості, втраченого управління та зв'язку;

$C(t)$ – робочий час виконання типового вогневого завдання;

$t_1; t_2; t_3 \dots$ – часові показники, які характеризують: поповнення матеріальних ресурсів боєприпасів та ПММ; мобільність (маневрові можливості, переміщення); нормативи бойової роботи артилерійського підрозділу, оснащеного конкретним типом артилерійських систем тощо в умовах, що пов'язані з протидією противника (летального та нелетального характеру) та впливом навколишнього природного середовища.

В основу методики визначення бойового навантаження покладено вибір такого варіанту, який

забезпечить максимальне наближення:

– кількості виділеного ресурсу боєприпасів артилерійського підрозділу, оснащеного i -ми артилерійськими системами ($N_{БКП}^i$) до кількості боєприпасів, необхідних для ураження визначеної кількості типових цілей ($N_{БКЦ}^i$), які можуть бути призначені артилерійському підрозділу, оснащеному i -ми артилерійськими системами у певних умовах бойового середовища:

$$N_{БКЦ}^i \leq N_{БКП}^i; \quad (9)$$

– бойових можливостей артилерійського підрозділу, оснащеного i -ми артилерійськими системами, які розраховуються кількістю його бойових циклів ($n_{БЦ}^i$) дій і робіт, які можуть бути виконані з урахуванням: обмежень часу бойової роботи на артилерійських системах та в підрозділах;

– змін часу внаслідок протидії противника;

– необхідності проведення заходів з відновлення керованості підрозділу та поповнення ресурсів;

– обмежень, внаслідок впливу умов навколишнього природного середовища) до кількості вогневих завдань з ураження цілей ($n_{Ц}^i$), що можуть бути призначені артилерійському підрозділу, оснащеного i -ми артилерійськими системами у певних умовах бойового середовища:

$$n_{Ц}^i \leq n_{БЦ}^i, \quad (10)$$

за умови прийнятого обмеження, що одному вогневому завданню відповідає один бойовий цикл артилерійського підрозділу.

Отже, запропонований вище підхід до оцінювання бойових можливостей артилерійського підрозділу полягає у виборі такого варіанту бойового навантаження, який наближає його бойові можливості до потреб виконання визначеного обсягу вогневих завдань.

Обсяг вогневих завдань, який має виконати артилерійський підрозділ, визначається потребами ураження певної кількості об'єктів противника з визначеним ефектом [10–11] та залежить від можливостей з виконання кількості бойових циклів дій артилерійського підрозділу.

Для визначення кількості бойових циклів дій артилерійського підрозділу, які він може виконати, потрібно визначити час одного бойового циклу артилерійського підрозділу, виходячи із технічних характеристик та тактичних нормативів ОВТ, якими оснащений підрозділ.

Під час виконання бойового циклу підрозділи піддаються протидії противника, що в свою чергу призводить до втрат особового складу, озброєння та військової техніки підрозділу, що також впливатиме

на тривалість та кількість бойових циклів артилерійського підрозділу. Тому додатково при виконанні бойового циклу необхідно враховувати час, який потрібний на відновлення боєздатності підрозділу (особового складу, зразка чи комплексу озброєння), по якому здійснювалася протидія противника під час виконання останнім вогневого завдання.

Ураховуючи вищезазначене, спочатку можна визначити орієнтовний час активних бойових дій кожного артилерійського підрозділу за добу бою.

Формула визначення орієнтовного часу активних бойових дій кожного артилерійського підрозділу за добу бою:

$$t_{a\bar{o}\bar{d}} = t_{\bar{o}\bar{z}} - (t_{\bar{v}i\bar{d}n} + t_{\bar{e}\bar{o}} + t_1 + t_2), \quad (11)$$

де $t_{a\bar{o}\bar{d}}$ – час активних бойових дій артилерійського підрозділу;

$t_{\bar{o}\bar{z}}$ – час виконання бойового завдання (приймається, як правило, одна доба або час, визначений керівним (розпорядчим) документом);

$t_{\bar{v}i\bar{d}n}$ – час відпочинку особового складу (фізіологічні особливості людини);

$t_{\bar{e}\bar{o}}$ – час на прийом їжі особовим складом;

t_1 – час, необхідний для проведення технічного огляду зразка ОВТ, поповнення матеріальних запасів, надання допомоги (евакуація) пораненим тощо поза районом ВП;

t_2 – час необхідний для здійснення переміщень з району ВП у визначений район для відновлення боєздатності (нормативний час на переміщення).

Отже, отримавши величину часу активних бойових дій, можна розрахувати кількість бойових циклів, які виконає артилерійський підрозділ за добу бою, він буде дорівнювати:

$$n_{\bar{o}\bar{c}} = t_{a\bar{o}\bar{d}} / t_{\bar{o}\bar{c}}, \quad (12)$$

де $t_{\bar{o}\bar{c}}$ – тривалість циклу дій з виконання завдання за різних умов;

$n_{\bar{o}\bar{c}}$ – кількість бойових циклів, які виконає артилерійський підрозділ за добу бою.

У той же час необхідно враховувати такі умови виконання завдань, як час доби та умови поганої видимості, тому формула (12) прийме наступний вигляд:

$$n_{\bar{o}\bar{c}} = t_{a\bar{o}\bar{d}} / t_{\bar{o}\bar{c}\bar{d}} + t_{\bar{o}\bar{c}n}, \quad (13)$$

де $t_{\bar{o}\bar{c}\bar{d}}$ та $t_{\bar{o}\bar{c}n}$ – тривалість бойових циклів, які будуть виконуватись вдень та час бойових циклів, які будуть виконуватись в умовах обмеженої видимості відповідно.

Тривалість бойового циклу може обмежуватися

режимом вогню артилерійської системи, величиною штатних бойових ресурсів (боєкомплект та паливо), технічного ресурсу тощо.

Так на виконання бойового циклу артилерійським підрозділом буде впливати і технічна справність всіх складових (зразків озброєння, засобів зв'язку тощо). З урахуванням зазначеного вираз (13) приймає вигляд:

$$n_{\bar{o}\bar{c}} = (t_{a\bar{o}\bar{d}} / t_{\bar{o}\bar{c}\bar{d}} + t_{\bar{o}\bar{c}n}) K_n, \quad (14)$$

де K_n – коефіцієнт надійності складових артилерійського підрозділу.

Бойовий цикл повторюється з моменту закінчення вогневого впливу по цілі та залишення позиції або з моменту відновлення боєздатності артилерійського підрозділу внаслідок протидій противника.

На будь-якому етапі виконання бойового циклу артилерійський підрозділ може піддаватися впливу від РЕП противника, що також впливатиме на тривалість та кількість бойових циклів артилерійського підрозділу. Тому додатково при виконанні бойового циклу необхідно враховувати час, який потрібний на відновлення управління та зв'язку з підрозділами, по яких здійснювався вплив РЕП противника під час виконання останнім вогневого завдання. Виходячи із вищезазначеного, формула (14) матиме вигляд:

$$n_{\bar{o}\bar{c}} = (t_{a\bar{o}\bar{d}} / t_{\bar{o}\bar{c}\bar{d}} + t_{\bar{o}\bar{c}n}) K_n K_{pen}, \quad (15)$$

де K_{pen} – коефіцієнт втрати часу на відновлення управління та зв'язку внаслідок впливу РЕП противника.

Під час виконання бойового циклу артилерійські підрозділи піддаються вогневій протидії противника, що в свою чергу призводить до втрат особового складу, ОВТ, що також впливатиме на тривалість та кількість бойових циклів артилерійського підрозділу. Тому додатково необхідно враховувати час, який потрібний на відновлення боєздатності підрозділу (особового складу, зразка чи комплексу озброєння), по якому здійснювався вогневий вплив противника під час виконання останнім вогневого завдання.

Виходячи із вищезазначеного, формула (15) матиме вигляд:

$$n_{\bar{o}\bar{c}} = (t_{a\bar{o}\bar{d}} / t_{\bar{o}\bar{c}\bar{d}} + t_{\bar{o}\bar{c}n}) K_n K_{pen} K_{en}, \quad (16)$$

де K_{en} – коефіцієнт, який характеризує вогневу протидію противника.

Зазначені вище підходи щодо порядку визначення можливого бойового навантаження артилерійського підрозділу представлено в узагальненому виді на рис.2.

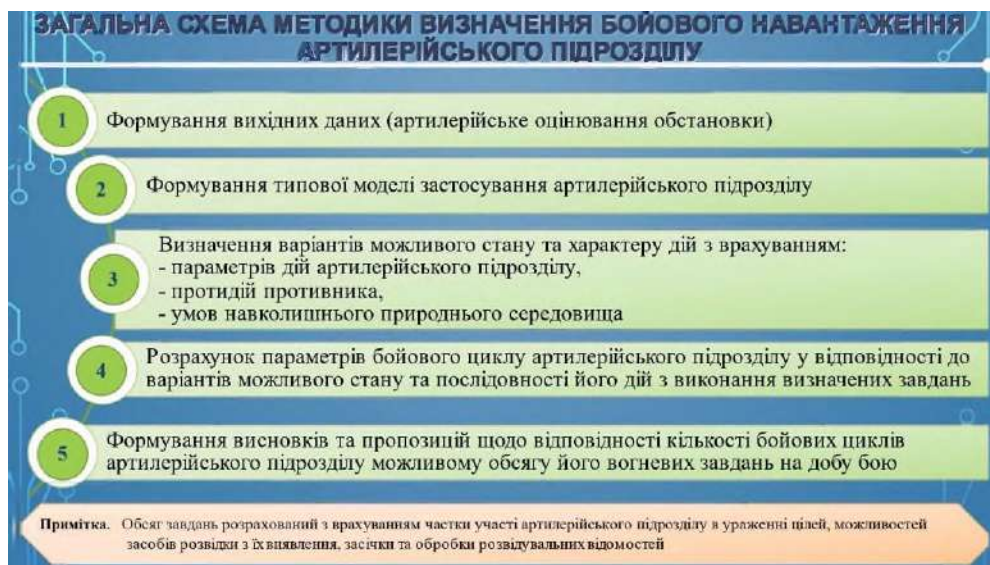


Рис.2. Загальна схема методики визначення бойового навантаження артилерійського підрозділу в бою механізованої бригади
Джерело: розроблено авторами.

Отже, розглянута методика визначення бойового навантаження артилерійського підрозділу в бою механізованої бригади (рис.2) дозволяє визначати кількість бойових циклів як можливе бойове навантаження артилерійського підрозділу протягом обмеженого часу бойових дій з врахуванням параметрів: дій підрозділу, протидії противника, умов отримання розвідувальних даних про об'єкти противника, встановлених ефектів їх ураження, надходження боєприпасів у підрозділ, вогневої продуктивності підрозділу і часу виконання вогневого завдання, технічної надійності ОВТ та умов природного середовища.

У подальшому авторами проведено розрахунки щодо визначення кількості вогневих завдань, які можуть бути виконані з урахуванням обмежень часу в умовах ведення артилерійським підрозділом маневрено-вогневих дій. Опис зазначених дій та теоретичної моделі застосування артилерійського підрозділу здійснено авторами в попередніх дослідженнях та детально представлено в матеріалах досліджень [6–7; 9] та публікаціях [5; 12], де процес застосування артилерійського підрозділу представлено з ряду етапів та фаз бойового циклу, що послідовно виконуються під час застосування підрозділу.

За результатами розрахунків визначається можливе бойове навантаження артилерійського підрозділу в бою загальновійськової частини.

Висновки

Таким чином, за результатами розроблення методики визначення можливого бойового навантаження артилерійського підрозділу в бою механізованої бригади встановлено, що обсяг вогневих завдань та кількість бойових циклів артилерійського підрозділу, які може виконати артилерійський підрозділ, залежить від: місцеположення та стану, в якому перебуває підрозділ, умов отримання вогневого завдання, визначеного ефекту ураження цілей, можливостей з управління, ресурсного забезпечення, вогневої продуктивності підрозділу та часу, протягом якого підрозділ може виконувати вогневе завдання тощо.

Розглянута методика дозволяє розрахувати кількість бойових циклів артилерійського підрозділу за час активних бойових дій з врахуванням просторово-часових обмежень, протидії противника та технічної надійності складових підрозділу.

За результатами порівняння встановленого обсягу вогневих завдань та кількості бойових циклів можливо здійснити остаточне визначення бойового навантаження артилерійського підрозділу. Отже вона може бути використана як складова частина методики оцінювання бойових можливостей артилерійських підрозділів під час планування вогневої підтримки артилерією в бою механізованої бригади.

Список літератури

1. Аналіз застосування зразків ОВТ під час АТО та ООС: Оперативне завдання / Р. С. Шостак, Д. А. Новак, В. В. Варава та інші. Суми: НДЦ РВіА: 2020. С. 9–42.
2. Збірник вивчених уроків в ракетних військах і артилерії (21.07. – 30.07.2022). Інформаційно-аналітичний матеріал. К.: ГШ ЗС України. 2022. 29 с.
3. Збірник вивчених уроків в ракетних військах і артилерії (31.07. – 10.08.2022). Інформаційно-аналітичний матеріал. К.: ГШ ЗС України. 2022. 23 с.

4. Збірник вивчених уроків в ракетних військах і артилерії (16.08. – 31.08.2022). Інформаційно-аналітичний матеріал. К.: ГШ ЗС України. 2022. 27 с.
5. Ліцман А. М., Майстренко О. В., Коростельов В. А. Методичний підхід щодо визначення кількості типових вогневих завдань, які можливо виконати артилерійським підрозділом з урахуванням обмежень часу. *Збірник наукових праць Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України*. 2023. № 1(88). С. 62–67.
6. Запас-Б: НДР / А. М. Ліцман, Д. О. Нестеров, М. Ю. Мокроцький та інші. Суми: НДЦ РВіА. 2021.
7. Кратос: НДР / І. В. Науменко, М. Ю. Мокроцький, Р. С. Шостак та інші. Суми: НДЦ РВіА. 2021.
8. Стримування-К: НДР / І. В. Науменко, М. Ю. Мокроцький, І. Д. Волков та інші. Суми: НДЦ РВіА. 2019.
9. Деймос: НДР / І. В. Науменко, В. А. Коростельов, М. Ю. Мокроцький та інші. Суми: НДЦ РВіА. 2023.
10. Ракетні війська і артилерія Збройних Сил України: доктрина: Наказ Головнокомандувача Збройних Сил України від 3 лист. 2022 р.
11. Об'єднана вогнева підтримка: тимчасова доктрина: Наказ Головнокомандувача Збройних Сил України від 24 жовт. 2023 року.
12. Науменко І. В., Мокроцький М. Ю., Шостак Р. С., Коростельов В. А., Нікул С. О. Принципи побудови та складові моделі застосування автономного розвідувально-ударного комплексу ракетних військ і артилерії. *Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса)*. 2021. № 2(16). С. 135–143. <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2021.16.135-143>.

Надійшла до редколегії 31.08.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про авторів:

Науменко Ігор Вікторович

кандидат військових наук
начальник Науково-дослідного центру
ракетних військ і артилерії,
Суми, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-2845-9246>

Мокроцький Михайло Юрійович

кандидат військових наук
провідний науковий співробітник
Науково-дослідного центру
ракетних військ і артилерії,
Суми, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-9053-2286>

Майстренко Олег Владиславович

старший науковий співробітник
Науково-дослідного центру
ракетних військ і артилерії,
Суми, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-9385-2581>

Information about the authors:

Ihor Naumenko

PhD in Military Science
Director of Scientific Research Center
of Missile Troops and Artillery,
Sumy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-2845-9246>

Mykhailo Mokrotskyi

PhD in Military Science
Leading Researcher
of Scientific Research Center
of Missile Troops and Artillery,
Sumy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9053-2286>

Oleh Maistrenko

Senior Researcher
of Scientific Research Center
of Missile Troops and Artillery,
Sumy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-9385-2581>

METHODOLOGY FOR DETERMINING THE POSSIBLE COMBAT LOAD OF AN ARTILLERY UNIT IN A MECHANIZED BRIGADE BATTLE

I. Naumenko, M. Mokrotskyi, O. Maistrenko

The experience of repulsing and deterring the armed aggression of the russian federation demonstrates the need to perform a significant amount of fire support tasks for combined arms units (subunits) and indicates the growing requirements for determining and assessing the combat capabilities of artillery units to perform the scope of fire tasks assigned to them.

The analysis of the combat operations of artillery units during the repulsion of the armed aggression of the russian federation indicates that the issues related to the need to increase the level of implementation of their existing combat capabilities and to bring the possible combat load of artillery units in line with the volume of fire missions assigned to artillery in a mechanized brigade battle are problematic and relevant today.

At present, there is an urgent need to take into account the changes that have occurred in the tactics of artillery units, spatial and temporal parameters of combat operations, and to better substantiate the possible combat load of artillery units. Therefore, the methodology for determining the possible combat load of an artillery unit is an important component of assessing the combat capabilities of specific artillery units when planning fire support in a mechanized brigade battle.

It is known that the volume of fire missions and the number of cycles of actions to accomplish them that an artillery unit can implement depends on: enemy countermeasures, the state of the artillery unit, the conditions for obtaining intelligence on enemy objects, the determined effect of target destruction, the capabilities of the control system, the firepower of the unit, and the time during which the unit can perform a fire mission, etc.

As a result of taking into account time constraints and various conditions for performing fire missions, a methodology has been developed to determine the possible combat load of an artillery unit as the number of combat cycles of actions to perform a certain amount of fire missions in a mechanized brigade battle under certain restrictions and conditions.

Keywords: combat load; combat cycle; fire mission; artillery unit; combat kit.

М.В. Науменко, Л.М. Давиденко, І.В. Івженко

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси

ІДЕНТИФІКУВАННЯ ЯК СТАДІЯ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ У СФЕРІ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДНОСТІ (СЕРТИФІКАЦІЇ) ПРОДУКЦІЇ ОБОРОННОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Сертифікація продукції, процесів та послуг є засобом забезпечення впевненості, що вони відповідають вимогам, встановленим в стандартах та в інших нормативних документах. Діяльність у сфері оцінювання відповідності (сертифікації) продукції оборонного призначення пов'язана з можливістю виникнення непередбачених подій, які можуть вплинути на досягнення результатів відповідно до встановленої мети, завдань, планів органу оцінювання відповідності (сертифікації). Такий орган має приймати рішення щодо відповідності оцінюваної продукції оборонного призначення нормативним вимогам, що не виключає виникнення певних ризиків, у тому числі і у сфері захисту інформації з обмеженим доступом, які потрібно ідентифікувати для їх оптимізації. Чинником, який сприяє виникненню ризиків, є широке коло невизначеностей, які існують у сфері оцінювання відповідності (сертифікації). Відсутність єдиної налагодженої системи ідентифікації ризиків є одним з важливих факторів, який може негативно впливати на результати діяльності органу оцінювання відповідності (сертифікації).

Метою статті є з'ясування сутності поняття ідентифікації ризиків у сфері оцінювання відповідності (сертифікації) продукції оборонного призначення як частини процесу загального оцінювання ризиків, аналізування потенційних ризикових сфер у діяльності органу оцінювання відповідності (сертифікації), визначення критеріїв ідентифікації та підходів до її здійснення.

Під час проведення дослідження були застосовані загальнонаукові та спеціальні методи дослідження, зокрема методи системного аналізу та синтезу, порівняльно-правовий метод тощо.

Здійснено аналіз загальних та спеціальних ризиків, які можуть виникнути у сфері оцінювання відповідності (сертифікації), визначена важливість діяльності по ідентифікації таких ризиків; встановлено, що для удосконалення процесу ідентифікації ризиків необхідний комплексний підхід всього персоналу органу оцінювання відповідності (сертифікації).

Обґрунтована необхідність створення системи ідентифікації ризиків, яка б включала процедури ідентифікації ризиків на різних етапах сертифікації з урахуванням впливу людського фактору та захисту конфіденційної інформації.

Ключові слова: оцінювання відповідності (сертифікація); види ризиків; ідентифікація ризиків; критерії ідентифікації ризиків.

Вступ

Постановка проблеми. Під час здійснення своєї діяльності орган оцінювання відповідності/сертифікації (Орган ОВ) стикається з низкою ризиків, які можуть впливати на досягнення результатів відповідно до встановленої мети, завдань, планів, цілей і вимог його діяльності, дотримуючись законності та ефективності використання коштів. Орган має приймати рішення щодо відповідності оцінюваної продукції нормативним вимогам, що не виключає виникнення певних ризиків, які він має ідентифікувати для елімінації або зменшення їх впливу. Причиною виникнення ризиків є широке коло невизначеностей, які існують у сфері оцінювання відповідності (сертифікації), ігнорування яких недопустиме. Відсутність єдиної налагодженої системи ідентифікації ризиків є одним з важливих факторів, який може негативно впливати на результати діяльності Органу ОВ.

Загальною метою оцінювання відповідності (сертифікації) продукції, процесів або послуг є надання впевненості усім зацікавленим сторонам, що така продукція, процес або послуга відповідає встановленим вимогам. Цінністю сертифікації є саме ступінь впевненості та довіри, створених неупередженою та компетентною третьою стороною, яким є орган оцінювання відповідності (сертифікації). Тобто сертифікація продукції, процесів та послуг є засобом забезпечення впевненості, що вони відповідають вимогам, встановленим в стандартах та в інших нормативних документах. Однак якщо у цивільній сфері такими вимогами є в цілому питання безпеки для споживача продукції, то у військовій сфері перелік таких вимог значно розширюється з урахуванням дотримання національної безпеки, захисту службової та конфіденційної інформації. Останній фактор значно розширює коло ризиків при проведенні сертифікації озброєння та військової техніки. Проблема забезпечення такої впевненості в умовах існування

невизначеностей має вирішуватися саме за допомогою ефективної системи ідентифікації ризиків, яка допомагає приймати управлінські рішення з урахуванням можливості настання майбутніх подій або обставин (прогнозних чи непередбачуваних) та оцінювати їх вплив на процес сертифікації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Аналіз фахової літератури у сфері управління ризиками свідчить про те, що питання створення та удосконалення діяльності у цій сфері знаходяться в центрі уваги наукової спільноти. Актуальність тематики підкреслюється низкою наукових досліджень; зокрема у роботах [1; 5] аналізуються загальні поняття у сфері керування ризиками та фактори, які необхідно врахувати у процесі розробки, впровадження та функціонування системи управління ризиками. Однак особливості ідентифікації ризиків у сфері оцінювання відповідності (сертифікації) оборонної продукції, товарів подвійного використання залишаються ще малодослідженими явищами, а тому наукові пошуки у цьому напрямі є досить актуальними.

Метою статті є з'ясування сутності поняття ідентифікування ризиків у діяльності органу оцінювання (сертифікації) продукції оборонного призначення як стадії процесу управління ризиками, аналізування потенційних ризикових сфер у діяльності Органу, визначення критеріїв ідентифікації та підходів до її здійснення.

Виклад основного матеріалу

Відповідно до ст. 1 Закону України “Про технічні регламенти і оцінку відповідності” ризик – це можливість виникнення та вірогідні масштаби наслідків негативного впливу протягом певного періоду часу [2]. Ризики можуть бути: відомими – ті, які визначені, оцінені та планування яких можливо; і невідомими – ті, які не ідентифіковані та які не можна спрогнозувати. При цьому невідомі непрогнозовані ризики можуть стати причиною найбільш серйозних наслідків для Органу ОВ.

Для того, щоб оцінити вплив ризиків на діяльність Органу, вони мають бути ідентифіковані. Саме з метою усунення, або мінімізації, або недопущення виникнення ризиків, Орган ОВ проводить їх ідентифікування, за результатами якого приймається рішення щодо методу (форми) управління стосовно кожного визначеного ризику [1].

Нормативними документами ідентифікування ризиків визначене як процес виявлення, усвідомлення та реєстрування ризиків [3]. Тобто призначення ідентифікування ризику – визначити, які можуть виникнути ситуації, що можуть впливати на досягнення цілей системи чи організації. Процес ідентифікування охоплює визначення причин і джерела ризику, подій, ситуацій або обставин, які

можуть чинити матеріальний вплив на результати діяльності, а також оцінювання характеру цього впливу.

Ідентифікування ризиків є важливою складовою частиною діяльності по загальному оцінюванню ризиків [4]. Призначення діяльності по загальному оцінюванню ризику – забезпечення отримання інформації на доказовій основі та її аналізування для прийняття обґрунтованих рішень щодо того, як обробляти конкретні ризики та як вибирати можливий варіант їх оптимізації [4]. Тобто, метою є визначення ризикових сфер діяльності Органу ОВ та які з подій (ідентифікованих ризиків) є важливими та суттєвими для діяльності Органу ОВ, а також надання відповідної інформації керівництву для прийняття управлінських рішень стосовно тих “ключових” ризиків, що впливають на здатність Органу ОВ виконувати завдання.

Отже, ідентифікування ризику є необхідною стадією процесу управління ризиками, куди як окремі стадії також входять процедури аналізування, оцінювання та оптимізації ризиків [3]. Однак у науковій літературі слушно зауважувалось, що поділ процесу управління ризиками на стадії є дещо умовним, оскільки процедури ідентифікування ризику можуть здійснюватися протягом усього життєвого циклу ризику, або охоплювати більшість його стадій [5].

Метою ідентифікування ризиків є пошук, розпізнавання та розуміння загрозливих чинників, які можуть завадити органу сертифікації досягти своїх цілей. При цьому в умовах поступової інтеграції України до НАТО доцільно використати досвід альянсу у сфері керування ризиками. Зокрема, стандартом НАТО AQAP-2110 визначено, що усі учасники процесу, у тому числі постачальник та субпостачальник оборонної продукції, повинні виявляти та управляти ризиками проектування, розробки та виробництва оборонної продукції [6].

Об'єктом ідентифікування є ризики при здійсненні управлінських, технологічних, фінансово-господарських та інших процесів у сфері оцінювання відповідності (сертифікації). Процес ідентифікування ризиків включає визначення джерел небезпечних подій, ситуацій, обставин та їх причин; при цьому релевантна, відповідна та актуальна інформація є важливою для визначення ризиків. Державним стандартом України рекомендовано здійснювати ряд методів для виявлення невизначеностей, зокрема рекомендується враховувати наступні фактори та зв'язок між ними [3]:

- матеріальні та нематеріальні джерела ризику;
- причини та події;
- загрози та можливості;

- уразливості та можливості;
- зміни зовнішнього та внутрішнього середовища;
- індикатори ризиків, що виникають;
- характер і вартість активів і ресурсів;
- наслідки та їх вплив на цілі;
- обмеженість знань і достовірність інформації;
- чинники, пов'язані з часом;
- упередження, припущення та переконання залучених осіб.

Отже, ризики ідентифікуються з урахуванням того, чи створюють вони нові додаткові можливості для Органу ОВ, або навпаки – матимуть негативний вплив на досягнення її мети, цілей, завдань, якість надання послуг тощо. Зовнішні обставини, які можуть впливати на появу ризиків, можуть виникати, зокрема у разі змін у політичному, законодавчому, соціально-економічному або технологічному середовищі, потребах та пріоритетах оборони і безпеки держави, а також у зв'язку зі станом економіки, що впливають безпосередньо на діяльність Органу ОВ. Внутрішні обставини виникають всередині Органу ОВ та стосуються змін у структурі, рівня навичок та компетенції персоналу, стану запровадження інформаційних технологій, визначених принципів, методів і процедур, які використовуються для здійснення оцінювання відповідності та сертифікації, складання і подання звітності тощо.

Ідентифікування ризиків передбачає також виявлення обставин, які спричиняють ризики, як у минулому часі, так і на майбутні періоди. Минулий час охоплює такі питання, як стан досягнення цілей, фактори, що впливали на їх недосягнення, аналіз внутрішнього звітування. Майбутні періоди охоплюють питання, зокрема зміни пріоритетів у нормативно-правовому регулюванні процесів стандартизації та оцінювання відповідності (сертифікації), визначення нових завдань та потреб замовників у якісних публічних послугах тощо.

При здійсненні ідентифікування ризиків доцільно використати рекомендації Методики виявлення ризиків, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 12.12.2018 № 1062 [7]. Критерії ідентифікування повинні бути узгоджені зі структурою управління ризиками, адаптовані до конкретної мети та обсягу діяльності та узгоджуватися з політикою та заявами щодо управління ризиками і мають бути визначені з урахуванням зобов'язань Органу ОВ, а також інтересів зацікавлених сторін (зокрема, замовника сертифікації). Хоча критерії ризику повинні бути встановлені на початку процесу оцінки ризику, вони є динамічними і повинні постійно переглядатися та змінюватися при необхідності.

При встановленні критеріїв ідентифікування

ризиків, має бути враховане наступне:

- характер і тип невизначеності, які можуть вплинути на результати та цілі (як матеріальні, так і нематеріальні);
- яким способом будуть визначені та виміряні наслідки (як позитивні, так і негативні) та їхня ймовірність;
- часові рамки процедур оцінювання відповідності (сертифікації);
- пов'язаність певною послідовністю процедур, як будуть враховуватися комбінації та послідовності численних ризиків;
- спроможність Органу ОВ вирішувати певну проблему;
- характер та тип наслідків небезпечних подій та способів їх оцінки;
- методи оцінювання ймовірності небезпечної події;
- методи встановлення рівнів ризиків;
- критерії прийняття рішень у разі необхідності оптимізації ризиків;
- критерії прийнятності ризиків;
- можливості одночасного виникнення різних видів небезпечних подій та особливості відповідного ризику.

Під час розробки критеріїв можуть бути використані такі джерела інформації, як завдання системи управління ризиками, загальні джерела даних, загальноприйняті критерії рівнів ризику, нормативні та інші вимоги до видів діяльності Органу ОВ тощо.

Отримана за допомогою ідентифікування ризиків інформація обробляється робочою групою з оцінювання ризиків, яка створюється в Органі ОВ і складається з найбільш досвідченого персоналу; така інформація є підставою для формування реєстру ризиків. Реєстр ризиків є робочим документом з планування управління ризиками та підставою для формулювання пропозицій і визначення способів реагування на ризики, як це визначено наказом Міністра оборони від 02.04.2019 № 145 [8].

За категоріями ризики у сфері оцінювання відповідності (сертифікації) поділяються на:

- зовнішні – ризики, імовірність виникнення яких не залежить від виконання Органом ОВ функцій і завдань. Оскільки таких подій у діяльності Органу ОВ може бути багато, необхідно чітко визначення, яка саме подія чи загроза призведе до негативних наслідків для Органу ОВ.
- внутрішні – ризики, імовірність виникнення яких безпосередньо пов'язана з виконанням структурними підрозділами та персоналом покладених на них функцій та завдань [8]. На ці ризики Орган ОВ має вплив та може вживати відповідні заходи (форми) управління. Потенційні ризики у сфері оцінювання відповідності

(сертифікації) за критерієм “загальне-спеціальне” можна умовно поділити на дві групи.

До загальних ризиків у діяльності Органу можна віднести:

– нормативно-правові (законодавчі) ризики, ймовірність виникнення яких пов’язана з відсутністю, суперечністю або нечіткою регламентацією діяльності у сфері оцінювання відповідності (сертифікації) у відповідних нормативно-правових актах, включаючи їх чинність (втрату чинності);

– операційно-технологічні ризики, ймовірність виникнення яких пов’язана з недотриманням визначеного порядку виконання процедур оцінювання відповідності (сертифікації), зокрема строків та формату подання документів, наявністю недоліків або помилок в організації відповідних внутрішніх процесів тощо;

– програмно-технічні – ризики, ймовірність виникнення яких пов’язана з недоліками прикладного програмного забезпечення або його адаптації відповідно до нормативних вимог, неналежною роботою або відсутністю необхідних технічних засобів тощо;

– ризики інформаційної безпеки, які пов’язані із впливом на інформаційні системи, які використовуються Органом, наслідком яких є порушення конфіденційності, цілісності, автентичності або доступності інформаційних ресурсів;

– кадрові – ризики, ймовірність виникнення яких пов’язана з змінністю персоналу, рівнем його професійної підготовки та/або неналежним виконанням посадових обов’язків тощо;

– фінансово-господарські – ризики, ймовірність виникнення яких пов’язана зі станом фінансово-господарської діяльності Органу, його матеріально-технічного забезпечення;

– репутаційні – ризики, ймовірність виникнення яких пов’язана з діями, які можуть негативно вплинути на репутацію Органу чи її керівництва;

– корупційні – ризики, ймовірність виникнення яких пов’язана із недобросовістю персоналу, виникненням конфлікту інтересів, порушення неупередженості, безконтрольністю з боку керівництва, наявністю широких дискреційних повноважень та інші чинники, які сприяють або не запобігають виникненню корупції.

До спеціальних ризиків у сфері оцінювання відповідності (сертифікації) відносяться:

– ризики, пов’язані зі складністю та обсягом сфери акредитації;

– ризики, пов’язані з можливістю відкликання акредитаційними органами дозвільних документів;

– критичність сфери акредитації, яка охоплює небезпечні сектори (захист суспільних інтересів,

рівень загрози для життя та здоров’я особового складу тощо);

– ризики, пов’язані зі складністю та різноманітністю правових вимог до сфери акредитації: міжнародних стандартів (НАТО, ЄС, ISO), національних стандартів (ДСТУ, ВСТ тощо);

– ризики неоднозначного тлумачення персоналом змісту міжнародних стандартів, прийнятих методом підтвердження на іноземній мові (за відсутності офіційного тексту на державній мові);

– ризики, пов’язані з особливим впливом органу на діяльність у сфері оцінювання відповідності і сертифікації (певне монопольне становище);

– господарські ризики: загроза, небезпека виникнення збитків у будь-яких, видах діяльності, пов’язаних із наданням послуг по оцінюванню відповідності (сертифікації) у тому числі пов’язаних із виконанням господарських договорів (розірвання договору в односторонньому порядку, вплив конфлікту інтересів тощо);

– ризики залежності від великої кількості субпідрядників);

– ризики, пов’язані з залежністю від результатів діяльності інших органів оцінки відповідності (випробувальних, калібрувальних, метрологічних, сертифікаційних) або з використанням аудиторських компаній, установ професійної підготовки персоналу тощо;

– фінансові ризики – перевитрати, що виникли внаслідок: зриву фінансування, низької кваліфікації розробників процедур, помилок у складанні кошторисів та бюджетів, виявлення претензій з боку партнерів; несвоєчасна сплата послуг оцінювання відповідності (сертифікації) замовником (джерелом фінансування діяльності Органу є його замовник, який сплачує за сертифікацію згідно з договором, що породжує залежність від його фінансового стану).

Окрему групу складають ризики, пов’язані із захистом інформації з обмеженим доступом при здійсненні оцінки відповідності (сертифікації) озброєння і військової техніки. Відповідно до законодавства України обмеження доступу до публічної інформації здійснюється при дотриманні сукупності таких вимог:

- 1) виключно в інтересах національної безпеки;
- 2) розголошення інформації може завдати істотної шкоди цим інтересам;
- 3) шкода від оприлюднення такої інформації переважає суспільний інтерес в її отриманні [9].

Очевидно, що при здійсненні оцінки відповідності (сертифікації) ОВТ Орган ОВ є суб’єктом діяльності по захисту інформації з обмеженим доступом, яка стає відомою персоналу (перевірки технічної документації, умов контрактів

на поставку продукції оборонного призначення, локалізації її виробництва, проведення випробувань, сертифікації ОВТ). До сфер такої інформації можуть належати відомості про напрямки розвитку ОВТ, відомості про тактико-технічні характеристики та можливості бойового застосування ОВТ, про потужності національного ОПК і зв'язки по кооперації при виробництві і сертифікації продукції оборонного призначення.

Будь-яка робота з документами, яка має відношення до службової інформації, має проводитися персоналом Органу відповідно до Типової інструкції про порядок ведення обліку, зберігання, використання і знищення документів та інших матеріальних носіїв інформації, що містять службову інформацію, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України від 19.10.2016 № 736 [10] та наказом Міністерства оборони від 26.07.2018 № 370 [11].

Крім того, ризики витоку інформації з обмеженим доступом можуть мати місце при проведенні сертифікації товарів подвійного використання (вироби, обладнання, програмне забезпечення, технології), які можуть бути використані як у цивільних, так і у військових цілях та перелік яких затверджений Кабінетом Міністрів України [12].

При проведенні оцінювання відповідності (випробувань, сертифікації) оборонної продукції на відповідність вимогам, які містяться у національних військових стандартах з обмеженим доступом, доцільно врахувати відповідний досвід НАТО. У Офісі стандартизації НАТО доступ до стандартів НАТО з грифом “classified – для службового використання” є захищеним і відкритим лише для офіційних органів країн-членів НАТО і держав-партнерів. Однак навіть відкриту (unclassified) інформацію слід використовувати лише в офіційних цілях та не розголошувати її. Таку вимогу можна розуміти як захист авторських прав, оскільки будь-яка інформація є інтелектуальною власністю НАТО [13].

Важливе місце при урахуванні ризиків посідає захист конфіденційної інформації. Вимоги щодо забезпечення захисту конфіденційності інформації і прав замовника пов'язані з тим, що Орган несе юридичну відповідальність за управління всією інформацією, отриманою або створеною під час здійснення оцінки відповідності та сертифікації, за винятком тієї, яку сам замовник робить публічно доступною або за згодою між Органом ОВ та клієнтом (наприклад, з метою відповіді на скаргу) [14]. Вся інша інформація розглядається як приватна інформація та вважається конфіденційною. Орган ОВ повинен завчасно повідомляти зацікавлену сторону про те, яку інформацію він має намір

зробити загальнодоступною та має вживати усі адекватні заходи, узгоджені з нормами чинного законодавства, щоб забезпечити конфіденційність інформації, отриманої в процесі сертифікації на всіх рівнях діяльності, у тому числі при залученні субпідрядних організацій, інших структурних підрозділів Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки тощо.

Орган ОВ не може передавати третій стороні конфіденційну інформацію, отриману в процесі оцінювання/сертифікації, що стосується конкретної продукції або Заявника, без письмової згоди останнього, за винятком випадків, коли така інформація може бути розголошена (надана) згідно з вимогами законодавства, в тому числі при акредитації та здійсненні нагляду і контролю [14].

З метою зменшення ймовірності витоку інформації персонал Органу ОВ має дотримуватися вимог по захисту інформації, яка є інтелектуальною власністю замовника (технічна, технологічна документація тощо).

Особливе значення в процесі ідентифікації ризиків має урахування людського фактору, адже весь персонал Органу несе відповідальність за результати діяльності Органу ОВ. Особовий склад має розуміти про свою роль у системі управління ризиками, особливо у частині, яка стосується забезпечення політики неупередженості [14]. Динамічний і мінливий характер людської поведінки та культури враховується протягом усього процесу управління ризиками. Поведінка персоналу, зокрема здатність належним чином виконувати певні дії з урахуванням набутих знань і досвіду, відіграє велике значення як під час виконання такими працівниками повноважень у сфері оцінювання відповідності (сертифікації), так і у діяльності Органу ОВ в цілому.

Ризики, пов'язані з людським фактором, виникають при:

- конфлікту інтересів, можливості особистої зацікавленості при проведенні робіт;
- постановці нових завдань, функцій, цілей;
- появі нових технологій;
- невизначеності при встановленні нових повноважень;
- плинності кадрів;
- неналежній реалізації управлінських рішень;
- несумісності визначених цілей з людськими ресурсами, необхідними для їх досягнення;
- забезпечення захисту службової та конфіденційної інформації.

Врахування таких ризиків має стати важливою частиною управлінського процесу при здійсненні оцінювання відповідності (сертифікації).

Висновки

Таким чином, ідентифікування ризиків являє собою складну правову та управлінську категорію і є важливою стадією процесу управління ризиками діяльності у сфері оцінювання відповідності (сертифікації) продукції оборонного призначення. Невизначеність результатів випробувань є причиною того, що повністю уникнути ризику неможливо. Ігнорування питання ідентифікації (пошуку, визначення) ризиків може призвести до виникнення непередбачуваної ризикової ситуації, наслідком якої може стати порушення вимог законодавства у сфері оцінювання відповідності (сертифікації).

При здійсненні діяльності з управління ризиками слід обов'язково враховувати специфіку виконання кожної конкретної заявки на сертифікацію та визначати необхідний обсяг управлінських процесів. Ідентифікація ризику у складних випадках має включити формальну оцінку ризику на різних етапах процесу сертифікації. Зокрема, доцільно піддавати окремому оцінюванню ризику на етапах:

- прийняття та розгляду заявки;
- укладання договору;
- обстеження виробництва;
- оцінювання системи управління якістю;
- випробування зразків продукції;
- аналізування даних та прийняття рішення щодо видачі сертифіката відповідності;
- видачі сертифіката відповідності;
- при проведенні нагляду;
- при перегляді схем сертифікації тощо.

Процедуру ідентифікування ризику доцільно починати з моменту подачі замовником заявки про сертифікацію та її аналізування. При цьому основна увага особового складу має бути спрямована на:

- розуміння ступеня ризику та його потенційного впливу на виконання завдань сертифікації;
- ідентифікацію важливих чинників, що

сприяють виникненню ризиків і появи слабких ланок у процесі оцінки відповідності (сертифікації);

- збирання інформації, яка дає змогу оцінити, наскільки ризик можливо прийняти;
- забезпечення керівництва і персоналу варіантами різних форм оптимізації ризиків.

Окрему важливу групу складають ризики, пов'язані із захистом інформації з обмеженим доступом при здійсненні оцінки відповідності (сертифікації) продукції оборонного призначення. До сфер такої інформації можуть належати відомості про тактико-технічні характеристики та можливості бойового застосування ОВТ; про потужності національного ОПК та існуючі зв'язки по кооперації при виробництві оборонної продукції або товарів подвійного використання. При здійсненні оцінки відповідності (сертифікації) озброєння і військової техніки Орган ОВ несе відповідальність не лише за охорону публічної інформації з обмеженим доступом, але і конфіденційної інформації, яка належить замовнику. З однієї сторони, персонал Органу ОВ повинен мати допуск до роботи з службовою інформацією, а з іншої – особовий склад має бути письмово попереджений про відповідальність за несанкціоноване поширення конфіденційної інформації, пов'язаної із захистом права інтелектуальної власності (авторське право, патентне право тощо).

На наш погляд, ефективно функціонуючі процедури ідентифікування ризиків дозволяють:

- завчасно виявляти у процесі функціонування Органу ОВ потенційні події, що можуть вплинути на процес сертифікації;
- постійно удосконалювати процедури загального оцінювання ризиків;
- вибирати найбільш ефективні методи елімінації чи зменшення впливу ризиків для забезпечення досягнення цілей і виконуваних завдань щодо оцінювання відповідності сертифікації продукції оборонного призначення.

Список літератури

1. Семко Ж. О. Управління ризиками органу з сертифікації продукції. Частина 2. Ідентифікація ризиків та методи їх мінімізації. *Збірник наукових праць РПС*. 2017. № 14. С. 40–45.
2. Про технічні регламенти та оцінку відповідності: Закон України від 01.12.2005 № 3164-IV. *Відомості Верховної Ради*. № 30. Ст.62.
3. ДСТУ ISO 31000:2018 Менеджмент ризиків. Принципи та настанови (ISO 31000:2018, IDT). Каталог національних стандартів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0446774-18#Text> (дата звернення: 10.08.2023).
4. ДСТУ IEC/ISO 31010:2013. Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику (IEC/ISO 31010:2013, IDT). Каталог національних стандартів. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=66723 (дата звернення: 10.08.2023).
5. Великанова М. М. Виявлення та ідентифікація як стадії управління ризиком. *Часопис Київського університету права*. 2017. № 3. С. 24–27.
6. ВСТ 01.057.004 – 2021 (01). Якість товарів, робіт і послуг оборонного призначення. Вимоги щодо якості проєктування, розробки та виробництва (STANAG 4107 Ed. 11 / AQAP-2110 Ed. D, NATO QUALITY ASSURANCE REQUIREMENTS FOR DESIGN, DEVELOPMENT AND PRODUCTION, IDT). URL: https://www.mil.gov.ua/content/mil_standard/List_of_mil_standarts_2021_2023.pdf (дата звернення: 10.08.2023).
7. Про затвердження Методики виявлення ризиків здійснення державно-приватного партнерства, їх оцінки та визначення форми управління ними: Постанова Кабінету Міністрів України від 16 лютого 2011 р. № 232. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/232-2011-%D0%BF#Text> (дата звернення: 11.08.2023).

8. Про затвердження Порядку організації в системі Міністерства оборони України та Збройних Сил України внутрішнього контролю та управління ризиками: Наказ Міністерства оборони України від 02 квіт. 2019 р. № 145. URL: https://www.mil.gov.ua/content/pdf/vnytr_control/n145_020419.pdf (дата звернення: 10.08.2023).

9. Про доступ до публічної інформації: Закон України від 12 серп. 2011 р. № 3164-IV. *Відомості Верховної Ради України (ВВР)*. 2011. № 32. ст. 314. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2939-17#Text> (дата звернення: 11.08.2023).

10. Про порядок ведення обліку, зберігання, використання і знищення документів та інших матеріальних носіїв інформації, що містять службову інформацію: Постанова Кабінету Міністрів України від 19 жовтня 2016 р. № 736. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/736-2016-p#Text> (дата звернення: 11.08.2023).

11. Інструкція з діловодства та документування управлінської інформації в електронній формі в Міністерстві оборони України та Генеральному штабі Збройних Сил України: наказ Міністерства оборони України від 26 лип. 2018 р. № 370. URL: https://www.mil.gov.ua/content/mou_orders/370_nm_2018_instruction.pdf (дата звернення: 10.08.2023).

12. Список товарів подвійного використання, що можуть бути використані у створенні озброєння, військової чи спеціальної техніки: Постанова Кабінету Міністрів України від 17 жовтня 2007 р. № 1240. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1240-2007-p#Text> (дата звернення: 11.08.2023).

13. NATO Standardization Office: web site. URL: https://www.nato.int/cps/uk/natohq_173730.htm?selectedLocale=uk (дата звернення: 10.08.2023).

14. ДСТУ ISO/IEC 17065:2012. Оцінювання відповідності – вимоги до органів, що сертифікують продукцію, процеси та послуги. URL: https://naau.org.ua/userfiles/files/documents/ZD-08_03_27_red_02_ISOIEC-17065_2012.pdf (дата звернення: 10.08.2023).

Надійшла до редакції 12.09.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про авторів:

Науменко Марина Володимирівна

доктор технічних наук
старший науковий співробітник
начальник науково-дослідного відділу
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-1216-9263>

Давиденко Леонід Миколайович

кандидат юридичних наук доцент
старший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0009-0007-3009-6348>

Івженко Ірина Віталіївна

науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0009-0001-3333-9153>

Information about the authors:

Maryna Naumenko

Doctor of Engineering Science
Senior Researcher
Head of Scientific Research Department
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-1216-9263>

Leonid Davydenko

PhD in Law Associate Professor
Senior Researcher
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0007-3009-6348>

Iryna Ivzhenko

Researcher
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0001-3333-9153>

IDENTIFICATION AS A STAGE OF RISK MANAGEMENT IN THE PROCESS OF CONFORMITY ASSESSMENT (CERTIFICATION) OF DEFENSE PRODUCTS

M. Naumenko, L. Davydenko, I. Ivzhenko

Certification of products, processes and services is a means of ensuring that they meet the requirements established in technical standards and other regulatory documents. Any activity in the field of conformity assessment (certification) of defense products is associated with the possibility of unforeseen events that may affect the achievement of results in accordance with the established goal, tasks, plans of the conformity assessment (certification) body. It must make decisions regarding the compliance of the evaluated defense products with regulatory requirements, which does not exclude the occurrence of certain risks that must be identified for risk optimization. The lack of established risk identification system is one of the important factors that can negatively affect the results of the Authority's activities.

The purpose of the article is to clarify the essence of the concept of risk identification in the field of conformity assessment (certification) of defense products as part of the overall risk assessment process, analysis of potential risk areas in the Authority's activities, determination of identification criteria and approaches to its implementation.

During the research, general scientific and special research methods were applied, including methods of system analysis and synthesis, comparative legal method, etc. An analysis of general and special risks that may arise in the field of conformity assessment (certification) has been carried out, the importance of identifying such risks has been determined; it was established that to improve the risk identification process, a comprehensive approach of the entire staff of the conformity assessment (certification) body is necessary.

There is a justified need to create a risk identification system, which would include risk identification procedures at various stages of certification, taking into account the influence of the human factor and the protection of confidential information.

Keywords: *conformity assessment (certification); types of risks; risk identification; risk identification criteria.*

Г.В. Певцов¹, М.М. Олещук²

¹Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси

²Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця

МЕТОД УЗГОДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ БАГАТОЧАСТОТНОГО ЗОНДУВАЛЬНОГО СИГНАЛУ РЛС ТА ХАРАКТЕРИСТИК ТРОПОСФЕРНОГО РАДІОХВИЛЕВОДУ

Надrefракційне поширення радіохвиль над акваторією Чорного та Азовського морів, а також в прибережних районах може призводити до значного збільшення дальності дії РЛС. Але відхилення умов поширення радіохвиль від розрахункових може призводити до флуктуацій та викривлення радіолокаційних сигналів. Для одночастотних сигналів, які традиційно застосовуються в РЛС, як правило, обмежуються оцінкою величин викривлення сигналу, додаткових втрат дальності виявлення об'єктів та похибок вимірювання їх координат. Для багаточастотних сигналів існує принципова можливість узгодження параметрів сигналу та характеристик радіолокаційного каналу (у даному випадку – тропосферного радіохвилеводу).

Ключові слова: радіолокаційна станція; багаточастотний сигнал; тропосферний радіохвилевод; флуктуації сигналу; узгодження.

Вступ

Постановка проблеми. Особливості циркуляції повітря в прибережній зоні крупних водойм (великих водосховищ або внутрішніх морів типу Чорного та Азовського) може призводити до суттєвої відміни просторового розподілу метеорологічних і, відповідно, радіофізичних характеристик повітря від стандартного. В наслідок цього можливим є виникнення областей простору із аномально низьким рівнем згасання радіохвиль певних частотних діапазонів – тропосферних радіохвилеводів (ТРХ). Поява ТРХ призводить до багатопроменевого поширення радіохвиль [1–2] та флуктуацій радіолокаційних (РЛ) сигналів. Флуктуації РЛ сигналу призводять до зменшення дальності виявлення повітряних об'єктів радіолокаційними станціями (РЛС) [3, С. 162]. Для одночастотних РЛ сигналів можливо лише оцінити ступінь спотворення і величину втрат дальності виявлення РЛС. Виникає парадоксальна ситуація, коли за рахунок ТРХ є можливість збільшити дальність виявлення повітряних об'єктів, але через спотворення РЛ сигналу в ТРХ даність виявлення зменшується. Для багаточастотних сигналів (БЧС) потенційно можливим є узгодження параметрів РЛ сигналу із параметрами радіолокаційного каналу [4, С. 26].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розвиток елементної бази дозволяє створювати радіотехнічні системи (РТС), які здатні адаптуватись до поточних умов функціонування, і переходити до систем когнітивного радіо та РТС із параметрами, що програмуються [5–6].

Зазвичай адаптація РТС до умов функціонування відбувається на рівні приймача і

обробки прийнятого сигналу [7], але також існують РТС, де головним адаптивним елементом є антена [8–9]. РЛС також можуть підлаштовуватись під поточні умови функціонування, але це в першу чергу пов'язано із необхідністю змінити зону огляду РЛС або постановкою противником активних та пасивних перешкод. Також необхідно відмітити, що переналаштування відбувається за вибором оператора ступінчасто між кількома заздалегідь визначеними режимами роботи систем РЛС без врахування умов поширення радіохвиль.

Мета статті – розробка методу узгодження параметрів багаточастотного зондувального сигналу РЛС та характеристик тропосферного радіохвилеводу.

Виклад основного матеріалу

Розглянемо приклад неузгодженості параметрів РЛ сигналу і характеристик ТРХ.

В серпні 2014 року за участю авторів виконувались експериментальні дослідження щодо впливу поширення радіохвиль у тропосферних хвилеводах в акваторії Азовського моря на якість функціонування РЛС 19Ж6. Місце проведення експерименту наведено на рис.1. В наземних РЛС, як правило, вимірювання дальності до об'єкта здійснюється за часом затримки відбитого сигналу, тому для однозначного вимірювання період слідування імпульсів обирається достатньо великим. Інструментальна дальність виявлення повітряних об'єктів РЛС 19Ж6 D_{\max} складає 150 км.

Порядок виконання досліджень був наступний:

– фіксувались місцеві метеорологічні умови;

– РЛС вмикалась та проводився її контроль

функціонування (КФ);

– після КФ та прийняття рішення про справність РЛС, радіолокаційна станція переводилась у 4-й режим огляду простору при рідкому запуску, що дозволяло отримувати відбиття на максимальній дальності;

– вимикалась система захисту від завад;

– на індикаторі кругового огляду (ІКО) оператором спостерігалась загальна обстановка. За наявності на ІКО відміток, які ідентифікувалися, як відбиття від об'єктів, що знаходяться поза дальністю прямої видимості (ДПВ), зображення індикатора протягом 1 хвилини фіксувалось за допомогою цифрового фотоапарату (ЦФА). На рис.2 наведено характерний вигляд ІКО.



Рис.1. Місце проведення експерименту
Джерело: розроблено авторами.

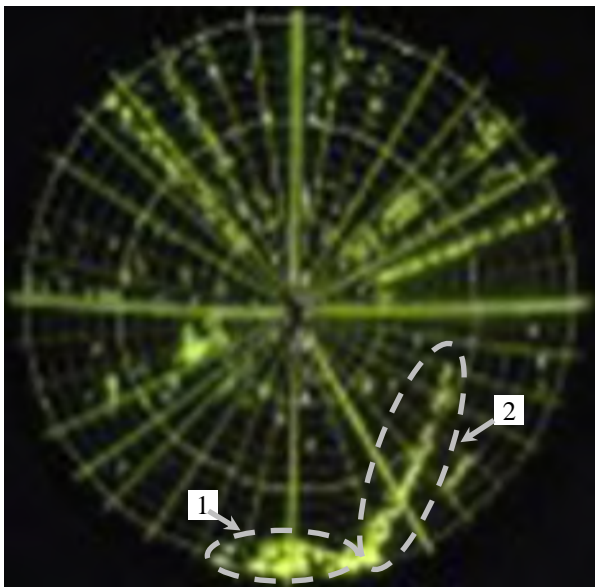


Рис.2. Характерний вигляд ІКО
Джерело: розроблено авторами.

Для ідентифікації відбиттів було проведено співставлення карт місцевості і зображення ІКО. На рис.3 наведено результати накладання зображення ІКО на картографічну основу.

Як можна побачити, область інтенсивних відбиттів, позначена на рис.2–3 цифрою 1, за формою і просторовим положенням відповідає Керченському півострову. Обробка відбиттів, позначених на рис.2–3 цифрою 2 вказує на те, що ці

відмітки відповідають відбиттям від підніжжя Кавказьких гір, що розташовані на відстані, яка є більшою інтервалу однозначного вимірювання дальності РЛС 19Ж6.

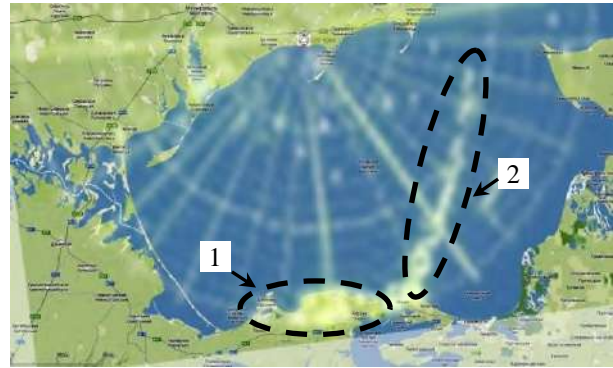


Рис.3. Результати накладання зображення ІКО на картографічну основу
Джерело: розроблено авторами.

З наведеного прикладу можна побачити, що період РЛ сигналу РЛС 19Ж6 був недостатнім у порівнянні із протяжністю ТРХ, і умова однозначності вимірювання дальності не виконувалась.

До параметрів БЧС, що піддаються регулюванню, відносяться:

- кількість частотних складових Γ ;
- ширина смуги частотної складової ΔF_γ ;
- середня частота частотної складової f_γ ;
- тривалість сигналу $\Delta \tau_{БЧ}$;
- період $T_{БЧ}$.

До характеристик ТРХ, від яких залежать параметри БЧС, відносяться:

- нижня частота пропускання ТРХ $f_{\min}^{ТРХ}$;
- верхня частота пропускання ТРХ $f_{\max}^{ТРХ}$;
- час запізнення променів у ТРХ $\tau_i^{ТРХ}$.

Значення $f_{\min}^{ТРХ}$, $f_{\max}^{ТРХ}$ та $\tau_i^{ТРХ}$ можуть бути отримані безпосередньо шляхом випромінювання та приймання пробного багаточастотного пілот-сигналу на частотах $f_{\gamma \min} - 0,5\Delta F_\gamma$ та $f_{\gamma \max} + 0,5\Delta F_\gamma$ або теоретичним шляхом.

Природньо, що $f_{\gamma \min} - 0,5\Delta F_\gamma$ та $f_{\gamma \max} + 0,5\Delta F_\gamma$ мають знаходитись в межах смуги пропускання антенно-фідерної системи РЛС. Теоретичний розрахунок $f_{\min}^{ТРХ}$ можна виконати за методикою, викладеною у [10, С. 13]. Теоретичний розрахунок $f_{\max}^{ТРХ}$ можна виконати за методикою, викладеною у [11, С. 18]. З урахуванням вищевикладеного максимальна кількість частотних складових Γ_{\max} у БЧС може бути знайдена за формулою:

$$\Gamma_{\max} \leq \frac{f_{\max}^{TPX} - f_{\min}^{TPX}}{\Delta F_{\gamma}}. \quad (1)$$

Величина ΔF_{γ} має відповідати умові:

$$\Delta F_{\gamma} \leq (\delta\tau^{TPX})^{-1}, \quad (2)$$

де $\delta\tau^{TPX}$ – час затримки сигналу вздовж променів у ТРХ.

Величину $\delta\tau^{TPX}$ можна визначити за методикою, викладеною у [12]. Значення $\delta\tau^{TPX}$ пов'язано із максимальною дальністю дії РЛС у ТРХ D_{\max}^{TPX} .

Також D_{\max}^{TPX} визначатиме $T_{БЧ}$, який можна знайти як:

$$T_{БЧ} \geq \frac{2D_{\max}^{TPX}}{c}, \quad (3)$$

де c – швидкість світла.

Оцінити величину D_{\max}^{TPX} можливо наступним чином.

Як відомо [3, С. 237], максимальна дальність дії РЛС D_{\max} у вільному просторі визначається за формулою:

$$D_{\max} = \sqrt[4]{\frac{E_{\epsilon}}{E_{np \min}} \cdot G(\beta, \epsilon) \cdot A(\beta, \epsilon) \cdot \sigma_{ПО} \cdot \frac{1}{(4\pi)^2}}, \quad (4)$$

де E_{ϵ} – енергія випромінюваного сигналу;

$E_{np \min}$ – мінімальна енергія прийнятого сигналу;

$G(\beta, \epsilon)$ та $A(\beta, \epsilon)$ – діаграми передавальної та приймальної антен;

$\sigma_{ПО}$ – ефективна площа розсіювання повітряного об'єкту.

У формулі (4) під коренем перший доданок описує передавальну та приймальну систему РЛС, другий і третій – антенно-фідерну систему РЛС, четвертий – відбивні властивості повітряного об'єкту, п'ятий – зменшення енергії радіохвиль у вільному просторі через сферичне розходження радіохвиль (позначимо його як коефіцієнт поширення радіохвиль у вільному просторі $K_{ПРХ ВП}$).

Перші три доданки у формулі (4) визначаються конструкцією РЛС, тому позначимо їх як $K_{РЛС}$.

З урахуванням введених позначень перетворимо (4) наступним чином:

$$(D_{\max})^4 = K_{РЛС} \cdot \sigma_{ПО} \cdot K_{ПРХ ВП}. \quad (5)$$

За аналогією із (5) для ТРХ можна записати:

$$(D_{\max}^{TPX})^4 = K_{РЛС} \cdot \sigma_{ПО} \cdot K_{ПРХ ТРХ}, \quad (6)$$

де $K_{ПРХ ТРХ}$ – коефіцієнт поширення радіохвиль у ТРХ.

Для ТРХ зменшення енергії радіохвиль із відстанню може бути знайдено наступним чином:

$$K_{ПРХ ТРХ} = (\alpha_{nog}^{TPX} \cdot D^{TPX})^2, \quad (7)$$

де α_{nog}^{TPX} – погонне згасання;

D^{TPX} – відстань, пройдена радіохвилями у ТРХ.

У формулі (7) друга ступінь у правій частині виникає через те, що ми розглядаємо радіолокаційний випадок, коли радіохвиля проходить подвійну відстань (РЛС – повітряний об'єкт – РЛС).

Із врахуванням (7) формулу (6) можна перетворити наступним чином:

$$(D_{\max}^{TPX})^4 = K_{РЛС} \cdot \sigma_{ПО} \cdot (\alpha_{nog}^{TPX} \cdot D_{\max}^{TPX})^2, \quad (8)$$

Скоротивши праву та ліву частини формули (8) на $(D_{\max}^{TPX})^2$, отримуємо:

$$D_{\max}^{TPX} = \alpha_{nog}^{TPX} \cdot \sqrt{K_{РЛС} \cdot \sigma_{ПО}}. \quad (9)$$

Величину α_{nog}^{TPX} для ТРХ можна знайти за методикою, описаною у [11, С. 12].

Проведемо оцінювання, як може змінюватись D_{\max}^{TPX} у порівнянні із D_{\max} . Для цього з (5) виразимо $K_{РЛС} \cdot \sigma_{ПО}$, підставимо у (9) та отримуємо:

$$D_{\max}^{TPX} = \alpha_{nog}^{TPX} \cdot \sqrt{\frac{(D_{\max})^4}{K_{ПРХ ВП}}} = 4\pi \cdot \alpha_{nog}^{TPX} \cdot (D_{\max})^2. \quad (10)$$

Підставивши значення α_{nog}^{TPX} [11, С. 19], отримуємо, що для РЛС типу 19Ж6 у хвилеводі випаровування дальність дії складатиме близько 280 км, тобто практично удвічі більше за дальність дії у звичайних умовах. І це треба враховувати під час обирання $T_{БЧ}$.

Висновки

Надrefракційне поширення радіохвиль над акваторією Чорного та Азовського морів, а також в прибережних районах може призводити до значного збільшення дальності дії РЛС. Але відхилення умов поширення радіохвиль від розрахункових також може призводити до флуктуацій та викривлення радіолокаційних сигналів. Для одночастотних

сигналів, які традиційно застосовуються в РЛС, як правило, обмежуються оцінкою величин викривлення сигналу, додаткових втрат дальності виявлення об'єктів та похибок вимірювання їх координат. Для багаточастотних сигналів існує принципова можливість узгодження параметрів сигналу та характеристик радіолокаційного каналу (у даному випадку – тропосферного радіохвелеводу).

До параметрів багаточастотного сигналу, що піддаються регулюванню, відносяться: кількість частотних складових G ; ширина смуги частотної складової ΔF_γ ; середня частота частотної складової f_γ ; тривалість сигналу $\Delta t_{БЧ}$; період $T_{БЧ}$.

До характеристик ТРХ, від яких залежать параметри багаточастотного сигналу, відносяться: нижня частота пропускання ТРХ $f_{\min}^{ТРХ}$; верхня частота пропускання ТРХ $f_{\max}^{ТРХ}$; час запізнення

променів у ТРХ $\tau_i^{ТРХ}$.

Значення $f_{\min}^{ТРХ}$, $f_{\max}^{ТРХ}$ та $\tau_i^{ТРХ}$ можуть бути отримані безпосередньо шляхом випромінювання та приймання пробного багаточастотного пілот-сигналу на частотах $f_{\gamma \min} - 0,5\Delta F_\gamma$ та $f_{\gamma \max} + 0,5\Delta F_\gamma$, але цей спосіб потребує наявності у просторі еталонного відбивача, що складно втілити на практиці.

Електрофізичні характеристики тропосферного хвелеводу можуть бути визначені за даними метеорологічних спостережень. Розроблений у статті метод дозволяє спираючись на відомі характеристики тропосферного хвелеводу визначити та узгодити параметри багаточастотного сигналу, що зменшить флуктуації зондувального сигналу і підвищить дальність виявлення повітряних об'єктів.

Список літератури

1. Распространение ультракоротких радиоволн: пер. с англ. / под ред. Б.А. Шильерова. м: Сов. радио, 1954. 564 с.
2. Жуков Б. В., Кабанов В. А., Мыщенко И. М. и др. Диагностика условий распространения УКВ в тропосфере / под ред. Г. И. Хлопова. К.: Наук. думка, 2010. 264 с.
3. Теоретические основы радиолокации: справочник по радиолокации / под ред. Я. Д. Ширмана. м.: Сов.радио, 1970. 560 с.
4. Вишин Г. М. Многочастотная радиолокация. м.: Воениздат, 1973. 89 с.
5. Report ITU-R SM.2152 Definitions of Software Defined Radio (SDR) and Cognitive Radio System (CRS): веб-сайт. URL: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2152-2009-PDF-E.pdf.
6. Report ITU-R SM.2405-1 Spectrum management principles, challenges and issues related to dynamic access to frequency bands by means of radio systems employing cognitive capabilities: веб-сайт. URL: https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2405-1-2021-PDF-E.pdf.
7. Widrow B., Stearns S. Adaptive Signal Processing. New Jersey: Prentice-Hall, 1985. 474 p.
8. Рудаков В. И. Тропосферные системы связи с адаптивными антеннами. К.: ЦНИИ ВВТ ВС Украины, АО "Авионика," 1999. 292 с.
9. Sheikh K., Gesbert D., Gore D., Paulraj A. Smart antennas for broadband wireless access networks. *IEEE Communications Magazine*. 1999. Vol. 37. No. 11. P. 100–105.
10. Recommendation ITU-R P.834-9. Effects of tropospheric refraction on radiowave propagation: веб-сайт. URL: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.834-9-201712-I!!PDF-E.pdf.
11. Попов А. П., Сиркова И. Д., Михалев М. А., Фрейлихер В. Д. Распространение радиоволн в испарительных волноводах. Препр. АН УССР № 373. Харьков, 1989. 34 с.
12. Карлов В. Д., Мисайлов В. Л., Петрушенко Н. Н. Свойства морского тропосферного волновода как элемента радиоканала. *Системы обработки информации*. Х.: ХУПС. 2008. Вып. 6(73). С. 54–58.

Надійшла до редколегії 05.10.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про авторів:

Певцов Геннадій Володимирович

доктор технічних наук професор
Заслужений діяч науки і техніки України
Лауреат Державної премії України
в галузі науки і техніки,
начальник Державного науково-дослідного
інституту випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-0426-6768>

Олещук Микола Миколайович

Командувач Повітряних Сил
Збройних Сил України,
Вінниця, Україна
<https://orcid.org/0009-0002-9233-9679>

Information about the authors:

Hennadii Pevtsov

Doctor of Engineering Science Professor
Honored Worker of Science and Technology of Ukraine
The Laureate of State Prize of Ukraine
in Science and Technology,
Head of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-0426-6768>

Mykola Oleschuk

Commander of the Air Forces
of the Armed Forces of Ukraine,
Vinnytsia, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0002-9233-9679>

THE METHOD OF ADJUSTING THE MULTI-FREQUENCY PROBING RADAR SIGNAL PARAMETERS AND THE TROPOSPHERIC RADIO WAVEGUIDE CHARACTERISTICS

H. Pievtsov, M. Oleschuk

Peculiarities of air circulation in the coastal zone of large reservoirs (large lakes or inland seas such as the Black and Azov Seas) can lead to a significant departure from the standard spatial distribution of meteorological and, accordingly, radiophysical characteristics of air.

As a result, it is possible for regions of space with an abnormally low attenuation level of radio waves of certain frequency ranges to appear – tropospheric radio waveguides (TWG). The appearance of TWG leads to multi-beam propagation of radio waves and fluctuations of radar signals. Fluctuations of the radar signal lead to a decrease in the range of detection of aerial objects by radars. For single-frequency radar signals, it is only possible to estimate the degree of distortion and the amount of radar detection range loss. A paradoxical situation arises when, due to TWG, it is possible to increase the range of detection of aerial objects, but due to the distortion of the radar signal in TWG, the detection performance decreases. For multi-frequency signals, it is potentially possible to adjust the parameters of the radar signal with the parameters of the radar channel (in this case, the tropospheric radio waveguide).

The adjustable parameters of a multifrequency signal include: the number of frequency components; bandwidth of the frequency component; average frequency of the frequency component; signal duration; period.

The characteristics of TWG, on which the parameters of the multifrequency signal depend, include: the lower transmission frequency of TWG; the upper transmission frequency of TWG; the delay time of the rays in the TWG.

The bandwidth and beam delay values can be obtained directly by emitting and receiving a test multi-frequency pilot signal, but this method requires the presence of a reference reflector in space, which is difficult to implement in practice.

The electrophysical characteristics of the tropospheric waveguide can be determined from the data of meteorological observations. The method developed in the article allows, based on the known characteristics of the tropospheric waveguide, to determine and adjust the parameters of a multi-frequency signal, which reduces the fluctuations of the sounding signal and increases the aerial objects detection rang.

Keywords: radar; multi-frequency signal; tropospheric radio waveguide; signal fluctuations; adjusting.

Д.Д. Плинокос, Л.М. Давиденко, Д.М. Шабанов, О.І. Кукурян

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси

ПРАВОВЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОТИМІННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ: МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД

Україна входить до числа країн з найбільшою у світі кількістю постраждалих від розриву мін та інших вибухонебезпечних пристроїв. Актуальним завданням є проведення заходів пов'язаних з пошуком, виявленням та знешкодженням вибухонебезпечних предметів на забрудненій (імовірно забрудненій) території України, акваторії та об'єктах інфраструктури. Комплексне і ефективне вирішення проблеми можливе тільки шляхом створення ефективної організаційно-правової системи гуманітарного розмінування з використанням міжнародного досвіду, яка має стати важливою складовою при підготовці комплексних заходів з протимінної діяльності.

Метою статті є з'ясування сучасного стану правового регулювання протимінної діяльності в Україні та напрями імплементації міжнародного досвіду, зокрема держав-членів НАТО для створення сучасної організаційно-правової системи протимінної діяльності у нашій державі.

Під час проведення дослідження були застосовані загальнонаукові та спеціальні методи дослідження, зокрема методи системного аналізу та синтезу, порівняльно-правовий метод тощо.

Здійснено аналіз чинного законодавства протимінної діяльності в Україні та напрями впливу міжнародного права на національні стандарти, визначені прогаліни та недоліки правового регулювання у сфері гуманітарного розмінування та обґрунтована необхідність використання кращого міжнародного досвіду інших країн, зокрема в сфері сертифікації засобів розмінування.

Ключові слова: протимінна діяльність; державне регулювання; гуманітарне розмінування; міжнародний досвід; сертифікація.

Вступ

Постановка проблеми. Актуальність дослідження зумовлена необхідністю впровадження організаційно-правової системи протимінного регулювання. В умовах тривалого збройного конфлікту в Україні склалася ситуація, за якої однією із головних загроз життю та здоров'ю людей є замінованість звільнених територій та тимчасово окупованих територій.

Актуальним завданням є проведення заходів пов'язаних з пошуком, виявленням та знешкодженням вибухонебезпечних предметів на забрудненій (імовірно забрудненій) території України, акваторії та об'єктах інфраструктури.

За приблизними оцінками уряду, небезпечні забруднені ділянки складають до третини території України.

Замінованість доріг перешкоджає вільному пересуванню мирного населення між населеними пунктами, таким чином ізолюючи їх; а наявність мін і нерозірваних боєприпасів унеможливає господарську діяльність, що суттєво впливає на економічне становище населення.

Україна входить до числа країн з найбільшою у світі кількістю постраждалих від розриву мін та інших вибухонебезпечних пристроїв.

В зв'язку з подальшим продовженням військових дій таке становище має тенденцію до

погіршення, зважаючи на масштаби військових дій і застосування так званої тактики "мінної війни" [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз фахової літератури у сфері протимінної діяльності свідчить про те, що питання створення та удосконалення діяльності у цій сфері незважаючи на новизну проблеми, знаходяться в центрі уваги наукової спільноти.

Актуальність тематики підкреслюється низкою наукових досліджень, зокрема у роботах [1–3] аналізуються загальні перспективи розвитку протимінної діяльності в Україні та зміст стандартів НАТО, які необхідно врахувати у процесі розробки, впровадження та функціонування системи управління протимінною діяльністю. Однак напрацьовані підходи до удосконалення аспектів протимінної діяльності залишаються ще малодослідженими явищами, а тому наукові пошуки у цьому напрямі є досить актуальними.

Мета статті – з'ясування сучасного стану правового регулювання протимінної діяльності в Україні та напрями імплементації міжнародного досвіду, зокрема держав-членів НАТО для створення сучасної організаційно-правової системи протимінної діяльності у нашій державі.

Виклад основного матеріалу

Комплексне і ефективне вирішення проблеми можливе тільки завдяки всеохоплюючому

гуманітарному розмінуванню з використанням міжнародного досвіду, який має стати важливою складовою частиною Стратегії протимінної діяльності, над створенням якої наразі працює Уряд.

Питанню розмінування (гуманітарного розмінування) держава приділяє значну увагу. Так на сьогоднішній день діє Закон України “Про протимінну діяльність в Україні” [4], яким регламентовані основні положення здійснення протимінної діяльності. Відповідно до цього закону: “в Україні діють нормативні документи у сфері протимінної діяльності (національні стандарти), що розробляються з урахуванням положень міжнародних стандартів протимінної діяльності та чинного законодавства і є обов’язковими в ході виконання заходів з протимінної діяльності”.

Законом України “Про протимінну діяльність в Україні” [4] визначено поняття:

– “розмінування (гуманітарне розмінування) – комплекс заходів, які проводяться операторами протимінної діяльності з метою ліквідації небезпек, пов’язаних із вибухонебезпечними предметами, включаючи нетехнічне та технічне обстеження територій, складення карт, виявлення, знешкодження та (або) знищення вибухонебезпечних предметів, маркування, підготовку документації після розмінування, надання громадам інформації щодо протимінної діяльності та передачу очищеної території”;

– “протимінна діяльність – заходи, що проводяться з метою забезпечення національної безпеки та спрямовані на зменшення соціального, економічного та екологічного впливу вибухонебезпечних предметів на життя та діяльність населення”.

Стаття 5 Закону України “Про протимінну діяльність в Україні” [4] визначає такі основні складові протимінної діяльності:

1) інформування про небезпеки від вибухонебезпечних предметів та навчання з попередження ризиком, пов’язаним із вибухонебезпечними предметами;

2) розмінування (гуманітарне розмінування);

3) надання допомоги постраждалим особам та здійснення заходів щодо їх реабілітації;

4) знищення надлишкових боєприпасів, боєприпасів непридатних для подальшого використання та зберігання, а також боєприпасів, що підлягають знищенню відповідно до міжнародних зобов’язань;

5) агітаційно-просвітницька робота щодо незастосування протипіхотних мін.

Національний стандарт ДСТУ 8820:2023 “Протимінна діяльність. Процеси управління. Основні положення” [5] регламентує питання випробування та оцінювання відповідності

обладнання для розмінування, підготовки відповідного персоналу, систему управління персоналом, оцінювання ризиків та обстеження, розмінування та очищення районів ведення бойових дій, систему управління інформацією про протимінну діяльність, а також для побудови дієвої системи оцінки відповідності у сфері протимінної діяльності визначає її наступні елементи:

– орган з сертифікації продукції, процесів та послуг у сфері протимінної діяльності відповідно до ДСТУ EN ISO/IEC 17065:2019 Оцінка відповідності. Вимоги до органів з сертифікації продукції, процесів та послуг [6];

– випробувальні лабораторії з оцінки відповідності обладнання для розмінування та засобів індивідуального захисту фахівці з розмінування та іншого обладнання у сфері протимінної діяльності відповідно до ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій [7];

– орган з інспектування операторів протимінної діяльності, розмінованої місцевості та акваторій відповідно до ДСТУ EN ISO/IEC 17020:2019” Оцінка відповідності. Вимоги до роботи різних типів органів з інспектування [8].

Вищезазначений національний стандарт є найбільш повним та практично орієнтованим для підготовки і проведення робіт розмінування, керування процесами протимінної діяльності.

Крім того в Україні з питань гуманітарного розмінування використовують положення стандартів IMAS (International Mine Action Standards). Міжнародні стандарти протимінної діяльності IMAS 01.10-14.10, які були імплементовані в Україні в якості пробних ДСТУ-П IMAS методом підтвердження з набранням чинності з 1 вересня 2016 до 1 вересня 2019 року, які на сьогоднішній день необхідно знов ввести в законодавче поле.

Особливо важливим є питання побудови дієвої системи оцінки відповідності в сфері протимінної діяльності, яка охоплює:

– органи оцінки відповідності, їх повноваження та заходи, які вони здійснюють;

– нормативні документи, які регламентують процеси сертифікації, оцінки відповідності та інспектування;

– операторів протимінної діяльності, продукцію, процеси, послуги та вимоги до них.

Органи оцінки відповідності, які задіяні в системі:

– органи сертифікації відповідно до ДСТУ EN ISO/IEC 17065:2019” [6];

– випробувальні лабораторії з оцінки відповідності обладнання для розмінування та

засобів індивідуального захисту фахівців з розмінування та іншого обладнання у сфері протимінної діяльності відповідно до ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019” [7];

– органи з інспектування операторів протимінної діяльності відповідно до ДСТУ EN ISO/IEC 17020:2019” [8].

Таким чином, правове регулювання в протимінній діяльності здійснюється на декількох рівнях:

Національний рівень (Закони України, Постанови Кабінету Міністрів України, Укази Президента, Національні стандарти);

Регіональний рівень – стандарти регіональних угруповань, що діють в Україні (Гармонізовані стандарти ЄС CEN/CENELEC; регіональні стандарти ГОСТ);

Міжнародні дво- та багатосторонні угоди та договори (IMAS, STANAG, CWA та ін.) (рис.1).



Рис.1. Рівні правового регулювання в сфері стандартизації.

Джерело: розроблено авторами.

Розглянемо основні положення Закону України “Про стандартизацію” [9], яким визначається поняття національний стандарт та міждержавний регіональний стандарт.

Так зокрема, “національний стандарт – стандарт, прийнятий національним органом стандартизації та доступний для широкого кола користувачів” (пункт 13 частини першої статті 1), “міждержавний стандарт – регіональний стандарт, передбачений Угодою про проведення узгодженої політики в галузі стандартизації, метрології і сертифікації (Угода) від 13 березня 1992 року та прийнятий Міждержавною радою із стандартизації, метрології і сертифікації” (пункт 7 частини першої статті 1).

Таким чином основою для дії в Україні

міждержавних регіональних стандартів категорії “ГОСТ” була Угода. Зазначена Угода була укладена для збереження єдиних стандартів часів СРСР на території країн СНГ, та фактично підтверджувала дійсність ГОСТів СРСР в країнах-учасниках Угоди, а також зобов’язання країн щодо уніфікації діючого законодавства щодо стандартизації, метрології, сертифікації. Фактично ГОСТи залишалися провідними документами зі стандартизації в країнах-учасниках Угоди. Відповідно до статті 3 Угоди сторони взяли зобов’язання щодо проведення узгодженої політики в галузі стандартизації, метрології сертифікації, зокрема за напрямками: прийняття спільних правил проведення робіт із стандартизації, метрології і сертифікації, визначення єдиних методів досліджень, стандартизації

загальнотехнічних вимог.

Кабінетом Міністрів України прийнято постанову від 03.05.2022 № 526 “Про вихід з Угоди про проведення узгодженої політики в галузі стандартизації, метрології і сертифікації” [10], яка набрала чинності 11.05.2022.

Міністерство закордонних справ України Листом від 13.06.2022 №72/11-612-40959 відповідно до вербальної ноти Виконавчого комітету СНД від 10 червня 2022 року проінформувало законодавчі та виконавчі органи України: Офіс Президента України, Секретаріат Кабінету Міністрів України, Апарат Верховної Ради України, Міністерство юстиції України про припинення дії для України Угоди, та Протоколу про внесення змін до Угоди.

Таким чином, Угода втратила чинність для української сторони з 2 червня 2023 року.

Відповідно до Угоди та Закону “Про стандартизацію” [9] міждержавні стандарти (ГОСТ) були регіональними стандартами та приймалися в Україні як національні стандарти національним органом стандартизації. Після втрати чинності Угоди ГОСТи фактично стали недійсними на території України, їх використання як стандартів для діяльності підприємств несе ризики для сертифікації продукції підприємств. ГОСТи більше не можуть прийматися як національні, хоча водночас виникає питання про дійсність ГОСТів, прийнятих як ДСТУ в Україні, які діють до їх скасування Національним органом стандартизації.

Державним підприємством “Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості” (ДП “УкрНДНЦ”), яке виконує функції Національного органу стандартизації, в 2015 році після прийняття Закону “Про технічні регламенти та оцінку відповідності” [11] було зроблено крок по скасуванню частини ГОСТів – видано наказ від 05.11.2015 № 146 “Про скасування міждержавних стандартів в Україні, які розроблені до 1992 року” [12], яким регламентована втрата чинності ГОСТів в Україні протягом 2016-2018 років та з повною відмовою від них, починаючи з 1 січня 2019 року. Майже всі стандарти (ГОСТ), розроблені до 1992 року, втратили чинність в Україні станом на 2022 рік.

Після втрати чинності Угоди для України УкрНДНЦ та технічним комітетам стандартизації України необхідно визначити національні стандарти, положення яких суперечать положенням європейських стандартів CEN/CENELEC, проаналізувати доцільність подальшої дії стандартів ГОСТ, прийнятих як ДСТУ, а також можливості заміни всіх без винятку ГОСТів, як нормативних документів.

Відповідно до наказу ДП УкрНДНЦ від

28.12.2022 № 285 “Про пакетне прийняття європейських нормативних документів CEN/CENELEC” [13] технічні комітети стандартизації України в термін до 01.07.2023 повинні проаналізувати діючу нормативну базу з метою визначення національних стандартів, положення яких суперечать положенням європейських стандартів CEN/CENELEC та визначити національні стандарти, зміни та поправки до них, які необхідно скасувати.

Фактично ГОСТ є регуляторними актами колишнього СРСР та СНД, які були прийняті для затвердження керуючої ролі рф серед країн СНД. Використання ГОСТів в Україні є застарілим та таким, що суперечать нововведенням, запровадженим у сфері технічного регулювання України (Закон України “Про технічні регламенти”) та зобов’язанням України щодо реформування сфери технічної стандартизації, передбаченими Угодою СОТ та Угодою про асоціацію із ЄС. Такі зміни в законодавстві дозволять унормувати питання стандартизації та оцінки відповідності в Україні, будуть сприяти подальшій інтеграції України в міжнародні структури шляхом гармонізації діючого законодавства України до вимог ЄС та НАТО. Для подальшого приведення законодавства України до взятих зобов’язань у сфері стандартизації виникає необхідність внесення змін до Закону України “Про стандартизацію”, зокрема зміни поняття регіональний стандарт та виключення з цього закону Угоди.

Для використання у законодавчій та організаційній площині цікавим буде досвід здійснення протимінної діяльності в країнах партнерах, зокрема Республіки Хорватія, яка має найбільший в Європі досвід воєнного та повоєнного розмінування території.

З метою розширення міжнародної співпраці Україна почала укладати міждержавні угоди з країнами ЄС і НАТО у сфері гуманітарного розмінування. Зокрема, 10 жовтня 2023 укладена угода між Урядом України і Урядом Республіки Хорватія про співробітництво у сфері розмінування, яка передбачає співпрацю за напрямками:

- розробка нормативно-правової бази та стандартних процедур у сфері протимінної діяльності;
- розвиток інституційної бази для проведення розмінування;
- обмін досвідом серед фахівців, передача експертних знань і кращих практик;
- проведення тренінгів для фахівців;
- розвиток спроможностей з виробництва засобів розмінування, обладнання для пошуку мін, засобів захисту;
- впровадження стандартів та процедур

сертифікації, що відповідають міжнародним правилам;

– обмін досвідом щодо постачання та закупівлі обладнання для виявлення та розмінування;

– спільне планування, проєктування та застосування науково-дослідних проєктів щодо розмінування.

Використання досвіду Республіки Хорватія для України цінний тим, що ця країна в кінці 1990-х була найбільш забрудненою мінами територією у Європі і пройшла той шлях, яким може рухатись Україна. У Хорватії створена ефективна нормативно-правова та інституційна система у сфері гуманітарного розмінування; розроблені національні вимоги щодо обладнання та процедур обов'язкової сертифікації; створений національний центр з широкими владними повноваженнями; працює міжнародно-визнаний Центр сертифікації засобів розмінування, функціонують два полігони для проведення випробувань тощо.

Правова основа системи протимінної діяльності у Хорватії базується на міжнародних договорах та регламентах і директивах Європейського Союзу, національному законі Республіки Хорватія “Про протимінну діяльність” [14], нормативно-правових актах Уряду Хорватії; наказах Міністерства внутрішніх справ та Міністерства оборони; розпорядженнях та правилах Національного центру розмінування (НЦР), міжнародних та національних стандартах у сфері протимінної діяльності. Закон “Про протимінну діяльність” визначає:

– порядок виконання завдань протимінної діяльності;

– визначає правовий статус та повноваження суб'єктів протимінної діяльності;

– умови та порядок виконання робіт з розмінування;

– порядок створення технічної документації з розмінування;

– порядок технічного та нетехнічного обстеження забруднених мінами територій;

– порядок проведення розмінування;

– контроль якості розмінування;

– загальні технічні вимоги до протимінного обладнання;

– загальний порядок оцінки відповідності засобів розмінування;

– інформування у сфері протимінної діяльності;

– правовий статус операторів розмінування;

– права та обов'язки інших учасників протимінної діяльності;

– статус юридичних осіб з публічними повноваженнями у сфері протимінної діяльності;

– заходи адміністративного контролю за виконанням законодавства у сфері протимінної

діяльності;

– заходи адміністративної відповідальності за порушення законодавства у сфері протимінної діяльності.

На відміну від Закону України “Про протимінну діяльність” [4], який має здебільшого загальний характер, хорватські законодавчі вимоги є більш конкретними, регулюють права, обов'язки та відповідальність усіх учасників протимінної діяльності, встановлюють вимоги до обладнання та підходи до оцінки відповідності. Система правового регулювання у Хорватії включає в себе як імплементовані міжнародні стандарти IMAS та європейські угоди CWA/CEN, так і прийняті Національним центром протимінної діяльності національні правила, які доповнюють та конкретизують вимоги і процедури оцінки відповідності. Для порівняння, в Україні діє фактично один національний стандарт який встановлює вимоги лише до однієї частини протимінної діяльності – процесів розмінування (ДСТУ 8820:2023 Протимінна діяльність. Процеси управління. Основні положення” [5]).

Розглядаючи інституційний механізм протимінної діяльності у Хорватії, можна виділити Національний центр розмінування (CROMAC) – це орган, на який покладено функції координації і контролю протимінної діяльності, а також міжнародного співробітництва, зокрема:

– підготовка Національної програми розмінування за висновками відповідних міністерств;

– підготовка проєкту Щорічного плану протимінної діяльності, який затверджується Урядом Хорватії; забезпечує виконання плану та складає Звіт;

– укладання договорів з акредитованими юридичними особами (операторами з розмінування) на здійснення операцій з розмінування;

– здійснення технічного обстеження;

– контроль процесів розмінування;

– отримання документації щодо операцій розмінування військових об'єктів;

– збір та узагальнення інформації про заміновані об'єкти;

– здійснення контролю якості під час операції з розмінування (інспектори з контролю якості) [15].

Практична діяльність з розмінування територій здійснюється на основі проєктного підходу – усі види робіт з розмінування регламентуються окремими проєктами. По кожному проєкту Національний центр розмінування проводить планування робіт, підбирає виконавців, визначає джерела фінансування, залучає донорів.

Загалом уся діяльність у сфері протимінної діяльності ґрунтується на Національній програмі

протимінної діяльності Хорватії, яка розробляється на кожні десять років; проєкт готується Національним центром розмінування за висновками відповідних міністерств, програму схвалює парламент за поданням уряду.

Національний центр розмінування готує проєкт Щорічного плану протимінної діяльності, який затверджується Урядом Хорватії. План визначає райони розмінування, терміни робіт, виконавців та джерела фінансування: державний бюджет та з інших джерел (наприклад кошти міжнародних організацій). Уряд звітує перед парламентом про виконання плану і витрачені кошти. Національний центр розмінування забезпечує виконання плану та складає Звіт, а уряд звітує перед парламентом про виконання плану і витрачені кошти.

Для порівняння – Національний орган з питань протимінної діяльності в Україні є міжвідомчим колегіальним органом під головуванням Міністра оборони України, владні повноваження якого звужені та носять більш загальний характер. Як наслідок, діяльність у сфері протимінної діяльності “розпорошена” по інших органам: Міжвідомчій робочій групі з питань гуманітарного розмінування; Секторальній робочій групі з питань гуманітарного розмінування Міністерства економіки України, Центру протимінної діяльності Державної спеціальної служби транспорту; Міжрегіональному центру гуманітарного розмінування та швидкого реагування ДСНС тощо.

Сертифікація засобів розмінування здійснюється Хорватським центром протимінної діяльності (HCR-CTRO), який акредитований Національним акредитаційним агентством Хорватії для проведення випробувань та сертифікації машин для розмінування, металодетекторів, мінно-розшукових собак та кінологів, особистого захисного обладнання для протимінної діяльності. Окрім здійснення безпосередньо процедур оцінки відповідності, Центр протимінної діяльності проводить наукові дослідження у сфері протимінної діяльності, здійснює навчання та тренування фахівців розмінування, сприяє розвитку технологій розмінування [16]. В Україні акредитовані три органи сертифікації, які здійснюють оцінку відповідності для операторів розмінування, але не сертифікацію засобів розмінування. Більш того, у нашій державі до цього часу навіть не розроблені вимоги до засобів розмінування.

Слід зазначити, що в Україні утворена спеціалізована установа, яка має спроможності виконувати завдання такого центру. Відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 18 жовтня 2017 року № 786 “Про утворення Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки” [17] та

наказу Головнокомандувача Збройних Сил України від 29 червня 2021 року № 170 “Про затвердження Положення про Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки” [18] Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки (ДНДІ ВС ОВТ) є спеціалізованою випробувальною організацією з проведення державних та інших видів випробувань (нових, дослідних, модернізованих, модифікованих, серійних) зразків (систем, комплексів) ОВТ з оцінкою їх бойових, технічних і експлуатаційних характеристик. Можливо розглянути питання, на рівні Кабінету Міністрів України та надати повноваження ДНДІ ВС ОВТ для виконання функцій державного центру з оцінки відповідності та сертифікації машин для розмінування, металодетекторів, мінно-розшукових собак та кінологів, особистого захисного обладнання для протимінної діяльності, як це було зроблено в Республіці Хорватії.

Таким чином, використання кращого міжнародного досвіду, зокрема досвіду Республіки Хорватія, дозволить імплементувати в правову систему України кращі міжнародні стандарти і практики, створити ефективну нормативно-правову базу та інституційний механізм протимінної діяльності, впровадити новітні технології та методи розмінування, що покращить якість та ефективність цього процесу; залучити недержавні інвестиції у сферу гуманітарного розмінування в Україні; забезпечити конкуренцію у сфері виробництва засобів розмінування (гуманітарного розмінування).

Висновки

Таким чином, правова система України потребує впровадження сучасної організаційно-правової системи протимінної діяльності, яка має передбачати імплементування міжнародних та регіональних стандартів у сфері гуманітарного розмінування та ефективну систему оцінки відповідності (сертифікації) організацій, процесів, продукції та послуг у сфері гуманітарного розмінування. Організаційно-правова системи повинна бути орієнтована на європейську систему стандартів в сфері протимінної діяльності.

Впровадження міжнародного досвіду дозволить удосконалити сферу протимінної діяльності в Україні на основі найкращих практик та досвіду побудови такої системи в Республіці Хорватія.

Україна на сьогодні є найбільш забрудненою мінами територією в Європі, а можливо і в усьому світі, тому увага до протимінної діяльності повинна бути як на державному рівні, так і на рівні обласних та міських адміністрацій, керівництва об’єднаних територіальних громад.

Питання законодавчого, економічного та технічного забезпечення процесів протимінної діяльності потребують подальших наукових досліджень. В центрі уваги мають бути шляхи удосконалення виробництва та модернізації механізованих засобів розмінування, впровадження сучасних інноваційних технологій у сфері протимінної діяльності. В нормативно-правовій сфері мають бути сформовані вимоги та критерії для оцінки відповідності та сертифікації засобів механізованого розмінування та підготовки фахівців з протимінної діяльності.

Особливу увагу при подальших наукових дослідженнях слід приділяти розвитку нормативно-

правової бази протимінної діяльності, технічним вимогам до засобів розмінування, вимогам до полігонів та випробувальних лабораторій з оцінки відповідності засобів протимінної діяльності, вимогам до органів сертифікації засобів розмінування. Це дозволить забезпечити ефективне управління процесами протимінної діяльності в Україні як під час воєнних дій, так і в період повоєнного відновлення.

Правове регулювання протимінної діяльності на основі міжнародного досвіду дозволить побудувати чітку систему державного управління в сфері протимінної діяльності.

Список літератури

1. Лаппо І. М., Бірюков Є. М., Журахов О. В., Добришкін Ю. М. Центр протимінної діяльності: основні аспекти діяльності та перспективи розвитку. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2023. Вип. 1(15). С. 74–80. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.15.2023.10>.
2. Певцов Г. В., Науменко М. В., Давиденко Л. М. Стандарти НАТО у сфері оборони: правова природа та імплементація у національне законодавство. *Випробування та сертифікація*. 2023. № 1(1). С. 25–30. <https://doi.org/10.37701/ts.01.2023.03>.
3. Дробот О. А., Руденко М. В. Алгоритм імплементації досвіду організації системи технічного регулювання для оцінки відповідності та сертифікації ОБТ. *Випробування і сертифікація озброєння та військової техніки: зб. тез доп. II наук.-техн. конф. Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*, Черкаси: ДНДІ ВС ОБТ, 2023. С. 448–449.
4. Про протимінну діяльність в Україні: Закон України від 06 трав. 2023 р. № 2642-VIII (зі змінами). URL: <https://surl.li/ckdhu> (дата звернення: 25.10.2023).
5. ДСТУ 8820:2023 Протимінна діяльність. Процеси управління. Основні положення. [Чинний від 2023-04-01]. Вид. офіц. Київ: ДП “УкрНДНЦ”, 2023. 87 с.
6. ДСТУ EN ISO/IEC 17065:2019. Оцінка відповідності. Вимоги до органів з сертифікації продукції, процесів та послуг (EN ISO/IEC 17065:2012, IDT; ISO/IEC 17065:2012, IDT). [Чинний від 2021-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП “УкрНДНЦ”, 2023. 27 с.
7. ДСТУ EN ISO/IEC 17025:2019. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (EN ISO/IEC 17025:2017, IDT; ISO/IEC 17025:2017, IDT). [Чинний від 2021-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП “УкрНДНЦ”, 2023. 30 с.
8. ДСТУ EN ISO/IEC 17020:2019. Оцінка відповідності. Вимоги до роботи різних типів органів з інспектування (EN ISO/IEC 17020:2012, IDT; ISO/IEC 17020:2012, IDT). [Чинний від 2021-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП “УкрНДНЦ”, 2023. 20 с.
9. Про стандартизацію: Закон України від 09 чер. 2022 р. № 2254-IX (зі змінами). URL: <https://surl.li/tcjr> (дата звернення: 25.10.2023).
10. Про вихід з Угоди про проведення узгодженої політики в галузі стандартизації, метрології і сертифікації: Постанова Кабінету Міністрів України від 11 трав. 2022 р. № 526-2022-п. URL: <https://surl.li/muifs> (дата звернення: 25.10.2023).
11. Щодо втрати чинності міжнародними договорами: Лист Міністерства закордонних справ України від 13 чер. 2022 р. № 72/11-612-40959. URL: <http://surl.li/muigc> (дата звернення: 25.10.2023).
12. Про технічні регламенти та оцінку відповідності: Закон України від 01 січ. 2023 р. № 124-VIII (зі змінами). URL: <https://surl.li/gjdvgr> (дата звернення: 25.10.2023).
13. Про скасування міждержавних стандартів в Україні, що розроблені до 1992 року: Наказ ТВО Генерального директора Державного підприємства “Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості” від 22 бер. 2018 р. № v0183774-15. URL: <http://surl.li/muijf> (дата звернення: 25.10.2023).
14. Про пакетне прийняття європейських нормативних документів CEN/CENELEC: Наказ Генерального директора Державного підприємства “Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості” від 18 вер. 2023 р. № v0285774-22. URL: <https://surl.li/ijasy> (дата звернення: 25.10.2023).
15. Zakon o protuminskem djelovanju: Zakon HR na snazi od 10.06.2023 NN 110/15, 118/18, 98/19, 114/22, 59/23. URL: <http://surl.li/mujbk> (дата звернення: 25.10.2023).
16. Oto Jungwirth, Director of CROMAC. Use of Demining Machines in Reduction of Suspected Area. *The fourth International Symposium “Mechanical Demining” Book of papers*. 2007. P. 5–13.
17. Nikola Gambiroža, Ivan Šteker. Annual Verification of Demining Machine Characteristics Used in Humanitarian Demining Operations. *The fourth International Symposium “Mechanical Demining” Book of papers*. 2007. P. 37–47.
18. Про утворення Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки: Постанова Кабінету Міністрів України від 18 жовтня 2017 р. № 786. URL: <http://surl.li/mujidd> (дата звернення: 25.10.2023).
19. Про затвердження Положення про Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки: Наказ Головнокомандувача Збройних Сил України від 29 черв. 2021 р. № 170. Київ, 2021. 14 с.

Відомості про авторів:**Плинокос Дмитро Дмитрович**

кандидат економічних наук доцент
старший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0009-0007-3009-6348>

Давиденко Леонід Миколайович

кандидат юридичних наук доцент
старший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-3004-0279>

Шабанов Данило Миколайович

науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0009-0001-8948-2760>

Кукурян Олександр Ігорович

молодший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0009-0009-0377-3918>

Information about the authors:**Dmytro Plynokos**

PhD in Economics Associate Professor
Senior Researcher
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0007-3009-6348>

Leonid Davydenko

PhD in Law Associate Professor
Senior Researcher
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3004-0279>

Danylo Shabanov

Researcher
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0001-8948-2760>

Oleksandr Kukurian

Junior Researcher
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0009-0377-3918>

**THE LEGAL REGULATION OF ANTI-MINING ACTIVITIES:
INTERNATIONAL EXPERIENCE**

D. Plynokos, L. Davydenko, D. Shabanov, O. Kukurian

Ukraine is among the countries with the largest quantity victims from field mines and others explosive devices. That demands from state authorities to conduct measures related to search, detection and disposal explosive items on the contaminated (probably contaminated) territory of Ukraine, water areas and objects infrastructure. Comprehensive and effective solution of problems is possible only by creation effective organizational and legal systems humanitarian demining using best international experience which should become important component part of State Strategy of anti-mining activities.

The purpose of the article is to analyse the current state of legal regulation anti-mine activities in Ukraine and find out directions for implementation of international experience, in particular, the NATO member states, to create modern organizational and legal system of anti-mining activity in our the state.

During the research the general scientific and special methods were applied, in particular methods of system analysis and synthesis, comparative legal methods etc.

The analysis of current legislation anti-mining activities in Ukraine is done, the gaps and shortcomings of legal regulation are defined and directions of impact of international law on national standards using better international experience are formulated.

Keywords: mine protection activity; humanitarian demining; international experience; certification.

О.В. Скиба, І.О. Доманов, С.С. Брянкін, Д.В. Рибачок, В.П. Гмиря

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ НАВІСНОГО ОБЛАДНАННЯ З ЛАНЦЮГАМИ, ПРИЗНАЧЕНОГО ДЛЯ РОЗМІНУВАННЯ МІСЦЕВОСТІ. ПІДХОДИ ЩОДО ЙОГО ВИПРОБУВАНЬ

Стаття присвячена огляду окремих аспектів функціонування навісного обладнання, оснащеного валом з ланцюгами і призначеного для проведення розмінування місцевості, а також питанням підвищення ефективності підготовки і проведення випробувань цього обладнання.

Підходи базуються на досліджених фізичних процесах, які відбуваються при взаємодії (протидії) різних сил, положеннях інформаційних матеріалів у сфері гуманітарного розмінування, а також досвіді випробувальної діяльності Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки.

Запровадження запропонованих підходів дозволить більш якісно перевіряти здатність навісного обладнання з очищення місцевості від мін.

Ключові слова: випробувальна діяльність; операції гуманітарного розмінування; машина гуманітарного розмінування; навісне обладнання.

Вступ

Постановка проблеми. Внаслідок російсько-української війни значна частина місцевості північних, східних та південно-східних регіонів України перебуває насиченою різними вибухонебезпечними (ВНП) предметами. До них відносяться протипіхотні, протитанкові та артилерійські міни, снаряди, які не вибухнули, гранати, різного типу саморобні вибухові пристрої, постріли до гранатометів тощо.

На території України, де з лютого 2022 року велися активні бойові дії, та на місцевості, яка підлягала ракетним ударам чи артилерійським обстрілам, час від часу трапляються трагічні події через підлив людей або транспортних засобів на ВНП.

Такі обставини змушують керівництво нашої держави до проведення операцій гуманітарного розмінування територій, які перебувають віддалено від зони активного ведення бойових дій [1].

Водночас операції з розмінування теж пов'язані з ризиками, зокрема для персоналу, який їх проводить, та для навколишнього середовища. Тому для проведення розмінування необхідне відповідне перевірне обладнання.

Актуальність дослідження. Наразі до проведення заходів з розмінування на території України залучаються машини розмінування, надані нам іноземними партнерами [2–4], а також машини та навісне обладнання, яке розроблене українськими виробниками [5–6].

Враховуючи високу затребуваність України у засобах, здатних очищати місцевість від ВНП,

передбачається, що найближчим часом достатньо представників як вітчизняного, так і зарубіжного промислового комплексу активізуються щодо розроблення та подальшого залучення виробленого ними спеціального обладнання до операцій гуманітарного розмінування на території нашої держави.

Очікувано, що навісне обладнання та машини гуманітарного розмінування (МГР) будуть оснащені різними типами устаткування та матимуть різноманітні методи виявлення та знешкодження (локалізації) ВНП.

Для визначення їх здатності якісно очищати місцевість від ВНП, а також для з'ясування особливостей (обмежень) їхнього застосування необхідно буде проводити випробування та сертифікацію МГР (обладнання).

Тільки за останні півроку до Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки (ДНДІ ВС ОВТ) звернулося шість українських розробників різного типу обладнання, призначеного для виявлення і знешкодження мін (від МГР до металодетекторів), з метою проведення випробувань та встановлення їхньої відповідності міжнародним стандартам.

Результати проведених випробувань засвідчили, що, не дивлячись на використання розробниками математичних розрахунків та впровадження виробниками нових технологічних рішень при виготовленні зразків, вони потребують удосконалення.

Одночасно потребує удосконалення і

випробувальна діяльність у сфері розмінування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемам гуманітарного розмінування посилена увага приділялася переважно після завершення збройних конфліктів кінця минулого – початку нинішнього століття: у Лівані, на території колишньої Югославії, Таїланду, В'єтнаму та ряду інших регіонів світу [7]. Навіть після короткотривалої серпневої війни в Грузії 2008 року було перевірено 34 мільйони квадратних метрів території, з якої дістали та знешкодили тисячі одиниць боєприпасів. Але навіть після 15 років операція з розмінування ще не завершена [8].

Збройне протистояння Азербайджану та Вірменії у Нагірному Карабаху 2022 – 2023 років призвело до чергового забруднення Кавказького регіону ВВП.

Після раптового нападу ХАМАС на Ізраїль у жовтні 2023 року територія цієї країни та Сектору Гази теж потребуватиме очищення від залишків ВВП.

Відтак, тема розмінування є актуальною в різних регіонах світу та в Україні зокрема. За матеріалами видання “Українська правда” [9] в Україні “з 2022 року кількість організацій-операторів протимінної діяльності зросла з 4 до 17. Ще 29 – проходять сертифікацію”. При цьому кількість машин для механізованого розмінування у 2024 році планується довести до 99.

У свою чергу уряд пропонує наростити в Україні виробництво спеціалізованої техніки та створити ринок гуманітарного розмінування.

Одним із обов’язкових заходів життєвого циклу таких новостворених МГР або навісного обладнання є їх випробування, яке повинно встановити не лише здатність зразків здійснювати розмінування, а й ряд інших їхніх характеристик, таких як глибина та ширина тралення, стійкість, безпека оператора та інші.

Досвід випробувальної діяльності ДНДІ ВС ОВТ засвідчує, що перевірки МГР повинні спрямовуватися на виявлення всіх можливих особливостей (у тому числі обмежень) функціонування навісного обладнання, що в подальшому забезпечить проведення операцій гуманітарного розмінування на високому рівні. Адже, як стверджують фахівці, пошкодження або зміщення ВВП без їх знищення становить ще більшу небезпеку для суспільства [7].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Випробування окремих вітчизняних МГР, проведені фахівцями ДНДІ ВС ОВТ, засвідчили, що перевірка функційних характеристик навісного обладнання потребують врахування багатьох чинників на етапі підготовки і

безпосереднього проведення тестування.

Питанням проведення тестування обладнання з розмінування присвячено ряд нормативно-правових актів та керівництв, зокрема [10–14]. Проте, вони хоча і приділяють достатньо уваги організації та методам випробувань, втім не відображають всіх особливостей перевірок МГР та навісного обладнання.

Зокрема це стосується випробування та оцінювання роботи навісного обладнання, представленого валом з ланцюгами та прикріплених до них грузилами (бойками, молотками, “кулачками”).

Зв’язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Передбачається, що матеріали статті сприятимуть об’єктивному проведенню випробувань та оцінюванню МГР і навісного обладнання, оснащеного валом з ланцюгами, що у свою чергу підвищить оперативність та ефективність операцій гуманітарного розмінування на території нашої держави.

Метою статті є розгляд особливостей функціонування навісного обладнання з ланцюгами для проведення розмінування місцевості та дослідження підходів до його випробувань.

Виклад основного матеріалу

Для початку необхідно з’ясувати конструкцію навісного обладнання у вигляді валу з ціпами та особливості функціонування його елементів, які безпосередньо діють на ВВП, що перебувають у ґрунті, та безпосередньо на сам ґрунт.

Більшість розробників такого обладнання зазначає, що воно призначене для знешкодження ВВП шляхом детонації або фізичної руйнації. Тобто, контакт грузила з ВВП повинен призвести або до вибуху останнього, або, у разі відсутності детонації (через несправність підривача тощо), до його подрібнення на частини, які самі по собі не несуть загрози суспільству.

У загальному вигляді вал з ціпами у працюючому положенні, без торкання землі або інших перешкод, виглядає таким чином (рис. 1):

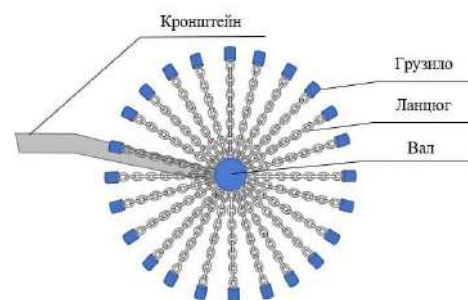


Рис. 1. Загальний вигляд валу з ланцюгами
Джерело: розроблено авторами.

Очевидно, що характеристиками такого обладнання, які впливають на ефективність знешкодження ВНП, є такі:

- довжина та маса ланцюгів;
- форма та маса грузил;
- швидкість обертання валу (залежить від потужності обладнання, яке приводить його в дію).

З іншого боку, існують зовнішні чинники, які теж впливають на якість знешкодження ВНП, а саме:

- тип та щільність ґрунту;
- глибина перебування ВНП в землі;
- положення ВНП, який перебуває зануреним у землю;
- стан ВНП;

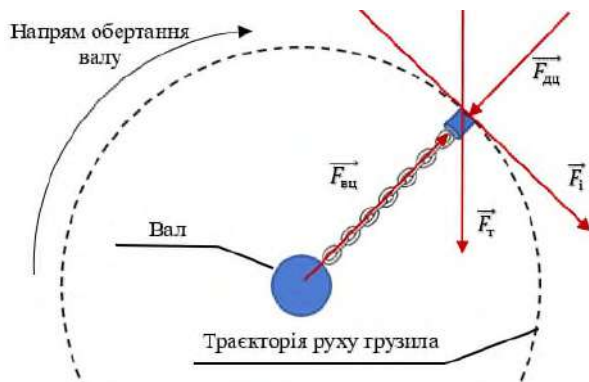


Рис.2. Схематичне зображення сил, що діють на грузило під час обертання валу з ланцюгами
Джерело: розроблено авторами.

Відцентрова ($\vec{F}_{вц}$) та доцентрова ($\vec{F}_{дц}$) сили діють протилежно одна одній, мають однаковий модуль, отже, за третім законом Ньютона, урівноважують одна одну [15].

Найоптимальніше співвідношення напрямків сил інерції (\vec{F}_i) та тяжіння (\vec{F}_T), за якого відмічається найбільша сила удару грузилом, за [15] є найнижча точка перебування грузила (рис.3).

Проте МГР або навісне обладнання не завжди працюватиме зі знешкодження ВНП при зануренні ланцюгів в ґрунт (пісок, камінь) саме між точками $T_{поч}$ та $T_{кінець}$. Це обумовлено тим, що для знешкодження ВНП на більших глибинах існує потреба у нижчому заглибленні.

Слід враховувати також, що при зануренні ланцюгів (грузил) у ґрунт на них починає діяти інша сила – сила опору ґрунту, яка спрямована протилежно напрямку руху ланцюгів. Ця сила сповільнює рух ланцюгів та грузил, впливає на їхню траєкторію та знижує силу удару по ВНП.

Зміна траєкторії полягає у зміщенні частини ланцюгів та грузил в лівий або правий бік – де сила опору ґрунту менша. Внаслідок цього можуть відмічатися певні пропуски (острівці) у обробленні ґрунту навісним обладнанням, що призводять до

– наявності, типу, густини та висоти рослинності на ділянці розмінування.

Розглянувши модель руху ланцюга під час обертання валу, можливо встановити, що на грузило діють ряд сил, а саме:

- сила інерції – дотична до лінії траєкторії переміщення грузила (\vec{F}_i);
- відцентрова сила ($\vec{F}_{вц}$);
- доцентрова сила ($\vec{F}_{дц}$);
- сила тяжіння (\vec{F}_T).

Графічно дії сил, що діють на грузило зображені на рис.2.

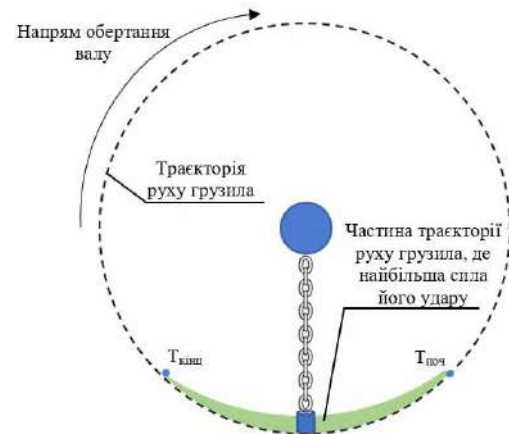


Рис.3. Схематичне зображення частини траєкторії руху грузила, де найбільша сила його удару
Джерело: розроблено авторами.

залишення ВНП неушкодженими [7]. Схематично зображення руху грузил у щільному ґрунті зображено на рис.4.

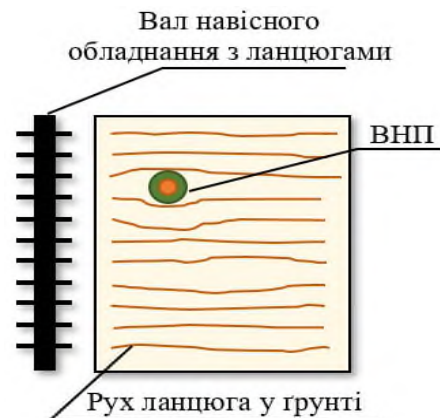


Рис.4. Схематичне зображення вигляду зверху напрямків руху грузил у щільному ґрунті
Джерело: розроблено авторами.

До того ж, при доланні ланцюгами опору ґрунту, не всі двигуни та гідравлічна система, при глибшому зануренні, особливо у твердій землі, здатні забезпечити безперербійне обертання валу.

Іншою перешкодою, яка може перебувати у ґрунті та зверху нього, є рослинність (стовбури,

стебла та корені). Вона теж спричиняє негативний вплив на ефективність роботи ланцюгів, зокрема зменшуючи силу впливу грузила на ВВП.

Для впливу на ВВП сила удару дуже важлива, оскільки причинами, які призводять до його детонації, є не тільки безпосередній фізичний контакт з грузилом (рис.5), а й коливання у ґрунті, спричинені ударом грузила, через які ґрунтові маси починають рухатися, деструктивно діючи на ВВП (рис.6).

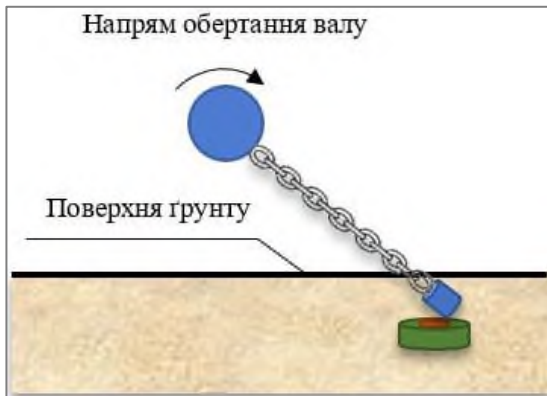


Рис.5. Зображення безпосереднього контакту грузила з ВВП
Джерело: розроблено авторами.

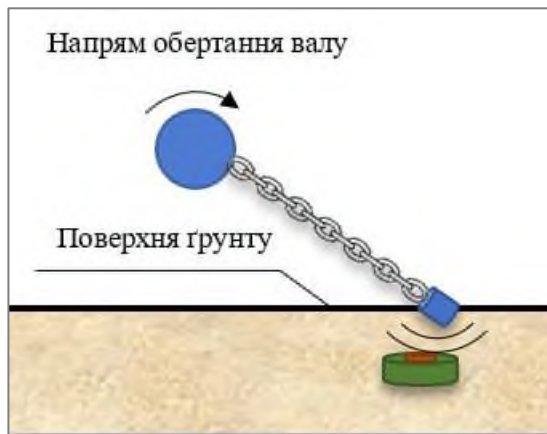


Рис.6. Зображення впливу грузила на ВВП через коливання у ґрунті
Джерело: розроблено авторами.

У залежності від того, з якою силою, під яким кутом та яким чином (безпосередньо або через товщі ґрунту) грузило діятиме на встановлений ВВП, а також від глибини перебування ВВП і його положення розрізняють такі види безпосереднього впливу на нього [7]:

– детонаційний – удар грузила відбувається по підривачу, що призводить до детонації ВВП;

– руйнівний – удар грузила відбувається по корпусу ВВП, що спричиняє його фізичне пошкодження або повне руйнування;

– викидаючий – удар грузила відбувається по корпусу ВВП таким чином, що не призводить до детонації та руйнації, а спричиняє викидання ВВП з

ґрунту.

Детонаційний удар – один із успішних способів знешкодження ВВП, оскільки забезпечує повне їх знищення. Негативним чинником цього способу є деструктивний вплив вибухової хвилі, ударного прискорення та уламків ВВП на оператора, навісне обладнання та навколишнє середовище.

Руйнівний удар, у разі повного знешкодження ВВП, сприяє позбавленню МГР та людини-оператора таких впливів, як надмірний тиск, прискорення та уламки. Водночас не завжди фізична руйнація ВВП гарантує його безпечність – навпаки, частково пошкоджений ВВП, який залишився у землі, може нести ще більшу небезпеку.

Викидаючий удар дозволяє перемістити ВВП на ділянку земної поверхні, де в подальшому групою саперів здійснюється його знищення. Втім далеко не в усіх випадках викидаючий удар може вважатися успішною дією з розмінування, оскільки:

– по-перше, викидання ВВП на територію, яка вже була очищена від боєприпасів, може призвести у подальшому до летальних наслідків. Такі випадки більше притаманні навісному обладнанню, вал якого обертається протилежно напрямку обертання коліс МГР при траленні [16];

– по-друге, потрапляння ВВП під колеса (гусеницю) МГР або екскаватора може призвести до детонації з можливими негативними наслідками для оператора, шасі та іншого обладнання. Такі випадки притаманні навісному обладнанню, вал якого обертається в однаковому напрямку з колесами МГР при траленні.

Також трапляються випадки, коли безпосередній контакт (або навіть декілька контактів поспіль) між грузилом (грузилами) та ВВП має місце, але ні детонації, ні руйнування не відбувається. Причиною відсутності детонації може бути несправний підривач, або псування вибухової речовини. Основною причиною того, що не відбувається руйнування, є недостатність сили удару грузила по корпусу ВВП (рис.7).



Рис.7. Приклад недостатності сили удару грузила для фізичного пошкодження міни
Джерело: розроблено авторами.

Як зазначено вище, серед чинників, що впливають на якість знешкодження ВВП, є їх положення на місцевості. Більшість фахівців-саперів, які залучаються до випробувань МГР або навісного обладнання, дотримуються поглядів, що ВВП повинні встановлюватися на випробувальній ділянці так, як передбачають нормативно-правові акти з інженерно-саперної справи (наприклад, чітко горизонтально, в рівень з поверхнею тощо).

Проте, ними не враховується те, що на ділянці, яка очищується в ході реальної операції гуманітарного розмінування, ВВП може перебувати практично у будь-якому положенні. Це обумовлено тим, що від моменту їх встановлення і до часу проведення операції могло пройти декілька (декілька десятків) років, і за цей час ВВП могли піддатися впливу різних чинників:

- природніх (підмивання талими водами, осідання/підняття ґрунту, діяльність тварин тощо);
- техногенних (прикидання шаром землі внаслідок вибуху інших ВВП, змівання водою внаслідок руйнування дамб тощо).

Положення ВВП у ґрунті може впливати на те, який вид безпосереднього впливу на нього здійснить навісне обладнання детонаційний, руйнівний, викидаючий), а отже й на те, яким чином і чи взагалі відбудеться знешкодження ВВП.

Стан ВВП теж впливає на результат впливу на нього навісного обладнання або ґрунту. Передусім стан ВВП обумовлюється процесами старіння, які пришвидшуються при перебуванні їх у ґрунті, особливо під дією вологи [17].

На підставі вищезазначених особливостей функціонування валу з ланцюгами, з урахуванням сил, що діють на нього та поведінки ВВП пропонується, при підготовці та проведенні випробувань відповідного навісного обладнання застосовувати нижче описані підходи.

По-перше, у якості ВВП (мін), які передбачається знешкоджувати під час тралення, необхідно одну їх половину встановлювати з переведенням у бойове положення, іншу – без підривача. Це забезпечить перевірку здатності обладнання знешкоджувати ВВП як шляхом детонації, так і механічного руйнування.

Якщо ж випробувати всі ВВП у бойовому положенні (готовими до самопідриву при контакті із грузилом), то у разі успішного підриву кожного ВВП, буде неможливо встановити, чи спроможне навісне обладнання знищувати їх шляхом руйнування (подрібнення).

По-друге, у якості ВВП (мін), які передбачається знешкоджувати, рекомендовано використовувати різні модифікації протитанкових і протипіхотних мін. Зокрема серед протипіхотних – невеликі за розміром ПФМ-1 і підстрибуючі ОЗМ-72.

Розмаїття ВВП надасть змогу якнайкраще дослідити можливості та надійність роботи навісного обладнання, зокрема за можливих умов, які зображені на рис.4.

По-третє, встановлення ВВП на випробувальній ділянці обов'язково здійснювати на трьох різних глибинах: врівень з поверхнею; на глибині $10 \div 15$ см від краю земної поверхні до верхнього краю корпусу ВВП; на максимальній заявленій глибині тралення. Якщо максимальна глибина становить 50 см і більше, доцільно додатково встановлювати міну на четвертій глибині $30 \div 40$ см від краю земної поверхні до верхнього краю корпусу ВВП.

Це обумовлено тим, що на різних глибинах може бути різна щільність ґрунту. Крім того, виходячи з того, що чим глибше розміщений ВВП, тим складніше навісному обладнанню дістатися до нього, і ще складніше завдати по ньому удару такої сили, яка б призвела до вибуху або руйнації.

По-четверте, встановлення ВВП у ґрунті випробувальної ділянки необхідно здійснювати не лише в такому положенні, як передбачено нормативно-правовими актами (горизонтально), а під різними кутами нахилу і навіть перевернутими.

Як вже зазначено вище, від моменту встановлення ВВП до початку розмінування може пройти достатньо часу, за який, під дією різних сил, ВВП цілком ймовірно може змінити своє положення у порівнянні з тим, коли його встановили.

Крім того, при дистанційному мінуванні місцевості міна може з самого початку бути встановленою під певним кутом.

По-п'яте, для встановлення ВВП в ґрунт необхідно підготувати лунку (заглиблення) за розмірами (ширини та довжини) цього ВВП.

Характерною помилкою є викопування (відривання) заглиблення явно більшого розміру ніж ВВП. Це призводить до того, що закладений ВВП прикривається по боках і зверху розпушеним ґрунтом (рис.8). За такого підходу не забезпечується належна щільність ґрунту і випробування буде проведено за послаблених умов, що призводить до необ'єктивних результатів.

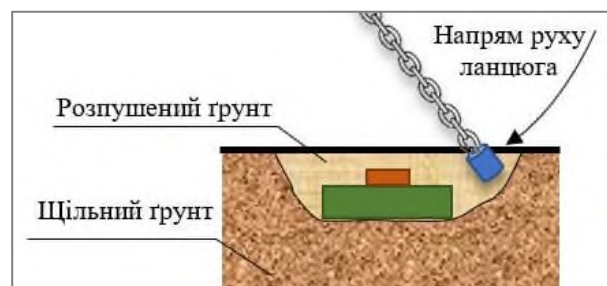


Рис.8. Приклад полегшення умов випробування через розпушування ґрунту
Джерело: розроблено авторами.

Для формування лунки, співрозмірної з ВНП (рис.9), можливо застосовувати бур.

Крім того, при випробуванні ВНП без підривача, доцільно провести ущільнення ґрунту над ним, щоб забезпечити більш реальні його умови перебування (при перевірці ВНП у бойовому положенні такі дії є небезпечні, оскільки можуть призвести до детонації). Це дозволить перевірити можливість впливу маси ґрунту на ВНП, як зазначено на рис.6.

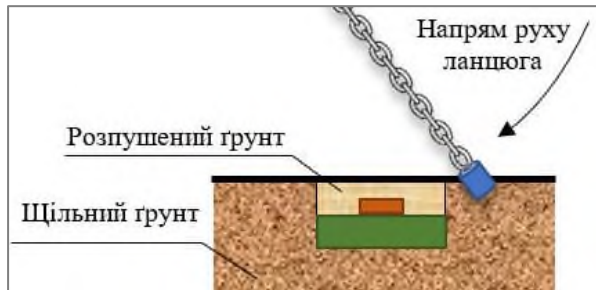


Рис.9. Приклад мінімізації полегшення умов випробування через розпушування ґрунту
Джерело: розроблено авторами.

Висновки

Виходячи з вищезазначеного, зрозуміло, що випробування МГР та навісного обладнання необхідно проводити за таких умов, які найбільше відповідають реальним обставинам їх застосування при проведенні операцій з гуманітарного розмінування.

Розглянуті нормативно-правові акти у сфері гуманітарного розмінування не зазначають всіх особливостей випробувань МГР та навісного обладнання.

Запропоновані у статті підходи, які базуються у тому числі на досвіді випробувальної діяльності ДНДІ ВС ОВТ, дозволяють підвищити ефективність дослідження можливостей МГР та навісного обладнання у ході випробування.

Їх впровадження у випробувальну діяльність сприятиме своєчасному виявленню прорахунків, допущених на етапі розроблення та виготовлення навісного обладнання, що у свою чергу сприятиме запобіганню неякісному очищенню території нашої держави від ВНП.

Список літератури

1. Помидоров І. В Україні є лише 26 машини для розмінування. *Vesti*: веб-сайт. URL: <https://surl.li/mupfo> (дата звернення: 15.09.2023).
2. Швейцарія надасть Україні машину для "гуманітарного розмінування". *Radio Свобода*: веб-сайт. URL: <https://surl.li/muprg> (дата звернення: 20.09.2023).
3. Україні відправили дві машини розмінування "Wisent 1". *Military*: веб-сайт. URL: <https://surl.li/muphn> (дата звернення: 21.09.2023).
4. Рева С. У підрозділах ДСНС задіяні 13 машин механізованого розмінування. *АрміяИнформ*: веб-сайт. URL: <https://surl.li/mupif> (дата звернення: 05.10.2023).
5. Музиченко О. В Україні сертифікували першу машину для розмінування, яку виготовили в Харкові: що відомо. *ТСН Україна*: веб-сайт. URL: <https://surl.li/mupjg> (дата звернення: 09.10.2023).
6. Іванова К. Машини для розмінування DOK-ING та Bozena почнуть збирати в Україні. *Thepage*: веб-сайт. URL: <https://surl.li/mupki> (дата звернення: 12.10.2023).
7. A Study of Mechanical Application in Demining: report on research results. May 2004. Geneva: Geneva International Centre for Humanitarian Demining, 2004. 178 p.
8. Вардіашвілі М., Піпіа Д. Грузія: смертельна спадщина серпневої війни. *hromadske*: веб-сайт. URL: <https://surl.li/mupmw> (дата звернення: 12.10.2023).
9. Мірошниченко Б. Україна не тільки розмінує землі, а й заробить на цьому. Як працюватиме новий ринок? *Українська Правда*: веб-сайт. URL: <https://surl.li/mupnx> (дата звернення: 14.10.2023).
10. CWA 15044:2009. Test and evaluation of demining machines. [Supersedes CWA 15044:2004]. December 2009. Brussels: European Committee for Standardization, 2009. 38 p.
11. Generic SOPs. Chapter 7: Mechanical Demining. Geneva: Geneva International Centre for Humanitarian Demining, 2023. 140 p.
12. Стандартна операційна процедура 09.50/ДСНС. Порядок проведення органами та підрозділами цивільного захисту розмінування територій, забруднених вибухонебезпечними предметами з використанням машин механізованого розмінування. Київ: Державна служба України з питань надзвичайних ситуацій, 2023. 24 с.
13. IMAS 03.40. Test and evaluation of mine action equipment. First Edition (Amendment 6, June 2013). New York (USA): UNMAS, 2003. 23 p.
14. Техническая записка TNMA 09.50-01. Руководство по механизированной очистке от мин / подготовке грунта с помощью тракторов и фронтальных погрузчиков гражданского назначения. Версия 1.0 Поправка 1, июль 2013. GICHD, 2013. 15 с.
15. Омаров М. А. Основы теоретической механики: навч. посібник. Харків: ХНУРЕ, 2017. Частина 1. 184 с.
16. Throwing out mines: effects of a flail: report on research results. November 2005. Geneva: Geneva International Centre for Humanitarian Demining, 2005. 12 p.
17. Guide to the Ageing of Explosive Ordnance in the Environment. Geneva: Geneva International Centre for Humanitarian Demining, 2023. 140 p.

Надійшла до редколегії 31.10.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про авторів:**Скиба Олег Васильович**

начальник науково-дослідного відділу
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-6252-6775>

Доманов Ігор Олександрович

старший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-9726-0591>

Брянкін Сергій Серофимович

старший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-0444-9107>

Рибачок Данило Вікторович

молодший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0009-0001-5244-7694>

Гмиря Вікторія Петрівна

кандидат економічних наук доцент
провідний науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-3070-0158>

Information about the authors:**Oleh Skyba**

Head of Scientific Research Department
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-6252-6775>

Igor Domanov

Senior Researcher
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-9726-0591>

Serhii Briankin

Senior Researcher
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-0444-9107>

Danilo Rybachok

Junior Researcher
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0001-5244-7694>

Viktoriia Hmyria

PhD in Economic Associate Professor
Leading Researcher
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military
Equipment Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-3070-0158>

PECULIARITIES OF THE OPERATION OF ATTACHMENTS WITH CHAINS INTENDED FOR DEMINING. APPROACHES TO THEIR TESTING

O. Skyba, I. Domanov, S. Briankin, D. Rybachok, V. Hmyria

The article is dedicated to the review of certain aspects related to humanitarian demining and the testing of equipment used for this purpose. In particular, the publication describes the following: the characteristics of the operation of attachments equipped with a shaft with chains and intended for demining; the results of the impact of attachments on explosive objects; approaches to improve the efficiency of the preparation and testing of attachments with a shaft with chains.

The operation of attachment chains is considered in the conditions of simultaneous action of various forces. These include inertia, centrifugal force, centripetal force, gravity and soil (sand, gravel) resistance.

The article contains a classification of the types of attachment chain weight impact on mine detonators, as well as the results of the impact of these types of impact. This indicates possible reasons for the lack of mine detonation in direct contact with the chains or when exposed to the soil column.

The article also provides practical advice on selecting, positioning and installing anti-tank and anti-personnel mines at the test site. These tips are aimed at testing humanitarian demining machines or individual attachments under more realistic conditions.

The approaches described in this article are based on the study of the physical processes involved in the interaction (counteraction) of various forces, the provision of information materials in the field of humanitarian demining, and the experience of the testing activities of the State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification.

Implementation of the proposed approaches will allow better verification of the ability of attachments to clear mines during humanitarian demining operations.

Keywords: *testing activities; humanitarian demining operations; humanitarian demining machine; attachments.*

О.В. Скиба¹, І.О. Доманов¹, Д.В. Рибачок¹, А.О. Скиба²

¹Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси

²Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації ім. Героїв Крут, Київ

ПІДХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПІДГОТОВКИ І ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ ШЛЯХОМ СТВОРЕННЯ ЄДИНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ДОВІДКОВОЇ СИСТЕМИ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ НАУКОВЦІВ ІНСТИТУТУ

Стаття присвячена питанням підвищення ефективності підготовки і проведення випробувань шляхом створення та використання єдиної інформаційно-довідкової системи та автоматизації діяльності науковців випробувальної організації.

Підходи спрямовані на втілення передових інформаційних технологій, які забезпечують пошук, отримання доступу та використання бази знань науковцями Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки на етапах підготовки та проведення випробувань зразків озброєння ті військової (спеціальної) техніки, та їх складових.

Запровадження запропонованих підходів дозволить зменшити витрати людських ресурсів на підготовку до випробувань та підвищити якість відпрацювання організаційно-методичних документів, що забезпечить належне проведення випробувальної діяльності.

Ключові слова: випробувальна діяльність; локальна обчислювальна мережа; інформаційно-довідкова система; розподілені інформаційні ресурси; хмарне середовище.

Вступ

Постановка проблеми. Процес підготовки до випробувальних заходів озброєння та військової техніки (ОВТ) потребує пошуку та оброблення чималого обсягу даних, на підставі яких формується комплект організаційно-методичних документів для проведення випробувань [1, п.7; 2, п.1.3; 3, п.1.1]. Кожен із підрозділів Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки (ДНДІ ВС ОВТ) формує та періодично поновлює власну електронну базу нормативно-правових актів: законів, постанов, наказів, стандартів, методичних рекомендацій тощо (НПА) та власно розроблених програм і методик випробувань (ПіМ).

Ще до початку широкомасштабної агресії рф проти України, у науково-технічній бібліотеці (НТБ) ДНДІ ВС ОВТ було започатковано формування єдиного електронного масиву діючих НПА, зокрема стандартів. Це здійснювалося шляхом копіювання відповідних файлів, що накопичилися у підрозділах, на жорсткий магнітний диск персональної електронно-обчислювальної машини (ЕОМ) НТБ та подальшого сортування за папками згідно з назвою та спрямованістю документа.

Але, враховуючи, що в ДНДІ ВС ОВТ відсутня будь-яка локальна обчислювальна мережа (ЛОМ), ЕОМ НТБ є автономно працюючим технічним засобом. Отже, отримання електронних копій необхідних НПА було можливе шляхом копіювання на змінний електронний носій (флеш-накопичувач).

До того ж функції пошуку потрібного документа на ЕОМ НТБ обмежуються виключно вбудованими можливостями операційної системи комп'ютера.

Крім того, мали місце непоодинокі випадки, коли вже під час проведення випробування виникала потреба в уточненні або у проведенні додаткових перевірок зразків, що вимагало пошуку та опрацювання певних НПА. Звісно, що файли з цими документами, які розміщені на автономній ЕОМ НТБ, не були доступні для науковців ДНДІ ВС ОВТ, які працюють віддалено. Тому у таких випадках пошук необхідних НПА фахівцями ДНДІ ВС ОВТ, які проводять випробування, здійснюється переважно або у мережі Інтернет, або серед інших членів випробувальної бригади.

Що стосується ПіМ випробувань, вони здебільшого взагалі залишаються на ЕОМ та електронних носіях тих наукових підрозділів, які їх розробили. Іноді, за потреби, відбувається епізодичний обмін такими файлами між окремими підрозділами, втім це здійснюється ситуативно, в ініціативному порядку, за власними домовленостями науковців ДНДІ ВС ОВТ. Тобто, узагальнення електронних копій раніше розроблених ПіМ випробувань та їхнє зберігання у єдиному, доступному для усіх фахівців ДНДІ ВС ОВТ місці (на накопичувачі, сервері, середовищі) не здійснюється.

Вище описаний стан справ призводить до:

– вимушеного повторного (і не завжди успішного) пошуку стандартів та інших чинних НПА, на основі яких визначається обсяг і послідовність проведення перевірок у ході

випробування (незважаючи на те, що ці документи уже можуть бути в наявності в певному підрозділі ДНДІ ВС ОВТ);

– витрат часу на переклад НПА з англійської мови, які вже раніше перекладені іншими науковцями інституту;

– повного або часткового дублювання електронних копій НПА на технічних засобах науковців інституту або, навіть, у різних папках на одній ЕОМ;

– зниження оперативності проведення випробувань – у разі, якщо виникне нагальна потреба в додаткових перевірках, але при цьому неможливо буде швидко знайти необхідний НПА. Особливо це критично при проведенні випробувань експериментально-бойовим підрозділом неподалік району активного ведення бойових дій [4] згідно з [5];

– зниження якості підготовки і проведення випробувань через відсутність або незнання про набуття/втрати чинності в Україні певного НПА;

– повторного розроблення проєктів ПіМ випробувань (замість використання раніше відпрацьованих і узгоджених таких самих або подібних організаційно-методичних документів).

Крім того, практично щоразу при розробленні ПіМ випробувань чергового зразка науковцями інституту здійснюється повторне опрацювання [6–9] та інших стандартів з метою з'ясування переліку випробувань, яким потрібно піддавати саме цей об'єкт, і визначення умов та алгоритму проведення перевірок.

Наслідком такого стану справ є нерациональна витрата часу та зниження ефективності і якості процесів підготовки до випробувань та безпосереднього їх проведення.

Актуальність дослідження. Як зазначено у [10, С. 57; 11, С. 74] в останній час відмічається “суттєве зростання кількості зразків ОВТ, які надходять на випробування...”. Враховуючи зазначене, навантаження з підготовки та проведення випробування на кожного окремого фахівця інституту поступово зростатиме. А відтак, виникає потреба у більш ефективному використанні робочого часу, що дозволило б уникнути зриву у проведенні випробувань та інших заходів, що проводяться із залученням науковців інституту.

Зокрема, це обумовлює потребу вжиття заходів, спрямованих на мінімізацію часових затрат та підвищення продуктивності таких процедур як пошук та опрацювання НПА, а також подальше розроблення проєктів організаційно-методичних документів для проведення випробувань.

За останні роки у Міністерстві оборони (МО) України та Збройних Силах (ЗС) України розроблено низку нових документів щодо цифрової трансформації та розвитку інформаційного

забезпечення, які пропонують якнайшвидшого впровадження хмарних технологій у діяльність в сфері оборони. Так, [12] однією з цілей розвитку інформаційно-телекомунікаційної (ІТ) інфраструктури у сфері МО України передбачає створення хмарної інфраструктури Єдиного інформаційного середовища оборони.

В [13, п.2] розглядається використання хмарних сервісів та інформаційно-аналітичної підтримки як один із пріоритетів цифрової трансформації у військовій сфері, у т.ч. в процесі управління. Більше того, у цьому документі зазначається, що яскравим прикладом гальмування впровадження ІТ-технологій у ЗС України є “повільне впровадження комбінованих з хмарними технологіями підходів до зберігання даних”.

При цьому у світі та Україні зокрема, вже достатньо компаній, корпорацій, організацій (як великих, так і малих), які для оптимізації, оперативності та автоматизації своєї діяльності досить успішно використовують ІТ-технології, що дозволяють працювати дистанційно в об'єднаній системі, отримуючи віддалений доступ до єдиних інформаційних ресурсів. Наразі такі підходи стають нормою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На загальнодоступних Інтернет-ресурсах та в наукових виданнях останнім часом відмічається достатньо матеріалів про доступність, можливості, переваги, порівняння і, водночас, ризики використання розподілених інформаційних ресурсів. Так, у [14] йдеться про велике значення автоматизації діяльності вузів та створення єдиного інформаційного простору. Матеріали [15] пропонують при цьому підійти ретельно до питань планування і втілення підсистеми управління надійністю, живучістю та контролю у таких мережах.

Найбільш поширеним технологічним рішенням для віддаленого використання єдиного інформаційного простору в опрацьованих матеріалах пропонується використання хмарного середовища [16, С. 196; 17, С. 161; 18; 19, С. 158]. “Базовим стимулом до розвитку саме такої архітектури є стрімка еволюція телекомунікаційних сервісів, підвищення їх надійності та пропускнуої спроможності, зниження вартості послуг передачі даних, широке проникнення як в географічному сенсі, так і серед різних верств населення, бізнесу” [20, С. 280].

Застосування хмарного середовища у діяльності Міністерства внутрішніх справ України пропонується у [21, С. 34].

При цьому хмарні технології можуть надати можливість не тільки зберігати та обробляти дані, а й використовувати вже готові певні програмні засоби (ПЗ), що втілені в хмарне середовище, та керувати

процесом доступу та взаємного використання ресурсів (здійснювати адміністрування) [20, С. 159].

У [22, С. 90] пропонується застосовувати технологію Блокчейн (Blockchain), що може реалізувати максимально захищений документообіг між різними суб'єктами.

Матеріали [23, С. 294] зазначають, що у хмарному середовищі можуть бути реалізовані механізми для пошукових заходів на запит користувача для знаходження електронної копії документу, який містить певні синтаксичні форми (зокрема слова, словосполучення, синоніми).

Виділення невіршених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Застосування автоматизації процесів випробування передбачено [24, ч.4, С. 33]. Втім у цьому НПА використання інформаційних систем пропонується здійснювати безпосередньо у ході випробування – для обрахування отриманих результатів. У [25, С. 31] піднімається питання створення у ДНДІ ВС ОВТ єдиної інформаційної системи забезпечення не лише підготовки, а й проведення випробувань. Проте згадана публікація не передбачає розгляду рішень, які необхідно застосувати для цього.

Метою статті є окреслення підходів, спрямованих на підвищення продуктивності та якості підготовки і проведення випробувальної діяльності ДНДІ ВС ОВТ шляхом впровадження інформаційних технологій, які дозволяють сформувати та вести в інституті єдину базу даних (БД) необхідних документів з локальним доступом до них, а також розміщати та користуватися документами у хмарному середовищі.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Підготовка фахівців ДНДІ ВС ОВТ до проведення випробувань пов'язана з пошуком, відбором, опрацюванням та аналізом певного комплексу НПА і розробкою організаційно-методичних документів. Наявність у випробувальних підрозділах інституту більш-менш наповненої нормативної бази пришвидшує і підвищує якість випробувальної діяльності.

Відтак створення і підтримання єдиного та доступного ресурсу, де зберігаються НПА, раніше розроблені ПіМ та інші часто використовувані документи, міг би стати вагомим чинником підвищення раціональності використання робочого часу фахівців ДНДІ ВС ОВТ.

Також передбачається, що іншим, не менш вагомим, фактором підвищення оперативності виконання службових обов'язків науковцями інституту, може стати спеціально розроблений ПЗ для самостійного пошуку серед сукупності інформації тих НПА та відомостей, які необхідні для

підготовки і проведення випробувань ОВТ.

Виклад основного матеріалу

Процес підготовки до випробування на основі усвідомлення вимог спільного рішення (рішення) [1, п.8] щодо його проведення охоплює такі заходи:

– вивчення складу, призначення, можливостей та інших характеристик зразка, порядку, способів і особливостей його використання;

– з'ясування належності зразка до кліматичної групи та умов його використання у військовій сфері [7, п.1.2, п.2];

– визначення переліку перевірок, передбачених [6–7, табл.2] для зразків відповідної групи, та можливих додаткових перевірок, що обумовлені заявленими характеристиками на зразок, які зазначені у його документації;

– пошук відповідних стандартів та інших НПА [26, ч.1, С. 10]) для з'ясування умов та послідовності перевірок, які необхідно провести, а також критеріїв оцінювання;

– розроблення проєкту ПіМ випробувань та його погодження.

Зазвичай такі заходи являють собою рутинну діяльність [25, С. 29]. У кращому випадку “проводяться паралелі” з раніше проведеними випробуваннями подібних зразків, положення ПіМ яких беруться за основу.

Авторами статті пропонується розглянути можливість змінити (осучаснити) таку діяльність. Для цього в інституті необхідне розгортання (з урахуванням вимог технічного захисту інформації) ЛОМ, де на файловому сервері буде накопичуватися, структуруватися і за запитом “підтягуватися” відповідна нормативна база, типові ПіМ та інші матеріали, які необхідні для підготовки до випробування та іншої науково-технічної діяльності. Іншими словами, пропонується мати інформаційно-довідкову базу [25, С. 31], що може бути використана в ході підготовки та проведення випробування. Зазначені документи повинні бути доступними іншим фахівцям інституту з їхніх ЕОМ, а також надавати розширені можливості з пошуку необхідних відомостей. Шляхи вирішення зазначеного завдання окреслені у [27].

У складі зазначеної мережі передбачається мати:

– файл-сервер – для розміщення НПА, ПіМ, довідкових матеріалів тощо;

– автоматизоване робоче місце (АРМ) адміністратора (АРМ чергової зміни інформаційно-телекомунікаційного вузла) – для адміністрування ЛОМ;

– АРМ працівників НТБ – для наповнення, редагування, вилучення НПА, ПіМ тощо з файл-сервера;

– АРМ науковців ДНДІ ВС ОВТ (не менше одного АРМ на відділ) – для пошуку необхідних НПА, ПіМ, інших документів, їх перегляд, завантаження, друк, а також для автоматизованого визначення обсягу випробувань та методології проведення перевірок зразків на основі початкових вхідних даних.

При цьому у БД документів дозволитиметься розміщувати лише ті, що не мають грифу обмеження доступу.

Іншим, додатковим, способом вирішення проблеми зосередженості та доступності НПА є їх (повне або часткове) зберігання у безкоштовному

хмарному середовищі, створеному в мережі Інтернет. Це дасть змогу отримувати до них доступ фахівцям ДНДІ ВС ОВТ, які працюють віддалено – на випробуваннях. При цьому інститут звільняється від будь-яких зобов'язань щодо підтримання працездатним технічного обладнання, де зберігатиметься інформація, комутаційних пристроїв тощо. Тобто усі питання щодо відмовостійкості та проблеми, які з цим виникають, покладаються на провайдерів.

Схематично підхід з розгортання ЛОМ та використання хмарного середовища зображено на рис.1.



Рис.1. Схематичне зображення розгортання ЛОМ та використання хмарного середовища
Джерело: розроблено авторами.

Проте є певні застереження та обмеження.

По-перше, це питання безпеки акаунтів користувачів, оскільки провайдер матиме до них доступ. Вирішити проблему пропонується шляхом утримання від введення будь-якої інформації про належність акаунтів до ЗС України.

Але передусім система (включаючи кожне АРМ) повинна бути оснащена відповідними ПЗ, як пропонується в [28, С. 658–659; 29, С. 104], що забезпечують захист від кібератак, кібершпигунства та інших злочинних дій, спрямованих як на отримання певних відомостей, так і на їх зміну або вилучення.

По-друге, будь-який із сервісів надає обмежений безкоштовний обсяг для збереження даних (у різних сервісах він відрізняється). Збільшення розміру здійснюється або за окрему плату (у більшості сервісів), або у вигляді бонусу за додаткове залучення інших учасників.

Але, зважаючи, що деякі компанії надають в безоплатне користування до 15 Гб, цей обсяг на початковому етапі може бути використано для розміщення достатньої кількості основних НПА. В

подальшому, з його повним використанням, можливо створити інший обліковий запис, якому буде окремо виділено відповідний обсяг пам'яті.

Автори статті навмисно уникають рекламування або критики жодного із сервісів. Відтак, порівняння їх безкоштовних лімітів обсягу і правил та вартості для збільшення у даній публікації проводиться не буде.

Роботу службових осіб НТБ у мережі передбачається здійснювати за допомогою спеціального ПЗ, встановленого на АРМ працівників бібліотеки.

Можливості ПЗ АРМ працівників НТБ через зрозумілий інтерфейс користувача повинні реалізовувати такі функції:

- ведення БД НПА, ПіМ та інших документів;
- отримання нових надходжень документів від АРМ науковців ДНДІ ВС ОВТ;
- завантаження НПА зі спеціалізованих сайтів – відповідно до укладених угод з ДНДІ ВС ОВТ;
- формування переліку ключових слів до файлів з НПА, ПіМ тощо (ключові слова можливо обирати працівникам НТБ самостійно або за допомогою

онлайн сервісів [30, С. 22];

- пошук потрібних документів у БД за їх змістом та введеними ключовими словами;
- перегляд, завантаження та друк документів;
- додавання (видалення) документів у хмарному середовищі, створеному в мережі Інтернет.

АРМ науковців ДНДІ ВС ОВТ також повинні мати спеціальний ПЗ клієнта, який дозволить здійснювати такі дії:

- 1) пошук (за назвою та ключовими словами) НПА у БД, їх перегляд, завантаження та друк;
- 2) надсилання до АРМ НТБ електронних копій НПА, ПіМ, інших документів – для їх аналізу та оброблення і подальшого включення до БД та/або хмарного середовища;
- 3) перегляд та завантаження НПА з хмарного середовища;
- 4) автоматизація процесу підготовки до випробування шляхом визначення:
 - а) переліку НПА, які потрібно використати при підготовці до випробування;
 - б) комплексу перевірок згідно з визначеною групою зразка;
 - в) переліку додаткових перевірок, виходячи з особливості використання зразка;
 - г) методів проведення випробувань зразка.

Розподіл завдань і функції при реалізації вищевказаних пропозицій буде здійснюватися таким чином:

- 1) на інформаційно-телекомунікаційний вузол ДНДІ ВС ОВТ покладатимуться завдання:
 - а) розгортання ЛОМ та адміністрування системи;
 - б) підтримання програмної та апаратної компонент ЛОМ у робочому стані;
 - в) організація і контроль функціонування підсистеми захисту від кібератак;
 - г) запровадження і реалізація політики безпеки;
 - д) забезпечення комутації з провайдером Інтернет-послуг;
- 2) на НТБ покладатимуться завдання:
 - а) ведення БД НПА, ПіМ та інших документів (передбачає: отримання електронних копій документів від АРМ науковців інституту, завантаження з мережі Інтернет або сканування паперових копій, формування переліку ключових слів та їх долучення до цих НПА, ПіМ та інших документів перед їх додаванням до БД, розміщення файлів у БД разом з ключовими словами; видалення документів в разі скасування, втрати чинності тощо);
 - б) поновлення хмарного середовища документами, отриманими від науковців інституту або завантаженими із спеціалізованих сайтів (відповідно до умов договору з ДНДІ ВС ОВТ);
 - в) формування запитів на спеціалізованих

сайтах щодо пошуку та розміщення НПА, які відсутні в їхній базі (запити формуються на основі вказівок керівного складу інституту або заявок науковців ДНДІ ВС ОВТ);

3) науковцям ДНДІ ВС ОВТ доступні наступні функції:

- а) самостійний пошук необхідних документів у БД за назвою та ключовими словами, їх перегляд, завантаження, копіювання та друк;
- б) пошук НПА у хмарному середовищі, їх перегляд, завантаження, копіювання та друк;
- в) надсилання до НТБ документів для їх розміщення у БД та хмарному середовищі;
- г) формування заявки до НТБ щодо замовлення необхідного НПА на спеціалізованому сайті;
- д) автоматичне визначення переліку випробувань та визначення методів та умов перевірок на основі вхідних даних про зразок;
- е) автоматичне “підтягування” та відображення НПА, які потрібно врахувати при розробленні ПіМ;
- є) автоматичне відображення подібних ПіМ, які є в наявності у БД.

Висновки

Виходячи з вищевказаного, зрозуміло, що існуючі підходи щодо зберігання, циркуляції та доступу до нормативно-правової бази у ДНДІ ВС ОВТ не можуть задовольнити потреби фахівців інституту та перебувають на рівні 20-літньої давнини.

Неупорядковане ситуативне, особистісне збирання НПА та інших документів стають на заваді організованим та якісним процесам підготовки і проведення випробувань представниками ДНДІ ВС ОВТ. Це обумовлено тим, що науковці інституту:

- не завжди володіють інформацією про набуття чинності та скасування НПА в Україні;
- займаються довготривалим і не завжди успішним пошуком необхідних керівних документів для підготовки до випробувань;
- періодично витрачають час на переклад НПА, які вже раніше перекладені іншими науковцями інституту;
- розробляють щоразу нові ПіМ замість використання типових або ідентичних, які розроблені раніше;
- змушені при цьому щоразу ретельно опрацьовувати одні й ті ж стандарти, щоб сформулювати повний набір перевірок, яким необхідно піддати випробуваний зразок;
- накопичують на ЕОМ інституту електронні копії НПА, які при цьому не є доступними іншим службовим особам ДНДІ ВС ОВТ.

Варіантом виходу із такого стану справ є розгортання в ДНДІ ВС ОВТ власної ЛОМ, у якій

можливо буде організовано формувати і надавати науковцям доступ до єдиної БД НПА, ПiМ та інших документів. Додатково частину НПА доцільно розмістити у хмарному середовищі Інтернет-простору. Такий підхід надасть можливість централізовано поновлювати єдину БД, забезпечити ширші можливості та часткову автоматизацію

діяльності науковців з підготовки і проведення випробувань, у т.ч. при перебуванні поза межами інституту. Розвитком впровадження запропонованого підходу може бути її поєднання з інформаційно-довідковою БД ОВТ ІС супроводження випробування, описаної в [31], а у подальшому забезпечити автоматизацію планування випробувань.

Список літератури

1. Про затвердження Порядку проведення випробувань зразків озброєння та військової техніки: Постанова Кабінету Міністрів України від 17 лютого 2021 р. № 159. URL: <https://surl.li/cyvds> (дата звернення: 10.10.2023).
2. ДСТУ В 15.210:2023 Система керування життєвим циклом озброєння та військової техніки. Випробування озброєння та військової техніки. Основні положення. Класифікація. [Чинний від 2023-11-01]. Вид. офіц. Київ, 2023. (Інформація та документація).
3. ДСТУ В 15.211:2023 Система керування життєвим циклом озброєння та військової техніки. Програми і методики випробувань. Основні положення. [Чинний від 2023-11-01]. Вид. офіц. Київ, 2023. (Інформація та документація).
4. Тимчасове положення про експериментально-бойовий підрозділ: затверджений Головнокомандувачем Збройних Сил України.
5. Тимчасовий порядок постачання озброєння військової і спеціальної техніки та боєприпасів для потреб Збройних Сил України під час воєнного стану: затверджений Головнокомандувачем Збройних Сил України.
6. ГОСТ 20.57.303-76. Комплексная система контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Общие технические требования, методы контроля и испытаний. Состав и общие требования к проведению испытаний: 1986. 20 с.
7. ГОСТ 20.39.304-76. Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Общие технические требования, методы контроля и испытаний. Требования по стойкости, прочности и устойчивости к воздействию механических... (СТ В СЭВ 067-81): 1986. 82 с.
8. ГОСТ 20.57.305-76. Комплексная система контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Общие технические требования, методы контроля и испытаний. Методы оценки соответствия требованиям по стойкости, прочности и устойчивости к механическим воздействиям. 1986. 44 с.
9. ГОСТ 20.57.306-76. Комплексная система контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Общие технические требования, методы контроля и испытаний. Методы испытаний на соответствие требованиям по устойчивости к климатическим воздействиям (СТ В СЭВ 071-81): 1990. 47 с.
10. Корнієнко І. В., Корнієнко С. П., Дмитрієв В. А., Павленко А. Г., Камак Д. О. Визначення параметрів якості оцінок стохастичних характеристик випробуваного зразка озброєння та військової техніки. *Система обробки інформації*. 2020. Вип. № 4(163). С. 56–65.
11. Камак Д. О., Скиба О. В., Доманов І. О., Троцик С. М. Підходи щодо оцінювання якості спеціального програмного забезпечення на прикладі інформаційних систем, призначених для підвищення ефективності управління. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2019. Вип. 2(2). С. 74–82.
12. Концепція розвитку IT-інфраструктури Міністерства оборони України та Збройних Сил України: затверджена Міністром оборони України 03.11.2021.
13. Політика цифрової трансформації, цифрового розвитку, інформатизації та забезпечення інформаційної безпеки в системі Міністерства оборони України: затверджена заступником Міністра оборони України 04.11.2021.
14. Гайтан О. М. Розробка автоматизованої системи управління вузлом. Навчально-методичний відділ. *Математичне та імітаційне моделювання систем "МОДС-2018"*: зб. тез доп. XII міжнар. наук.-практ. конф., м. Чернігів, 25-29 черв. 2018 р. Чернігів, 2018. С. 112–116.
15. Лосєв Ю. І., Лосєв М. Ю. Моделювання процесу збору інформації в розподілених ієрархічних мережах. *Система обробки інформації*. 2020. Вип. 1(160). С. 56–65.
16. Істомін К. К. Мікросервіси та технології хмарного середовища. *Перспективи розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ*: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф., м. Львів, 17-18 травня. 2023 р. Львів, 2023. С. 196.
17. Лисецкий Ю. М. Модели построения центров обработки данных. *Математичне та імітаційне моделювання систем "МОДС-2019"*: зб. тез доп. XIII міжнар. наук.-практ. конф., м. Чернігів, 24-26 черв. 2019 р. Чернігів, 2019. С. 160–163.
18. Безпека майбутнього: чому бізнесу варто переходити на хмарні сервіси. *IT community*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/mtuqo> (дата звернення: 10.10.2023).
19. Нерознак Є. І., Кравченко А. О., Сова О. Я. Аналіз методологій, архітектурних рішень та інструментарію розробки інформаційних систем та асу мережевими інфраструктурами. *Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення. Застосування підрозділів, комплексів, засобів зв'язку та автоматизації в операції Об'єднаних сил*: зб. тез доп. XII наук.-практ. конф., м. Київ, 14-15 листоп. 2019 р. Київ, 2019. С. 157–161.
20. Ярошенко Р. Р., Нерознак Є. І. Розподілена система централізованого збору, зберігання та обробки даних на основі Nextcloud. *Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення. Застосування підрозділів, комплексів, засобів зв'язку та автоматизації в операції Об'єднаних сил*: зб. тез доп. XII наук.-практ. конф., м. Київ, 14-15 листоп. 2019 р. Київ, 2019. С. 280.
21. Ваганій Н. В. Застосування інноваційних технологій у комплексних системах відеоспостереження "Безпечне місто". *Актуальні проблеми діяльності складових сектору безпеки і оборони України в умовах особливих правових режимів*:

поточний стан та шляхи вирішення: зб. тез доп. наук.-практ. конф., м. Харків, 30 берез. 2023 р. Харків, 2023. С. 34.

22. Баранова А. Д. Документообіг з використанням технології Блокчейн. *Математичне та імітаційне моделювання систем "МОДС-2018"*: зб. тез доп. XIII міжнар. наук.-практ. конф., м. Чернігів, 24-26 черв. 2018 р. Чернігів, 2018. С. 89–92.

23. Курто О. С., Качановський П. П. Аналіз методів дослідження тексту. *Математичне та імітаційне моделювання систем "МОДС-2018"*: зб. тез доп. XIII міжнар. наук.-практ. конф., м. Чернігів, 24-26 черв. 2018 р. Чернігів, 2018. С. 292–295.

24. Методичні рекомендації щодо організації наукової і науково-технічної діяльності у Збройних Силах України. Ч.4. Основи організації випробувань зразків (комплексів, систем) озброєння і військової техніки для потреб Збройних Сил України. Київ: ВНУ ГШ ЗС України, 2020. 63 с.

25. Корнієнко С. П., Корнієнко І. В., Казначей С. М., Жирна О. В., Кравченко В. С. Обґрунтування інформаційних компонентів нормативно-довідкової бази даних автоматизованої інформаційної системи супроводження випробувань озброєння та військової техніки. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2021. Вип. 1(7). С. 29–39. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.7.2021.04>.

26. Методичні рекомендації щодо організації наукової і науково-технічної діяльності у Збройних Силах України. Ч.1. Глосарій з питань організації наукової і науково-технічної діяльності. Київ: ВНУ ГШ ЗС України, 2020. 26 с.

27. Скиба О. В., Руденко О. В., Панасенко С. В. Інформаційно-довідкова система забезпечення та підтримки процесів підготовки до проведення випробувань озброєння та військової (спеціальної) техніки. *Системи і технології зв'язку, інформатизації та кібербезпеки: актуальні питання і тенденції розвитку*: зб. матер. I міжнар. наук.-техн. конф., м. Київ, 25-26 листоп. 2021 р. Київ, 2021. С. 262–263.

28. Марчук А. В. Захист даних у публічній хмарі з шифруванням та стороннім аудитом. *Новітні технології – для захисту повітряного простору*: зб. тез доп. XIX міжнар. наук. конф., м. Харків, 12-13 квітн. 2023 р. Харків, 2023. С. 658–659.

29. Кучеренко Ю. Ф., Александров О. В., Носик А. М., Камак Д. О. Методологічні основи інформаційної безпеки країни з урахуванням умов сучасного періоду її державотворення. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2022. Вип. 4(14). С. 99–109. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.14.2022.11>.

30. Фіялка С. Пошукова роль ключових слів у науковій статті та рекомендації щодо їх добору. *Вісник Книжкової палати*. 2018. Вип. 12. С. 20–24.

31. Корнієнко І. В., Корнієнко С. П., Казначей С. М., Руденко О. В., Толмачов В. Ю. Узагальнена структура інформаційно-довідкової бази даних ОВТ інформаційної системи супроводження випробувань. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2022. Вип. 1(11). С. 66–77. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.11.2022.08>.

Надійшла до редколегії 09.06.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про авторів:

Скиба Олег Васильович

начальник науково-дослідного відділу
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-6252-6775>

Доманов Ігор Олександрович

старший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-9726-0591>

Рибачок Данило Вікторович

молодший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0009-0001-5244-7694>

Скиба Андрій Олегович

курсант
Військового інституту
телекомунікацій та інформатизації
ім. Героїв Крут,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0009-0007-2169-555X>

Information about the authors:

Oleh Skyba

Head of Scientific Research Department
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-6252-6775>

Igor Domanov

Senior Researcher
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-9726-0591>

Daniilo Rybachok

Junior Researcher
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0001-5244-7694>

Andrii Skyba

Cadet
of Kruty Heroes Military Institute
of Telecommunications and
Information Technologies,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0007-2169-555X>

**APPROACHES TO INCREASE THE EFFICIENCY OF TRAINING AND TESTING
BY CREATING A UNIFORM INFORMATION AND REFERENCE SYSTEM
AND AUTOMATING THE ACTIVITIES OF THE INSTITUTE'S SCIENTISTS**

O. Skyba, I. Domanov, D. Rybachok, A. Skyba

The article is devoted to ways of solving certain problematic aspects of the preparation and conducting of tests, caused by the lack of a centralized approach to the creation, replenishment and access of scientists of the institute to the regulatory and legal framework and other materials necessary for the development of organizational and methodical documents for conducting tests. This causes long-term, not always high-quality preparation and testing of weapons, military, special equipment, ammunition, software and other types of experimental samples.

The authors of the article outline approaches to increase the efficiency, automation, and quality of preparation and testing. For this purpose, it is proposed to create a single information and reference system at the institute, built on the basis of global (cloud environment) and local (local computer network) data exchange systems.

The proposed approaches provide for the implementation of advanced information technologies that ensure the accumulation, search, access and use by scientists of the State Research Institute of Testing and Certification of Weapons and Military Equipment of the necessary regulatory and legal acts, organizational and methodological documents, reporting materials and other reference data at the stages preparation and testing of weapons, military, special equipment, ammunition, software and other types of prototypes.

The introduction of the proposed approaches will reduce the cost of human resources for the preparation for the tests, will ensure the improvement of the quality of working out the organizational and methodical documents, which will ensure the proper conduct of the tests by the test team.

Keywords: *testing activity; local computer network; information and reference system; distributed information resources; cloud environment.*

Є.М. Тертишнік, О.І. Потапов, О.Є. Кузьміч, А.А. Мішок

Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Черкаси

ОБГРУНТУВАННЯ ЗАГАЛЬНИХ ВИМОГ ДО ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ РЕЄСТРАЦІЇ ПАРАМЕТРІВ АВТОМОБІЛЬНОЇ (БРОНЕТАНКОВОЇ) ТЕХНІКИ

У статті проведено вивчення можливостей використання сучасної бортової реєструючої системи типу VBOX та серії Quantumx для випробування автомобільної та бронетанкової техніки.

Дослідження проведено шляхом аналізу технічних характеристик системи.

Метою досліджень було вивчення технічних характеристик і принципів побудови сучасних бортових реєструючих систем іноземного виробництва, таких як VBOX і серія Quantumx. Дослідження спрямовані на реєстрацію необхідних параметрів роботи систем для автомобільної та бронетанкової техніки, вивчення можливостей їх використання для проведення випробувань і формулювання основних Загальних вимог до цих систем.

Аналіз технічних характеристик та особливостей використання сучасних реєстраторів даних під час випробування автомобільної та бронетехніки показав, що:

– сучасні вимірювальні системи, такі як реєстратори, можна успішно використовувати для вимірювання параметрів роботи автомобільної та бронетехніки вітчизняного виробництва, що дозволить спростити та автоматизувати процес вимірювань, а також мінімізувати кількість помилок, які можуть виникати під час їх проведення;

– вимірювальні системи, такі як реєстратори, є універсальними і дозволяють забезпечити процес вимірювань при проведенні випробувань автомобільної та бронетехніки, їх складових, а також виконувати вимірювання параметрів в різних системах, включаючи статичні та динамічні характеристики об'єктів, температуру, тиск, вібрації, перевантаження та інші показники;

– використання можливостей вимірювальних систем, таких як реєстратори, дозволить скоротити час, необхідний для прийняття рішення щодо доцільності впровадження нових (модернізованих) зразків автомобільної та бронетехніки Збройних Сил України, а також допоможе продовжити ресурс існуючих зразків техніки.

Результати цієї роботи є доцільними при вивченні можливостей закупівлі лабораторного вимірювального обладнання для проведення випробувань автомобільної та бронетехніки науково-дослідними установами та підприємствами промисловості.

Ключові слова: бортова реєструюча система; випробування автомобільної та бронетехніки.

Вступ

Постановка проблеми. Аналіз використання бортових реєструючих систем (РС), для випробування автомобільної та бронетехніки показує, що останнім часом провідні країни світу розробили багато сучасних РС, які активно впроваджуються для проведення вимірювань та обробки їх результатів під час випробувань, як загальної системи (зразків озброєння та військової техніки) (ОТВ), так і її складових частин. Новітні РС вимагають ретельного вивчення з метою їх закупівлі та подальшого використання в процесі проведення випробувань. Більшість систем та комплексів вимірювань параметричної інформації, які експлуатуються в науково-дослідних лабораторіях інформаційно-вимірювальних систем Збройних Сил та підприємствах промисловості України є морально застарілими та призначені для вимірювання аналогових параметрів і бінарних сигналів роботи

систем та не можуть адаптуватися під інші види техніки. Одним із можливих способів вирішення цього питання є закупівля новітніх РС широкого спектру застосування іноземного виробництва [1].

Актуальність цієї статті обумовлена євроатлантичним курсом України, в межах якого керівництво держави та сил оборони приділяє значні зусилля щодо оновлення наявного існуючого парку зразків озброєння, військової та спеціальної техніки, особлива увага приділяється зразкам автомобільної та бронетанкової техніки (АТБТ), як новим, так і модернізованим. Можливість застосування АТБТ у Збройних Силах України перевіряється на випробуваннях шляхом контролю вимірних параметрів роботи та порівняння їх відповідності тактико-технічним характеристикам.

Аналіз стану проблем використання РС для випробування автомобільної та бронетехніки показує, що останнім часом провідні країни світу розробили багато сучасних інформаційно-

вимірювальних (реєструючих) систем, які активно впроваджуються для проведення вимірювань та обробки їх результатів під час проведення випробувань, як для озброєння та військової техніки (ЗСУ), в цілому, так і для його складових частин.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питання вивчення можливостей використання аналогічних сучасних, універсальних, модульних вимірювальних систем для проведення випробувань військової техніки були розглянуті в статтях [2–8] і в науково-дослідній роботі “Обґрунтування варіантів використання бортових інформаційно-вимірювальних комплексів та військової техніки реєструючих систем під час випробування озброєння та військової техніки різного функціонального призначення”, шифр “Борт” [9].

Сучасні РС призначені для оцінки великої кількості (сотень і навіть тисяч) взаємопов’язаних параметрів і відносяться до класу складних технічних систем.

Метою статті є вивчення технічних характеристик сучасних РС, можливостей їх застосування для проведення випробувань автомобільної та бронетанкової техніки.

З цією метою були проаналізовані технічні характеристики та принципи роботи РС іноземного виробництва, щодо проведення вимірювань параметрів роботи системи під час проведення випробувань зразків військової техніки. Також враховано досвід підприємств оборонно-промислового комплексу держави у використанні цих систем для прийняття рішення щодо їх закупівлі та подальшого використання під час проведення випробувань.

Виклад основного матеріалу

Вивчення міжнародного та вітчизняного



досвіду застосування таких систем показує, що особливої уваги потребують РС, побудовані за принципами роботи систем, таких як VBOX 3i RTK та система RACELOGIC ADAS виробництва Німеччини. Вони можуть бути успішно використані для вимірювань багатьох різних параметрів, особливо цифрових [10–12].

Розглянемо більш детально характеристики, принципи побудови та можливості застосування для проведення випробувань автомобілів та бронетехніки.

Сучасні системи, що використовуються для випробувань автомобілів, представляють собою вимірювальні комплекси, які включають в себе модулі для підключення датчиків, перетворення аналогових сигналів від датчиків в цифрову форму, збереження отриманої інформації у цифровому вигляді та взаємодії із зовнішніми комп’ютеризованими пристроями. Модулі можуть бути окремими або інтегровані в єдиний блок.

РС дозволяють проводити вимірювання різноманітних параметрів автомобілів, таких як швидкість, прискорення, температура, тиск, оберти двигуна, інші фізичні величини та сигнали з датчиків. Отримані дані зберігаються у цифровому форматі, що спрощує подальшу обробку та аналіз.

Вони можуть взаємодіяти з іншими обчислювальними пристроями, що дає можливість вивчення результатів випробувань та подальшого аналізу на зовнішньому комп’ютері.

РС особливо корисні для вивчення та аналізу характеристик автомобілів і техніки під час випробувань та на етапах її проектування.

VBOX 3i RTK – це модуль реєстратора даних з подвійною антеною, що використовується разом з диференціальною базовою станцією для отримання точного позиціонування (рис. 1).

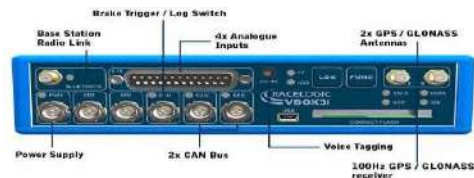


Рис. 1. Зображення реєстратора VBOX 3i RTK можливості вводу та виведення даних реєстратора
Джерело: розроблено авторами за даними [10, С. 2].

Цей реєстратор даних поєднує в собі всі переваги здвоєної антени GPS-налаштування із супутниковим відстеженням і може бути використаний у будь-якій кількості випробувань автомобіля, де позиційна точність та повторюваність мають найбільше значення.

VBOX 3i RTK основний блок збору інформації систем RACELOGIC ADAS для вимірювання відстані пройденої транспортним засобом, часу до зіткнення та положення в смузі руху.

Реєстратор має наступні можливості щодо підключення:

- антени GPS та GLONASS для виміру параметрів часу, швидкості, відстані, положення та параметрів кута ковзання, кроку або кута нахилу;
- два інтерфейси шини CAN для підключення модулів RACELOGIC та для реєстрування до 16 сигналів CAN з іншої РС;
- педалі гальма для фіксування початку гальмування;

– до 4-х аналогових входів з напругою живлення 5 В та частотою опитування від 100 до 500 Гц;
– мікрофон для запису голосових повідомлень з синхронізацією по GPS;

– джерело живлення від 7 до 30 В постійного струму. Низьке споживання струму призводить до збільшення терміну служби акумулятора.

Реєстратор має наступні можливості щодо виведення (рис.1б):

– один порт CAN шини використовується для виведення параметрів VBOX GPS;
– роз'єми RS232, USB, Bluetooth для конфігурації VBOX, виведення GPS даних в

реальному часі, використання радіотелеметрії та моніторингу інформації з ПЕОМ;

– 2 цифрових виходи;
– 2 аналогові виходи.

Інформація на SD-картку реєструється у текстовому форматі.

Розглянемо можливості обладнання щодо вимірювання основних параметрів.

Інтерфейс швидкості шини CAN (рис.3а) – це модуль, який використовується для отримання швидкості двигуна та швидкості руху з шини CAN автомобіля.

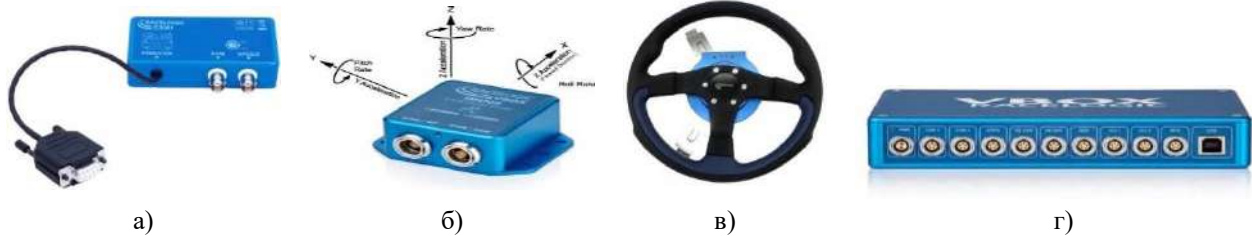


Рис.2. а) інтерфейс швидкості; б) блок інерційних вимірювань; в) датчик керма; г) концентратор.

Джерело: розроблено авторами за даними [10, С. 3].

Блок інерційних вимірювань (рис.2б) – забезпечує високоточні вимірювання кроку, нахилу та швидкості похилу за допомогою трьох швидкісних гіроскопів, а також прискорення x, y, z за допомогою трьох акселерометрів. Блок на основі інтерфейсу CAN має температурний сенсор для калібрування.

Датчик керма RACELOGIC (рис.2в) призначений для точного вимірювання кута повороту, крутного моменту транспортного і

безпосередньо підключається до реєстратора даних VBOX 3i RTK системи RACELOGIC завдяки інтерфейсу CAN.

Концентратор CAN (рис.3г) дозволяє збільшити кількість каналів VCI, які реєструються безпосередньо на реєстратор даних VBOX 3i RTK (максимум до 32) та здійснювати підключення до модему DGPS, телеметрії RS232 та багатофункціонального дисплея VBOX.



Рис.3. а) міні-вхідний модуль; б) модуль введення частоти;
в) датчик сили педалі з інтерфейсом датчика сили педалі; г) курок педалі гальма.

Джерело: розроблено авторами за даними [10, С. 3].

Міні-вхідний модуль (рис.3а) – це модуль введення-виведення загального призначення, який дозволяє легко виміряти такі дані, як температура, об/хв, швидкість обертання колеса, витрата палива, кути дросельної заслінки та сили педалі разом з даними GPS VBOX. Модуль може приймати 8 аналогових входів, 2 цифрових входи, додатковий цифровий вхід стану для використання в якості маркера подій та 2 входи термопари типу К.

Модуль введення частоти (рис.3б) – це 4-канальний блок збору частоти та лічильник імпульсів дозволяє реєструвати сигнали до VBOX на основі частоти в діапазоні від 1 Гц до 20 кГц з можливістю безпосереднього підключення до датчиків швидкості обертання коліс ABS, датчиків

частоти обертання та датчиків витрати палива.

Датчик сили педалі VBOX (рис.3в) призначений для вимірювання навантаження, яке діє на педаль. Завдяки компактній конструкції, великій контактній площі та універсальності монтажних кронштейнів, датчик легко встановлювати та знімати. Високий захист від перевантаження також запобігає пошкодженню в разі аварійної зупинки. Особливості конструкції сферичної поверхні виключають ковзання, щоб мінімізувати ефекти поза вісного навантаження та стабілізують температуру.

Інтерфейс маркера подій сили педалі VBOX з'єднує між собою датчик сили педалі VBOX та VBOX 3i. Як тільки на педаль гальма подається

будь-який тиск, інтерфейс виводить цифровий сигнал, який може бути використаний для запуску тесту. Він працює подібно до традиційного спускового гачка педалі гальма, але також дозволяє вимірювати силу педалі, і його не потрібно закріплювати на педалі.

Курок педалі гальма (рис.3г) використовується



Рис.4. а) Модуль інтерфейсу спускового механізму; б) Перемикач запуску, зупинки реєстрації; в) Модуль термопар; г) Шлюз VBOX CAN.

Джерело: розроблено авторами за даними [10, С.4].

Модуль інтерфейсу спускового механізму (рис.4а) дозволяє проводити випробування на натискання гальма не використовуючи традиційний спусковий гачок педалі гальма, якщо на транспортному засобі вже встановлений датчик гальмівного тиску. Інтерфейс підключається до 12-вольтової системи гальмування автомобіля і при застосуванні гальм перетворює його в активний низький сигнал 0 В, який діє як тригер для VBOX.

Перемикач запуску/зупинки реєстрації (рис.4б) використовується для запуску та зупинки реєстрації даних. Це фіксує перемикач, який у відкритому положенні запускає реєстрацію даних, а в закритому – зупиняє реєстрацію даних. Функція фіксації усуває необхідність постійного тиску на перемикач, забезпечуючи можливість водієві автомобіля тримати дві руки на кермі.

Модуль термопар VBOX (рис.4в) призначений для вимірювання температури на 8 входах термопар в діапазоні від мінус 269 °С до плюс 1375 °С (типу К) з частотою дискретизації 100 Гц та забезпеченням виводу результатів в інтерфейсі CAN.

Шлюз VBOX CAN (рис.4г) призначений для управління потоком даних CAN між двома окремими шинами, що дозволяє реєструвати дані шини CAN або CAN FD до системи VBOX та одночасно дозволяючи вторинним CAN-модулям (таким як вхідний модуль Mini) взаємодіяти з VBOX.

для точного вимірювання натискання педалі гальма під час випробувань зупинки гальма. Фіксація часу події спрацьовування гальма зберігається у внутрішній пам'яті та штампується у файл VBO для інтерполяції швидкості між зразками GPS, що є ключовим компонентом для високоточного розрахунку відстані гальма.



Рис.5. Програмне забезпечення VBOX Test Suite
Джерело: розроблено авторами за даними [12, С. 2].

VBOX Test Suite (рис.5) – пакет програмного забезпечення для аналізу та детального вивчення даних VBOX з інтуїтивно зрозумілим інтерфейсом, який доступний для всіх користувачів. Кілька наборів даних можна аналізувати одночасно в робочій області, з окремою вкладкою для кожного тесту, що забезпечує доступність даних на одному екрані. VBOX Test Suite забезпечує налаштування макету робочої області відповідно до визначених завдань, включаючи таблиці, діаграми, карти та синхронізовані HD відеоматеріали, які можна переглядати. В області інформаційної панелі є можливість додавати або видаляти датчики та зареєстровані канали. Програмне забезпечення може бути використано в автономному режимі, для аналізу після тесту, або в режимі он-лайн, що дозволить бачити дані в реальному часі.



Рис.6. а) MX840B-R; б) MX1615B-R; в) CX22B-W/CX22B; г) MX460B.

Джерело: розроблено авторами за даними [3, С. 3].

Високий рівень автоматизації призводить до значного скорочення часу обробки, збереження та

представлення інформації у вигляді необхідному для аналізу.

Розглянемо характеристики, засоби побудови та можливості використання систем серії QUANTUM-X, виготовлених в Німеччині, для проведення випробувань обладнання військової техніки.

Блок MX840B-R універсальний вимірювальний підсилювач зображений на рис.ба.

MX840B-R забезпечує:

8 незалежних каналів з можливістю індивідуальної конфігурації, а також може бути підключена до 16 різних перетворювачів до кожного каналу швидкість передачі даних від 0,1 Гц до 40 кГц на канал;

– підтримку датчиків TEDS;

– придатність до застосування в жорстких умовах навколишнього середовища, включаючи удари, вібрацію, екстремальні температурні умови та вологість;

Технічні характеристики:

– 4 незалежні входи;

– система включає в себе технології перетворення цифрових сигналів та частоти для використання з лічильниками, датчиками крутного моменту, кодовими датчиками кута повороту, кодуєчими датчиками та для ШІМ (ширина імпульсу/час, робочий цикл);

– можливість передавати сигнали з пропускну здатністю в діапазоні від 0 Гц до 7700 Гц, а також в діапазоні від 0 Гц до 1600 Гц з використанням несучої частоти;

– ідентифікація датчика –TEDS, IEEE 1451,4, максимальна відстань до модуля TEDS – до 100 м;

– Ethernet – 10Base-T/100Base-TX, з протоколом TCP/IP та прямої IP адресою чи DHCP.

Блок мостового підсилювача MX1615B-R на рис.бб забезпечує:

– 16 входів для підключення тензодатчиків з мостовою, 1/2- та 1/4-мостовими схемами, резисторів, терморезисторів, потенціометричних датчиків;

– живлення моста здійснюється постійним струмом або несучою частотою;

– дозволяє підключення напруги до 60 В для RT100, резисторів та потенціометрів;

– швидкість обміну даними може сягати до 20000 вимірів на секунду на кожному каналі;

– підтримка датчиків TEDS;

– придатна для застосування в жорстких умовах навколишнього середовища, включаючи удари, вібрацію, екстремальні температурні умови та вологість;

– Ethernet – 10Base-T/100Base-TX, з протоколом TCP/IP та прямої IP адресою чи DHCP.

Реєстратор даних CX22B-W/CX22B серії QUANTUMX зображений на рис.бв.

Реєстратор даних забезпечує:

– автономний збір інформації з підключених датчиків;

– підключення модулів, датчиків GPS, камер,

сенсорного екрана;

– простий процес налаштування, який включає в себе синхронізацію, обчислення, створення віртуальних каналів та аналіз сигналів;

– різні інтерфейси підключення, включаючи LAN (локальна мережа), WLAN (бездротова локальна мережа), USB (універсальна послідовна шина) та цифровий ввід/вихід.

– напруга живлення – від 10 В до 30 В.

– збереження інформації здійснюється на внутрішній SSD накопичувач; змінний CFast накопичувач або USB-накопичувач чи зовнішній диск;

– можливість відображення даних в режимі онлайн за допомогою дисплея та контролю рівнів в повноекранному режимі.

Загальні характеристики:

– операційна система – Windows Embedded 8;

– процесор – Intel® Atom, E3845 Quad Core, 1,9 ГГц;

– внутрішня пам'ять – SLC-SSD 32 ГБ;

інтерфейси:

– 2 x Gigabit Ethernet; 2 x FireWire;

– 1 x роз'єм для встановлення панелі BPX; 1 x USB 3.0;

– 1 x USB 2.0;

– 1 x RS232;

– 1 x DVI-D;

– 3 x Digital In и 3 x Digital Out.

Вимірювання імпульсів та частоти здійснюється модулем MX460B зображений на рис.бг.

Модуль MX460B призначений для:

– налаштування чотирьох ізольованих входів з різними конфігураціями, включаючи цифрові імпульси та частоти, лічильники, датчики обертового моменту, кодові датчики кута повороту, датчики та ШІМ (ширина імпульсу/час, робочий цикл).

– вимірювання швидкості, крутного моменту, кута, положення, зміщення;

– забезпечення високої роздільної здатності і динамічності для точних та надійних вимірювань;

– проведення аналізу обертових коливань та визначення диференціального кута;

– підтримки датчиків TEDS;

– підтримки двох режимів частотної вибірки: десяткової, в діапазоні від 0,1 вибірки в секунду до 100 000 вибірок в секунду, та класичної, в діапазоні від 0,1 вибірки в секунду до 96 000 вибірок в секунду;

Для налаштування системи збору даних, визначення каналів та сигналів, створення індивідуальних панелей для візуалізації сигналів, а також для збереження даних в різних форматах, таких як BIN, Excel, ASCII, DIAdem, MATLAB, MDF, також для графічного аналізу та збереження результатів вимірювань з опцією експорту

графічних даних, використовується спеціалізоване програмне забезпечення Catman AP (рис.7).



Рис.7. Програмне забезпечення Catman AP
Джерело: [4, С. 1].

Програмне забезпечення Catman AP призначено для:

- конфігурації вимірювальних каналів та каналів зв'язку, налаштувати їх під час вимірювань та випробувань, включаючи встановлення частоти дискретизації, виконання пуску, взаємодію та додавання коментарів;
- створення віртуальних каналів з розрахунками у режимі реального часу, включаючи алгебраїчні операції, БПФ (багатополосний аналіз), логічні операції, аналіз розетки тензодатчиків, диференціювання, інтегрування та інше;
- встановлення граничних значень та контролю дій, таких як активація цифрового виходу, акустичні сигнали, запис у журналі та інші допоміжні повідомлення;
- створення різноманітних можливостей для візуалізації та збереження даних, включаючи:
 - графічне відображення сигналів;
 - запис ліній;
 - вимірювання аналогових сигналів;
 - індикатори цифрових графіків та гістограм;
 - таблиці;
 - двовимірний частотний спектр;
 - географічні карти;
 - світлодіодні індикатори та інше;
 - візуалізації сигналів на основі часу, частоти та кута, можливість збереження, включаючи запис даних в різних форматах, таких як catman BIN, Excel, ASCII, MDF, MAT, DIADEM, UFF. Максимальна пропускна здатність системи становить 12 мільйонів вибірок в секунду або 100 Мбіт/с, і ви можете перетворювати результати вимірювань в різні формати за допомогою цього програмного забезпечення;
 - графічний аналіз записаних даних, очистка даних, перетворення даних в інші формати;
 - створення доповідей.

Таким чином, провівши аналіз можливостей перспективних систем іноземного виробництва з урахуванням потреб у вимірюванні необхідних параметрів роботи систем ОВТ можна сформулювати основні Загальні вимоги до цієї системи:

1. Цільове призначення системи

Інформаційно-вимірювальна система реєстрації параметрів автомобільної (бронетанкової) техніки (АТ (БТ)) призначена для збору, обробки, відображення параметрів роботи дослідного зразка виробу автомобільної (бронетанкової) техніки та їх складових (систем) під час випробувань.

2. Склад системи

До складу інформаційно-вимірювальної системи входять:

- блок реєстрації даних з навігаційною системою типу GPS;
- модуль вимірювання швидкості та пройденого шляху автомобіля;
- модулі (блоки) для підключення датчиків аналогових, цифрових параметрів, бінарних сигналів (разових команд);
- модулі (блоки) для підключення тензOMETричних датчиків;
- модуль рульового колеса;
- датчики вимірювання;
- зусиль на педалі;
- частоти обертання коліс;
- вимірювання швидкості;
- прискорень та кутових швидкостей;
- температури (термопар);
- витрати палива;
- тензOMETричні датчики тощо;
- програмно-апаратний комплекс на базі ПЕОМ зі спеціалізованим програмним забезпеченням.

3. Перелік спеціальних завдань, які покладені на систему

Основними завданнями інформаційно-вимірювальної системи мають бути:

- 1) запис, перетворення і збереження параметричної інформації дослідного зразка виробу АТ (БТ) про роботу його систем, агрегатів і обладнання, що підлягають перевірці та оцінці:
 - частота обертів колінчатого валу двигуна;
 - температура систем (агрегатів) виробу та елементів конструкції від під'єднаних датчиків температури (термопар);
 - часові показники розгінно-гальмівних характеристик (час розгону виробу з місця до максимальної (визначеної) швидкості руху, час гальмування тощо);
 - швидкість руху дослідного зразка виробу АТ (БТ) на різних режимах;
 - зусилля на органи керування дослідним зразком (рульове колесо, педалі, важелі тощо);
 - гальмівний шлях;
 - шлях екстреного гальмування;
 - відстань пройденого шляху;
 - час за UTC;
 - просторове положення/координати (довгота, широта) дослідного зразка;
 - напрямок руху;
 - кут підйому, що долається (в повздовжній

площині);

- кут нахилу (в поперечній площині);
- кут повороту рульового керма;
- параметри зусиль елементів конструкції від тензOMETричних датчиків;
- бінарних сигналів (разових команд).

Параметри від штатних датчиків автомобіля та через CAN (або аналогічні) інтерфейси при їх наявності:

- частота обертів колінчастого валу;
- витрата пального та мастила на 100 (1) км пробігу за 1 час роботи на місці;
- температура технічних рідин систем двигуна та трансмісії;
- напрямок руху та координати (довгота, широта) автомобіля;
- швидкість руху;
- часу проходження по маршруту;
- напруга живлення бортової мережі дослідного зразка;

– дозволяти оператору програмно встановлювати інші параметри, разом з частотою опитування, які відповідають конкретним потребам і вимогам вимірювань.

2) аналіз реєстрованої інформації за допомогою засобів обробки інформації повинен дозволити отримати кількісні значення експлуатаційно-технічних характеристик об'єкту досліджень.

4. Не бойові спеціальні функції системи

Основними спеціальними функціями системи є вимірювання параметрів дослідного зразка автомобільної (бронетанкової) техніки та його складових (систем) під час випробувань з метою:

- отримання в процесі випробувань вимірювальної інформації, необхідної для оцінювання (перевірки) характеристик дослідного зразка виробу АТ(БТ) та подальшого його удосконалення;
- проведення експериментальної оцінки кількісних характеристик автомобільної і бронетанкової техніки та їх складових.

5. Застосування системи

Реєструюча система повинна мати можливість використання за призначенням у будь-яку пору року та час доби при різних погодних умовах.

Умови навколишнього середовища застосування системи реєстрації інформації мають бути:

- температура повітря від мінус 30°C до + 40°C;
- відносна вологість повітря до 98 %;
- атмосферний тиск повітря 2,0 – 106 кПа (15-795 мм рт. ст.);
- ступінь захисту не нижче IP65.

6. Можливості системи

6.1 Вимоги до реєструючого обладнання

6.1.1 Блок реєстрації даних з приймачем GPS-сигналу повинен забезпечувати:

- реєстрацію одночасно не менше:
- 16 каналів інтерфейсу стандарту типу CAN;

даних з інтерфейсу типу CAN автомобіля та інтерфейсу типу CAN IBC;

– 4-х аналогових вхідних каналів з вхідним діапазоном ± 50 В;

– одного входу триггеру гальм;

– налаштування, реєстрацію та вивід даних в реальному часі за допомогою роз'ємів RS-232, USB тощо;

– фільтрацію даних з одної CAN-шини та пересилка визначених даних на іншу CAN-шину;

– відображення результатів в реальному часі через послідовний порти USB або Bluetooth;

– запис даних на карту компактної флеш-пам'яті;

– зберігання інформації останніх не менше 24 годин запису;

– відображення поточних координат;

– вимірювання кутів підйому, спуску, нахилу (крену);

– точність вимірювання 0,5 %.

Живлення блока реєстрації напругою постійного струму від 7 В до 30 В.

Потужність споживання не більше 6 Вт.

Втрати інформації (включаючи перезапис) не повинні перевищувати 0,5 % в нормальних кліматичних умовах та 1,0 % в умовах впливу кліматичних і механічних факторів.

6.1.2 Модуль вимірювання швидкості та пройденого шляху автомобіля повинен забезпечувати вимірювання параметрів з наступними характеристиками:

- швидкість:
- діапазон вимірювання швидкостей 0,1... 250 км/год;

– точність вимірювання $\pm 0,1$ км/год;

– шляху:

– похибка вимірювання 0,1%.

6.1.3 Модулі (блоки) для підключення датчиків аналогових та цифрових параметрів повинні забезпечувати:

– узгоджену роботу (підключення) датчиків з модулями, а модулів з блоком реєстрації інформації;

– перетворення аналогових сигналів в цифрові по не менш 8 вхідних каналах та передачу даних по CAN-шині;

– підключення не менше 16 цифрових входів;

– підключення не менше 10 входів термодатчиків в діапазоні від мінус 40°C до +1000°C;

– підключення не менше 4 каналів частоти та лічильника імпульсів в діапазоні частот від 1 Гц до 20 кГц.

6.1.4 Модулі (блоки) для підключення тензOMETричних датчиків повинні мати пристрій захисту від перевантаження та забезпечувати реєстрацію номінального навантаження з похибкою вимірювань $\pm 0,1$ %.

6.1.5 Модуль рульового колеса повинна забезпечувати вимірювання кута повороту,

поворотного моменту рульового колеса, зусилля на рульове колесо з характеристиками не гірше ніж:

- діапазон вимірювання зусилля (моменту) на рульовому кермі до 320 Н (± 320 Нм);
- похибка зусилля вимірювань на рульовому кермі $\pm 0,1$ Н;
- діапазон вимірювання кута повороту рульового кермі ± 1250 град;
- похибка вимірювань кута повороту рульового керма $\pm 0,1$ град.

6.1.6 Датчики повинні забезпечити:

– реєстрацію зусилля впливу на педалі для вимірювання часу початку та завершення натискання з характеристиками не гірше ніж:

- діапазон вимірювання 0-1500 Н;
- відносну похибку вимірювання 3 %;
- тривалість натискання (час до повного зупинення) 0...10 с;
- частоту вимірювання 250 Гц;
- вимірювання частоти обертання коліс з характеристиками не гірше ніж:

– максимально допустима частота обертання 12000 об/хв;

- момент інерції ротора 14 г·см²;
- пилю- і волого непроникує IP65; похибка вимірювання $\pm 5\%$;

– вимірювання швидкості та пройденого шляху автомобіля з характеристиками не гірше ніж:

– діапазон вимірювання швидкості від 0,1 км/год до 250 км/год;

- похибка вимірювання шляху $\pm 0,05\%$;
- похибка вимірювання швидкості $\pm 0,1\%$;
- частота вимірювань 10 Гц;

– реєстрація прискорення та кутових переміщень з характеристиками не гірше ніж:

- діапазон вимірювання прискорень $\pm 5g$;
- діапазон вимірювання кутових швидкостей ± 450 град/с;

– частота вимірювання кутових швидкостей 25 Гц;

- частота вимірювання прискорень 10 Гц;
- відносна похибка вимірювання прискорень $\pm 1\%$;

– відносна похибка вимірювання кутових швидкостей 0,00085 град/с;

– вимірювання температури систем (агрегатів) автомобіля та елементів конструкції від під'єднаних датчиків температури (термопар) з характеристиками не гірше ніж:

– діапазон вимірювання від мінус 40°C до 1000°C;

– точність вимірювання ± 2 °C (0 - 200°C) та $\pm 4,0$ °C (200 - 1000°C);

- швидкість оновлення 100 Гц;
- вимірювання витрати палива з характеристиками не гірше ніж:

– діапазон вимірювання витрати палива від 0,002 л/с до 0,08 л/с;

– похибка вимірювань $\pm 1\%$;

– температурний діапазон вимірювання від мінус 30°C до + 40°C;

– напруга живлення – 10...28 В;

– струм споживання (номінальний) – 40 мА.

– тензометричне вимірювання деформації конструкції з характеристиками не гірше ніж:

– діапазон вимірювання 0-100 кг/мм²;

– похибка вимірювань $\pm 0,1\%$;

– частота вимірювання 1 кГц;

Комплект поставки первинних перетворювачів (датчиків) та їх технічні характеристики уточнюються при поставці вимірювальної системи та повинні забезпечувати їх спряження з каналами вимірювальної системи.

6.1.7 Програмно-апаратний комплекс на базі ПЕОМ зі спеціалізованим програмним забезпеченням повинен забезпечувати обробку зареєстрованої інформації, з візуальним відображенням на екрані монітору результатів обробки у вигляді таблиць, бланків та графіків змін фізичних значень параметрів, а також документування за допомогою принтера.

До складу програмно-апаратних засобів обробки інформації повинні входити:

– комплект ліцензійного загальносистемного програмного забезпечення;

– спеціалізоване програмне забезпечення;

– апаратні засоби ПЕОМ типу NOTEBOOK;

– принтер кольоровий формату А3;

– комплект експлуатаційної та програмної документації.

Спеціалізоване програмне забезпечення повинно забезпечувати корегування експлуатантом циклограм та назви реєстрованих параметрів, в залежності від обсягу вхідної інформації для аналізу інформації в автономному режимі, після тесту та в режимі он-лайн.

Комплект програмного забезпечення повинен забезпечувати відновлення працездатності програмно-апаратних засобів без залучення Розробника.

Програмно-апаратні засоби обробки інформації можуть бути покупними виробами та надаватися разом з комплектом вимірювальної системи.

6.2 Вимоги до системи електроживлення

Живлення системи реєстрації має забезпечуватись від бортової мережі автомобіля з номінальною напругою постійного струму від 7 В до 30 В.

Живлення складових програмно-апаратного комплексу повинно забезпечуватись від зовнішньої промислової мережі електропостачання напругою 220 В $\pm 10\%$, 50 Гц.

6.3 Вимоги до гарантій виробника

Виробник реєструючої апаратури має забезпечувати виконання гарантійних зобов'язань відповідно до укладеного договору на поставку при

виконанні споживачем умов та правил зберігання, монтажу та експлуатації.

Гарантійний термін експлуатації інформаційно-вимірювальної системи реєстрації параметрів АТ(БТ) повинен складати не менше 36 місяців без обмеження напрацювання з моменту вводу в експлуатацію.

Гарантійне напрацювання – 1000 годин в межах гарантійного строку експлуатації протягом призначеного строку експлуатації не менш 20 років (з можливістю подальшого продовження терміну служби за технічним станом). Гарантійний термін зберігання – не менш 2 років.

7. Вимоги щодо взаємодії з системами управління або іншими об'єктами

Інформаційно-вимірювальна система реєстрації параметрів АТ (БТ) повинна мати можливість як автономної роботи, так і бути сумісною з існуючими та перспективними системами (засобами), мати можливість підтримки дротових та бездротових міжстанційних засобів інформаційної комунікації, що використовують стандартні засоби та протоколи зв'язку.

Висновки

1. В лабораторіях ІВС вітчизняних підприємств промисловості та ЗС України у відповідності до завдань, що ставляться, при проведенні випробувань використовуються, як морально та технічно застарілі системи бортових вимірювань, принцип дії яких заснований на аналогових принципах обробки сигналів, так і сучасні універсальні цифрові системи

іноземного виробництва.

2. Сучасні системи бортових вимірювань, які використовуються для вимірювання параметрів на повітряних суднах та автомобільної техніки в більшості своєму є універсальними та їх можна використовувати для вимірювання параметрів під час випробувань інших видів ОБТ.

3. Аналіз технічних характеристик та особливості використання сучасних універсальних реєстраторів даних показав, що вимірювальна система (реєстратор), яка побудована за модульним принципом:

– дозволить спростити, автоматизувати процес виконання вимірювань, мінімізувати кількість помилок, що виникають в ході їх проведення;

– модульний принцип побудови системи є універсальним та дозволить забезпечити процес вимірювань при проведенні випробувань не тільки автомобільної та броне техніки їх складових, а також здійснювати вимірювання параметрів в системах різного функціонального призначення, насамперед цифрових (статичних, динамічних характеристик об'єктів, температури, тиску, вібрацій, перевантажень та інших показників);

– дозволить скоротити час на прийняття рішення щодо доцільності постачання нових та продовження ресурсу існуючих (модернізованих) зразків різних типів ОБТ до ЗС України.

4. За результатами проведеного аналізу сформані та відпрацьовані основні Загальні вимоги до інформаційно-вимірювальної системи реєстрації параметрів автомобільної (бронетанкової) техніки.

Список літератури

1. ДСТУ 3649:2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання. [Чинний від 2010-12-11]. К.: Держстандарт України, 2010. 39 с.
2. Шейн І. В., Аркушенко П. Л., Тертишнік Є. М., Кузнецов В. О. Загальні вимоги до системи бортових вимірювань для проведення випробувань озброєння та військової техніки різного функціонального призначення системи навігації. *Системи озброєння і військова техніка*. 2021. Вип. 2(66). С. 129–136. <https://doi.org/10.30748/soivt.2021.66.17>.
3. Operating manual catman data recorder / A4722-1.0 HBM: publi. URL: hbm.com. (дата звернення: 16.08.2021).
4. Quick Start Guide Catman / A01235_15_Y00_00 HBM: publi. URL: hbm.com/contact/worldwide. (дата звернення: 16.08.2021).
5. Тертишнік Є. М., Шейн І. В., Потапов О. І., Сокоринська Н. В. Аналіз можливостей використання сучасної універсальної модульної вимірювальної системи серії Quantumx для проведення випробувань озброєння та військової техніки різного функціонального призначення. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2022. Вип. 1(11) 2022. С. 127–136. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.11.2022.14>.
6. Андрушко М. В., Шейн І. В. Обґрунтування необхідності удосконалення системи накопичення вимірювальної інформації під час випробувань. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2020. Вип. 3(1). С. 4–9. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.3.2020.01>.
7. Шейн І. В., Андреев К. В., Самойленко О. В. Вивчення можливостей інтегрування бортових комплексів захисту до складу перспективного комплексу бортового обладнання повітряного судна за допомогою мультиплексних систем управління та контролю інформаційним обміном. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2019. Вип. 1(1). С. 167–172.
8. Шейн І. В., Андрушко М. В. Вивчення варіантів використання бортових інформаційно-вимірювальних комплексів та реєструючих систем під час випробування ОБТ різного функціонального призначення. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2019. Вип. 2(2). С. 166–170.
9. Обґрунтування варіантів використання бортових інформаційно-вимірювальних комплексів та реєструючих систем під час випробування озброєння та військової техніки різного функціонального призначення: звіт про НДР: ДНДІ ВС ОБТ. Чернігів. 2019. Інв. № 2563. 120 с.
10. Современные измерительные системы и их возможности (на примере продукции фирмы imc). URL:

<http://www.sensorika.com/>.

11. VBOX 3i Dual Antenna RTK High positional accuracy for ADAS Testing (VB3iSLR-V5): веб-сайт. RACELOGIC. URL: <http://www.vboxautomotive.co.uk/>.

12. VBOX RACELOGIC. VBOX 3i Dual Antenna RTK High positional accuracy for ADAS Testing (VB3iSLR-V5): веб-сайт. URL: <http://www.vboxautomotive.co.uk/>.

Надійшла до редколегії 10.10.2023

Схвалена до друку 15.11.2023

Відомості про авторів:

Тертишнік Євген Михайлович

старший науковий співробітник –
старший інженер-випробувач
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-3356-7639>

Потапов Олександр Іванович

старший інженер-випробувач –
старший бортовий інженер-випробувач
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-8128-1876>

Кузьміч Олександр Євгенійович

начальник науково-дослідної лабораторії
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5603-9922>

Мішок Андрій Анатолійович

науковий співробітник – інженер-випробувач
Державного науково-дослідного інституту
випробувань і сертифікації
озброєння та військової техніки,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-9217-8361>

Information about the authors:

Yevgen Tertyshnik

Senior Researcher –
Senior Test Engineer
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-3356-7639>

Oleksandr Potapov

Senior Test Engineer –
Senior Flight Test Engineer
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-8128-1876>

Oleksandr Kuzmich

Head of Scientific Research Laboratory
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5603-9922>

Andriy Mishok

Researcher – Test Engineer
of State Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment
Testing and Certification,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-9217-8361>

SUBSTANTIATION OF GENERAL REQUIREMENTS TO THE INFORMATION AND MEASURING SYSTEM FOR RECORDING PARAMETERS OF AUTOMOTIVE (ARMORED) VEHICLES

Ye. Tertyshnik, O. Potapov, O. Kuzmich, A. Mishok

The article examines the possibilities of using a modern on-board recording system of the VBOX type and the Quantumx series for testing automotive and armored vehicles.

Research conducted by the method of system analysis of technical characteristics of the system.

The purpose of the research was to study the technical characteristics, principles of construction of a modern on-board recording system of foreign production of the VBOX and Quantumx series, regarding the registration of the necessary operating parameters of automotive and armored vehicle systems, the possibilities of application for conducting tests and the formulation of the main General requirements for this system.

Analysis of the technical characteristics and features of the use of modern data recorders during testing of automotive and armored vehicles showed that:

– modern measuring systems (recorders) can be used to measure the performance parameters of automobiles and armored vehicles of domestic production, which will simplify and automate the process of performing measurements, and minimize the number of errors that occur during their performance;

– measuring systems (recorders) are universal and will allow to ensure the measurement process during testing of automotive and armored vehicles, their components, as well as to measure parameters in various systems (static, dynamic characteristics of objects, temperature, pressure, vibrations, overloads and other indicators);

– using the capabilities of measuring systems (recorder) will allow to reduce the time for making a decision on the feasibility of supplying new (modernized) samples of automobile and armored vehicles of the Armed Forces of Ukraine and to extend the resource of existing samples of equipment.

The results of the work should be used when studying the possibilities of purchasing laboratory measuring equipment for testing automotive and armored vehicles by research institutions and industrial enterprises.

Keywords: *on-board recording system; testing of automobile and armored vehicles.*

A. Berezhnyi¹, A. Trystan²¹Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv²State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Cherkasy

PREDICTING THE DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGICAL BASIS FOR THE WARS OF THE FUTURE

Technological progress in the field of military technology is developing rapidly, requiring constant work on the development of new systems and strategies. The article demonstrates that the growing role of artificial intelligence and autonomous systems is defining a new level of efficiency and complexity in military operations. The article assesses the use of biotechnology in the defence sector, which defines a new level of strategic importance for the development and maintenance of military power. Space, hypersonic and quantum technologies will be considered, as well as aspects related to the use of 3D printing in a military context. The possibility of using new materials that can be produced using methods from nanotechnology or synthetic biology will be assessed. The benefits of using “green” hydrogen in the military industry and the challenges of implementing this technology are presented. The concept of digital contact tracking technology is explained, and strategic and tactical applications of hyper-precision positioning technology are presented. The results of the study show that the level of protection and security of future citizens is directly related to the ability to predict dominant technologies and technological trends, to assess their impact on the future and, on this basis, to develop a strategy for the transformation of new technologies.

Keywords: biotechnology; future war; military conflict; navigation; information technology; weapons and military equipment; management and decision support systems; technology; artificial intelligence.

Introduction

Relevance of the topic. The technological revolution that has taken place in recent years is leading to fundamental changes in society: new cultural and economic trends, new modes of production and new forms of social communication are emerging. Areas of public life such as security and defence cannot escape the influence of the latest technological developments. The development of the latest technologies and the level of understanding of the world around us always goes hand in hand with war and has a direct impact on its emergence. The acceleration of technological progress has brought new discoveries and inventions to the service of war. The level of protection and security of future citizens is directly related to the ability to predict dominant technologies and technological trends, to assess their impact on the future and, on this basis, to develop strategies for the transformation of new technologies. New technological capabilities.

In the military sphere, such technologies are designed to enhance the capabilities of armed forces and their ability to operate in a rapidly changing operational environment. NATO as a politico-military bloc attaches great importance to the development and application of advanced technologies in the fields of security and defence and seeks to maintain its advantages in this area through the application of advanced scientific knowledge, technological development and innovation.

Today, the introduction of the latest technologies in the military sphere is impossible without the use of

computers and other telecommunications equipment, artificial intelligence technologies, military and medical robots, quantum and space technologies, 3D printing and biotechnology.

Analysis of recent research and publications. Military conflicts are intricate and ever-evolving events that rely on various factors, including the political climate, economic circumstances, religious disagreements, and technological advancements (Fig.1). As a result, it is only feasible to create a rough outline of future warfare through technological.

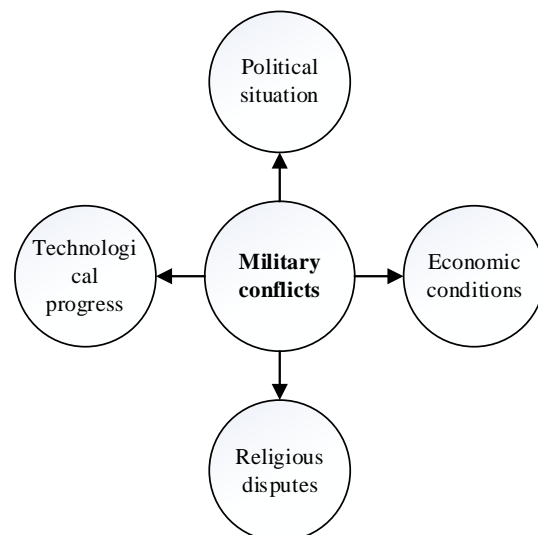


Fig.1. Main factors contributing to the emergence of military conflicts
Source: generated by the Authors.

However, it is foreseeable that upcoming conflicts will have an impact on various domains, encompassing cyberspace, space, artificial intelligence, and biological warfare.

The increasing use of technology in military matters, including drones, autonomous systems and cyber attacks, may have a substantial impact on the nature of warfare.

With the rapid advancement of technology, future wars will be markedly different from those presently observed. Here, we explore some of the crucial technological advances that could shape the basis for future military conflicts.

1) Artificial Intelligence (hereafter referred to as AI) is crucial for the military sector by enabling autonomous systems, data analysis, decision-making support, and inter-system interaction. AI is anticipated to create autonomous combat systems (hereafter known as ACS), identify and analyse adversaries, and enhance cyber military capabilities [1].

The advancement of Anti-Submarine Warfare (ASW) represents a crucial realm in military technology, characterized by swift evolution and outright influence on military engagement operations [2]. In Fig.2 autonomous combat systems' development aspects are illustrated:

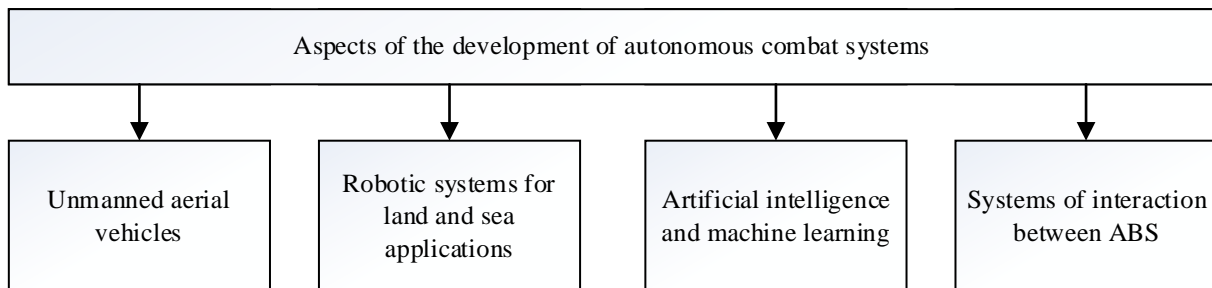


Fig.2. Aspects of autonomous combat systems development

Source: generated by the Authors.

a) Unmanned aerial vehicles (UAVs) are capable of detecting, identifying and destroying targets without direct human intervention. These systems can work in pairs or large groups, coordinating their actions to be effective in defensive or offensive operations.

b) Robotic systems for land and sea use can be used autonomously for maintaining and defending elevated objects, as well as for reconnaissance and destruction of enemy targets. They can be equipped with both light and heavy armaments, and possess the ability to detect enemy forces and complete tasks without the need for operator intervention.

c) Artificial intelligence (AI) is utilised to create algorithms that empower systems to independently determine strategies and make decisions based on collected data. These systems can learn as they operate, adapting to changes in the environment and new situations.

d) ASCs can interact with each other to achieve shared objectives, including synchronised attacks, coordinated manoeuvres and information sharing. The use of unmanned aerial systems (UAS) has sparked critical deliberations on the moral and legal implications of deploying them in military combat scenarios. Collaborative endeavours are presently ongoing to devise a coherent regulatory structure and establish universal standards.

2) Cyber defence and cyber warfare are integral to modern military operations, as information systems become increasingly vital resources in warfare. Here are some aspects of cyber defence and military technologies

(Fig.3):

a) Detection and prevention. Machine learning algorithms are used to identify unusual patterns that may indicate cyber attacks. Technologies are developed to protect against known threats and expose new vulnerabilities.

b) Proactive measures. Technologies are used to conduct cyber attacks and operations against other states or ungoverned actors. Unauthorized access and control of information systems through the use of viruses, Trojan horses and other methods has become a growing concern. It is imperative to take measures to prevent these attacks.

c) Cyber Weapons: The use of cyber weapons such as computer worms to disrupt enemy systems. Also, exploiting cyber techniques for intelligence gathering and reconnaissance.

d) Protection of Critical Infrastructures: Developing technologies to safeguard vital infrastructure facilities such as power systems, transport and banks.

e) Defence Measures. Development of measures that can operate surreptitiously to evade detection and restriction.

Employing artificial intelligence for cyber defence, including analysing threat patterns and responding promptly and flexibly to novel attack methods.

These technologies have become increasingly important in today's digital era, and their efficient utilization can determine the outcome of military conflicts and impact the security of nations.

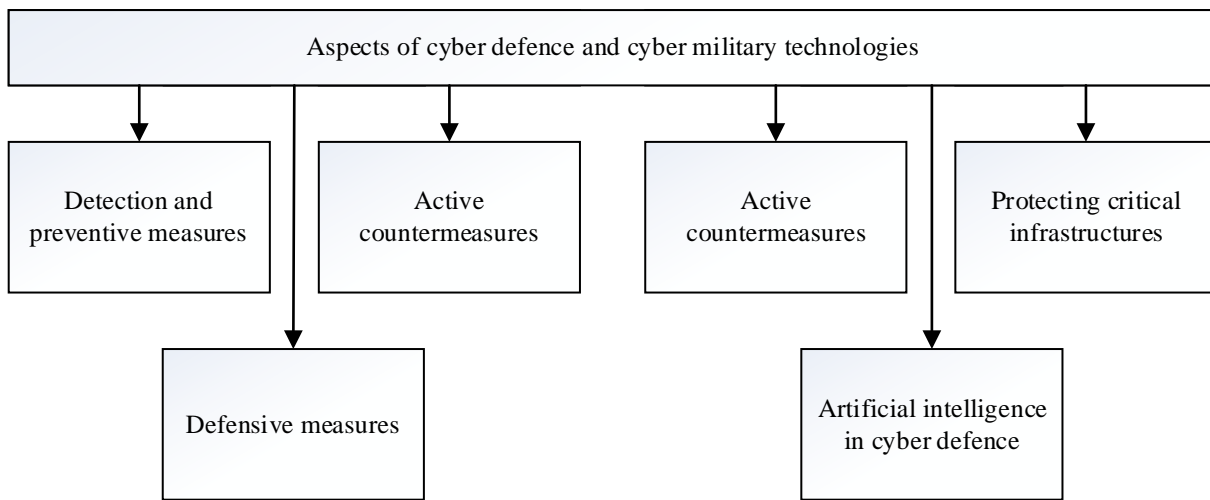


Fig.3. Aspects of cyber defense and cyber military technologies
Source: generated by the Authors.

4) Unmanned systems and robotics [4]. There has been a rise in the use of drones, autonomous and robotic systems on the battlefield. This consists of large unmanned aerial vehicles (UAVs), ground robots and maritime drones for reconnaissance, combat operations and supply.

5) Hypersonic systems that can fly at supersonic speeds have been developed which proves to be valuable for swift and efficient delivery of weapons over vast distances [5].

6) Electromagnetic and radio frequency warfare [6]. Electronic warfare will be vital in controlling the radio frequency spectrum and disrupting enemy communications.

7) Space technologies [7]. The role of space in military operations is expanding. This includes satellite reconnaissance, target designation systems, anti-satellite technologies, and space-based weapons systems.

By integrating these areas of technology, strategies can be created to determine the future nature of military conflicts.

The purpose of the article is to analyse and predict the progression of future wars, considering the innovative technological trends that will shape the character of military confrontations.

Main material

Artificial intelligence in control systems

In recent years, there has been a global competition for leadership in developing artificial intelligence. The United States and China are and will continue to be key players in this geopolitical arena. It is important to examine their strategic plans and visions for development and identify the primary targets and actors of potential future conflicts.

In 2017, China released the “Next Generation Artificial Intelligence Development Plan” [8], which details their strategy to become a global leader in AI. The plan consists of three key parts: firstly, by 2020,

China aims to support the AI industry and attain the status of leading countries in the field. The second part involves achieving a significant breakthrough in the AI industry by 2025, ultimately leading to the third part – becoming a world leader in AI by 2030.

Currently, five of the world’s 10 largest AI startups are represented by Chinese companies, with the other five being from the UK.

The primary areas of focus for the leading 10 firms are computer vision, cybersecurity, AI chips, finance, healthcare and speech processing.

In June 2023, two bills concerning artificial intelligence were introduced by UK MPs. One of the regulations will mandate that the US government be transparent when utilising AI to engage with individuals, while the other is focused on observing US dominance in the latest technologies. Consequently, it can be inferred that the AI sector is a priority for the forthcoming decades, and that the growth of AI could have a significant impact on the execution of future conflicts.

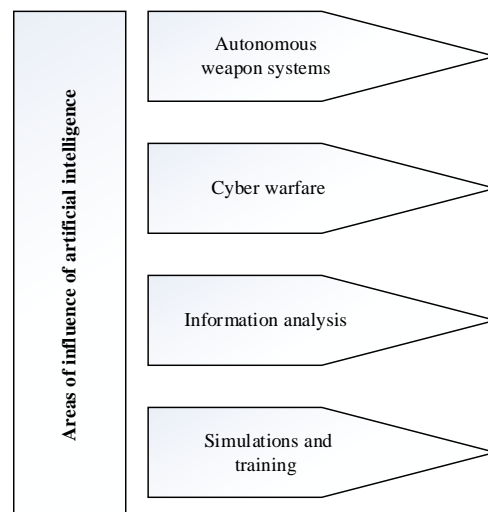


Fig.4. Spheres of influence of artificial intelligence
Source: generated by the Authors.

Given the current industry trends, we can identify various factors (Fig.4):

– autonomous Weapons Systems (AWS). AI has the potential to create autonomous weapons systems such as drones, robots, or military vehicles. These systems can have the ability to operate without direct human control and can be used for purposes of reconnaissance, attack, or defense. The application of AI in autonomous weapons systems could significantly alter the tactics and strategy of warfare;

– cyber warfare. AI can be used to conduct cyberattacks on enemy information systems, electronic networks, communications infrastructure etc. This can lead to the paralysis of enemy forces, disruption of the command and control structure, and provide an advantage on the battlefield;

– information Analysis. Artificial intelligence (AI) can assist with processing data, collecting and analysing intelligence. It processes data rapidly, identifying enemy patterns and potential threats, thereby increasing the effectiveness of intelligence and improving decision-making in military operations;

– simulations and training. Artificial intelligence (AI) can develop simulation models and train armed forces, enabling virtual military exercises to test various strategies and tactics without incurring real costs or risks.

The defence ministries of major nations are investigating the potential implementation of AI technology in the defence field, inspired by civilian sector successes from corporations like Google, Apple and Facebook [9]. They are scrutinising various applications such as detecting cyber defence threats through malicious traffic in encrypted networks and identifying people's movements to uncover abnormal behaviour in ship movement. It also encompasses the utilisation of AI capabilities in diverse fields, including provision of decision support for commanders in combat; acquisition of significant semantic information for military intelligence; efficient automation and optimisation of logistical systems; assistance for medical diagnosis and treatment; minimizing the deployment of personnel in hazardous missions and environments; facilitating unmanned autonomous vehicle operations, among others.

Over the next 15 years, significant advancements in autonomous weapons, robotics, big data analytics, and decision support systems utilizing AI and deep neural networks could transform modern warfare. An example of such an application in AI is the upkeep of military aircraft systems, such as cutting-edge invisible fighter planes [2].

In the new decade, aircraft development will rely heavily on AI technology for maintenance support software, covering aircraft design, production, and maintenance. Presently, artificial intelligence is

instrumental in controlling military equipment such as drones, drone swarming technologies, and autonomous flight systems [2].

Armed forces may use autonomous weapons that can locate, identify, track, target and destroy enemy forces without human involvement in the decision-making process. By eliminating human interaction, autonomous weapons will reduce the observe-orientate-decide-act (OODA) cycle, enabling forces to act and react faster than their enemy [2].

Regulation and control the use of artificial intelligence in military conflicts

It is important to note that the progress of AI generates fresh ethical, legal, and security challenges. Proper regulation and supervision of AI usage in military operations are essential to ensure adherence to international humanitarian and moral codes [10–15].

The deployment of independent fight robots raises several ethical, legal, and security concerns. We shall examine in-depth the fields that must be governed according to societal norms and regulations:

– first, it is ethics and morality. Questions arise about the responsibility for the actions of autonomous systems, especially in the context of the use of force and the possibility of harming civilians. It is necessary to establish ethical standards and norms that will limit the actions of autonomous combat robots;

– second, legal aspects. Currently, there is no international law that would regulate the use of autonomous systems in military conflicts. Thus, international law should be developed to regulate the use and control of autonomous combat robots. The issues of safety, liability, and determining the status of autonomous systems in military conflicts require legal regulation;

– third, security and cyber threats. Autonomous combat robots can be subject to cyberattacks or hacked to change their behaviour or take control of them. Ensuring cybersecurity is an extremely important aspect when considering the use of autonomous combat robots in military conflicts.

Ultimately, humans with comprehension of the implications, ethical concerns, and international legalities should take on the duty of determining the utilisation and management of autonomous combat robots. Various organisations and countries are deliberating these matters in order to devise a legal and regulatory structure for the deployment of autonomous combat robots.

AI chips, featuring artificial intelligence, hold considerable promise (as shown in Fig.5) for defence-related applications.

The integration of artificial intelligence with customised chips can increase the effectiveness of military activities, offer a tactical edge in combat situations and guarantee the safety of soldiers. Potential

uses of AI chips within the defence industry comprise:

- Intelligence. AI chips help to perform pattern recognition, analyse images from drones and sensors to detect the enemy, identify and identify potential threats.
- Autonomous systems. The use of AI chips allows for the creation of autonomous systems, such as self-driving cars, drones, or robots, which can make decisions and perform tasks without direct human control.
- Data analysis and forecasting: Analysing vast amounts of data, including signals from multiple sensors, for real-time threat detection.
- Cybersecurity: The application of AI chips to

safeguard military networks and infrastructure, detect and thwart cyberattacks, and facilitate secure data exchange.

- Decision support. By analyzing the battlefield, we generate recommendations and information for teams to make more informed and strategic decisions.
- Medical support involves the use of AI chips to analyze medical data and assist in diagnosing, treating, and rehabilitating the wounded.

The use of AI chips holds immense potential and will improve the speed, accuracy, and efficiency of military operations in the future.

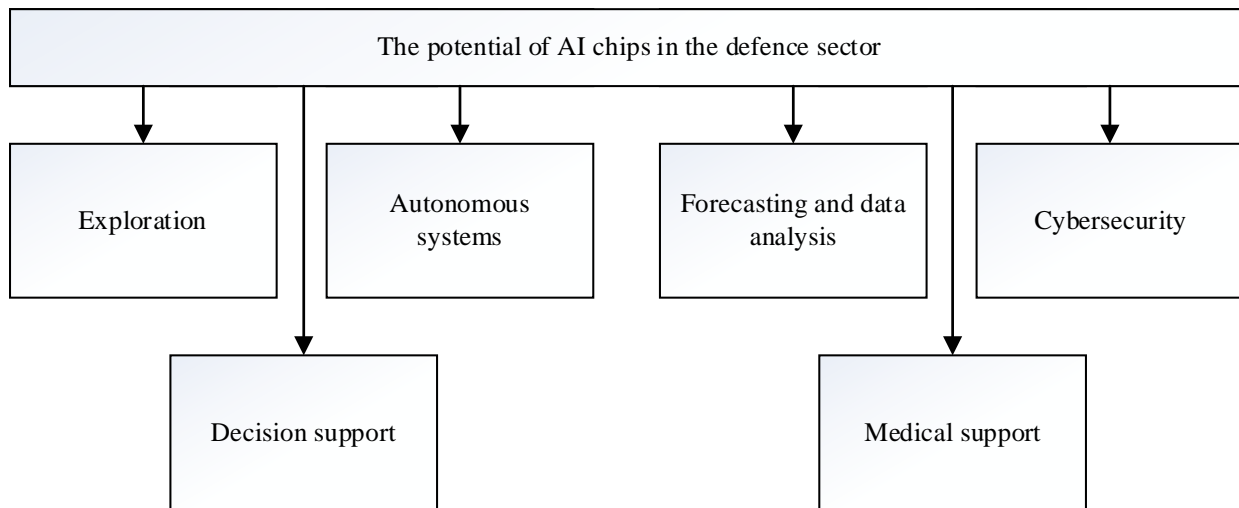


Fig.5. Potential of AI chips in the defence sector.

Source: generated by the Authors.

Bigdata technologies (Bigdata)

in management and decision support systems

Bigdata [16] is a significant technological trend that has emerged in recent years and shows immense potential for future growth.

It is the outcome of the surge in digital data on the internet and the increasing number of network-connected objects. In the defence sector, various European countries and the United States are executing projects utilising big data analytics to comprehend the potential applications of these tools and capabilities for modelling the demands of the armed forces.

The areas of Bigdata application in the defence sector are shown in Fig.6.

Bigdata in defence is crucial for gathering, analysing, and utilising significant amounts of information to enhance security, intelligence, and decision-making, among other areas.

Let's explore potential Bigdata applications in the defence industry:

1. Firstly, intelligence and information analysis are critical tasks in this sector. Bigdata enables the processing of extensive data volumes from varied sources, like satellite imaging, reconnaissance drones, electronic intelligence and social media. Analytical

methods like machine learning and artificial intelligence aid in recognising patterns, trends and potential risks.

2. Cybersecurity is of utmost importance in the defence industry. To protect against cyber attacks, it is crucial to utilise bigdata analysis to identify anomalous activity, potential threats, and establish preventive security measures.

3. Strategic Forecasting. Bigdata can aid forecasting and strategic decision-making by analysing extensive historical data to identify patterns, predict potential enemy actions, evaluate military operations and develop more effective response strategies.

4. Logistics and resource management. Big data aids the improvement of logistics and resource management within the defence industry. By scrutinising data on stocks, traffic, energy requisites etc., optimal planning and resource exploitation can be ensured.

5. On the battlefield, sensor technologies, drones, video surveillance and other data sources enable the acquisition of real-time information, facilitating strategic decision-making. Machine learning systems will utilize advanced data recognition to identify enemy tactics and concealed targets, enhancing accuracy and supporting management decisions.

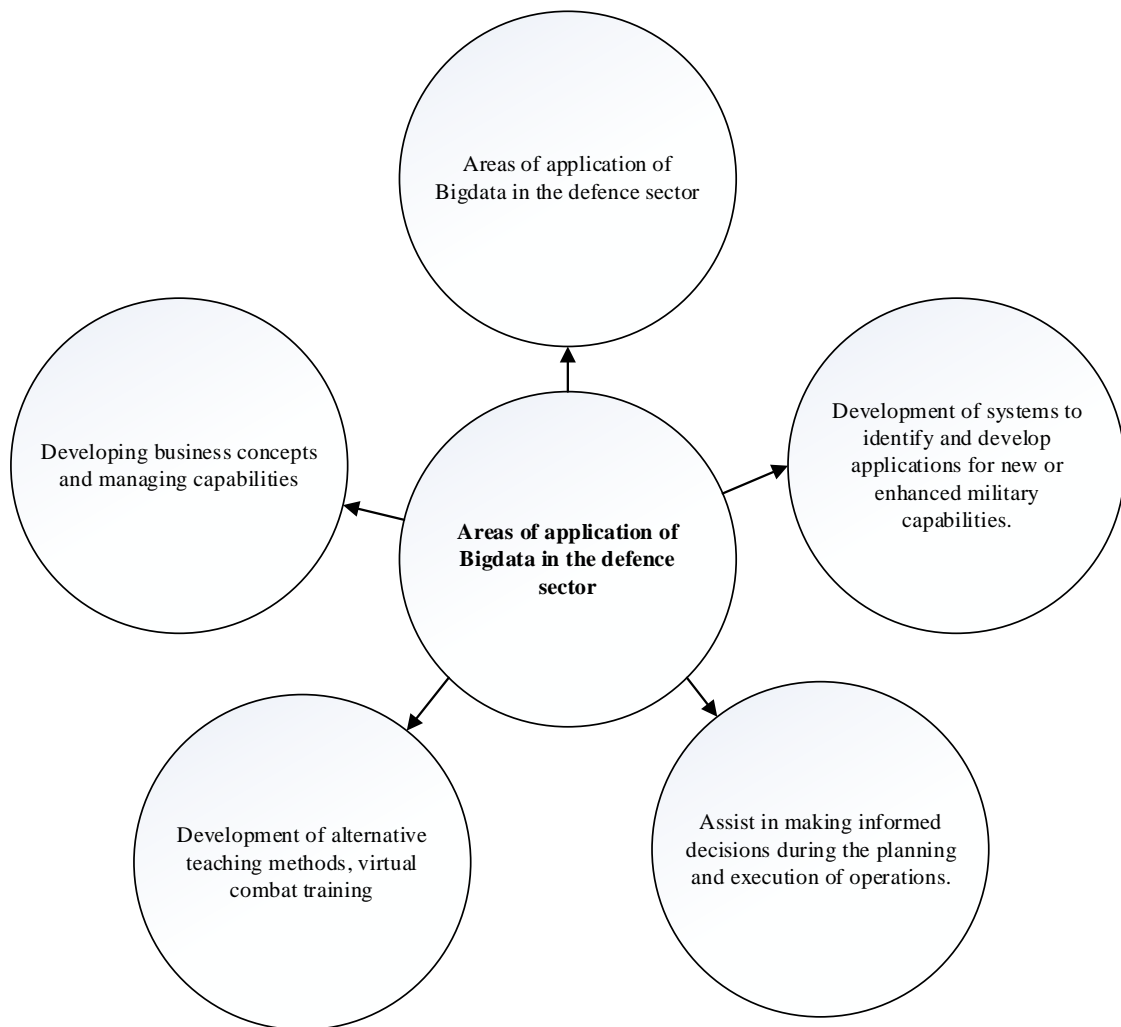


Fig.6. Areas of application of Bigdata in the defence sector
Source: generated by the Authors.

Robotic Systems

The introduction of these systems [17] will revolutionise operations and even facilitate new mission types. Currently, the assessment of defence scenarios is underway to determine the value added by heterogeneous swarms of robots across land, air, and sea domains. Drones have showcased the enormous potential of unmanned systems in all battle environments, including land, sea, air, and space [2].

For example, unmanned aerial vehicles are already used for monitoring, reconnaissance and strike operations. They can provide intelligence gathering, search missions, air attacks etc. UAVs are able to act quickly and reduce the risk to human life.

Unmanned submersibles are utilised for maritime surveillance, reconnoitring, mine and torpedo operations, and other designated tasks. They are capable of detecting and eliminating underwater targets, monitoring the ocean, and gathering intelligence.

Unmanned ground systems have applications in reconnaissance, mine clearance and security operations. These systems can be equipped with weapons and utilise artificial intelligence for effective decision-

making.

In the context of space exploration, unmanned systems provide crucial support in research, communication and surveillance. They enable the safe passage of astronauts, augment scientific capabilities and help facilitate communication between space missions and the Earth.

Future unmanned systems must become more autonomous, particularly due to artificial intelligence and cognitive computing. In forthcoming conflicts, unmanned weapons like “drone swarms” will be a crucial factor, as they are integrated into a unified system. The size and velocity of drone swarms offer the opportunity of battles that are so prompt and multifaceted that humans are unable to monitor them.

Biotechnology

Biotechnology [18] in defence is used to develop new methods and technologies to protect and support military operations. Biotechnology belongs to four areas of research [2] (with significant overlap and synergy between them) (Fig.7):

1) Bioinformatics and biosensors, medical imaging and quantum biology are key areas.

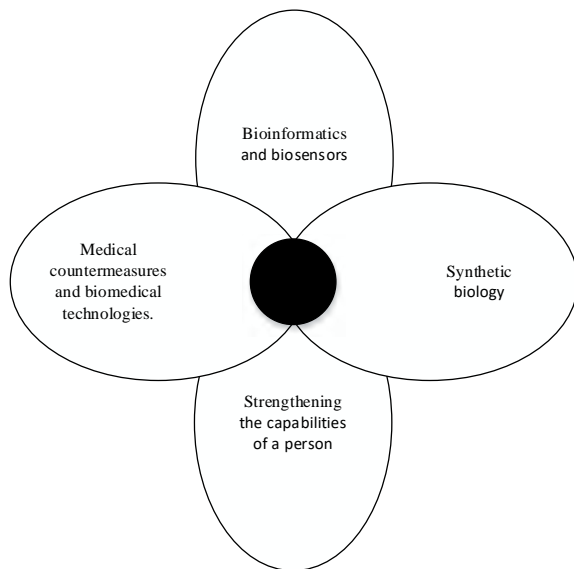


Fig.7. Areas of biotechnology research

Source: generated by the Authors.

2) Human empowerment is achieved through mixed reality, virtual reality, social networks, robotics, prosthetics, exoskeletons, neuroelectronics, rehabilitation, neuroscience, robotics, teleoperation, autonomy, cognitive performance, computing, artificial intelligence, trusted autonomy, and perception enhancement.

3) Medical countermeasures and biomedical technologies encompass chemical, biological, radiological, and nuclear countermeasures and detection, personalised medicine, biomarkers, bioengineering, supplements, nutrition, physiology, sustainability, and stress resistance.

4) Synthetic biology involves genetic engineering, DNA sequencing and use, biomanufacturing, modified microbiomes, and living sensors.

Let us examine potential uses of biotechnology in the defence industry:

- biological detection and identification. Biotechnology is employed to create and enhance detection systems for biological threats like chemical and biological weapons. This can involve crafting sensors, quick diagnostic tests, and analytical techniques for determining potentially hazardous substances or organisms;

- development of antibiotic immunity. Biotechnology is used to create new methods of fighting infectious diseases and develop antibiotic drugs. Research in genetics and immunology helps to understand the mechanisms of the immune response and develop new methods of disease prevention and treatment;

- biological sensors and biosystems. Biotechnology is used to develop biological sensors and biosystems that can sense and respond to a variety of stimuli, including radiation, chemicals or gas emissions;

These technologies can be used to monitor and provide early warning of potential threats or unusual activity;

- genetic modification of organisms. Biotechnology is used to genetically modify organisms to create new properties or produce specific substances that could be useful in the military. For example, plants can be created that can be grown in contaminated areas to clean up the soil or be used in the production of fuel;

- medical research. Biotechnology is employed to advance innovations in the diagnosis, treatment, and rehabilitation of military casualties. These innovations include the growth and production of prosthetic limbs, tissue regeneration, and swift identification of potential health hazards.

Biotechnology provides a foundation for a remarkable enhancement of human abilities, expanding the limits of physiological, cognitive and social functions [2].

Space Technologies

Today, military forces' capability to carry out their missions promptly and effectively relies on space [19]. Currently, developed countries are developing programmes utilising space applications in weapon systems, which includes Ukraine.

Space technologies in the defence sector guarantee security, communication, intelligence, navigation, and other vital aspects of military operations. This article examines promising areas of space technology application in the defence sector.

Satellite Communications and Navigation: GPS and Galileo satellite systems offer precise navigation, military installation surveillance and coordination of military operations. They facilitate quick and dependable communication and data transmission, fundamental in military operations.

Satellite intelligence systems. Satellite-based intelligence systems are used to acquire high-resolution imagery, monitor military installations, detect changes on the ground, and gather intelligence. This helps to provide operational information and conduct strategic intelligence analysis.

Space reconnaissance and surveillance. Space-based surveillance provides the ability to observe territories, enemy force movements, and changes in the natural environment that are relevant to military operations. They can include optical satellites, radar systems and other sensors for data collection. Spacecraft and drones, such as spies, reconnaissance satellites and unmanned aerial vehicles, are deployed for intelligence gathering, surveillance and specialized missions, yielding information of significant value regarding hostile activities, objects and other parameters.

Space-based arms control. Space systems can be utilized to oversee the proliferation, support and monitoring of weapons of mass destruction, missile systems and other military technologies. They can also

facilitate treaty compliance, control information exchange, and promote transparency of military operations.

Space-based systems of species, radio-technical and radio reconnaissance, which comprise low-orbit and high-orbit constellations of satellites and radio interception systems in geostationary orbits, are utilised for space surveillance.

Hypersonics

Hypersonic technologies, [20] often used in defense, involve developing and using weapons that

exceed the speed of sound. A country that achieves first-mover advantage in mass-producing high-precision hypersonic missiles will gain an unconditional military advantage, particularly on a strategic scale. [2].

Hypersonic cruise missiles are perfect for striking crucial targets that are safeguarded by air and missile defenses [2]. These weapons' high-speed and manoeuvrability make them hard to detect and defend against.

Fig.8 illustrates potential uses of hypersonic technologies in the defence industry in the future.

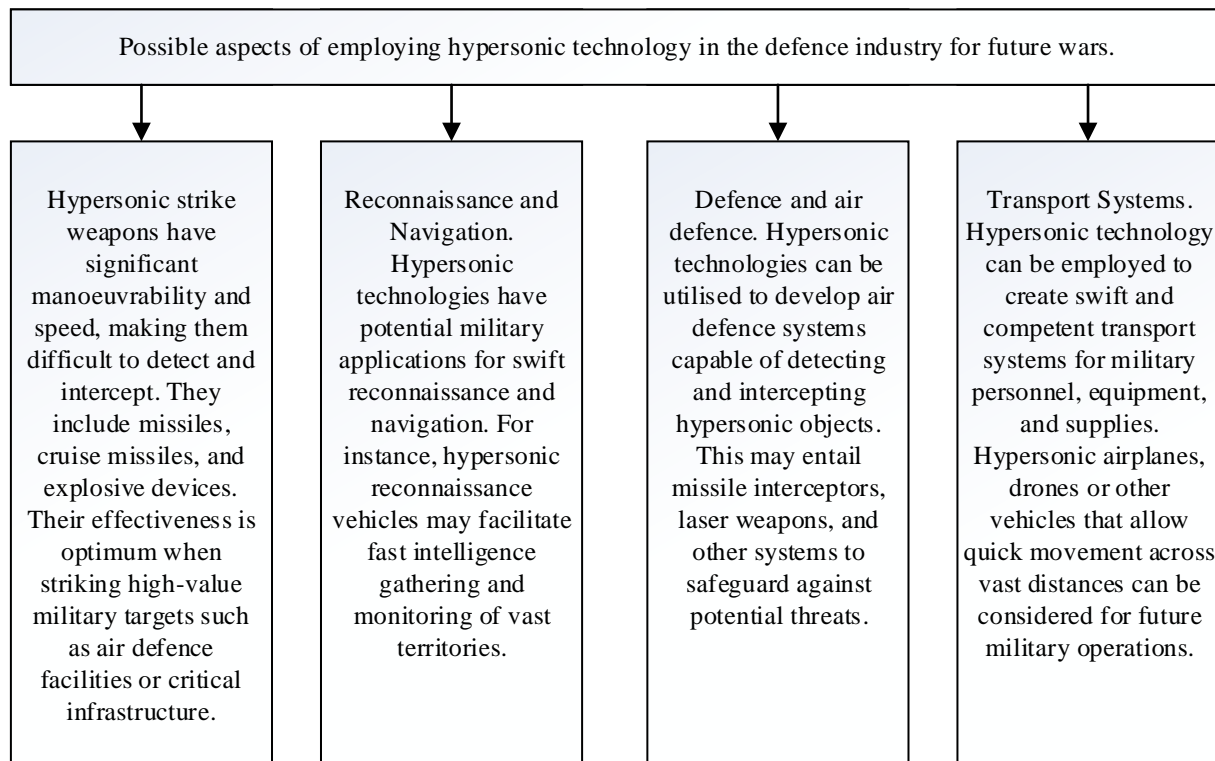


Fig.8. Potential use of hypersonic technology in the defence sector during future conflicts.

Source: generated by the Authors.

It should be noted that the development and usage of hypersonic technologies in the defence industry pose challenges, including the need for effective countermeasures, security measures and conflicts prevention. International agreements and norms may stipulate the limits for employing hypersonic weapons to retain peace and stability.

Quantum technologies (Quantum)

Quantum technologies are founded on the principles of quantum mechanics and enable the processing, transmission and storage of data on a quantum level [21]. These technologies differ from their classical counterparts as they operate using quantum bits or qubits, which can exist in states 0 and 1 concurrently (utilizing the superposition principle).

Quantum technologies, operating at the quantum level, can efficiently handle several tasks than classical computers. These include quantum computing potential,

cryptography, communication, simulation, and sensing.

Quantum technologies hold immense promise for the defence sector, offering significant advantages in intelligence, communications, cryptography, and computing to armed forces. Adoption of quantum technologies may revolutionize the approach to weapon use.

Potential applications of quantum technologies in the defence industry comprise of:

– quantum cryptography offers reliable protection to the armed forces from cyberattacks. The principles of measurement in quantum cryptographic systems ensure detection of any attempt to hack or intercept the transmitted data;

– quantum communication channels offer secure information exchange within military facilities and teams. They safeguard critical data from interception and provide reliable communication in scenarios

involving electromagnetic interference;

- quantum radar. Quantum radar is capable of enhancing radar systems, enabling the detection of supersonic and stealthy aircraft, missiles and drones with greater accuracy and at an earlier stage than the conventional radar systems;

- quantum sensors will enhance the armed forces’ intelligence capabilities, increasing sensitivity and accuracy while detecting enemy activity and threats more efficiently;

- quantum computing systems can solve complex computational problems that classical computers cannot.

They have a wide range of applications, such as developing cryptographic keys, optimizing military strategies, and creating new materials, among others.

The use of quantum technologies for military

purposes requires attention to cybersecurity, standards and regulation, including the ethical aspects of using such technologies.

Quantum technologies are disruptive technologies. Two practical applications will be particularly important in the defence sector:

- quantum sensing (for detection and navigation systems without GPS);

- quantum computing (for cyber attacks).

3D printing

The concept of 3D printing dates back to the 1980s. 3D printing has great potential in the military and could change the way armed forces develop and use their training equipment. [22].

Fig.9 illustrates several aspects of the use of 3D printing in a military context.

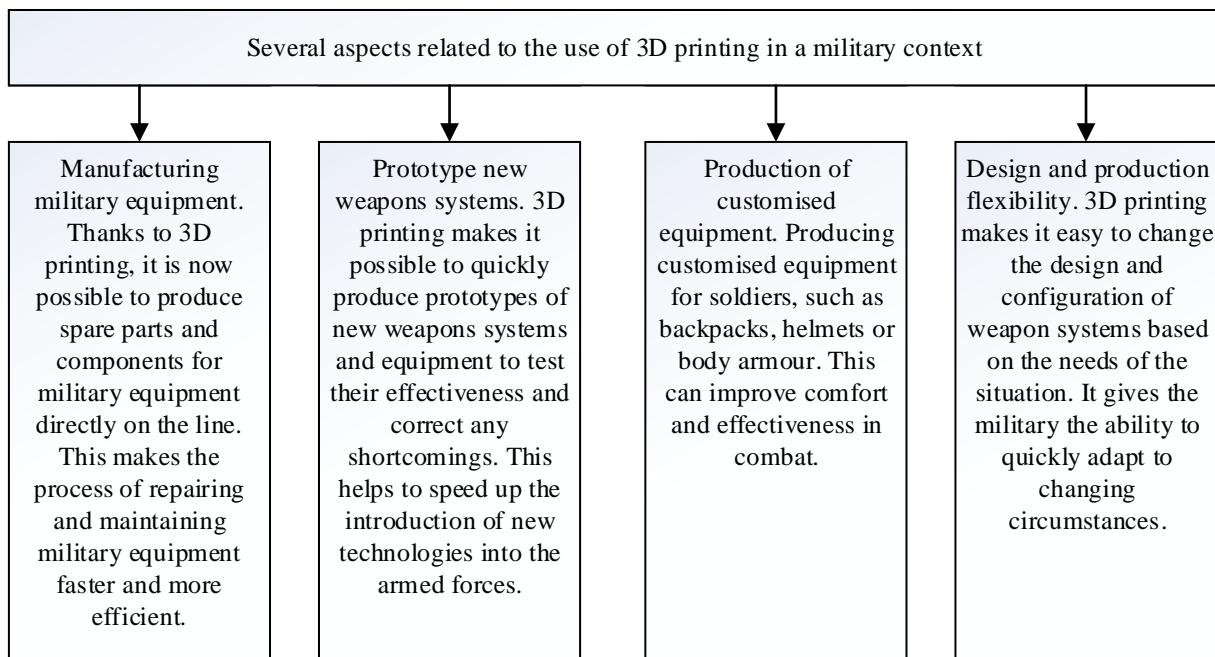


Fig.9. Some aspects of 3D printing in a military context

Source: generated by the Authors.

While 3D printing has many benefits in a military context, the use of this technology also presents challenges, such as ensuring cybersecurity, controlling the proliferation of weapons systems, and complying with international norms and regulations.

New materials

Supermaterials are next-generation materials with unique properties that are superior to conventional materials in terms of mechanical, physical, chemical and electronic properties [23]. Their unique properties result from a specific microstructural organisation or from the use of exotic materials. They can have a wide range of applications in different sectors, including industry, medicine, transport, electronics and defence.

The use of new materials with additive and hybrid manufacturing will create more efficient products with less waste, embedded electronics and sensors that will

enable rapid development and production of spare parts for weapons, combat vehicles and armaments. New materials can be created using techniques from nanotechnology or synthetic biology. Developments could include coatings with extreme heat resistance, high-strength armour or platforms, invisibility, energy harvesting and storage, superconductivity, advanced sensors and decontamination.

Supermaterials have great potential for use in the defence sector, as their unique properties can provide an advantage at different stages and in different areas of military operations.

Possible military applications of supermaterials are shown in Fig.10:

- lightweight and durable bulletproof vests with enhanced protection that can be made using super materials such as graphene or nanocrystals;

- superalloys can be used to make high-strength turbine components in aircraft and helicopters, increasing engine efficiency and reducing their susceptibility to damage;
- camouflage materials, the development of camouflage materials that make military forces invisible on the battlefield. Supermaterials can make military equipment and soldiers invisible to enemy optical

- reconnaissance systems;
- aerodynamic parts, graphene and other supermaterials can be used to make aerodynamic parts for fighter jets, missiles and other military equipment;
- electronics: Reliable elements of weapons and military equipment, combined with innovative software products, provide an unprecedented advantage over the enemy.

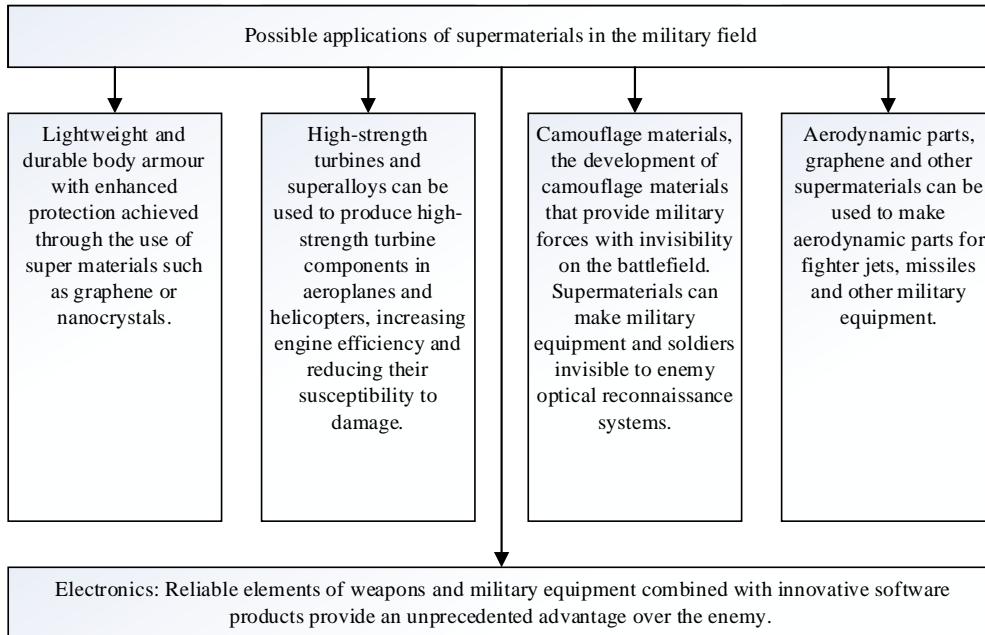


Fig.10. Possible military applications of supermaterials
Source: generated by the Authors.

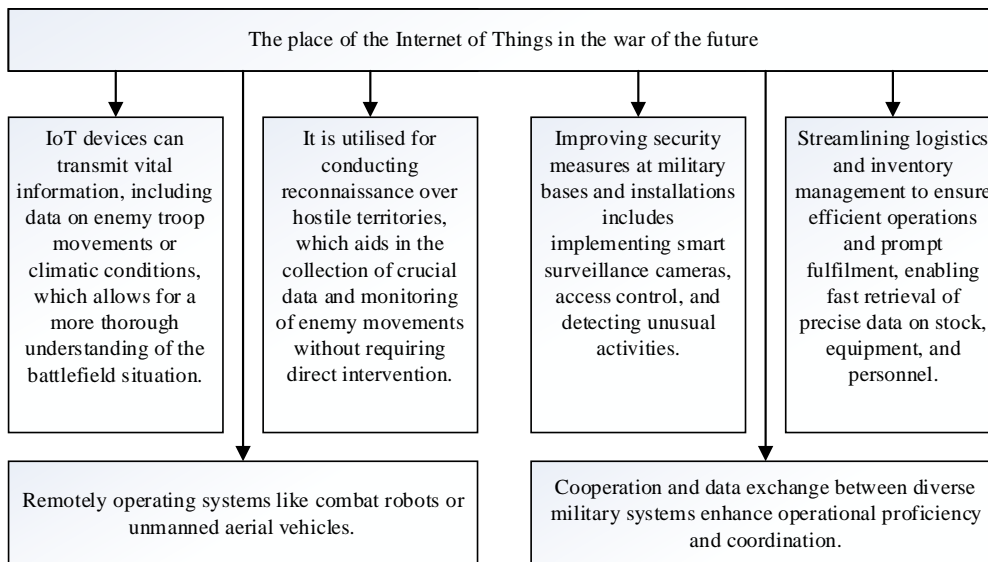


Fig.11. The place of the Internet of Things in the war of the future
Source: generated by the Authors.

Internet of Things

The term Internet of Things (IoT) was coined by Kevin Ashton in 1999. The IoT is a network of physical objects that have embedded technologies that allow them to interact with the external environment, transmit information about their state, and receive data from the outside world [24].

The Internet of Things is based on the following technologies: identification, measurement, data transmission, data processing and actuators.

The potential place of IoT in future warfare is shown in Fig.11.

However, the use of IoT requires a careful balance between the benefits and potential threats to civilians

and the military.

“Green” hydrogen

Green hydrogen refers to hydrogen generated through renewable energy including solar, wind and hydroelectric power or high-efficiency processes that emit less greenhouse gases.

The use of green hydrogen in the defence industry offers numerous benefits:

- utilise as an energy source for a range of military equipment: military vehicles, combat systems, tanks, aircraft, and missiles;
- enhanced Mobility and Flexibility. Hydrogen presents a key opportunity for boosting mobility and flexibility in military operations. For instance, military vehicles utilising hydrogen fuel cells can achieve faster speeds and longer durations in the field;
- reducing Petroleum Dependence. Employing green hydrogen as an alternate energy source may reduce reliance on traditional energy sources in the military sector, enhancing resistance to economic and political uncertainties;
- minimising the environmental impact of military operations, decreasing emissions of greenhouse gases and other pollutants.

However, it is important to note that implementing green hydrogen technologies in the defence sector may pose certain technical, economic, and strategic challenges. For instance, storing and transporting hydrogen presents numerous challenges that necessitate specialised infrastructure solutions. Furthermore, the cost and efficiency of producing green hydrogen could impede its extensive usage in military contexts. Consequently, transitioning away from hydrocarbon fuels could pose further energy difficulties, particularly with respect to maintaining and safeguarding military sites and installations.

Digital contact tracing

The technology known as digital contact tracing [27–28] can detect and track contacts, interactions, and movements of military personnel and individuals. This makes it applicable in military contexts.

The technology relies on gathering, examining, and deciphering digital data for comprehending the battlefield’s circumstances and making astute tactical choices.

Some possible applications of digital contact tracing in the military:

- digital contact tracking will enable military forces to monitor the movements, weaponry, and equipment of the enemy. This will include scrutiny of social media, collection of communication signals, satellite data, radar data and other sources of information;
- the electronic information acquired from contact tracking will form the foundation for the command to make knowledgeable choices grounded on current knowledge regarding the opponent’s movements and likely intentions;
- employing digital contact tracking to enhance command and coordination of their own military personnel and ensure their safety;
- anticipating enemy conduct by analysing data on enemy movements and rotations, predicting their potential actions and intentions, enabling a strategic edge in the planning of military operations;
- digital contact tracing can identify potential threats, regulate entry to important facilities, and maintain security at military installations.

Overall, digital contact tracing can prove to be a helpful tool in military operations to guarantee the efficiency and safety of the military.

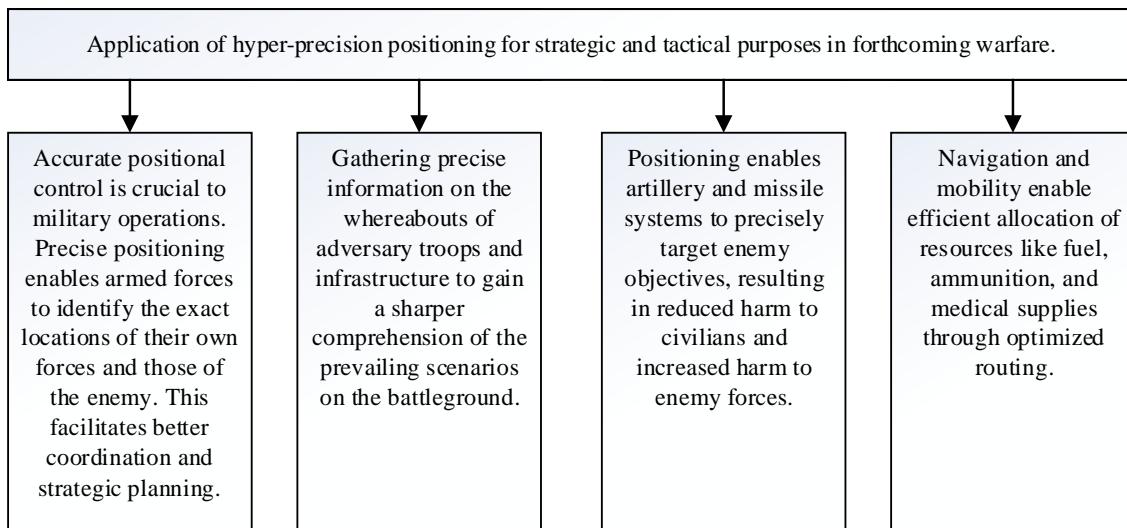


Fig.12. Application of hyper-precision positioning for strategic and tactical purposes in future warfare
Source: generated by the Authors.

Hyper-accurate Positioning

A hyper-precision geolocation technology [29] can

precisely determine an object’s location with high accuracy. This technology utilizes global navigation

satellite systems (e.g. GPS, GLONASS, Galileo) and other sensors to acquire precise position information.

The application of hyper-precision positioning for strategic and tactical purposes in future wars is illustrated in Fig.12.

Conclusions

Technological advancements in the field of military technology are evolving rapidly, necessitating ongoing efforts towards the creation of innovative systems and strategies.

The article highlights that the increasing influence of artificial intelligence and autonomous systems is leading to a higher degree of efficiency and complexity in military operations.

The advancement of AI presents novel ethical, legal, and security concerns. It is imperative to establish adequate measures for regulation and control of its applications. AI in military operations is a crucial responsibility to ensure compliance with international humanitarian law and ethical best practices. The prevalence of innovative technologies results in the escalation of cybersecurity risks, necessitating enhanced cyber defence measures.

The employment of big data technologies in management and decision-making systems enables significant enhancement of management efficiency and optimization of decision-making processes. It also improves the accuracy of forecasting and understanding of trends in diverse management areas, facilitates prompt response to changes and makes decisions faster. Furthermore, it allows for the processing and analysis of not only structured but also unstructured data, which broadens decision-making capabilities.

Robotic systems show great promise in achieving autonomy and enhancing efficiency in various tasks, showcasing their versatility in military applications as well as in other sectors such as industry and medicine. The range of applications for robotic systems demonstrates their versatility.

In future conflicts, autonomous weaponry, like “drone swarms”, will have a significant impact, being integrated into a unified system. The size and agility of these swarms create the potential for military confrontations that are too rapid and intricate for human monitoring.

The utilization of biotechnology within the defence sector establishes a new level of strategic significance for the advancement and upkeep of military might. Additionally, biotechnology can contribute to the formulation of tactics to counteract threats such as biological attacks and can improve the efficiency and flexibility of armed forces in diverse war scenarios.

Biotechnology provides a foundation for a substantial enhancement of human potential, surpassing limitations in physical, mental, and societal domains.

Space technology plays a vital role in contemporary surveillance, communication, and navigation systems. It provides global access to information, and is fundamental in ensuring both national and global security by facilitating early warning systems and the tracking of potentially hazardous objects.

Hypersonic technologies offer novel strategic opportunities for high-speed, unpredictable warfare. In the defence industry, notable attention focuses on hypersonic strike weapons, intelligence and navigation, and defence and air defence.

The implementation of hypersonic technologies in the defence industry presents various challenges, including the creation of efficient systems for countering these technologies, securing them, and reducing the risk of armed conflicts.

Quantum technologies hold significant potential in the defence sphere, giving armed forces an edge in intelligence, communications, cryptography and computing. They have the capability to change the paradigm of weapons use.

Multiple aspects concerning the use of 3D printing within the military are being taken into account, specifically the manufacturing of military equipment, creation of prototypes for new weapon systems, production of individual equipment, and the flexibility in design and manufacturing.

Although 3D printing offers numerous benefits within the military context, there are also several challenges that need to be addressed, including maintaining cybersecurity, managing the proliferation of weapons systems, and adhering to international norms and regulations.

The utilisation of novel materials (new-age materials with exceptional characteristics) through additive and hybrid manufacturing techniques will give rise to superior quality merchandise with minimal wastage, integrated electronic components and sensors. Consequently, enabling the expeditious design and manufacturing of replacement parts for weapons, military automobiles and arms. New materials can be created with techniques derived from nanotechnology or synthetic biology. Developments could include coatings with extreme heat resistance, high strength body armour or platforms, invisibility, energy harvesting and storage, superconductivity, advanced sensors and decontamination.

This article presents the benefits of using “green” hydrogen in the military industry, as well as the technical, economic and strategic challenges of implementing this technology. The article introduces the concept of digital contact tracking technology, which is based on the collection, analysis and interpretation of digital data to understand the battlefield situation and make informed strategic decisions. Strategic and tactical

ways of using hyper-precision positioning technology will be presented. (Hyper-accurate Positioning). This technology can be a great advantage in military operations, providing speed and unpredictability and opening up opportunities for greater tactical manoeuvrability, which can be an important factor in the effective conduct of war.

The armed forces must actively adapt to new technologie. This article presents the benefits of using “green” hydrogen in the military industry, as well as the technical, economic and strategic challenges of implementing this technology. and develop new strategies and approaches to warfare.

References

1. Як штучний інтелект допомагає ЗСУ громити ворога. *Мінфін*: веб-сайт. URL <http://surl.li/ndsrq> (дата звернення: 10.11.2023).
2. Аналіз світових технологічних трендів у військовій сфері: монографія / Писаренко Т. В. та ін. / за заг. ред. Т. В. Писаренко. Київ: УкрІНТЕІ, 2021. 110 с.
3. Горбенко В. І. Кібервійни та кібербезпека в сучасному світі. веб-сайт. URL: <http://surl.li/ndssj> (дата звернення: 10.11.2023).
4. Роботизація, безпілотні авіакомплекси та бойова цифра: про інноваційні рішення для Збройних сил – від ключових гравців і без прикрас. *Defense Express*. веб-сайт. URL: <http://surl.li/ndssl> (дата звернення: 10.11.2023).
5. Пентагон визначив розвиток гіперзвукової зброї пріоритетом і представив стратегію. *Мілітарний*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/ndssp> (дата звернення: 10.11.2023).
6. Рябих В. Електромагнітна зброя: гонка за перевагою. *Defense Express*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/ndssv> (дата звернення: 10.11.2023).
7. Савченко-Галушко Т. Космічний домен в інтересах збройного протиборства. *АрміяInform*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/ndstb> (дата звернення: 10.11.2023).
8. Комиза Р. Китай може стати новим світовим лідером за допомогою штучного інтелекту. “В Україні”. *Громадсько-аналітичний портал*. URL: <http://surl.li/ndstf> (дата звернення: 10.11.2023).
9. Гусев Ю. Впровадження технологій штучного інтелекту в оборонній сфері є важливою складовою реформи всього ОПК. *АрміяInform*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/ndsti> (дата звернення: 10.11.2023).
10. Хаустова В. Є., Решетняк О. І., Хаустов М. М., Зінченко В. А. Напрямки розвитку технологій штучного інтелекту в забезпеченні обороноздатності країни. *Бізнесінформ*. 2022. № 3. С. 17–26.
11. Костенко О. В. Аналіз національних стратегій розвитку штучного інтелекту. *Інформація і право*. 2022. № 2(41). С. 58–69. <https://orcid.org/0000-0002-2131-0281>.
12. Про затвердження плану заходів з реалізації Концепції розвитку штучного інтелекту в Україні на 2021-2024 роки: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 12 травня 2021 р. № 438-р. URL: <http://surl.li/ndstm> (дата звернення: 10.11.2023).
13. Про ратифікацію Угоди між Україною та Європейським Союзом про участь України у програмі Європейського Союзу “Цифрова Європа” (2021-2027): Закон України від 23 лют. 2023 р. № 2926-IX. URL: <http://surl.li/ndstu> (дата звернення: 10.11.2023).
14. Гбур З. В. Можливість адаптації Ізраїльського досвіду використання штучного інтелекту у бойових діях на Сході. *Інвестиції: практика та досвід*. 2021. № 12. С. 54–61. <https://doi.org/10.32702/2306-6814.2021.12.54>.
15. Пацурія Н. Б. Впровадження технологій штучного інтелекту у забезпечення національної безпеки та обороноздатності України: проблеми та перспективи повоєнного періоду. *Координата. Платформа стратегічної та законотвірчої аналітики*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/gunlw> (дата звернення: 10.11.2023).
16. Технології Big Data: ключові характеристики, особливості та переваги. веб-сайт. URL: <http://surl.li/iqbmk> (дата звернення: 10.11.2023).
17. Шугуров О. С. Розвиток військових наземних роботизованих систем в контексті нових концепцій управління: перспективи України. *Стратегічні пріоритети*. 2007. № 4(5). С. 198–205.
18. Норкінс J. Когнітивна біотехнологія: можливості і застереження для альянсу НАТО. *NATO Review*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/clpqj> (дата звернення: 10.11.2023).
19. Савченко-Галушко Т. Космічна діяльність в інтересах оборони: розвиток триває. *АрміяInform*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/ndtez> (дата звернення: 10.11.2023).
20. Гіперзвукова зброя: Перебільшення чи суперзброя? – загрози, виклики та чи відстали США? *Друкарня*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/ndtff> (дата звернення: 10.11.2023).
21. Amerongen M. Квантові технології в обороні і безпеці. *NATO Review*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/clvqh> (дата звернення: 10.11.2023).
22. Куницький О. Армія друкарів: як Україна застосовує 3D-технології у війні. *Deutsche Welle*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/ndtfj> (дата звернення: 10.11.2023).
23. Кваша Т. К., Коваленко О. В. Технологічні тренди у сфері нових матеріалів для енергетикита військової сфери. *An integrated approach to science modernization: methods, models and multidisciplinary*: зб. тез доп. III CISP Conference, Вінниця-Відень. 2022. № 12–13. С. 154–163. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.29.04.2022.023>.
24. Internet of Things, IoT. *IT enterprise*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/dcsqu> (дата звернення: 10.11.2023).
25. Вреде I., Сааков В. “Зелений” водень – паливо майбутнього. *Deutsche Welle*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/ndtfz> (дата звернення: 10.11.2023).
26. Воднева стратегія України: проєкт / Бенменні М. та ін. Інститут відновлювальної енергетики НАН України. Київ, 2021. 91 с.
27. Відстеження контактів. *Вікіпедія*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/ndtgv> (дата звернення: 10.11.2023).

28. Said C. Latest weapon in tracing and tracking coronavirus infections: your smartphone. *BIZ & TECH*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/ndthd> (дата звернення: 10.11.2023).

29. Andjela. Hyper-accurate positioning: what it means to a modern society? *Innovation cloud*: веб-сайт. URL: <http://surl.li/ndthi> (дата звернення: 10.11.2023).

Received by Editorial Board 13.10.2023

Signed for Printing 15.11.2023

Відомості про авторів:

Бережний Андрій Олександрович

кандидат технічних наук
начальник Харківського національного
університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0009-0002-3667-339X>

Тристан Андрій Вікторович

доктор технічних наук професор
заступник начальника Державного
науково-дослідного інституту випробувань
і сертифікації озброєння та військової
техніки з наукової роботи,
Черкаси, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-2137-5712>

Information about the authors:

Andrii Berezhnyi

PhD in Engineering
Head of Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0002-3667-339X>

Andrii Trystan

Doctor of Engineering Science Professor
Deputy Head of State Scientific
Research Institute of Armament
and Military Equipment Testing
and Certification on Research,
Cherkasy, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-2137-5712>

ПРОГНОЗ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНОВИ ВІЙН МАЙБУТНЬОГО

А.О. Бережний, А.В. Тристан

Технологічний прогрес у сфері військових технологій швидко розвивається, вимагаючи постійної роботи над розробкою нових систем та стратегій. В статті доведено, що зростання ролі штучного інтелекту та автономних систем визначає новий рівень ефективності та складності військових операцій. Проведена оцінка використання біотехнологій в оборонній сфері, яка визначає новий рівень стратегічної важливості для розвитку та збереження військової потужності. Розглянуто космічні, гіперзвукові та квантові технології, а також аспекти, які стосуються використання 3D друку в військовому контексті. Оцінено можливість використання нових матеріалів, які можуть бути виготовлені з використанням методів, взятих з нанотехнологій або синтетичної біології. Представлені переваги застосування "зеленого" водню у військовій промисловості, а також виклики впровадження цієї технології. Розкрито поняття технології цифрового відстеження контактів, а також представлені стратегічні та тактичні шляхи застосування технології гіперточного позиціонування. Результат проведеного дослідження показує, що рівень захисту та безпеки майбутніх громадян безпосередньо пов'язаний зі здатністю передбачати домінуючі технології та технологічні тренди, спроможністю оцінювати їхній вплив на майбутнє та на цій основі розробкою стратегії трансформації нових технологій.

Ключові слова: біотехнології; війна майбутнього; військовий конфлікт; навігація; інформаційні технології; озброєння та військова техніка; система управління та підтримки прийняття рішення; технологія; штучний інтелект.

Алфавітний покажчик

Андрушко М.В.	49	Кохан В.Ф.	35	Потапов О.І.	112
Аркушенко П.Л.	49	Кудряшов В.Є.	41	Рибачок Д.В.	97, 104
Белоус М.В.	7	Кузьміч О.Є.	49, 112	Рудніченко С.В.	23
Белоус Н.М.	7	Кукурян О.І.	89	Садаєв А.Ю.	49
Бірюков Є.М.	55	Курдюк С.В.	23	Скиба А.О.	104
Блінцов В.С.	12	Куценко В.В.	41	Скиба О.В.	97, 104
Бокій О.В.	7	Лаппо І.М.	55	Слюсаренко А.І.	12
Брянкін С.С.	97	Литовченко Д.М.	41	Тертишнік Є.М.	112
Воїнов В.В.	41	Майстренко О.В.	70	Хатунцев Ю.Ю.	23
Герашенко М.О.	55	Мацьовитий В.Л.	65	Хроль Л.О.	41
Гмиря В.П.	97	Мішок А.А.	112	Червотока О.В.	55
Гусяков Ю.А.	18	Мокроцький М.Ю.	70	Шабанов Д.М.	89
Давиденко Л.М.	77, 89	Надточій А.В.	12	Berezhnyi O.	122
Джежудей О.В.	18	Науменко І.В.	70	Trystan A.	122
Доманов І.О.	97, 104	Науменко М.В.	77		
Журахов О.В.	55	Олещук М.М.	84		
Іванченко О.В.	23	Певцов Г.В.	84		
Івженко І.В.	77	Плинокос Д.Д.	89		

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ДЕРЖАВНОГО НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО ІНСТИТУТУ ВИПРОБУВАНЬ І СЕРТИФІКАЦІЇ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

Випуск 4(18)

Відповідальний за випуск *І.Є. Ряполов*
Комп'ютерна верстка і макетування *О.В. Журна*
Комп'ютерний дизайн обкладинки *О.А. Дробот*
Техн. редактор *О.В. Журна* Коректор *І.Є. Ряполов*
Формат 60×84/8 Ум.-друк. арк. – 15,8
Підписано до друку 01.12.2023

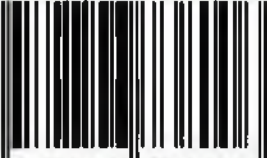


Ціна договірна. Тираж 80 пр. Зам. 2402-23
Адреса редакції: 18003, Черкаси, вул. В'ячеслава Чорновола, 164
тел. +38 (063) 717 79 08 e-mail: dndivsovt_niv@post.mil.gov.ua

Віддруковано з готових оригінал-макетів замовника у друкарні ФОП О.О. Євенок
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції України
серія ДК № 3544 від 05.08.2009 р.
м. Житомир, вул. М. Бердичівська, 17А
тел.: +38 (063) 101 22 33, e-mail: printintz@gmail.com



ISSN 2706-7386



9 772706 738006