МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

ISSN 2414-0651 (ДРУК)
ISSN 2663-5550 (ОНЛАЙН)

ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВА ТЕХНІКА

1(33)
2022

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ
DOI: https://doi.org/1034169/2414-0651

ЩОКВАРТАЛЬНИК
ВИДАЄТЬСЯ З СІЧНЯ 2014 РОКУ

Керівник проекту, голова редакційної ради
Чепков І.Б., д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

Голова редакційної колегії
Дерепа А.В., д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)
Заступник голови редакційної колегії
Васьківський М.І., д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)
Відповідальний секретар редакційної колегії
Глазкова С.В., к.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

Редакційна колегія:
Бісик С.П., д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)
Блінцов В.С., д.т.н. (НУК)
Борковски Яцек, д.т.н. (ВІТО), Польща
Грінченко В.Т., акад., д.ф.-м.н. (ІГ НАНУ)
Гурнович А.В., д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)
Дідковський В.С., д.т.н. (НТУУ КПІ)
Довгополий А.С., д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)
Животовський Р.М., к.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)
Зубарєв В.В., д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)
Коростельов О.П., д.т.н. (ДержККБ «Луч»)
Купріненко О.М., д.т.н. (НАСВ)
Кучер Д.Б., д.т.н. (ІВМС НУОМА)
Кучеров Д.П., д.т.н. (НАУ)
Кучинський А.В., к.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)
Ланецький Б.М., д.т.н. (ХНУПС)
Лапицький С.В., д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)
Лейко О.Г., д.т.н. (НТУУ КПІ)
Луханін М.І., д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)
Мітрахович М.М., д.т.н. (ДП «Івченко-Прогрес»)
Оліярник Б.О., д.т.н. (ДП «ЛОРТА»)
Расстригін О.О., д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)
Сидоренко Ю.М., д.т.н. (НТУУ КПІ)
Слюсар В.І., д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)
Чабаненко П.П., д.в.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)
Чепков І.Б., д.т.н. (ЦНДІ ОВТ ЗСУ)

Редакційна рада:
Пєвцов Г.В., д.т.н. (ХНУПС)
Ткачук П.П., д.іст.н. (НАСВ)
Толубко В.Б., д.т.н. (ДУТ)
Харченко О.В., д.т.н. (ДНДІА)
Шевцов М.М., к.т.н. (ОЗСУ)

Розглянуто та схвалено до друку
науково-технічною радою
ЦНДІ ОВТ ЗС України
(протокол № 3 від 17.03.2022)

Підписано до друку . .2022.
Формат 60 х 84 1/8. Гарнітура Times New Roman.
Ум. друк. арк. . Наклад 250 прим. Зам. .

Надруковано в ТОВ «Видавничий дім "Бук-Друк"»
Україна, м. Житомир, вул. Мала Бердичівська, 17А
Тел.: +38063 101 22 33
Свідоцтво серія ДК №7412 від 27.07.2021 р.

Адреса редакції:

Україна, 03049, м. Київ,
пр-т Повітрофлотський, 28
Тел.: (044) 271-0966
Факс: (044) 520-12-84
E-mail: cndi_ovt@ukr.net
Сайт: https://journal.cndiovt.com.ua

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації серія КВ №20209-10009Р від 20.08.2013

Журнал входить до переліку наукових фахових видань Міністерства освіти і науки України, категорія Б (наказ №1643 від 28.12.2019)

© ЦНДІ ОВТ ЗС України, 2022

У НОМЕРІ

ВОЄННО-ТЕХНІЧНА ПОЛІТИКА
Dokychaev O. V., Borochvostov I. V., Bondarchuk M. V., Kuchynska K. A.
Management of formation of military-technical policy in the framework of global geopolitical changes and russian aggression in modern conditions (Докучаєв О. В., Борохвостов І. В., Бондарчук М. В., Кучинська К. А. Управління формуванням воєнно-технічної політики України в умовах геополітичних змін в світі й озброєної агресії рф в сучасних умовах) 4

Чепков І. Б., Стрижак О. Є., Сотник В. В., Потапов Г. М.
Науково-методичний апарат досліджень трофейних зразків та уламків озброєння та військової техніки російської федерації 12

Dovhopolyi A. S., Dykhanovskyi V. M. Military and technical policy of Ukraine as the basis of cooperation with partner countries in the processes of development, production and supply of armament (Довгополий А. С., Дихановський В. М. Військово-технічна політика України як основа співробітництва з державами-партнерами в процесах розроблення, виробництва і постачання озброєння) 22

Дихановський В. М., Почернін С. П. Аналіз застосування окремих видів забороненої зброї в сучасних воєнних конфліктах 29

АРТИЛЕРІЙСЬКЕ ТА СТРІЛЕЦЬКЕ ОЗБРОЄННЯ
Богданов В. Л., Григоренко О. Я., Чепков І. Б., Одноралов І. В., Кременицький В. В., Сперкач С. О., Трачевський В. С.
Аналіз фізико-хімічних властивостей металевих фрагментів корпусів артилерійських снарядів на основі експериментального підходу 43

АВТОМОБІЛЬНА ТЕХНІКА
Давидовський Л. С., Бісик С. П., Барановський А. А., Кондрачуков С. І.
Дослідження системи захисту російського бронеавтомобіля підвищеної захищеності «Тайфун-К». Переваги і недоліки конструкції 57

РАКЕТНІ КОМПЛЕКСИ
Zvershkhovsky I. V., Zirka M. V., Kuchynska O. B., Zinchenko D. D.
Analysis of requirements to the method of launch of anti-ship missiles defined by the specificity of modern marine weapons and strategies for the combat use of the navy (Звершховський І. В., Зірка М. В., Кучинська О. Б., Зінченко Д. Д. Аналіз вимог до способу старту протикорабельних ракет, що визначаються специфікою сучасних морських озброєнь та стратегій бойового використання ВМС) 74

Животовський Р. М., Шинкарук О. М., Яковлев М. Ю., Варсегов А. С. Аналіз крилатих ракет повітряного базування рф у війні проти України 2022 року 82

Бісик С. П., Давидовський Л. С., Барановський А. А.
Методика оцінки конструктивних параметрів крилатих та балістичних ракет виробництва російської федерації за результатами їх застосування по об'єктам цивільної інфраструктури 92

Почечун О. О., Карпенко О. С. Аналіз тактико-технічних характеристик і особливостей конструкції протитанкових ракетних комплексів FGM-148 «Javelin» та NLAW 101

ЛІТАКИ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ
Зірка А. Л., Козлов В. Г. Оцінка бойових можливостей літаків тактичної авіації російської федерації в війні з Україною 109

ЗБРОЯ МАСОВОГО УРАЖЕННЯ
Слободяник В. А., Швець І. М. Аналіз можливостей росії по локальному застосуванню тактичної ядерної зброї 121

MINISTRY OF DEFENSE OF UKRAINE
CENTRAL SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF ARMAMENT
AND MILITARY EQUIPMENT OF ARMED FORCES OF UKRAINE

ISSN 2414-0651 (PRINT)
ISSN 2663-5550 (ONLINE)

WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT

1(33)
2022

SCIENTIFIC JOURNAL
DOI: https://doi.org/1034169/2414-0651

QUARTERL
PUBLISHED SINCE JANUARY 2014

TABLE OF CONTENTS

MILITARY TECHNICAL POLICY
Dokychaev O. V., Borochvostov I. V., Bondarchuk M. V., Kuchynska K. A. Management of formation of military-technical policy in the framework of global geopolitical changes and russian aggression in modern conditions 4

Chepkov I. B., Stryzhak O. E., Sotnyk V. V., Potapov H. M. Scientific and methodological apparatus for the study of trophy samples and fragments of weapons and military equipment of the russian federation 12

Dovhopolyi A. S., Dykhanovskyi V. M. Military and technical policy of Ukraine as the basis of cooperation with partner countries in the processes of development, production and supply of armament 22

Dykhanovskyi V. M., Pochernin S. P. Analysis of the application of certain types forbidden weapons in modern military conflicts 29

Bogdanov V. L., Grygorenko O. Ya., Chepkov I. B., Odnoralov I. V., Kremenytskyi V. V., Sperkach S.O., Trachevskii V. S. Analysis of physico-chemical properties of metal fragments of artillery shells on the basis of an experimental approach 43

ARTILLERY WEAPONS & SMALL ARMS
Davydovskyi L. S., Bisyk S. P., Baranovskyi A. A., Kondrachukov S. I. Research of the protection system of the russian armored vehicle of increased protection «Tyfun-K». Advantages and disadvantages of the design 57

TACTICAL WHEELED VEHICLES
Zvershkhovsky I. V., Zirka M. V., Kuchynska O. B., Zinchenko D. D. Analysis of requirements to the method of launch of anti-ship missiles defined by the specificity of modern marine weapons and strategies for the combat use of the navy 74

MISSILE SYSTEMS
Zhivotovsky R. M., Shincaruk O. M., Yakovlev M. Yu, Varsegov A. S. Analysis of the air basedcruise missiles of the russia in the war against Ukraine in 2022 82

Bisyk S. P., Davydovskyi L. S., Baranovskyi A. A. Assessment methods of constructive parameters of cruise and ballistic missiles manufactured in the russian federation according to the results of their application to civil infrastructure objects 92

Pochechun O. O., Karpenko O. S. Analysis of tactical and technical characteristics and designfeatures of anti-tank miscellaneous complexes FGM-148 «Javelin» and NLAW 101

MILITARY AIRCRAFTS
Zirka A. L., Kozlov V. G. Assessment of the combat capabilities of tactical aviation aircraft of the russian federation in the war with Ukraine 109

WEAPONS OF MASS DESTRUCTION
Slobodianik V. A., Shvets I. M. Analysis of russia's opportunities for local use of tactical nuclear weapons 121

Project Manager, Editorial Director
Chepkov I.B., DEng (CRI AME AFU)

Editorial Director
Derepa A.V., DEng (CRI AME AFU)
Deputy of Editorial Director
Vaskivskyy M.I., DEng (CRI AME AFU)
Executive Secretary of Editorial Board
Glazkova S.V., PhD (CRI AME AFU)

Editorial Board:
Bisyk S.P., DEng (CRI AME AFU)
Blintsov V.S., DEng (NUS)
Borkovsky Yatsek, DEng (WITA), Poland
Hrinchenko V.T., acad., DEng (IG NASU)
Hurnovych A.V., DEng (CRI AME AFU)
Didkovskyy V.S., DEng (NTUU KPI)
Dovhopolyi A.S., DEng (CRI AME AFU)
Zhyvotovskyy R.M., PhD (CRI AME AFU)
Zubariev V.V., DEng (CRI AME AFU)
Korostelyov O.P., DEng («SKDB»Luch»)
Kuprinenko O.M., DEng (Hetman Petro Sahaidachnyi NAA)
Kucher D.B., DEng (NI NU «OMA»)
Kucherov D.P., DEng (NAU)
Kuchyns'kyy A.V., PhD (CRI AME AFU)
Lanetskyi B.M., DEng (KNUAF)
Lapytskyy S.V., DEng (CRI AME AFU)
Leyko O.H., DEng (NTUU KPI)
Lukhanin M.I., DEng (CRI AME AFU)
Mitrakhovych M.M., DEng (SE Ivchenko-Progress)
Oliyarnyk B.O., DEng (SE «LSP»LORTA»)
Rasstryhin O.O., DEng (CRI AME AFU)
Sydorenko Yu.M., DEng (NTUU KPI)
Slyusar V.I., DEng (CRI AME AFU)
Chabanenko P.P., DScMil, (CRI AME AFU)
Chepkov I.B., DEng (CRI AME AFU)

Editors:
Pyevtsov H.V., DEng (KNUAF)
Tkachuk P.P., DSc
(Hetman Petro Sahaidachnyi NAA)
Tolubko V.B., DEng (SUT)
Kharchenko O.V., DEng (SRIA)
Shevtsov M.M., PhD (AAFU)

Reviewed and approved for publication by Science and Engineering Board
(record No.3 of 17.03.2022)

Signed for print on 29.09.2021
Conditional printed sheets 13.02. Format 60x84 1/8.
Circulation 250 copies. Order number 401.

Published by «Publishing house "Book-Druk"» LLC
Ukraine, Zhytomyr, street Mala Berdychivska, 17A
Phone: +38063 101 22 33
Certificate DK № 7412 dated 27.07.2021 p

Editorial address:
Ukraine, 03049, Kyiv
28, Povitroflotsky Ave
tel.: (044) 271-0966
fax: (044) 520-12-84
E-mail: cndi_ovt@ukr.net
Site: https://journal.cndiovt.com.ua

Medium State Registration Certificate serial No. KB 20209-10009R of 20.08.2013

Journal is in the list of scientific professional publications of the Ministry of Education and Science of Ukraine Category B
(order No.1643 of 28.12.2019)

© CSRI AME AF OF UKRAINE, 2022

ШАНОВНІ АВТОРИ ТА ЧИТАЧІ ЖУРНАЛУ!

24 лютого 2022 року після 8 років гібридної війни, росія розпочала повномасштабне вторгнення на всю територію України: на Київ і Чернігів з території Білорусі, на Харків та Суми з території рф, на лінію розмежування з боку окупованих з 2014 року районів Луганської і Донецької областей, на південні області з окупованого Криму. Також росія почала обстрілювати ракетами аеродроми, військові об'єкти в Києві, Харкові, Луцьку, Дніпрі та інших містах. Армія рф знищує мирні міста та села України, ворожий обстріл ведеться по мирним жителям і цивільним об'єктам. Неспровокована та невиправдана військова агресія росії проти України грубо порушує міжнародне право та принципи Статуту ООН та підриває європейську та глобальну безпеку та стабільність. Це завдає невимовних страждань українському населенню. Пішовши на повномасштабний наступ на Україну, росія остаточно зірвала з себе маску. Тепер агресивність держави Путіна і злочинність його дій стала очевидною. Війна проти України, схована під брехливим виразом «спеціальна військова операція» – не тільки спроба знищити нашу державу під гаслами «денацифікації» та «демілітарізації», але і продумана, цинічна зі сторони Кремля перевірка в реальних умовах можливостей їх армії та військово-промислового комплексу. Армія рф застосовує всі види озброєння, які в неї є (за винятком біологічної та ядерної зброї). Ворог вбиває військових і цивільних українців не тільки високоточними «Іскандерами» та «Калібрами», не тільки рапортує про застосування надзвукового «Кинджала», але і скидає на міста некеровані, запалювальні бомби, які заборонені міжнародним правом.

За даними довідника Міжнародного інституту стратегічних досліджень (International Institute for Strategic Studies, IISS) Military Balance 2022 перед нападом на суверенну Україну росія мала перевагу по всім видам звичайних озброєнь. Авіація рф нараховувала майже 1400 бойових літаків проти 125 літаків в Україні і 500 ударних вертольотів проти 42 українських. Сухопутні війська рф переважали українські в 3−7 разів: 13000 танків проти 2100, 20000 одиниць бронетехніки проти 3000, 6000 артилерійських систем проти 2000. ВМС росії і України некоректно зрівнювати, по суті ВМС України мали один крупний корабель проти більше 10 у складі тільки Чорноморського флоту, не говорячи про підводні човни, яких в Україні просто немає. Не дивлячись на переваги в озброєнні, в кількості живої сили, на пропагандистські заяви про те, що «все іде по плану», росіяни несуть безпрецедентні в їх новійшій історії втрати. Попри сподівання окупантів, це вторгнення не вийшло швидким і легким. Опір їм чинять як українські захисники, так і цивільне населення.

В жорстоких боях Збройні Сили України не тільки знищують десятки і сотні зразків ворожої техніки, але захоплюють трофейні зразки. Перед фахівцями нашого Інституту стоїть завдання вивчення зразків озброєння ворога та вироблення рекомендацій як по їх ефективному знищенню, так і по підвищенню бойової ефективності власних аналогічних зразків озброєння та військової техніки. При цьому увага повинна приділятись виявленням порушень санкцій щодо постачання рф воєнних технологій і компонентів.

Більшість країн світу підтримують Україну, запроваджують санкції проти рф, відмовляються від російських енергоносіїв та постачають Україні зброю. На сьогодні Збройні Сили України стикаються з рядом проблем та труднощів, серед яких є складність з освоєнням особовим складом західних зразків озброєнь, неможливість технічного обслуговування західних зразків озброєнь в Україні. На вирішення цих проблем, в тому числі, і повинні спрямовуватись зусилля фахівців нашого Інституту.

Війна з росією входить у затяжну фазу, буде тривалою та жорстокою, але перемога буде за Україною. Президент України Володимир Зеленський в інтерв'ю українським журналістам запевнив громадян України: «Перемога буде дуже складною. Вона буде кривавою, в бою, але кінцівка точно буде в дипломатії».

В цих умовах звертаємо увагу науковців, що першочергово до публікації будуть прийматися роботи, що висвітлюють діяльність фахівців Інституту в напрямі освоєння західних зразків озброєнь, вивчення технічних та конструктивних рішень зразків озброєння агресора та відпрацювання протидії йому, підвищення бойової ефективності власних зразків озброєння та військової техніки.

Нагадуємо, що наш журнал включено до Переліку наукових фахових видань України (Категорія «Б»), в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук та доктора філософії (Наказ МОН України від 28.12.2019, № 1643) за спеціальностями:

121 − Інженерія програмного забезпечення;
124 − Системний аналіз;
126 − Інформаційні системи та технології;
251 − Державна безпека;
255 − Озброєння та військова техніка.

До друку приймаються статті українською та англійською мовами.

Науково-технічний журнал має тематичну спрямованість з технічних наук за групами наукових спеціальностей: авіаційна та ракетно-космічна техніка, радіотехніка та телекомунікації, інформатика, обчислювальна техніка та автоматизація, озброєння і військова техніка.

З повагою, редакційна колегія журналу
«Озброєння та військова техніка»

СЛАВА УКРАЇНІ!

UDK 355.02
https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).4-11

O. V. DOKUCHAIEV, *candidat of technical sciences (Office of the Security Service of Ukraine)*

I. V. BOROKHVOSTOV, *Doctor of Technical Sciences https://orcid.org/0000-0002-5410-7140*

M. V. BONDARCHUK, *candidat of technical sciences https://orcid.org/0000-0002-4032-817X (Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv)*

K. A. KUCHYNSKA, *student https://orcid.org/0000-0002-1800-040X (National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv)*

MANAGEMENT OF FORMATION OF MILITARY-TECHNICAL POLICY IN THE FRAMEWORK OF GLOBAL GEOPOLITICAL CHANGES AND RUSSIAN AGGRESSION IN MODERN CONDITIONS

The methodological apparatus of support designed to help solving the problems of military-technical aspects of ensuring the state's military security cannot be considered effective and sufficiently developed in all areas especially during lasting russian agression. According to authors' opinion, when researching military-technical policy it is advisable to present it as an object of public administration. The authors demonstrate the following in this article: military-technical policy management system's characteristics, the classification of management functions and approaches to their typification on different grounds and with different details and the nature of management itself manifested through its functions – separate areas (spheres) of management, which constitute the content of military-technical policy management.

Keywords: *state military-technical policy, management of military-technical policy, defense-industrial complex.*

In light of recent events and their impact on the global situation in the world, understanding the processes that form the backbone of military capabilities and are responsible for what makes a well-prepared, able military force from an organizational point of view became essential in order to obtain a grounded understanding of future possibilities and perspectives, as well as to frame down gaps and voids that may be related to such processes. Organizational activity and decision-making both play a major role in what makes an able military force. However, as with any narrow and field-specific categories, there are certain peculiarities in it, which is why it is necessary to analyze the subject, namely what military-technical policy (MTP) is.

MTP is often seen in many papers and scientific works as a set of measures purposed at solving certain problems. This approach leaves the activities of public authorities and officials in the formation of MTP out of the scope of the analysis and even the very possibility of analyzing the latter as a product of their intellectual work. With such an approach, the MTP as an object of study is seen as a set of unrelated individual elements of military-technical activities of the state, without analysis of the factors that determine them [1−3]. Methodological issues of managing the formation of MTP in research usually are not considered. All this contradicts the need to form the MTP as a holistic system aimed at achieving a unified goal.

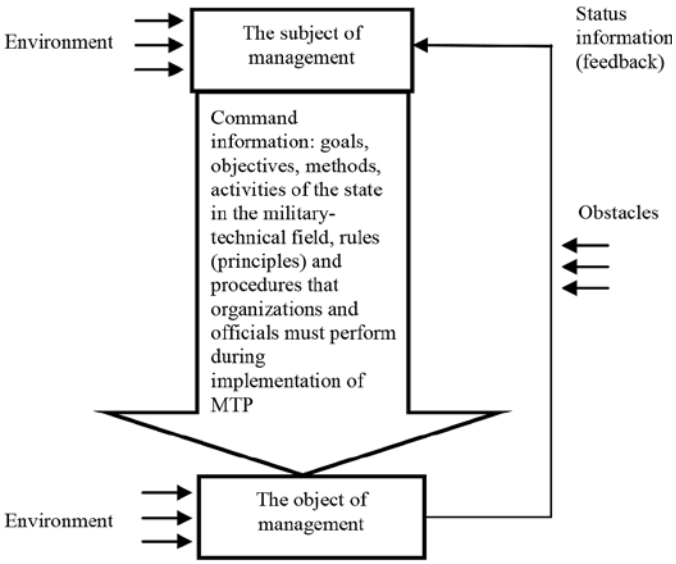


Fig. 1. Schematic diagram of the MTP control system

From authors' point of view, when researching MTP it is advisable to present it as an object of public administration, and therefore MTP should be formed and implemented within this system. Typical features of the MTP management system include [4−6]:

the presence of a subject and object (the first one are organizations and officials appointed to manage the MTP; the second − the organization of the military-industrial complex), thorough support of military-technical activities, military formations of the military organization of the state (MOS);

the presence of direct interactions and feedback between the subject and the object of management;

presence of processes that are carried out in the management system (Fig. 1), namely:

managerial influence of the subject of management on its object − rules and procedures that must be followed by organizations and officials during the implementation of the MTP;

transfer of managerial influence to the performers of MTP, as well as feedback on its condition;

development of the management system itself: the subject, object and relationships between them and external systems.

The study of MTP as an object of public administration provides such opportunities as:

to analyze the MTP from the stage of its formtion to the stage of implementation, as a single integrated system with all its internal and external relations;

to link the process of formation of MTP with the real conditions that determine it as a result of the practical activities of officials and governing bodies;

emphasize the direct link between the effectiveness of MTP and the effectiveness of its management system [7];

take into account the complexity of the processes of formation and implementation of MTP, which cannot be taken into account if its research is carried out outside the state management system. Such difficulties include: extreme uncertainty of some of its elements, first of all, the areas of implementation and relationships between them, the content of management activities; the complexity of rigid but vital coordination of the activities of various structures of state, military and defense management with their different contributions to the formation of goals, objectives, content, composition, structure and mechanism of the MTP system;

use the results of research on MTP as an object of public administration to prepare the administrative apparatus, which does not have full-scale experience in performing its functions.

Thus, the study of the managerial aspect during the formation and implementation of MTP is of the outmost necessity and methodological issues are of particular importance. Among them: the essence and content of management, rules that ensure informed decision-making, as well as other basic concepts and categories that reflect the essential properties of such a phenomenon as the management of MTP, and largely show the current state of its theory [8]. Let's look at some of them in more detail.

The essence of any management activity is the influence of the subject on the object of management to increase the efficiency of the latter, in this case in order to successfully implement the MTP.

According to N. Wiener, «management − is nothing more than the transmission of messages that effectively influence the behavior of their recipients» [9].

An approach that is traditional for military specialists can be used to determine the content of MTP management [10]. It consists in disclosing the content of management through its functions − separate areas (spheres) of management, the sum of which is the content of the management of MTP. To determine the content of management, it is necessary to compile a list of such functions, which requires more or less accurate classification.

Specialists of the Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine [11, 12] suggested a classification of management functions, developed numerous approaches to their typification on different grounds and with different details. In our opinion, the most appropriate approach is the one in which the classification of functions is based on the fact that they should be determined taking into account the simultaneous action of several causes of MTP, so it is advisable to carry out several criteria. This approach avoids the main difficulty in classifying the management functions of any process that arises in one-dimensional, linear (based on one feature) classification, which does not reflect at least some of the main features of the management process. In addition, when classifying management functions by one criteria, a significant mistake is often made: the use of heterogeneous attributes simultaneously and placement of selected functions according to them in one semantic row (group).Thus, classifying the management functions of MTP, it should be assumed that the areas of the subject of management are determined taking into account the influence of several factors and such allocation in this case should be carried out, as shown below, on two grounds (allocation of management functions for three and more features are theoretically possible, but would make it much more difficult to understand, thus inefficient):

the first of them reflects in functions as categories of administrative activity the features (specifics) of MTP (or its individual components) as an object of management (in this case, the function determines what the managerial influence is aimed at) in functions as categories of managerial activity;

the second classifies functions as stages of the management cycle (as typical management actions of the subject of management).

In both cases, the set of defined functions will be the content of management (in the first case − a set of areas of activity of the subject of management, in the second − a set of its typical actions).

Based on the above, the main functions of the management of MTP, which reveal its specifics, include management activities in the following areas (Fig. 2):

development of weapons and equipment of military formations;

development of defense industry (scientific, technical, research, development, production and technological base of production of weapons);

military-technical cooperation with foreign countries;

technical support of military formations' military operations;

operation of weapon systems;

in-depth provision of MTP;

professional military-technical training of personnel of military formations and governing bodies of the MOS;

ecological safety of the state's military-technical activity, etc.

The expediency of distinguishing most of these functions is unlikely to be questioned by experts. Given the current state of military affairs, the development of new defense technologies as well as the development of the MTP itself as a single integrated system should also be considered separate areas of

the MTP management. Each of the functions can be divided into smaller functions. Thus, several functions in the areas of scientific, regulatory, material, financial and other support can be distinguished in the management of MTP in the field of its extensive provisioning; and in the management of MTP in the field of weapons − improving the infrastructure of weapons, development (creation) of new weapons and modernization of existing ones. Such a distinction can go on, resulting in new areas of MTP, the set of which will be defined by functional responsibilities of officials of the administration.

Thus, a purely theoretical (methodological) issue of the formation of management functions is of direct importance for the practical organization of the functioning of officials and governing bodies.

Classification of management functions by the second main feature − as stages of management cycle (Fig. 3) − reveals the nature of the process of managing MTP, considering information collection and processing, decision making, action planning (including the development of documents), their organization, as well as control over the implementation of MTP and its results as part of these stages (typical management actions of officials and management regardless of their scope).

Many sources, most often civilian, also define other functions-stages: motivation, coordination, orders, anticipation and some others, and some of them include the function of «decision-making» in the planning function as part of the latter, considering decision-making as an element of planning [9]. All these differences also reflect to some extent the objective content of management, and, as a consequence, do not violate the considered methodological method of distinguishing management functions. Thus, the classification of management functions of MTP allows us to draw the following conclusion: the same amount of management activities using different features of the classification reflects the variety of factors influencing management processes.

Let us consider the content of each management function as a stage of the management cycle more in detail.

Collection and processing of information (data that is meaningful and useful to users [13]) is aimed at providing officials with it for analysis and evaluation of factors that determine the goals, objectives, content of decisions on MTP. Transformation of «condition» information into command (behavior) information is the basis of the MTP management process.

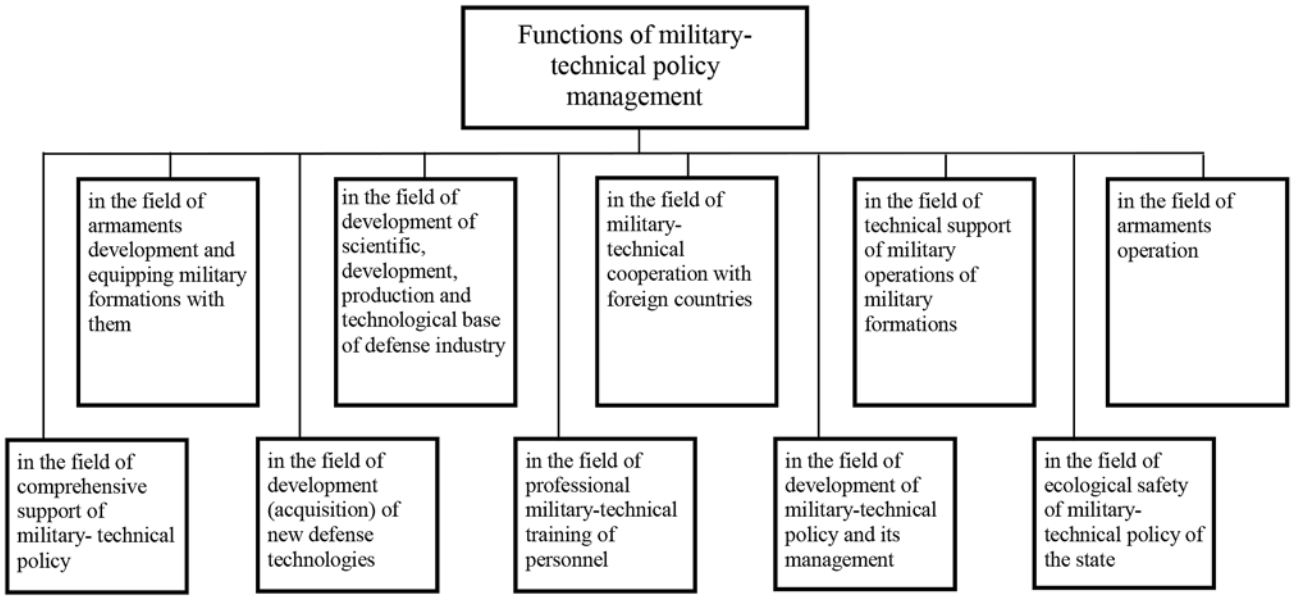


Fig. 2. Schematic diagram of the management functions of MTP, defined on a specific basis

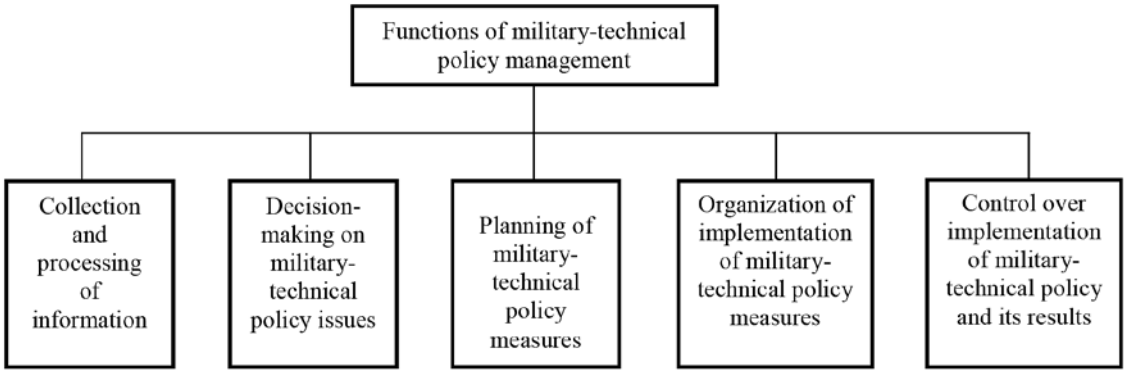


Fig. 3. Schematic diagram of a set of management functions MTP, selected on the basis of typical management actions (stages of the management cycle)

The next function of the management cycle − decision-making − is to determine the content of the policy, establishing the rules that must be followed for the MTP to be effective. It includes a set of processes: the formation of goals to be achieved by the decision; development of its variants; forming a criterion for choosing the appropriate (optimal) of them and, finally, choosing a solution to implement. The choice of all the appropriate options depends on the will of the person who makes the decision and is responsible for it personally. The whole management cycle (set of functions-stages) is subject to the decision in which the influence of the subject of management on executors of MTP is most strongly expressed.

In modern conditions, determining the content of MTP (based on an assessment of the factors that affect it) is extremely difficult. This is due to the growing number of factors that need to be considered and the uncertainty of many of them. The complexity of its definition is also increased by the fact that the main object of influence of MTP – military vehicles and armaments − in accordance with global trends is experiencing a period of accelerated development. All this significantly reduces the accuracy of information that can be used to make appropriate decisions.

Given that the main content of MTP is not subject to sharp fluctuations in a short period of time, it can be determined in the medium and long term (10…20 years), if no need to make changes in it in accordance with the current situation. In this case, the content of MTP will limit the scope of possible actions of officials and governing bodies, helping developers and executors of MTP to assess the results and quality of decisions made in situational conditions, as well as plans (measures), concepts, theories and other documents regarding their compliance with the long-term interests of the state. This will direct the MTP in its various spheres and various military formations to achieve its main goals, turning it into a single integrated system.

Thus, the content of MTP is determined by the content of decisions made by officials. It is always a set of solutions to various issues. Therefore, given its complexity, the content of MTP at the stage of its formation should be differentiated by levels and groups:

the first level − general provisions (the same for all its spheres and military formations);

the next levels are differentiated according to its spheres and military formations (within them − according to the links of their structure).

To confirm the correctness of the proposed methodological approach, we present only some provisions of the three higher levels of differentiation of the content of MTP (it is appropriate, in our opinion, to unfold it through a set of principles and approaches for this policy to be successful): general principles, approaches in the field of weapons development and military-technical cooperation (MTC) with other states (Table 1). These principles and approaches need further differentiation in order to obtain the full content of MTP.

Table 1. Provisions that can be proposed as principles and approaches to the formation of MTP

General principles	Approaches in the field of armament development and technical equipment of military formations of the military organization	Principles of MTP in in the field of military-technical cooperation with foreign countries
1. Providing military formations with weapons and military equipment, the quantitative and qualitative composition of which allows them to perform combat missions to protect national interests and sovereignty of the state (the principle of adequacy of MTP tasks of military formations of military organizations)		
2. Unity and integrity	2. Ensuring parity with other countries in terms of quality of weapons and armaments of military formations	2. State monopoly on the regulation of activities in the field of military-technical cooperation
3. Objectivity	3. The unity and integrity of the armaments of military formations	3. Economic efficiency
4. Expediency (doing what should be done in the military-technical sphere, not what is possible)	4. Computerization of armaments	4. Protection of political, economic and military interests of the state
5. Effective management	5. Effective scientific support for the development of weapons and military equipment. Introduction of new technologies in them	5. Unconditional fulfillment of international obligations in the field of arms control and proliferation of weapons of mass destruction
6. Thorough support	6. Introduction of heterogeneous properties into new (modernized) armaments	6. Taking into account the world and regional military-political situation that may develop after the supply of weapons and armaments to other states
7. Protection of intellectual property in the military-technical sphere	7. Effective support of industry work on the development of new and modernization of existing armaments of military formations	7. Controllability and accountability of all subjects of MTP to the central executive bodies to which sphere of management they belong
8. Effective regulatory support	8. Automation of armaments. Creation of robotized systems	8. State support for developers (manufacturers) of military and dual-use products and subjects of military-industrial complex, state protection of their rights and legitimate interests

Table 1. Continuation

9. Concentration of state efforts on priority areas of MTP	9. Introduction of artificial intelligence in weapons systems	
10. Continuous improvement of MTP	10. Standardization and unification of weapons and military equipment	
	11. Simplification of operation of armaments	
	12. Reduction of the number of rew members in the service of armaments	
	13. Minimization of human, material and financial resources to ensure the life cycle of weapons and armaments	
	14. Concentration of state efforts on important areas of armaments development	
	15. Reducing the number of types and inventory of basic armaments	
	16. Use of experience in the use of armaments in local wars and military conflicts in their development, creation and modernization	
	17. Consideration of actions in response of a potential adversary to new (modernized) armaments	
	18. Taking into account the patterns and world trends in the development of armaments in determining the directions of their development for the military formations of Ukraine	
	19. Asymmetric development of armaments of military formations compared to the development of other countries	
	20. Methodological support for the development, creation (modernization) of armaments	
	21. Simultaneous re-equipment of military formations or their components with new (modernized) armaments (according to the principle of systematic equipping of military formations with new weapons)	
	22. Creation of armaments reserves in peacetime and wartime to compensate for combat losses	

Planning is inextricably linked to the decisions made in determining the content of MTP. Planning includes two processes: detailing (clarifying) the content of MTP (differentiation by levels and groups) and its documentation. Together, the goals and objectives of MTP, the decisions made by officials and planning documents define the desired end results, «routes» to achieve them, including the allocation of resources, goals, objectives, performers of the MTP and methods of implementation.

When forming the content of MTP and its planning for any period of time the following methodological approach should be used:

determine the final results of technical equipping of military formations (objectives of the MTP);

identify intermediate results as stages of achieving the final one;

form the content of MTP and plan actions for its realization − define «pathways to the goals» before achieving them.

The organization of the implementation of the MTP includes bringing its content to the executors, creating conditions for its implementation (implementation of measures for its thorough support) and coordination of actions of individual officials, organizations and processes.

In the process of monitoring the implementation of measures on MTP, new information is obtained on the implementation of decisions and plans.

The functions of MTP management, alternating with each other, together create a closed management cycle and a set of cycles is a continuous process of managing this policy. The boundaries between the functions-stages are mobile, they are mutually penetrating. Each of them, as well as the whole management process, in turn, can go through all or some of the functions-stages (collection and processing of information, decision-making, planning, organization and control). Therefore, the planning function or, for example, the control function of information collection can be considered separately. It is easy to see that the stages of the cycle can be combined into a function of «management of the management of MTP». And this is fully consistent with management practice, in which the management system is strictly hierarchical with a clear division of rights and responsibilities. This function is typical for government agencies and senior officials of its structure. The higher the level of management, the more its bodies are engaged in the implementation of the function of «management of management».

As world experience shows, the more complex the conditions created for the functioning of any system, the more attention must be paid to improving (forming) the system itself: its composition, organizational structure and mechanism of operation. Among the latter, the organizational structure is of priority importance for the effective functioning of the entire system, which, reflecting the orderly arrangement of the elements of the system and the form of their relationships, turns their totality into a system.

The organizational structure of the MTP system is the unity of formal (documented) and informal structures that create a real structure. If this unity were balanced, it would only increase the reliability of the MTP system. However, the weakening of formal ties in this unity or their uncertainty, which can be considered a characteristic feature of Ukraine's MTP system, has led to an increase in informal ties. Their excessive number reduces the efficiency of the MTP system and endangers the implementation of its planned activities (goals), and in difficult conditions can lead to their complete failure.

The shortcomings of the organizational structure are largely due to the imperfection of the governing bodies of the system with their necessary connections. Thus, the main feature of the MTP management system is the absence of a supreme body, the main and only purpose of which would be to manage it all in all, including the preparation of proposals for decisions on its most important issues by senior government officials. In the absence of such a body with such functions (connections) there can be no question of creating a clear vertical management of technical equipping of military formations of the military organization of the state and defense-industrial complex, which inevitably leads to weak state support. In these conditions, defense industry enterprises tend to «produce what they can, not what is needed» [14], violating the established principles of MTP, which does not exclude the possibility of military formations, complexes and systems of weapons, ineffective in modern-condition combat actions, coming into service. Without a clear MTP management vertical, the relationships between the structures that form and implement it are inefficient and, as a result, the mechanism of its functioning cannot be clearly defined, the systemic regulatory framework is not really developed, and responsibility for the state of affairs in the field of MTP and its individual components cannot be established (in addition, the replacement in the structure of formal ties, which is carried out due to the lack of vertical governance, informally always creates all the conditions for shady MTP and corruption in government).

Features of the control system of MTP, reflected in the imperfections of its composition, structure and mechanism of operation, can be considered largely a source and amplifier of other properties that reduce the effectiveness of MTP. Among them [7, 15 − 20]:

insufficient development of theoretical foundations for the formation and implementation of MTP, primarily methodological (especially in the field of creation and improvement of its management system);

underestimation by public authorities of the impact of MTP on the state of national security and its further development, which led to chronic underfunding of MTP measures and led to negative consequences:

constant reduction of the qualitative and quantitative level of technical equipment of military formations;

low level of supply of new weapons to military formations, which do not compensate for their natural loss;

the decline of scientific, technical, research, development, production and technological base of most defense enterprises, the loss of important technologies, unique machinery and testing equipment;

low capacity of the state to conduct a full-scale military technical cooperation and develop the infrastructure of its system.

The current state of MTP and the shortcomings of its organizational structure confirms the important principle of improving any system: «If you want to increase the efficiency of the system − improve its organizational structure».

The main components of the management methodology outlined above reflect the idea of universality. They answer the question of how to manage the formation of MTP and, as a result, can reduce the time for decision-making and ensure their quality in different conditions. However, they cannot be considered templates. Globalization in the world has further identified the need for new approaches to governance. An integral attribute of any successful organization (MTP is also a product of their activities) is attention to the quality of all processes that take place in them, and the constant improvement of all that can be improved.

The managerial revolution in the leading countries of the world is aimed at improving the efficiency of organizations with reduced resources, improving all organizational structures and their functions, responsibilities of employees, approving a new attitude of the latter to changes in the functioning of organizations.

Alternative approaches (the principle of specific circumstances) are also widely used in management practice, when the factors that affect the process at some point in time are considered unique. Ideas related to the principle of universality and specific circumstances are combined into a so-called situational approach, which advocates that the successful solution of problems depends on the ability of managers to identify the main characteristics of the situation and develop the most appropriate decision environment. And this fully applies to the MTP of Ukraine.

Improving the quality of technical equipping of military formations of the military organization of the state is impossible without the introduction of the latest achievements of military and civilian management, including its basic theoretical principles (and practical experience of the best foreign and domestic experts). Military and civilian management have a single common theoretical and methodological basis − the theory of systems and organizations.

The technical equipping of the Military Organization of Ukraine can be successfully improved only within the long-term sustainable single objective MTP. To do this, it is necessary to increase the efficiency of the entire system, all its participants, especially research institutions, public authorities and intensify their interaction with the defense industry. Ukraine, as an independent state, has all the pre-

requisites for the development and implementation of such a MTP that could guarantee its security.

To conclude, it is worth emphasizing the main points of this research. First, it is worth noting that MTP is a complex system that consists of many elements, among which subject, object and influence can be differentiated in order to point out the importance of coordinated, combined efforts aimed at achieving a specific result. Second, the organizational structure of MTP influences its output in reaching goals of MTP. Constant improvement, cycles of projects and effective management are necessary components in order to get results given the influence exerted by external factors, and effective planning has a great influence in that scope as well. Third, risks of human origin, such as corruption risks, bad understanding of the activity and nature of MTP, lack of interactions between the state, research institutions and national defense industry and some others may hinder the effectiveness of the whole MTP system's output in terms of providing expected results and meeting defined goals. As a whole, however, right implementation of MTP as a system, with its principles and approaches guarantees consistent results and goal achievement.

REFERENCES

1. Gizitdinova, M. & Cherkasov, S. (2008), "Rol mobilnykh podvodnykh roobotov v reshenii zadach VMF" [The role of mobile submarine robots in solving problems of the Navy], *Voyennaya mysl.* No. 1. Pp. 16–21.
2. Kasatkin, A. & Kovyshev, I. (2008), "Metodologicheskie osnovy kompleksnogo tehniko-ekonomicheskogo obosnovania proektov gosudarstvennoi programy vooruzhenia v chasti voennoi aviatsii" [Methodological foundations of complex feasibility study of projects of the State armament program in the field of military aviation], *Voyennaya mysl.* No. 1. Pp. 35–38.
3. Vauchsky, A. (2008), "Napravlenia razvitia mezhdunarodnoi kooperatsii pri sozdanii vooruzhenia" [Directions for the development of international cooperation in the creation of armaments], *Voiennaia mysl.* No. 10. Pp. 10–22.
4. Buslenko, N., Kalashnikov, V. & Kovalenko, I. (1973), Lectures on the theory of complex systems. *Sov. Radio.* 440 p.
5. System research: Yearbook of the USSR Acad. of Sciences (1977), *Nauka.* 262 p.
6. Hurafas, D. (1967), "Systemy i modelirovanie" [Systems and modeling], *Myr.* 420 p.
7. Daft, R. (2001), "Management", *Peter.* 829 p.
8. Korablin, V. (2009) "Terminosistema – vazhneishyi element nauchno-metodicheskogo aparata voyenno-technicheskih issledovanii" [Terminosystem − the most important element of the scientific and methodological apparatus of military-technical research], *Voiennaia mysl*, No. 8. Pp. 66–70.
9. Wiener, N. (1948), "Cybernetics", *Nauka.* 325 p.
10. Tushev, P. (1996), "O razdelenii funktsii administrativnogo i operativnogo rukovodstva Vooruzhenymi sylami" [On the separation of functions of administrative and operational leadership of the Armed Forces], *Voiennaia mysl.* No. 1. Pp. 61–63.
11. Smirnov, V.O., Lensky, L.M. & Zhdanov, S.V. (2011), "VTP: problemy formuvannia ta upravlinnia: monografiia" [MTP: problems of formation and management: monograph], *Central Scientific Research Inst. of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine.* 216 p.
12. Vasylenko, O.V., Borokhvostov, I.V., Lensky, L.M. & Smirnov, V.O. (2010), "Metodologichni aspekty formuvannia derzhavnoi VTP" [Methodological aspects of the formation of the state MTP], *Scientific Works of Central Scientific Research Inst. of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine.* No. 15. Pp. 88–104.
13. Toffler, Z. (2002), "Tretia volna" [The third wave], AST. 781 p.
14. Lensky, L. & Khitrik, V. (1996), "Te, sho mozhe, a ne te, sho potribno" [What we can, not what is needed], *Narodna armiia.* No. 13. 25.01.1996. P. 2.
15. Gorbulin, V. (2005), "Perevooruzhenie Vooruzhenyh sil Ukrainy i strategiia sderzhivaniia" [Rearmament of the Armed Forces of Ukraine and deterrence strategy], *Publ. Express.* No. 12. Pp. 2–11.
16. Smirnov, V.A. (2007), "Sovershenstvovanie sistemy upravleniia VTP Ukrainy" [Improving the management system of military-technical policy of Ukraine], Artillery and small arms. *Special iss.* Pp. 12–18.
17. Bogdanovich, V. (2004), "Metodyka derzhavnogo upravlinnia u sferi VTS" [Methods of public administration in the field of military technical cooperation of Ukraine and China], *Bull. of the Nat. Acad. of Public Administration under the President of Ukraine.* No. 2. Pp. 30–37.
18. Shevtsov, A. & Shekhovtsov, V. (2009), "Rynkova transformatsiia ta antykryzovi zahody" [Market transformation and anti-crisis measures], *Publ. Express.* No. 9. Pp. 3–7.
19. Vasilenko, O.V., Lensky, L.M., Smirnov, V.O. & Borokhvostov, I.V. (2010), "Metodologichni aspekty upravlinnia formuvanniam VTP" [Methodological aspects of MTP formation management], *Scientific Works of Central Scientific Research Inst. of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine.* No. 14. Pp. 74–90.
20. Vasylenko, A. (2007), "Tendencii razvitiia vooruzheniia i voennoi tehniki i ikh vzaimosviaz s sovremennymi formami i sposobami vedeniia vooruzhonnoi borby" [Trends in the development of armaments and military equipment and their relationship with modern forms and methods of armed struggle], *Artillery and small arms.* No. 3. Pp. 8–11.

Докучаєв О.В., Борохвостов І.В., Бондарчук М.В., Кучинська К.А.

УПРАВЛІННЯ ФОРМУВАННЯМ ВОЄННО-ТЕХНІЧНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ В УМОВАХ ГЕОПОЛІТИЧНИХ ЗМІН В СВІТІ Й ОЗБРОЄНОЇ АГРЕСІЇ РФ

Методичний апарат підтримки в розв'язанні проблем воєнно-технічних аспектів забезпечення воєнної безпеки держави не можна вважати достатньо розвиненим за всіма напрямками та таким, що ефективно застосовується. На погляд авторів, досліджуючи воєнно-технічну політику, її доцільно подати як об'єкт державного управління. Авторами показані: характерні ознаки системи управління ВТП, класифікація функцій управління, підходи до їх типізації за різними ознаками і з різною деталізацією, розкритий зміст управління через його функції – відокремлені ділянки (сфери) управління, сукупність яких й становить саме зміст управління ВТП. Зазначено, що основні компоненти методології управління відповідають на питання, як управляти формуванням ВТП, і, як наслідок, можуть скоротити час на прийняття рішень та забезпечити їх якість у різних умовах. Показано, що підвищення якості технічного оснащення військових формувань воєнної організації держави неможливе без впровадження останніх досягнень військового і цивільного менеджменту, зокрема його основних теоретичних положень (і практичного досвіду кращих іноземних і вітчизняних фахівців). Тобто, технічна оснащеність Воєнної організації України може успішно удосконалюватися тільки в межах довготривалої сталої єдиної цілісної об'єктивної ВТП, для чого необхідно підвищити ефективність функціонування всієї її системи, всіх її учасників, насамперед науково-дослідних установ, органів державної влади і активізувати взаємодію їх з підприємствами ОПК.

Ключові слова: *воєнно-технічна політика держави, управління.*

Відомості про авторів:

Докучаєв Олег Володимирович
кандидат технічних наук
Управління Служби Безпеки України м. Київ, Україна

Борохвостов Ігор Валерійович
доктор технічних наук, старший науковий співробітник
головний науковий співробітник Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-5410-7140

Бондарчук Марія Вікторівна
кандидат технічних наук
начальник науково-дослідного відділу Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України,
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-4032-817X

Кучинська Катерина Андріївна
студентка Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-1800-040X

Information about the authors:

Oleg Dokuchaiev
Candidate of Technical Sciences
Department of Security Service of Ukraine in Luhansk and Donetsk regions
Kyiv, Ukraine

Ihor Borokhvostov
Doctor of Technical Sciences, Senior Research
Chief Researcher
of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-5410-7140

Mariia Bondarchuk
Candidate of Technical Sciences
Chief of Scientific Research Division
of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-4032-817X

Kateryna Kuchynska
Student of the National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-1800-040X
e-mail: kuchinska.katya@gmail.com

УДК 355.02+004.91
https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).12-21

І. Б. ЧЕПКОВ, *доктор технічних наук, професор*
https://orcid.org/0000-0002-4294-4152

О. Є. СТРИЖАК, *доктор технічних наук, старший науковий співробітник*
https://orcid.org/0000-0002-4954-3650

В. В. СОТНИК, *кандидат технічних наук, старший науковий співробітник*
https:// orcid.org/0000-0003-1094-6257

Г. М. ПОТАПОВ, *кандидат військових наук, старший науковий співробітник*
https://orcid.org/0000-0002-5778-9327
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ АПАРАТ ДОСЛІДЖЕННЯ ТРОФЕЙНИХ ЗРАЗКІВ ТА УЛАМКІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ

На підставі проведеного аналізу у статті визначено важливість та актуальність проблем, які виникають під час досліджень трофейних зразків озброєння та військової техніки в умовах воєнного стану. Обґрунтовано науковість досліджень трофейних зразків та уламків ОВТ, уточнено понятійний апарат за напрямом досліджень, визначено порядок і особливості досліджень. Для підвищення оперативності і достовірності досліджень пропонується використовувати засоби автоматизації, основним з яких є використання когнітивної інформаційної технології КІТ Поліедр.

Ключові слова: *база знань, етапи досліджень, методологічні засади, трофейні зразки озброєння і військової техніки, уламки озброєння і військової техніки.*

ВСТУП

Початок двадцять першого століття характеризується значною активізацією держави у напряму оснащення Збройних Сил (ЗС) сучасними зразками озброєння та військової техніки (ОВТ). При цьому основним критерієм для впровадження сучасних зразків у ЗС України досі залишався показник «ефективність − вартість». Але початок війни рф проти України пов'язаний із революційними змінами в процесі оснащення ЗС України сучасними зразками ОВТ. Наразі до ЗС постачаються сучасні зразки ОВТ провідних країн світу і головним критерієм при цьому обирається ефективність їх застосування [1]. Але постачання ОВТ до ЗС є тривалим процесом, який має бути керованим. Також у процесі ведення бойових дій до лав ЗС України надходять трофейні зразки ОВТ [2]. На сьогодні трофейна техніка, яка захоплена Силами оборони України, налічує такі зразки, як Т-72Б3, Т-72Б, Т-80У, Т-80БВМ, Т-90А, БМ-21 «Град», вогнеметна система ТОС-1А, БМ-27 «Ураган», МТ-ЛБ, «Стрела-10», «Панцирь-С1» та ін. [3].

Для прийняття на озброєння трофейних зразків ОВТ і вивчення технічних рішень, що були застосовані під час їх створення, проводяться дослідження, які також поширюються на уламки зразків ОВТ ЗС РФ. Для цього має створюватись відповідна система досліджень, яка матиме відповідні сили і засоби, затверджену структуру та обґрунтовані методологічні засади їх проведення.

Проведений аналіз стану системи досліджень трофейних зразків і уламків ОВТ ЗС рф (ТЗУ ОВТ) показує, що нині цьому питанню приділяється значна увага [2 − 4]. За результатами ведення бойових дій приймаються на озброєння трофейні зразки ОВТ, досліджуються окремі уламки зразків ОВТ, елементного складу та властивостей деяких складових зразків ОВТ. Але системного підходу до вирішення зазначених питань не розроблено. Також існує низка проблемних питань, які для підвищення ефективності досліджень і вдосконалення системи слід вирішити, а саме:

– уточнення термінів та понять, що використовуються під час досліджень;

– створення та розроблення:

а) визначеної і затвердженої структури, яка дозволяє ефективно проводити дослідження і координувати їх проведення;

б) матеріально-технічної бази проведення досліджень ТЗУ ОВТ;

в) науково-методичного апарату організації та проведення досліджень ТЗУ ОВТ;

г) засобів автоматизації (інформаційно-аналітичних систем), які використовуються під час досліджень;

– удосконалення нормативно-правової бази регулювання досліджень трофейних зразків, а також координація використання спроможностей науково-дослідних установ міністерств і відомств України та Національної академії наук України щодо участі в дослідженнях ТЗУ ОВТ.

Вирішення зазначених питань дозволить удосконалити систему досліджень ТЗУ ОВТ, при цьому автоматизація процесів, які відбуваються під час досліджень, і створення бази знань сприятимуть підвищенню оперативності проведення заходів і достовірності отриманих результатів досліджень.

Таким чином, одним із актуальних питань сьогодення є розроблення методологічних засад досліджень ТЗУ ОВТ за рахунок уточнення понятійного апарату, який використовується під час досліджень, розроблення і впровадження методики досліджень, удосконалення нормативно-правової бази. Це дозволить поповнити базу знань даними про розвиток ОВТ ЗС рф та технологічними рішеннями, які використовуються для цього.

Метою статті є подальший розвиток теорії озброєнь за рахунок розроблення методологічних засад досліджень трофейних зразків і уламків ОВТ ЗС рф в умовах воєнного стану, яка має бути ефективним інструментом обґрунтування рішень.

Для досягнення мети вирішено низку завдань, а саме: уточнено понятійний апарат, який використовується, розроблено методику проведення досліджень, створено відповідну модель, а також обґрунтовані рекомендації щодо вдосконалення нормативно-правової бази та автоматизації процесів, які відбуваються під час досліджень.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження ТЗУ ОВТ під час ведення бойових дій мають проводитись планово за загальними системно визначеними правилами. При цьому треба враховувати, що у процесі таких досліджень формуються певні системи знань щодо властивостей зразків ОВТ. Їх науковість визначається та підтверджується сукупністю певних ознак, а саме – істинністю, інтерсуб'єктивністю та системністю [5]. Під істинністю розуміється відповідність отриманих знань про предмет досліджень наведеним доказам (результатам експертизи, порівнянням, логічним міркуванням), тобто теорії в цілому або її фрагментам. Інтерсуб'єктивність отриманих знань про ТЗУ ОВТ ЗС рф характеризується вимогою однаковості результатів досліджень, отриманих різними дослідниками за однакових умов. Системність обумовлюється обґрунтованістю результатів, яка не дозволяє піддавати сумніву їх зміст відповідно до логіки проведених досліджень та сукупності обраних для цього вхідних даних.

Сама система знань має представляти та відображати наративний опис об'єкта дослідження, його властивості та інтерпретації його функціональності. Обов'язковою умовою представлення системи знань є її відповідність базовим постулатам-аксіомам, на яких теорія ґрунтується.

На сьогодення одним із конструктивних і раціональних засобів формування та відображення систем знань є онтології [6]. Вони за визначенням забезпечують відображення як наративних описів зразків ОВТ, так і їх властивостей та функціональностей. Більш того, онтологія реалізує це у якісному структурному вигляді, який має формат таксономій [6, 7]. Фактично онтологія забезпечує представлення наративних описів про різні системи озброєння у форматі інтерактивних систем знань. Це забезпечує консолідоване використання наративів, які описують різни системи озброєнь, та створює технологічні умови щодо їх використання при дослідженні трофейних зразків.

На рис. 1 представлено таксономічний формат онтологічної бази знань про зразкі озброєння, які рф вико-

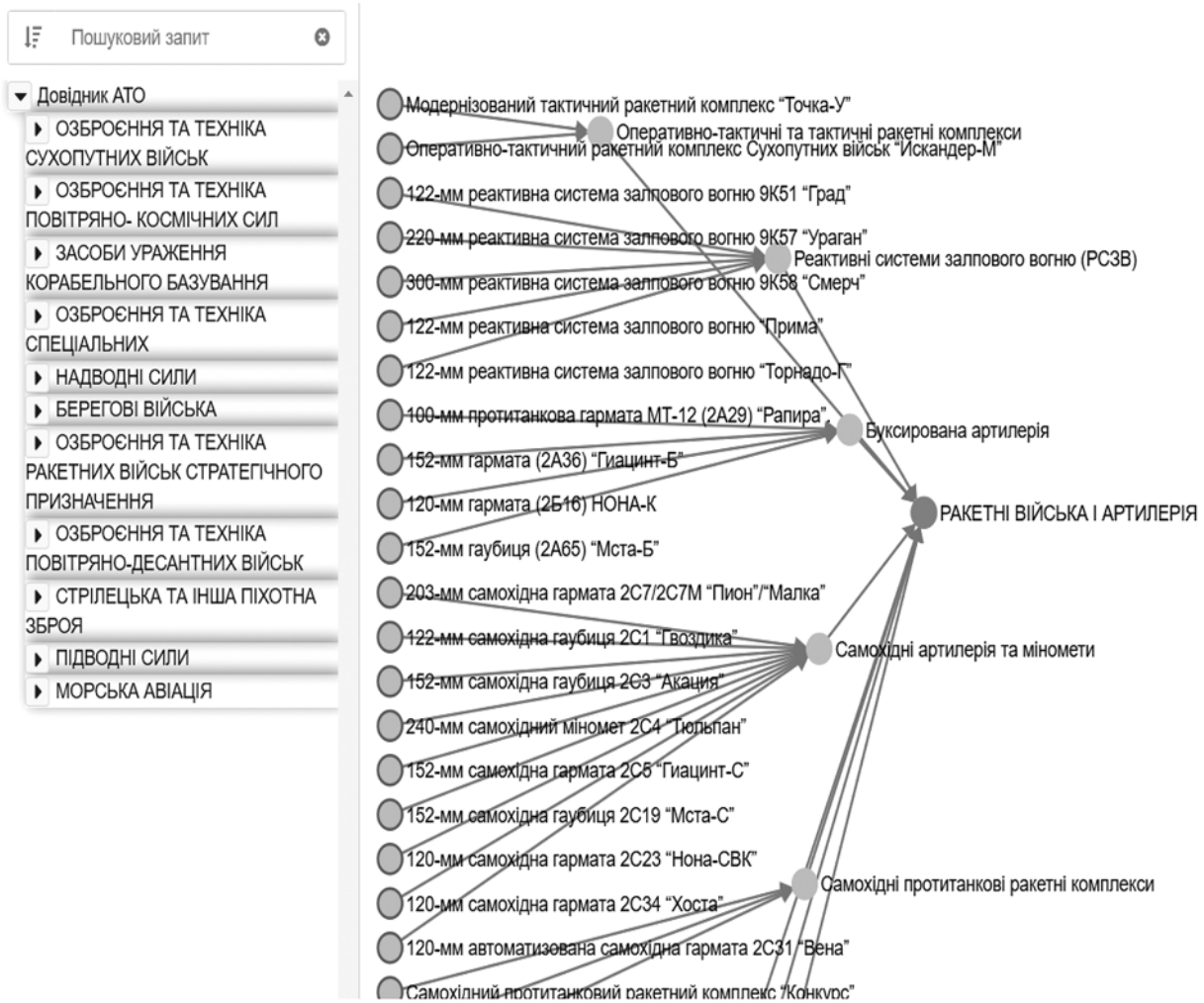


Рис. 1. Онтологічна база знань зразків зброї рф за родами військ

ристовує у війні проти України. Водночас ця база знань відображає класифікацію та об'єктивні тактико-технічні характеристики зразків зброї.

Однак, для дослідження трофейних зразків ОВТ треба цю базу знань доповнити інформацією, яка відображає технологічні процеси її створення.За рахунок таксономічної структури онтології це реалізується на основі додавання необхідних семантичних відношень. Створюються технологічні умови для консолідації отриманих у процесі досліджень ТЗУ ОВТ систем знань за цими зразками. Це становить значний внесок у розвиток теорії озброєнь у напряму оцінювання перспектив розвитку окремих видів ОВТ та створення інфраструктури для ефективного їх застосування під час ведення бойових дій.

Виділяють такі предмети досліджень: трофейні зразки ОВТ ЗС РФ, уламки ОВТ та елементи, які входять до зразків ОВТ. Варіант семантичних відношень, які забезпечують інформативне доповнення базової онтології систем озброєння, що пропонується для дослідження, наведено на рис. 2.

Важливим елементом досліджень є уточнення термінів та понять, що використовуються. Під час досліджень слід виділити такі поняття: трофейні зразки ОВТ ЗС РФ, уламки ОВТ та елементи, які входять до зразків ОВТ. У різних словниках та енциклопедіях [8, 9] існують різні визначення поняття трофей. З часом, поняття трофей закріпилося за захопленими у противника зразками ОВТ, кинутими ОВТ на полі бою або зданими при капітуляції. Трофейні зразки можуть бути справними або пошкодженими. Видами пошкоджень можуть бути механічне, температурне, в результаті погодних умов. Відповідно до визначення всі трофеї вважаються власністю держави переможця і використовуються як у військових цілях, так і для інших потреб. Для оперативного зберігання трофейних зразків ОВТ, їх обліку, оцінювання стану і розподілу для подальшого дослідження можуть створюватися збірні пункти, які можуть розподілятися за операційними напрямами.

З точки зору міжнародного гуманітарного права [10] військові трофеї − це захоплене у противника озброєння, військова техніка та інше військове майно, яке може використовуватися стороною, що їх захопила. При цьому зі згаданих зразків перед використанням за призначенням знімаються (замальовуються) емблеми та знаки противника та наносяться власні емблеми (знаки). В нормативних положеннях зазначається, що трофейні зразки належать державі, а не окремим фізичним особам.

Уламки зразків ОВТ – це узагальнене поняття, яке включає відбиті (відламані) фрагменти зразків ОВТ, отримані на будь-якій території під час ведення бойових дій [11].

Аналіз та узагальнення цих понять дозволяє у подальшому під час досліджень використовувати поняття ТЗУ ОВТ, під яким розумітимуться предмети, які захоплено у противника, кинуті на полі бою або здані при капітуляції, а також відбиті (відламані) фрагменти зразків ОВТ, отримані (знайдені) на території України.

Дослідження ТЗУ ОВТ проводяться за розробленою методикою, яка призначена для обґрунтування порядку досліджень та рекомендацій щодо подальшого використання ТЗУ ОВТ. Основними завданнями, які вирішуються в методиці, визначено: обґрунтування порядку досліджень ТЗУ ОВТ; оцінювання зразків ОВТ та проведення їх експертизи; обґрунтування рекомендацій щодо подальшого використання ТЗУ ОВТ. Одним з важливих напрямів при цьому є формування вихідних даних для інтерактивної бази знань зразків ОВТ.

Структуру методики досліджень наведено на рис. 3. Дослідження ТЗУ ОВТ пропонується проводити за етапами. На першому етапі проводиться попереднє формування вихідних даних, до яких відносяться відомості про

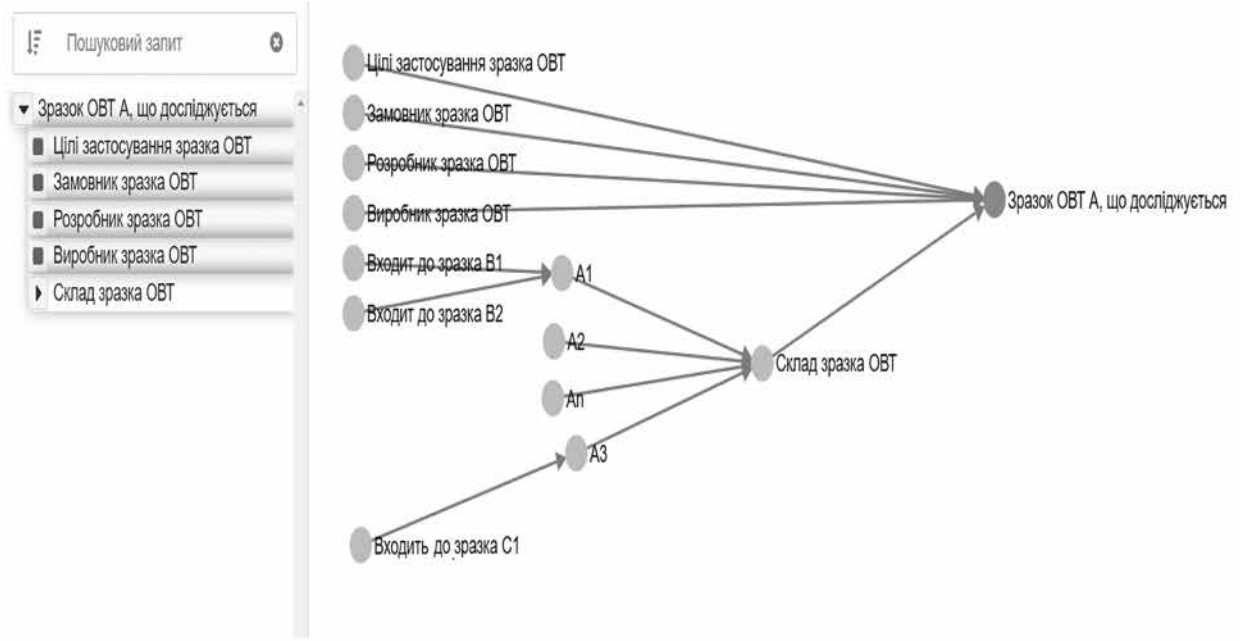


Рис. 2. Варіант онтології семантичних відношень, що пропонується для досліджень трофейних зразків і уламків озброєння та військової техніки збройних сил рф

ОВТ ЗС рф військових формувань, що залучаються для ведення бойових дій.

Зазначені відомості формуються з різних джерел, до яких слід віднести інформацію оперативних донесень, довідників різного призначення, енциклопедій зразків і систем ОВТ, наукових видань з описами зразків, а також інших відкритих джерел інформації. Зазначена інформація має бути довідковою для досліджень. Зазначена інформація також має бути узагальненою і структурованою для її подальшого ефективного використання.

На другому етапі має проводитись моніторинг бойових дій для отримання інформаціїї про наявність ТЗУ ОВТ, місця наявності уламків літаків, вертольотів, ракет та боєприпасів, які використовувались для ураження, а також знищених або захоплених зразків ОВТ противника.

За досвідом ведення бойових дій у період другої світової війни для організації робіт з трофейною технікою було створено Головне управління трофейного озброєння. Дослідження трофейного озброєння починалось із установлення місцезнаходження, кількості і якості захоплених у противника трофейних зразків ОВТ. Для цього сворювались підрозділи трофейної розвідки на тактичному і оперативному рівнях. Способами ведення трофейної розвідки визначено: захоплення трофейних зразків ОВТ, спостереження, огляд місць ведення бойових дій, опитування місцевого населення [12].

На третьому етапі проводиться оперативне оцінювання ТЗУ ОВТ, їх попередня ідентифікація, здійснюється збір уламків ОВТ. Також може проводитись попереднє оцінювання пошкоджених і несправних зразків ОВТ. За результатами виконаних заходів формується потреба у силах та засобах для проведення досліджень.

На четвертому – проводиться безпосередня експертиза ТЗУ ОВТ і розробляються пропозиції щодо їх подальшого використання. Рішення про подальше використання і дослідження ТЗУ ОВТ приймається відповідальною особою лише після їх огляду експертами і складання висновку. Трофейна техніка, яка не пошкоджена, або яку можна оперативно відновити, може використовуватися для оснащення військових формувань ЗС України.

Для дослідження обирають кількісні та якісні показники, тактико-технічні характеристики зразків ОВТ, фото і відеоматеріали для ідентифікації, характеристики і дані каталога забороненої зброї тощо. Крітерієм для дослі-

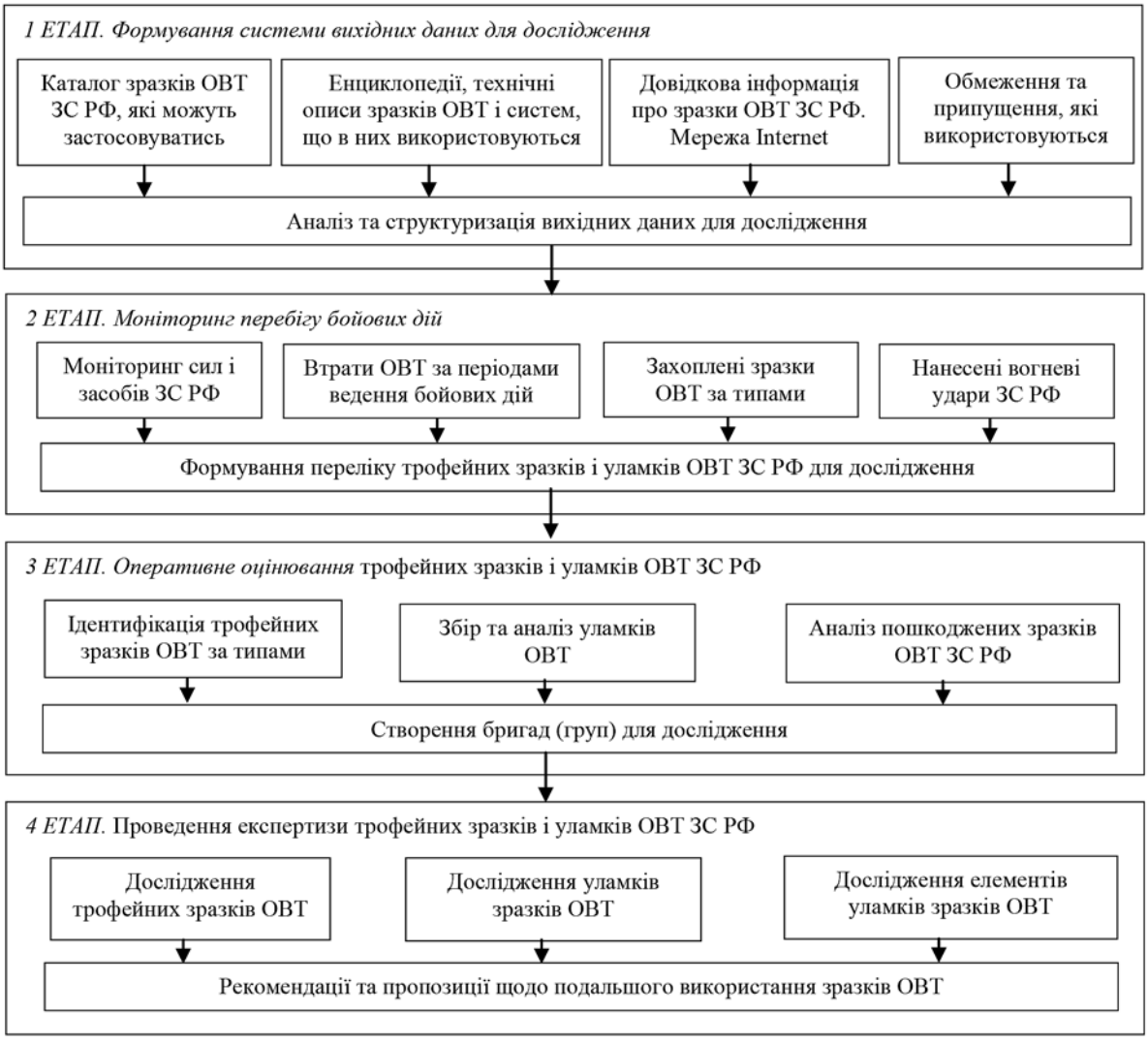


Рис. 3. Структурна схема методики досліджень трофейних зразків і уламків озброєння та військової техніки збройних сил рф

джень слід обрати логічне правило прийняття рішення за результатами досліджень зразка ОВТ щодо його подальшого використання.

Дослідження пропонується проводити за розробленим алгоритмом, який наведено на рис. 4. За алгоритмом, який запропоновано, після отримання необхідних вихідних даних здійснюється формування попередньої довідкової інформації про зразок ТЗУ ОВТ, яка необхідна для проведення експертизи.

За результатами експертизи та визначення ступеня справності зразка приймається рішення щодо подальшого його використання. Для цього може бути прийняте таке правило: якщо зразок ОВТ справний і може використовуватись за призначенням, він передається до військових формувань для застосування; якщо зразок ОВТ справний, але за своєю складністю не може бути використаний за призначенням, він передається до центру зберігання трофейної ОВТ або на додаткове дослідження щодо технічних рішень, які були використані під час його створення тощо. Онтологічне представлення логіки прийняття рішення наведено на рис. 5.

Слід зазначити, що в умовах воєнного стану також має бути визначено порядок ведення обліку військового майна, який є складовою частиною бухгалтерського

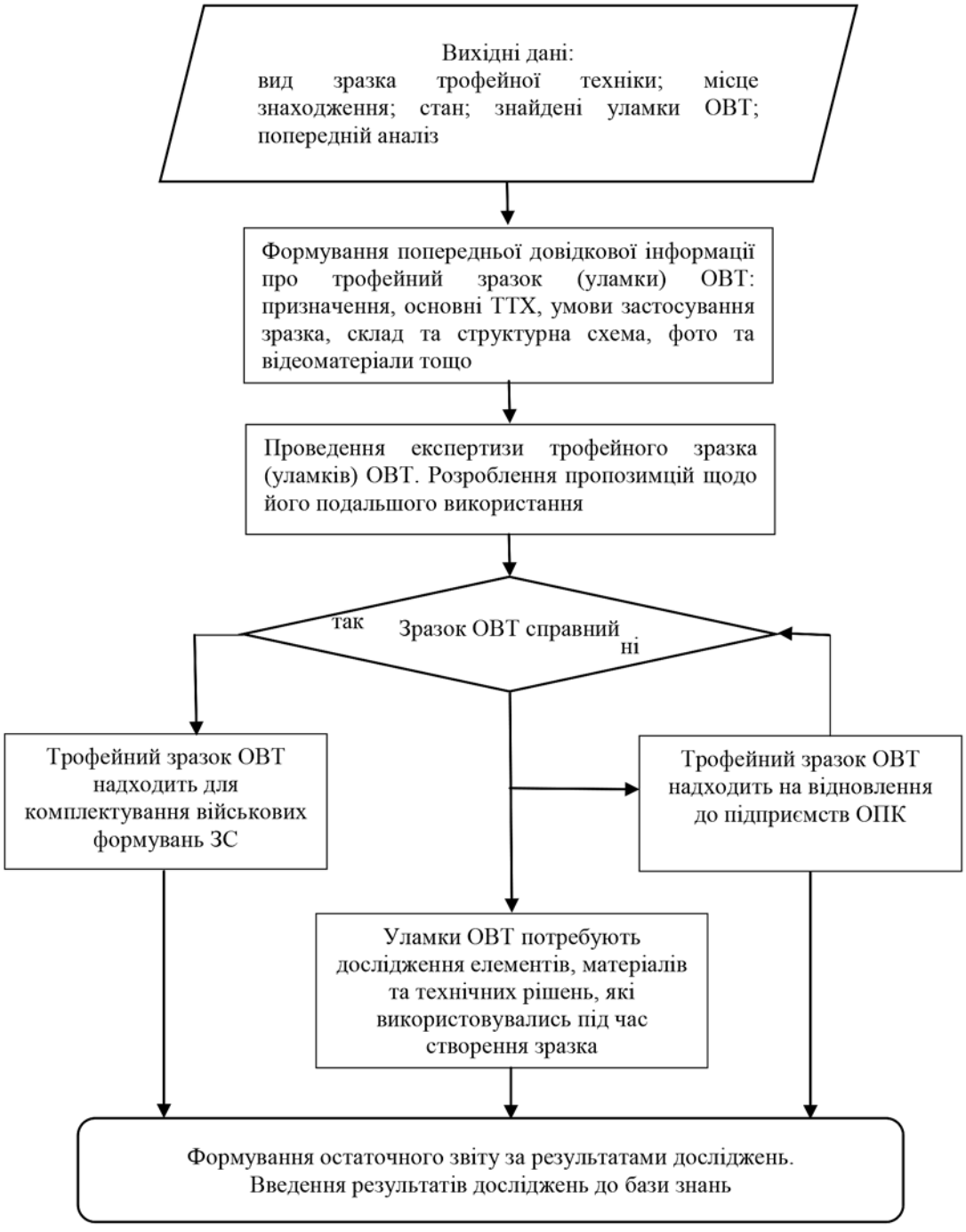


Рис. 4. Алгоритм досліджень трофейних зразків і уламків озброєння та військової техніки збройних сил рф

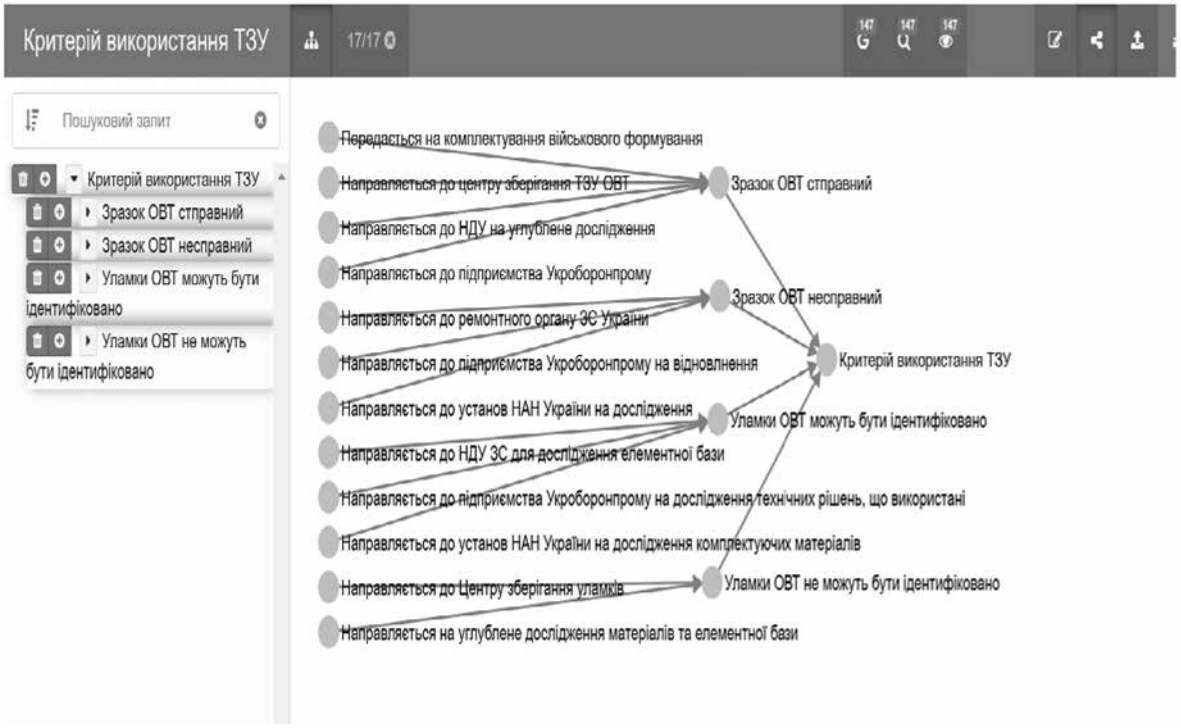


Рис. 5. Онтологічне представлення правила прийняття рішень щодо використання трофейних зразків і уламків озброєння та військової техніки збройних сил рф

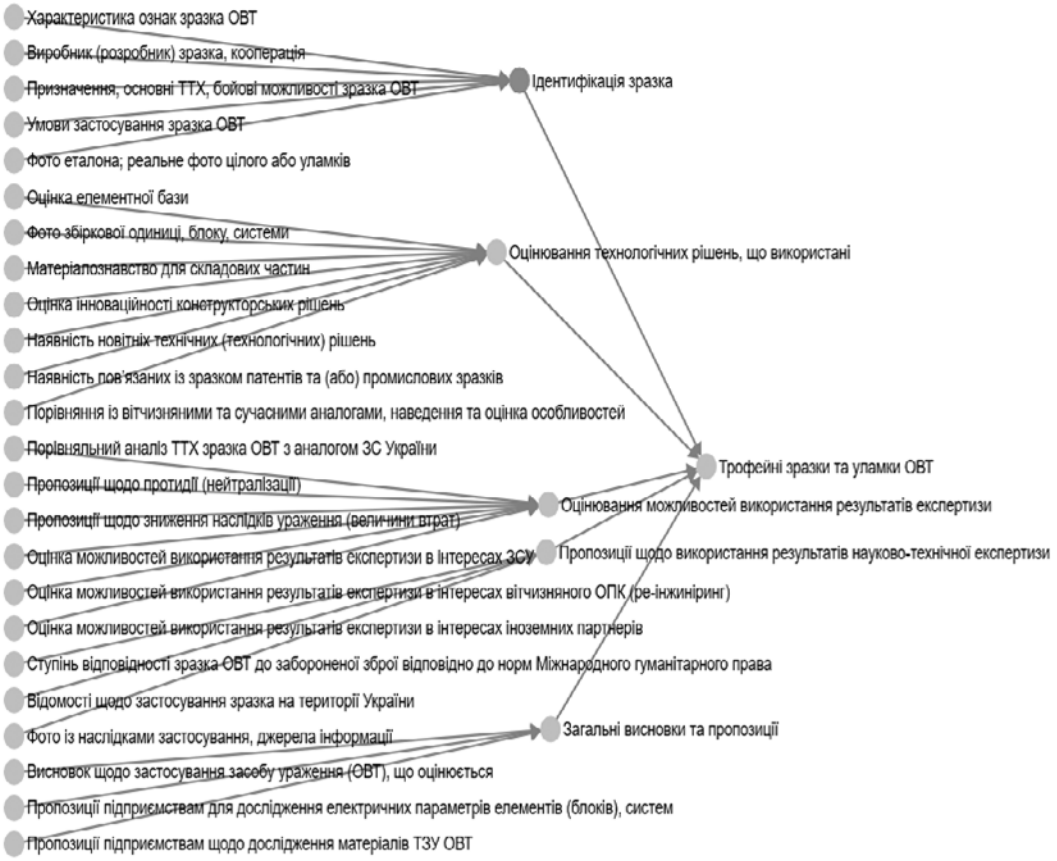


Рис. 6. Онтологічна форма структури інтерактивного динамічного каталогу трофейних зразків і уламків озброєння та військової техніки збройних сил рф

обліку та становить систему оброблення та підготовки інформації, необхідної для прийняття управлінських рішень щодо подальшого його використання [13]. При цьому зазначено, що обліку підлягає все військове майно незалежно від його призначення та джерел надходження і цей облік має вестись із дотриманням вимог щодо забезпечення охорони державної таємниці, захисту іншої інформації з обмеженим доступом.

Після проведення досліджень формується остаточний звіт про зразок ТЗУ ОВТ, а також вихідні дані, які автоматизовано вносяться до бази знань. Основним формалізованим елементом бази знань пропонується зробити інтерактивний динамічний каталог, онтологію структури якого наведено на рис. 6.

Метою створення інтерактивного каталогу бази знань за типами зразків ОВТ є підвищення оперативності ідентифікації зразка (засобу ураження), визначення його основних ТТХ, особливостей бойового застосування, фізичних принципів функціонування, технічних рішень, що були використані під час розроблення, конструктивних особливостей та розроблення рекомендацій з використання науково-технічної експертизи в інтересах держави. Також визначаються інші елементи щодо зразка ОВТ, а саме логістичні ланцюги (кооперації) виробництва (як зразка в цілому, так і складових частин, елементної бази). Додатково, за результатами експертизи розробляються пропозиції щодо протидії засобам ураження, які досліджуються.

В основу побудови запропонованого інтерактивного динамічного каталогу покладається принцип відкритих таксономій, що дозволяє об'єднувати наративи об'єктів, які вносяться до нього. Зазначений каталог може бути побудований із використанням можливостей когнітивної технології (КІТ «Поліедр») [6, 14, 15], яка дозволяє підтримувати процеси лінгвістично-семантичного аналізу великих обсягів просторово розподіленої неструктурованої інформації (Big Data) різного характеру, їх структуризації, встановлення контекстних зв'язків між документами, що обробляються, прогнозування та підтримки процесів раціонального вибору з наступним формуванням інформаційно-аналітичних WEB-орієнтованих рішень. Використання когнітивної технології дозволить автоматизувати процеси досліджень ТЗУ ОВТ і значно підвищити оперативність прийняття рішень та їх обгрунтованість.

Програмна реалізація інтерактивного відображення інформації каталога базується на консолідованому використанні когнітивних сервісів у рамках спеціалізованих інтерактивних документів, які створюються для досліджень ТЗУ ОВТ. Вона забезпечує зазначені вище процеси відповідно до заданих адміністраторами конфігурацій і надає користувачу відображення в інтерактивній формі, з можливістю контекстного пошуку.

Однією з важливих складових дослідження ТЗУ ОВТ в умовах воєнного стану є регламентація цих процесів у законодавчій і нормативно-правовій базі. Проведений аналіз [10, 13, 16, 17] показує, що на сьогодні в законах України та наказах МО України визначено лише винагороду за передану трофейну техніку та загальний порядок обліку військового майна. Для підвищення обгрунтованості рішень, що приймаються, слід внести зміни до законів України про порядок використання трофейних зразків ОВТ, а також розробити нормативно-правові акти про порядок дослідження ТЗУ ОВТ, їх передачу між міністерствами і відомствами та їх подальше використання.

ВИСНОВКИ

Таким чином, дослідження трофейних зразків і уламків ОВТ в умовах воєнного стану є важливим науковим та практичним завданням. Розроблений науково-методичний апарат дозволяє визначити порядок і послідовність досліджень, що підвищує їх ефективність. Досвід досліджень трофейних зразків свідчить про необхідність створення сил і засобів для проведення їх досліджень. Важливим завданням при цьому є моніторинг і визначення місцезнаходження ТЗУ ОВТ. Використання когнітивної інформаційної технології для автоматизації завдань досліджень дозволить оперативно здійснювати ці дослідження і розширити діапазон показників, за якими проводиться моніторинг. Створення і впровадження інтерактивної бази знань дасть змогу автоматизувати процеси прийняття рішень щодо проведення експертизи зразків ОВТ.

У подальшому буде розглянуто порядок і особливості дослідження елементної бази уламків ОВТ, проблеми розроблення та впровадження спеціалізованого програмного забезпечення для автоматизації завдань досліджень.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Информационный бюллетень о помощи США в обеспечении безопасности Украины. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3027295/fact-sheet-on-us-security-assistance-for-ukraine/. Дата звернення: 21.04.2022.
2. Як трофейна техніка воює проти росії в Україні? [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.radiosvoboda.org/a/yak-trofeina-tehnika-voyuye-proty-rosii-v-ukraini/31936932.html/. Дата звернення: 24.03.2022.
3. Трофейна техніка, яку захопили Сили оборони України. Інфографіка. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://mil.in.ua/uk/news/trofejna-tehnika-yaku-zahopyly-syly-oborony-ukrayiny-infografika/. Дата звернення: 24.04.2022.
4. БПЛА, бронированная техника и ракетные системы. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://focus.ua/. Дата звернення: 28.02.2022.
5. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. М.: Либроком. 280 с.
6. Dovhyi, S. & Stryzhak, O. (2020). Transdisciplinary Fundamentals of Information-Analytical Activity. Editors : Ilchenko, M., Uryvsky, L., Globa, L. Advances in Information and Communication Technology and Systems. MCT 2019. Lecture Notes in Networks and Systems. Vol. 152. Cham: Springer Publ. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58359-0_7.
7. Moylan, E.C., Pennington, R.T. & Scotland, R.W.

(2002). Taxonomic account of Hemigraphis Nees (Strobilanthinae-Acanthaceae) from the Philippines. Kew Bull. 57. Vol. 769. 825 p.
8. Трофей. Українська мала енциклопедія : 16 кн.: у 8 т. / ред. проф. Є. Онацький. 1966. Т. 8. Кн. XV: Літери Ст — Уц. С. 1935.
9. uk.wiktionary.org/wiki/трофей/. [Электронный ресурс]. – Дата звернення: 28.03.2022.
10. Наказ Міністерства оборони України «Про затвердження інструкції про порядок виконання норм міжнародного гуманітарного права в Збройних Силах України № 164 від 23.03.2017». [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0704-17#Text/. Дата звернення: 21.03.2022.
11. Обломки: определение, значение, предложения. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://englishlib.org/definition/%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%BA%D0%B8.html/. Дата звернення: 24.03.2022.
12. Инструкция по организации разведки трофеев. Главное управление трофейного вооружения. М. 1945. 42 с.
13. Наказ Міністерства оборони України «Про затвердження Інструкції з обліку військового майна у Збройних Силах України № 440 від 17.08.2017» [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1192-17#Text/. Дата звернення: 21.03.2022.
14. Авторське свідоцтво на твір. Комп'ютерна програма «Когнітивна ІТ платформа Поліедр (КІТ ПОЛІЕДР)» (POLYHEDRON). № 96078. 17.02.2020.
15. Авторське свідоцтво на твір. Комп'ютерна програма «Трансдисциплінарні онтологічні дослідження операціональних середовищ і процесів» (ТОДОС-ПРОЦЕСИ). № 96130. 18.02.2020.
16. Закон України «Про встановлення винагороди за добровільно передану Збройним Силам України придатну для застосування бойову техніку держави-агресора № 2172-IX від 01.04.2022». [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2172-20#Text/. Дата звернення: 02.04.2022.
17. Закон України (проєкт) «Про засади державної політики перехідного періоду». [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.minre.gov.ua/sites/default/files/1._zakonoproyekt_pro_zasady_dppp.pdf/. Дата звернення: 20.03.2022.

REFERENCES

1. "Informatsionnii biulleten o pomoshchi SSHA v obespechenii bezopasnosti Ukrainy". [Fact Sheet on U.S. Security Assistance to Ukraine]. Available at: https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/3027295/fact-sheet-on-us-security-assistance-for-ukraine/. Access date: 05.21.2022.
2. "Yak trofeina tehnika voiue proty rosii v Ukraini?" [How is trophy equipment fighting against russia in Ukraine?]. Available at: https://www.radiosvoboda.org/a/yak-trofeina-tehnika-voyuye-proty-rosii-v-ukraini/31936932.html/. Access date: 24/03/2022.
3. "Trofeina tekhnika, yaku zakhopyly Syly oborony Ukrainy. Infografica". [Trophy equipment captured by the Defense Forces of Ukraine. Infographics]. Available at: https://mil.in.ua/uk/news/trofejna-tehnika-yaku-zahopyly-syly-oborony-ukrayiny-infografika/. Access date: 24.04.2022.
4. "BPLA, bronirovannaia tekhnika i raketnye systemy". [UFV, armored vehicles and missile systems]. Available at: https://focus.ua/. Access date: 28.02.2022.
5. Novikov, A.M. & Novikov, D.A. "Metodologiia nauchnogo issledowaniia" [Scientific research methodology]. M.: Librocom. 280 p.
6. Dovhyi, S. & Stryzhak, O. (2020). Transdisciplinary Fundamentals of Information-Analytical Activity. Editors : Ilchenko, M., Uryvsky, L., Globa, L. Advances in Information and Communication Technology and Systems. MCT 2019. Lecture Notes in Networks and Systems. Vol. 152. Cham: Springer Publ. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58359-0_7.
7. Moylan, E.C., Pennington, R.T. & Scotland, R.V. (2002). Taxonomic account of Hemigraphis Nees (Strobilanthinae-Acanthaceae) from the Philippines. Kew Bull. 57. Vol. 769. 825 p.
8. "Trofei. Ukrainska mala entsiklopediia : u 8 t. / red. prof. E. Onazkii" [Trophy. Ukrainian small encyclopedia : 16 b. : in 8 vol. / ed. prof. E. Onazkii]. 1966. T. 8. Kn. XV. Litery St – Uz. P. 1935.
9. uk.wiktionary.org/wiki/трофей/. Access date: 28/03/2022.
10. "Nakaz Ministerstva oborony Ukrainy Pro zatverdshennia Instruktsii pro poriadok vykonannia norm mishnarodnogo gumanitarnogo prava v Zbroinykh Sylakh Ukrainy № 164 vid 23.03.2017" [Order of the Ministry of Defense of Ukraine On the approval of instructions on the procedure for the implementation of international humanitarian law norms in the Armed Forces of Ukraine No. 164 dated March 23, 2017]. Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0704-17#Text/. Access date: 21.03.2022.
11. "Oblomki: opredelenie, znachenie, predlozhenie" [Wreckage: Definition, Meaning, Suggestions]. Available at: https://englishlib.org/definition/%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%BA%D0%B8.html/ – Access date: 24.03.2022.
12. "Instruktsiia po organisatsii rasvedki trofeev" [Instructions for organizing trophy reconnaissance], Glavnoe upravlenie trofeinogo vooruzheniia. M. 1945. 42 p.
13. "Nakaz Ministerstva oborony Ukrainy «Pro zatverdshennia Instruktsii z obliku viiskovogo maina v Sbroinykh Silakh Ukrainy № 440 vid 17.08.2017»" [Order of the Ministry of Defense of Ukraine On approval of the Instructions for accounting for military property in the Armed Forces of Ukraine No. 440 dated August 17, 2017]. Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1192-17#Text/. Access date: 21.03.2022.

14. "Avtorske svidotstvo na tvir. Kompiuterna programa «Kognitivna IT platforma Polyuedr (KIT POLYUEDR)» (POLYHEDRON)" [Author's certificate for the work. Computer program «Cognitive IT platform POLYHEDRON» (POLYHEDRON). № 96078. Access date: 17.02.2020.
15. "Avtorske svidotstvo na twir. Kompiuterna programa «Transdistsiplinarni ontologichni doslidzhennia operatsionalnykh seredovyshch i protsesiv» (TODOS-PROCESI)" [Author's certificate for the work. Computer program «Transdisciplinary ontological studies of operational environments and processes (TODOS-PROCESSES». № 96130. 18.02.2020.
16. "Zakon Ukrainy «Pro vstanovlennia vynagorody za dobrovolno peredanu Zbroinym Sylam Ukrainy pridatnu dlia zastosuvannia boevu tekhniku derzhavy-agresora № 2172-IX vid 01.04.2022»"/ [Law of Ukraine «On the establishment of a reward for the military equipment of the aggressor state voluntarily transferred to the Armed Forces of Ukraine № 2172-IX dated 01.04.2022»]. Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2172-20#Text/. Access date: 02.04.2022.
17. "Zakon Ukrainy (proekt) «Pro zasady derzhavnoi polityiki perehodnogo periodu»" [Law of Ukraine (draft) «About the foundations of the state policy of the transition period»]. Available at: https://www.minre.gov.ua/sites/default/files/1._zakonoproyekt_pro_zasady_dppp.pdf/. Access date: 20.03.2022.

Chepkov I., Stryzhak O., Sotnyk V., Potapov H.

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPARATUS FOR THE STUDY OF TROPHY SAMPLES AND FRAGMENTS OF WEAPONS AND MILITARY EQUIPMENT OF THE RUSSIAN FEDERATION

Based on the analysis, the article determines the importance and relevance of the problems that arise during the research of trophy samples of weapons and military equipment in the conditions of martial law. The scientific nature of the research of trophy specimens and fragments of armament and military equipment is substantiated, the conceptual apparatus according to the direction of research is clarified, the order and features of research are determined. It is proposed to conduct the study of trophy samples and fragments of armament and military equipment in certain stages. For an effective study of armament and military equipment samples, one should use previously prepared source information, which should include references, handbooks, encyclopedias, etc. with descriptions. Various methods are used during research, the main of which is expertise. Based on the results of the examination, a conclusion is made regarding the further use of the armament and military equipment samples – to send to the replenishment of the combat staff of the Armed Forces of Ukraine, to the enterprises of Ukroboronprom for the restoration of armament and military equipment sample, for additional research by scientific institutions and enterprises producing similar armament and military equipment samples. To increase the efficiency and reliability of research, it is proposed to use automation tools, the main of which is the use of cognitive information technology KIT Polyhedron. The use of the specified technology makes it possible to create an interactive knowledge base of research, for the formation of interactive documents, in which consolidated information should be used, which comes to the interactive knowledge base in the format of system-integrated various types of information resources that characterize samples of armament and military equipment and whose narratives are endowed with signs of reliability, completeness, integrity and partial non-contradiction.

Keywords: *knowledge base, stages of research, methodological principles, trophy samples of weapons and military equipment, fragments of weapons and military equipment.*

Відомості про авторів:
Чепков Ігор Борисович
доктор технічних наук, професор
начальник Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-4294-4152
e-mail: chepkov@gmail.com

Стрижак Олександр Євгенійович
доктор технічних наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-2481-2877
e-mail: sae953@gmail.com

Сотник Владислав Віталійович
кандидат технічних наук
старший науковий співробітник
заступник начальника Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0003-1094-6257
e-mail: SotVladislav@gmail.com

Потапов Григорій Михайлович
кандидат військових наук
старший науковий співробітник
провідний науковий співробітник науково-дослідного управління Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0003-4662-4559
e-mail: pgm201602@gmail.com

Information about the authors:
Igor Chepkov
Doctor of Technical Sciences, professor
Head of the Central Scientific Research Institute of

Armaments and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-4294-4152
e-mail: chepkov@gmail.com

Oleksandr Stryzhak
Doctor of Technical Sciences, Senior Research
Central Scientific Research Institute of Armaments and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-2481-2877
e-mail: sae953@gmail.com

Vladyslav Sotnyk
Candidate of Technical Sciences, Senior researcher
Deputy Chief of Central Scientific Research Institute of Armaments and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orsid.org/ 0000-0003-1094-6257
e-mail: SotVladislav@gmail.com

Hrihorii Potapov
Candidate of Military Sciences
Senior Research
Leading Researcher of Central Scientific Research Institute of Armaments and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0003-4662-4559
e-mail: pgm201602@gmail.com

UDC 355.02 (477)
https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).22-28

A. S. DOVHOPOLYI, *Doctor of Technical Sciences, Professor*
https://orcid.org/0000-0001-9227-9771

V. M. DYKHANOVSKYI, *Doctor of Technical Sciences, Senior Research Fellow*
https://orcid.org/0000-0002-1600-3973
(Central Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv)

MILITARY AND TECHNICAL POLICY OF UKRAINE AS THE BASIS OF COOPERATION WITH PARTNER COUNTRIES IN THE PROCESSES OF DEVELOPMENT, PRODUCTION AND SUPPLY OF ARMAMENT

Based on the experience of technical equipment of the Armed Forces of Ukraine during martial law in Ukraine and the results of the analysis of prospects for military-technical cooperation with partner states, a new vision of reforming the military-technical policy of Ukraine as the basis for cooperation with partner states in the development, production and supply of weapons is proposed. The basis of the military-technical policy must be the implementation of a course on a high technological level of the Armed Forces of Ukraine, which will surpass the technological level of the enemy's armaments today and in the future. The criteria on the basis of which it is proposed to determine the nomenclature of armaments, the final producer of which must be domestic enterprises, are formulated. Three stages of implementation of military-technical policy are proposed.

Keywords: *military-technical policy, high-tech armament, technical equipment, armament and military equipment.*

INTRODUCTION

The issue of technical equipment of the Armed Forces of Ukraine (AFU) has always been topical, and today it is gaining exceptional importance. Ukraine will not be able to respond symmetrically to russian aggression in numbers. No European state will be able to do so. And European states do not aspire to it. Their military security is based on a system of collective security and technological superiority. This limits the russian federation's capacity for aggression against European states. Therefore, we cannot simplify the discussion of Ukraine's defense to compare combat capabilities. Ukraine will always be inferior to russia in this respect, especially if symmetrical logic is professed. It is necessary to look for options on how to inflict such damage on the aggressor that will deter it from aggression. Ukraine's defense system must convince the aggressor that it will suffer losses that will be unacceptable to russian society. It is necessary to fundamentally change approaches to building the AFU. First of all, the Ukrainian defense industry must find its place in the processes of development and production of high-tech armaments of partner states.

After the collapse of the Soviet Union, Ukraine was left with a fragment of the USSR's defense-industrial complex (DIC) that was unbalanced and of little use in providing technical equipment for the armed forces. Therefore, the enterprises of the Ukrainian DIC were used only partially; in particular, by 2014, only 5−8 % of the potential capabilities of defense enterprises were used to provide technical equipment for the Armed Forces. The rest was exported [1]. As a result of the large-scale war with the russian federation, a significant part of the production capacity of the Ukrainian DIC was lost.

Over 30 years, Ukraine's defense industry has failed to reach the technological levels of the developed nations of the world. Ukraine's military-technical policy (MTP) was mainly export-oriented. The main areas of military-technical cooperation were:

– repair and modernization of armaments and military equipment (AME) produced by the former Soviet Union;

– supplies of AME developed by Ukrainian scientists on the basis of technologies of days past;

– supplies of modern weapons and military equipment developed in Ukraine with specifications matching the level of world-class armaments and military equipment.

In many cases, enterprises of the military-industrial complex need modernization or creation of new enterprises in case of technology transfer from partner countries [2].

ANALYSIS OF RECENT RESEARCH AND PUBLICATIONS.

Given that Ukraine has made the final choice to integrate into the Euro-Atlantic system of collective security, it would be useful to consider the main directions of development of the MTP of NATO states.

The main task of the modern US military-technical policy is to create such a system of conventional armaments which will allow the armed forces to successfully fight the enemy with a large number of troops at minimal cost to themselves without the use of the nuclear component. The U.S. military-technical policy acts as an independent tool of deterrence and intimidation in the process of achieving military-political goals and protecting national interests by demonstrating technological superiority over the enemy [3, 4]. An important direction in the development of the U.S. weapons system in the perspective is reducing nomenclature through unification and constant modernization of AME.

Other NATO states, in addition to their MTPs, have recently created alliances for the development and production of high-tech AME. For example, European countries have teamed up to develop and produce the Eurofighter Typhoon [5], France and Germany are joining forces in the joint development of such high-tech air weapons projects as: «Combat Systems of the Future», «Main Ground Combat System»Б etc. [6, 7].

South Korea's military technology policy is aimed at constantly increasing arms exports. For decades, the South Korean government has been steadily increasing financial assistance and investment in key aerospace and defense technologies and ensuring the growth of the defense industry through technology exchanges with leading foreign companies. South Korea's defense technology policy is based on advanced heavy industry, information technology and huge investments in R&D. The organizational basis for the development and implementation of MTP in South Korea is the Defense Development Agency (ADD) [8].

The development of Turkey's defense industry, with some time displacement, is similar to that of South Korea. Turkey makes full use of the potential of its NATO membership for the transfer of high defense technology, the development of its own scientific and technological basis mainly relying on private capital and a sufficient amount of public investment in R&D. Turkey's defense industry is effectively tapping the arms markets of Central Asia, the Caucasus and Ukraine [9].

The issue of supplies of high-tech weapons and ammunition from partner states, as well as the production of weapons and military equipment and, importantly, the place of Ukraine in these processes was discussed on April 26, 2022 at the American Ramstein Air Base in Germany, where a meeting of defense officials from 40 countries took place. Ukrainian Defense Minister Alexei Reznikov emphasized: «This is the basis for long-term cooperation, interaction and compatibility of not only the armed forces, but also the defense industry» [10]. Such interaction will not only strengthen our defense, but will also give impetus to achieving technological superiority over the aggressor. The 2022 Large-scale russian aggression caused new challenges for Ukraine in the field of defense. At the same time, assistance of partner states provides new opportunities for Ukraine to develop its military and technical policy.

Ukrainian Defense Minister Oleksii Reznikov stated that a key strategic decision to change the armament philosophy has been made – we have launched the transfer of the AFU to the heavy armament of NATO states [11]. This primarily concerns artillery, which plays a defining role in the war against russia. At the same time, due to the high accuracy of the shells of these systems, their consumption to hit targets is less than the Soviet shells, due to the more advanced guidance and homing systems. The AFU also received other high-tech armament from partner nations: other large-caliber guns and a sufficient number of shells for them; Western armored vehicles (M113, Bushmaster, Mastiff, Husky, Wolfhound, etc.); portable anti-aircraft missile systems (Stinger, Starstreak, Mistral, Piorun, Grom, etc.), anti-tank missile systems (NLAW, Javelin, Milan, etc.), grenade launchers (Panzerfaust, Carl Gustaf, AT4, RGW-90 HH/MATADOR, etc.); hundreds of UAVs; Harpoon coastal missile systems and some other modern armament systems [12, 13].

At the initial stage of the conflict with russia, the AFU received a number of high-tech armaments from partner countries, the use of which played a key role in the battle for Kyiv and are now effectively used in the conflict zone. The supply of heavy weapons by partner countries plays a decisive role in the war with russia. These weapons are not the most modern, but they are built on technologies that far exceed russian defense technologies. Further military-technical cooperation with NATO states will make it possible to initiate the production of high-tech domestic weapons systems in Ukraine. At present, the issue of coordination of military-technical cooperation both with NATO states and other partner states needs to be resolved. In particular, it is necessary to define the role and place of the Ukrainian defense industry in the processes of development and production of high-tech armaments of partner states. This is quite a complex task that requires a comprehensive approach using modern business practices.

Thus, together with the process of equipping the AFU with modern weapons produced by partner states, today's urgent task is to develop a modern military and technical policy of Ukraine, which would create conditions for providing the AFU with modern and promising high-tech domestic armaments developed in cooperation with partner states.

The purpose of the research of this work is to form a new vision of ways to reform the military-technical policy of Ukraine as a basis for cooperation with partner states in the processes of development, production and supply of armaments.

RESEARCH RESULTS

Military-technical policy is a managerial activity aimed at the technical equipment of the Armed Forces. MTP is a part of the general state policy, which determines the main goals, objectives, directions, principles, forms and methods of state activity in the sphere of technical equipment of the AFU. It is determined by the security of the environment around Ukraine, consistent with the internal and external policies of the state, the state of the economy and capabilities of the AFU, the level of development of science, technology and engineering, international obligations of Ukraine. In combination with the military, military-economic and military-industrial policies of the state, the experience of the use of weapons in combat conditions, MTP is one of the components of the overall system of interrelated measures and decisions aimed at achieving the national interests of the country. The formation and implementation of MTP requires the development of an integral system of interrelated means and measures of a political, economic, social, legal and organizational nature. This requires: a legal framework to regulate relations in the sphere of MTP; financial support, implemented both through budget allocations and through tax, investment and pricing policies; a clear distribution of functions, rights and responsibilities between public administration bodies in the sphere of MTP.

The Ministry of Defense should implement its procurement policy in a predictable manner for arms manufacturers and suppliers. It is necessary to promote the approach of guarantees for arms procurement in accordance with procurement programs. This will allow entrepreneurs to plan their scientific and technical activities, personnel training, production preparation, interaction with contractors and suppliers of components and raw materials, and to strengthen their position on the international arms market.

It is necessary to take into account the fact that Ukraine is at war with russia and is de facto transitioning its heavy

weapons to NATO standards, so it is necessary to develop approaches to MTP that would meet the realities of the present.

The main ways to technically equip the AFU should include:

1) development, production and purchase of domestic weapons systems, which can be done in three ways:

– development of armaments at budgetary funds;

– development of weapons using budgetary and private funds;

– development of armaments for private funds.

2) creation and purchase of weapons (joint projects, licenses, offset);

3) procurement of armaments (military and technical assistance, lend-lease, import, leasing).

Today in Ukraine, the entire burden of needs in armaments is on the state budget, but it is clearly insufficient, so the resource provision of defense remains a problematic issue. At the same time, it is known that the share of the private sector of Ukraine's economy is predominant [14]. Ukraine's long war with russia has prompted the involvement of private capital in this area. In particular, private entrepreneurs invest their capital in the development of high-tech armaments for the Armed Forces, a significant part of which is supplied to the troops.

Obviously, private initiative must be directed in the right direction. The government must give a clear signal to business – to declare the needs of the Armed Forces, the priorities of armament development. These priorities cannot be changed every year, they must be implemented through the purchase of appropriate armaments. In this case, private entrepreneurs will be able to implement larger-scale projects to develop and produce armaments and enter the world market. Compactness, mobility, unencumberence by bureaucratic procedures in setting up production processes and international cooperation allow the private manufacturer to respond flexibly to market needs, reduce the cost of production and develop key technologies for defense products [15, 16].

The first way of arms supply for the Armed Forces is a priority, which provides for the development, production and purchase of domestic weapons systems. Its advantages are that domestic enterprises will be involved in the development and production of weapons, which will contribute to the development of the domestic economy, the growth of our export potential and influence in the international arena.

Based on technological capabilities and global practice, domestic industry should be integrated into the international division of labor. After all, the industrial enterprises of different countries are interconnected, such as the production of electronic components, IT technologies and the production of sensors of different types. Therefore, it is necessary to determine the nomenclature of armaments for which the final producer should be domestic enterprises. The main criteria for defining this nomenclature should be:

– possible restrictions of the export control system of partner states on deliveries to Ukraine of sensitive technologies and finished models of armaments [17];

– availability of appropriate technologies for current and prospective production of a given range of weapons at domestic enterprises.

The first criterion guarantees the supply of necessary weapons for the AFU under any international security scenario. The second criterion ensures that the AFU does not allow the enemy to identify ways to neutralize AFU weapons. This applies to key defense technologies, control over which directly affects the state of national security and defense. In particular, these are means of secure control and communication, combat navigation systems, recognition systems, data encryption, protection systems against information weapons, high-precision weapons, missile systems, etc.

It is also advisable to determine additional criteria for classifying armaments as nomenclature to be developed and produced by domestic enterprises:

– perspective need for AFU;

– availability of scientific, technical and production facilities;

– the ability of Ukraine's economy to constantly maintain scientific, technical and production capacity in the latest state.

The development and implementation of MTP is the main task of the Government of Ukraine, which is determined by the relevant system of regulations.

When defining MTP it is necessary:

– to ensure quantitative and qualitative compliance of armaments with the threats of today, short and long term;

– take into account the economic, geographical, demographic and other capabilities of the state;

– rationally use external assistance, including lend-lease assistance.

The strategic goal of MTP should be:

– ensuring the possibility of protecting the sovereignty and territorial integrity of the state by the AFU and other military formations;

– the ability of the defense sector of the state to adequately respond to sudden threats.

Ukraine's MTP should become a tool to deter the enemy in defending national interests by demonstrating a technological advantage in which a larger enemy army can suffer unacceptable losses of manpower and equipment.

Based on the experience of waging war against russia, the development and reformation of the Armed Forces requires a rethinking of approaches of their formation, development of new requirements for short-term and long-term weapons systems. Global trends in the development of armed forces and weapons systems of advanced countries show that the most important tasks for the implementation of MTP should be:

– creation of a balanced and integrated armaments system, optimized for the full range of tasks of the Armed Forces;

– achieving a technological advantage over the enemy, the rapid introduction of innovations in new and modernized models of arms;

– ensuring maximum efficiency of information technology in military affairs;

– reduction of procurement terms and acceleration of adoption of new models of weapons.

High level of technologies of production of electronic components for control systems, IT-technologies of means of secure command and communication, high-precision autonomous and satellite navigation systems, radio- and laser

weapons, all types of high-precision weapons, including missile equipment, robotic complexes of various bases constitute the basis of high-tech combat operations and cooperation with partner countries will make possible bringing domestic weapons to a high technological level.

Therefore, the main principle of AME should be the implementation of the course to the technological level of AME, which should exceed the technological level of the enemy in the existing conditions of embargo on the supply of modern technological equipment to the russian federation.

The basis of the MTP should be to ensure the balanced development of the following components of the Ukrainian Armed Forces:

– AME of non-nuclear deterrent forces based on operational and tactical missiles, UAVs and aviation;

– AME systems to ensure a «closed» sky over Ukraine;

– MLRS and artillery systems;

– means for highly mobile general-purpose forces and special operations forces;

– Black Sea water protection systems;

– remote-controlled and autonomous robotic complexes for various purposes using artificial intelligence;

– Non-lethal AME to prevent civilians casulaties in hostilities in densely populated areas;

– means for conducting «network-centric» wars, information and psychological operations.

Outdated soviet and post-soviet approaches to the planning and implementation of R&D, procurement and operation of armaments became obstacles to the dynamic equipping of the AFU with high-tech arms.

Therefore, the reform of planning, programming, development and implementation of R&D budget, as well as the restructuring of the procurement system, the order of development, testing, production and operation of AME is necessary to:

– introduction of new technologies for the development, production and testing of AME;

– in addition to competitive developments, the introduction of systems of joint development of AME by competitors;

– involvement of private domestic enterprises and enterprises with foreign capital in the development and production of AME, in particular, through forward contracts;

– stimulating investment and innovation activities of private enterprises in the development and production of AME by guaranteeing procurement by the state;

– introduction of the institute of partners of the Ministry of Defense. The partnership with the Ministry of Defense should encourage the manufacturer to develop and implement new technologies, develop and maintain its intellectual assets and capabilities in a particular field of technology, as stated in the statutory documents;

– the use of advanced technologies of the civil sector of the economy in the promising development of AME;

– transfer to enterprises of various forms of ownership of technologies developed within the R&D by academic and educational institutions at the expense of the budget in compliance with intellectual property rights;

– transition to the practice of repairing AME in accordance with their actual condition.

– introduction of MBA (Master of Business Administration) methods in the practice of project management by the customer (Ministry of Defense) [19, 20].

The stages of MTP implementation should be synchronized with the three stages of Ukraine's reconstruction announced by the Government [21].

The strategic goal of the first stage of MTP implementation is to provide the AFU with modern high-tech armaments to achieve a technological advantage in quality of AME over the enemy, to ensure effective air and missile defense.

To conduct combat operations in conflict zones and equip the main combat units of the AFU with modern high-tech arms, the list of which is determined by the GS AFU, it is necessary to develop and approve a short-term program valid for up to 6−8 months.

The implementation of MTP measures to increase the combat readiness of the Armed Forces in the first two or three months should include the rational use of assistance from partner countries to increase the combat potential of units and units in areas of direct contact with the enemy with high-precision weapons.

By the end of this program to provide high-tech weapons of domestic and Western production to the main units and divisions of the Armed Forces, regardless of their location.

Simultaneously with the supply of weapons and equipment of partner countries, receive sets of operational and repair documentation, all types of spare parts and other necessary equipment to provide training for personnel who will service and repair armaments and equipment from partner countries.

Develop and approve a list of domestic enterprises on Governmental level and if necessary create joint ventures in Ukraine for military, current and major repairs of armaments and equipment received from partner countries, provide effective support of the said armaments in service.

The strategic goal of the second and third stages of MTP should be the development of scientific and technological potential for own developments, technologies and productions of high-tech weapons in cooperation with enterprises and scientific organizations of partner countries, including participation of domestic science and industry in international high-tech AME projects.

In order to achieve this goal, on the basis of the qualitative and quantitative indicators of promising weapons and ammunition generated by the GS AFU, the Program for the Development and Equipment of AFU for 2032 should be developed and approved. The Program should provide for the implementation of works of the II and III stages of providing the Armed Forces with high-tech weapons.

The process of implementing stages II and III of the MTP of reconstruction of Ukraine should consist of the following steps:

– development and approval of criteria for compliance of scientific and technological potential of enterprises and scientific organizations of various forms of ownership regarding the possibility of development and manufacture of high-tech arms, compliance of management of organizations with the tasks;

– inventory of scientific and industrial enterprises of the DIC, space industry, NASU, civil sphere and private

ownership suitable for the development and production of high-tech weapons.

Restoration and technological modernization of enterprises and scientific organizations of the DIC of Ukraine of various forms of ownership are possible only in case of «closure» of the skies above Ukraine during hostilities or after the war will consist of:

– the organization of development and production of the armament of the certain nomenclature with set specifications and in forecast volumes of orders of all power structures of Ukraine and foreign customers;

– investing in the acquisition of the latest and maintenance of existing technologies of DIC enterprises of various forms of ownership.

The development of industry for the design and production of high-tech AME for the needs of the AFU and exports is associated with the integration of domestic industry into international projects and the rapid rate of new knowledge and technology and raising the overall level of industrial technology.

Such tasks should be solved by implementing following measures:

– to promote the establishment of joint ventures with leading foreign manufacturers of AME with the participation of the capital of partner countries and the creation of high-tech production facilities of corporations of partner countries in Ukraine for effective participation in international projects;

– increasing the technological potential of the DIC and civil industry is to create a new technological base (NTB). There are two ways to build NTB. The first of them is the import of separate high-tech equipment to solve certain technological problems. The second is the purchase of several plants that will produce the full range of high-tech equipment. The phenomenon of South Korea largely depended on the choice of policy «purchase of plants that will produce plants with high-tech equipment»;

– development of normative documents on involvement of small enterprises and scientific organizations of various forms of ownership with a high level of innovative solutions in the field of high-tech AME, promoting of the practice of startups and stimulation of private capital to finance such projects.

One of the key problems of dynamic equipping of the AFU with high-tech arms is the problem of efficient use of assistance resources of partner countries. To effectively use the resources of this assistance it is necessary:

– to prepare and agree specific documents with partner countries on licensed assembly production of machine kits, licensed production of certain high-tech components of this AME, agreements on the possibility of all types of repairs and maintenance of AME in service by domestic enterprises on the basis of licenses;

– to determine the list of enterprises for licensed assembly production of AME, all types of repair and maintenance of AME manufactured from machine kits of partner countries;

– define a system of pilot projects for assembly production and complete it by the end of 2023;

– together with the partner countries to draw up a program for the use of assistance resources in the direction of equipping the AFU, which will coincide with the stages of reconstruction of Ukraine.

In this program, first of all, it is necessary to provide for the creation of munitions manufacturers for advanced weapons systems.

For the systematic and targeted use of domestic budget resources, resources of assistance of partner countries and others to create advanced defense technologies and research in the field of high-tech weapons, it is advisable to create a «Fund for Defense Technologies and Research in the field of high-tech armaments».

The strategic goals of the Fund's work should be:

– ensuring the change of the level of defense technology from the post-soviet level to the level of technology of advanced countries;

– development and implementation in the practice of construction of the DIC of Ukraine criterion approaches to the choice of priority technologies of the present and future;

– ensuring the conduct of research in breakthrough areas of AME and latest technologies;

– creation of a system of checks and balances to minimize corruption risks when financing projects and programs from the Fund;

The sources of the Fund's financial resources should be:

– funds from the resources of international financial assistance;

– funds from the alienation of illegally obtained material and financial resources;

– part of the funds from the assets of the russian federation to compensate for the damage caused by robbery and destruction of the DIC of Ukraine during the war (reparations);

– budget funds;

– voluntary (charitable) contributions of organizations and individuals – citizens of Ukraine and foreigners.

The fund should include a Supervisory Board, a Scientific and Technical Council and a staff expert group to select specific work and key topics for breakthrough research.

It is necessary to restore the post of Deputy Prime Minister for Defense Affairs for interdepartmental coordination of the DIC.

CONCLUSIONS

The basis of Ukraine's MTP should be the implementation of a course for a high technological level of armament of the AFU, which should exceed the technological level of the enemy's armament today and in the future.

Based on world practice, the domestic defense industry should be integrated into the international division of labor, participate in international projects of design and creation of armaments and use commercial relations with partner countries in the field of high technology and production of components and subsystems.

The needs of the Armed Forces for conducting combat activities over the next year and a half are proposed to be met both through military-technical assistance of partner countries and the lend-lease program, and the current production of new and modernization of existing weapons by Ukraine's DIC.

The authors set out their views on the development of a modern MTP of Ukraine and will gratefully accept critical remarks and suggestions.

REFERENCES

1. Gorbulin, V. (2019), Ensuring the defense and security of Ukraine: current problems and ways to solve them. Bull. of the NAS of Ukraine. № 9.
2. Chepkov, I., Dovhopolyi, A., Luhanin, M. & Sirenko, V. (2015). The main ways to reform the domestic defense industry in market conditions. Weapons and Military Equipment. K.: Central Scientific Research Inst. of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine. Pp. 3—11.
3. Jonathan P. Wong, Obaid Younossi, Christine Kistler LaCoste, Philip S. Anton, Alan J. Vick, Guy Weichenberg & Thomas C. Whitmore. (2022). Improving Defense Acquisition. Research Reports of RAND Corporation «Objective analysis. effective solutions». Available at: https://www.rand.org/pubs/research_reports/ RRA1670-1.html.
4. Michael J. Mazarr, Ashley L. Rhoades, Nathan Beauchamp-Mustafaga, Alexis A. Blanc, Derek Eaton, Katie Feistel, Edward Geist, Timothy R. Heath, Christian Johnson & Krista Langeland (2022). Disrupting Deterrence Examining the Effects of Technologies on Strategic Deterrence in the 21st Century. Research Reports of RAND Corporation «Objective analysis. effective solutions». Available at: https://www.rand.org/pubs/research _reports/RRA595-1.html.
5. Management of the Typhoon Project, Ministry of Defence. The National Audit Office of the United Kingdom. Report by the Comptroller and Auditor General HC 755 SesSIon 2010–2011. 2 march 2011. Available at: https://www.nao.org.uk/wp-content/uploads/2011/03/1011755.pdf.
6. Christian Mölling. Defense Innovation and the Future of Transatlantic Strategic Superiority: A German Perspective. German Marshall Fund 2022. March 23, 2018. Available at: https://www.gmfus.org/news/defense-innovation-and-future-transatlantic-strategic-superiority-german-perspective.
7. Josselin Droff. Technological change and disruptive trends in the support of defense systems in France. J. of Innovation Economics & Management. 2013/2 (№°12). P. 79. Available at: https://www.cairn.info/revue-journal-of-innovation-economics-2013-2-page-79.htm.
8. Hyun Ji Rim. Emerging Technologies: New Threats and Growing Opportunities for South Korean Indo-Pacific Strategy. J. of Indo-Pacific Affairs, Air University Press. April 1, 2022. Available at: https://www.airuniversity.af.edu/JIPA/Display/Article/2979680/emerging-technologies-new-threats-and-growing-opportunities-for-south-korean-in/.
9. Husnu Ozlu. The Foundation and Development of Turkey's Defense Industry in the Context of National Security Strategy. Nat. Defense Univ. Alparslan Defense Sciences Inst. Ankara, Turkey. 26.10.2021. Available at: https://app.trdizin.gov.tr/makale/TlRBeU9UZzRPQT09/the-foundation-and-development-of-turkey-s-defense-industry-in-the-context-of-national-security-strategy.
10. Reznikov, O. We are talking about truly historic changes that will materialize in the coming weeks and months − Alexei Reznikov on the meeting of representatives of defense agencies of more than 40 countries in Rammstein. Official site of the Ministry of Defense of Ukraine. K. April 27, 2022. Available at: https://www.mil.gov.ua/news/2022/04/27/jdetsya-pro-spravdi-istorichni-zmini-yaki-u-najblizhchi-tizhni-misyaczi-budut-materializovani-%E2%80%93-oleksij-reznikov-pro-zustrich-predstavnikiv-oboronnih-vidomstv-ponad-40-krain-u-ramshtajni/.
11. Reznikov, O. Three types of 155-mm artillery are already successfully working on the front line – M777 howitzer, howitzer FH70, ACS "CAESAR". ACS arrived in Ukraine M109. Official site of the Ministry of Defense of Ukraine. K. May 28, 2022. Available at: https://www.mil.gov.ua/news/2022/04/27/jdetsya-pro-spravdi-istorichni-zmini-yaki-u-najblizhchi-tizhni-misyaczi-budut-materializovani-%E2%80%93-oleksij-reznikov-pro-zustrich-predstavnikiv-oboronnih-vidomstv-ponad-40-krain-u-ramshtajni/.
12. Reznikov, O. Notification of the supply of 155 mm artillery. Official site of the Ministry of Defense of Ukraine. K. June 9, 2022. Available at: https://www.facebook.com/reznikovoleksii/posts/pfbid02ekx38QBrD7H fii6jwBsaPMD7Szaitpe7SKWCzotGhFGyqEaeYBjQ8XHnY26J9P1sl.
13. Reznikov, O. The enemy will feel it. What weapons did Ukraine get and how is everything going? News site NV.UA. K. June 9, 2022. Available at: https://nv.ua/ukr/opinion/oleksiy-reznikov-rozpoviv-yaku-zbroyu-otrimala-ukrajina-viyna-novini-ukrajini-50248682.html.
14. Official website of the Ministry of Economic Development and Trade of Ukraine. Access mode: http://me.gov.ua/Documents/List?lang=uk-UA&tag=UpravlinniaDerzhavnimSektoromEkonomikiIs.
15. Dykhanovskyi, V., Semon, B. & Ansari, I. (2019). Methodology for the development of key technologies. Science and Defense. № 1. Pp. 48—53.
16. Markeeva, O. & Rozvadovskyi, B. (2021). The state and the private sector in the protection of national security: from interaction to partnership: an analytical report. K.: Nat. Inst. for Strategic Studies. P. 72.
17. Wassenaar Arrangement on Export Controls for Conventional Arms and Dual-Use Goods and Technologies. Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/998_177#Text.
18. Dykhanovskyi, V. (2018). Methodology of development of key technologies. Ways of development of Ukrainian science. Information and analytical bull. of the Nat. Library of Ukraine named after V. Vernadsky. Supplement to the magazine «Ukraine: events, facts, comments». October 2018. № 9(147). Pp. 96—112.
19. Julia Kagan. (2021). Master of Business Administration (MBA). The Investopedia Team. Updated April 23, 2021. Available at: https://www.investopedia.com/terms/m/mba.asp.
20. Erika Rasure. Executive MBA (EMBA). The In-

vestopedia Team. Updated May 21, 2021. Available at: https://www.investopedia.com/terms/e/executive-mba.asp.
21. Decree of the President of Ukraine of April 21, 2022 № 266 «Questions of the National Council for the Reconstruction of Ukraine from the Consequences of the War». Available at: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/266/2022#Text.

Довгополий А.С., Дихановський В.М.

ВІЙСЬКОВО-ТЕХНІЧНА ПОЛІТИКА УКРАЇНИ ЯК ОСНОВА СПІВРОБІТНИЦТВА З ДЕРЖАВАМИ-ПАРТНЕРАМИ В ПРОЦЕСАХ РОЗРОБЛЕННЯ, ВИРОБНИЦТВА І ПОСТАЧАННЯ ОЗБРОЄННЯ

На основі досвіду технічного оснащення Збройних Сил України під час дії воєнного стану в Україні та результатів аналізу перспектив військово-технічного співробітництва з країнами-партнерами розроблено нове бачення реформування військово-технічної політики України як основи співпраці з країнами-партнерами з розробки, виробництва та постачання озброєнь. Військово-технічна політика розглядається як управлінська діяльність, спрямована на технічне оснащення Збройних Сил України. Входить до загальнодержавної політики, яка визначає основні цілі, завдання, напрями, принципи, форми і методи державної діяльності у сфері технічного оснащення Збройних Сил України. Основою військово-технічної політики України має стати реалізація курсу на високий технологічний рівень озброєння Збройних Сил України, який буде перевищувати технологічний рівень озброєння противника сьогодні та в майбутньому. Сформульовано критерії, на основі яких пропонується визначити номенклатуру озброєння, кінцевим виробником якого мають бути вітчизняні підприємства. Перший критерій гарантує постачання необхідної зброї для Збройних Сил України за будь-якого сценарію міжнародної безпеки. Другий критерій захищає Збройні Сили України від виявлення противником шляхів знешкодження їхньої зброї. Це стосується ключових оборонних технологій, контроль за якими безпосередньо впливає на стан національної безпеки та оборони. Сюди входять засоби контролю та зв'язку безпеки, системи бойової навігації, системи розпізнавання, шифрування даних, системи захисту інформаційної зброї, високоточна зброя, ракетні системи тощо. Запропоновано три етапи реалізації військово-технічної політики, які мають бути синхронізовані з оголошеними Урядом трьома етапами відбудови України.

Ключові слова: *військово-технічна політика, високотехнологічне озброєння, технічне оснащення, озброєння та військова техніка.*

Відомості про авторів:

Довгополий Анатолій Степанович
доктор технічних наук
професор
головний науковий співробітник науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0001-9227-9771
e-mail: anatoliy.do@gmail.com

Дихановський Віктор Миколайович
доктор технічних наук
старший науковий співробітник
начальник науково-дослідного відділу науково-методичного забезпечення розроблення і реалізації програм розвитку озброєння та військової техніки та державного оборонного замовлення науково-дослідного управління воєнно-технічної політики Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-1600-3973
e-mail: 044873@ukr.net

Information about the authors:

Anatoliy Dovhopolyi
Doctor of Technical Sciences
Professor
Chief researcher of the Directorate for Scientific Research of Armament and Military Equipment of the Air Force of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0001-9227-9771
e-mail: anatoliy.do@gmail.com

Viktor Dykhanovskyi
Doctor of Technical Sciences
Senior Research Fellow
Head of research department of scientific and methodological support for the development and implementation of programs for the development of armaments and military equipment and the state defense order of the research directorate of military-technical policy of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-1600-3973
e-mail: 044873@ukr.net

УДК 341.361+341.322
https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).29-42

В. М. ДИХАНОВСЬКИЙ, *доктор технічних наук старший науковий співробітник*
https://orcid.org/0000-0002-1600-3973

С. П. ПОЧЕРНІН
https://orcid.org/0000-0001-7650-5935
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних сил України, м. Київ)

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ ОКРЕМИХ ВИДІВ ЗАБОРОНЕНОЇ ЗБРОЇ В СУЧАСНИХ ВОЄННИХ КОНФЛІКТАХ

У статті проведено аналіз випадків застосування окремих видів забороненої зброї в сучасних конфліктах в період з 1991 року до теперішнього часу, у тому числі факти застосування такого озброєння російською федерацією під час широкомасштабної агресії проти України. Наведено перелік типів забороненої зброї, боєприпасів, а також їх впливу на збільшення людських жертв і руйнування житлових будинків та об'єктів інфраструктури. Розглянуто деякі правові аспекти застосування забороненої зброї, зокрема, у частині вимог міжнародного гуманітарного права щодо вибірковості та пропорційності. Розглянуто перспективи зменшення втрат цивільного населення шляхом застосування організаційних та технічних методів та засобів захисту, а також контрзаходів активного впливу, необхідність застосування високотехнологічної зброї.

Ключові слова: *заборонена зброя, термобаричний боєприпас, міна, касетна бомба, суббоєприпас, високотехнологічна зброя, побічні втрати, міжнародне гуманітарне право.*

ВСТУП

Зброю масового ураження як особового складу на полі бою, так і цивільного населення під час війни, людство почало використовувати ледь не спочатку своєї історії, бо історія людства − це історія війн. Тому поряд з використанням так званих «конвенційних засобів збройної боротьби» активно розвивались методи і засоби ведення тотальної війни на знищення або на виснаження. Війна за ресурси, а люди є одним з важливих ресурсів, вимагала від людства впродовж історії та й до сьогодні застосування все більш витончених методів і засобів виведення з ладу або знищення собі подібних.

Застосування окремих видів забороненої зброї в сучасних воєнних конфліктах є поширеною практикою, особливо під час так званої «гарячої фази конфлікту» для підтримки наступальних операцій, маневреної оборони, контрнаступальних дій різного масштабу.

Метою статті є проведення аналізу застосування окремих видів забороненої зброї, оцінювання її впливу на збільшення людських жертв і руйнування житлових будинків та об'єктів інфраструктури, нанесених нею втрат (в тому числі побічних) та надання пропозицій щодо можливих заходів захисту від такої зброї.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Міжнародне гуманітарне право, тобто міжнародне право, що застосовується до збройних конфліктів, визначає як заборонені наступні види зброї:

• кулі, що легко розвертаються або сплющуються в людському тілі, до яких належать оболонкові кулі, тверда оболонка яких не покриває всього сердечника або має надрізи (III декларація до Гаагських конвенцій 1899 р.);

• хімічна та біологічна зброя (Конвенція про заборону хімічної зброї 1993 р., Конвенція про заборону біологічної зброї 1972 р., Женевський протокол 1925 р., II декларація до Гаазьких конвенцій 1899 р.);

• зброя, основна дія якої полягає в нанесенні пошкоджень уламками, які не можна виявити в людському тілі за допомогою рентгенівських променів (I протокол до Конвенції про деякі види звичайних озброєнь 1980 р.);

• протипіхотні міни та міни-пастки (Конвенція про заборону протипіхотних мін (Оттава, 1997), II протокол до Конвенції про деякі види звичайних озброєнь 1980 р.);

• запалювальна зброя та боєприпаси (III протокол Конвенції про деякі види звичайних озброєнь 1980 р.);

• лазерна зброя, спеціально призначена для використання у бойових діях виключно або в тому числі для того, щоб спричинити постійну сліпоту органам зору людини, яка не використовує оптичні пристрої, тобто незахищеним органам зору або органам зору, які мають пристрої для корекції зору.

Авторами було проаналізовано доволі великий перелік випадків застосування окремих видів забороненої зброї, який було складено за звітами міжнародних моніторингових місій, міжнародних установ та неурядових організацій з дослідження воєнних конфліктів, інших офіційних джерел. Досліджувались випадки застосування хімічної, запалювальної, термобаричної, лазерної зброї, касетних боєприпасів, мін різних типів в сучасних воєнних конфліктах з 1991 по 2022 рік та окремо з початку широкомасштабної агресії російської федерації.

У зв'язку з обмеженнями до об'єму статті авторами наведено тільки деякі випадки застосування окремих видів забороненої зброї, які було зафіксовано різними моніторинговими місіями. Нижче в хронологічному порядку наведено згаданий перелік, систематизований по окремим видам такої зброї. Коротку характеристику застосованих зразків забороненої зброї та боєприпасів до них подано окремим підрозділом.

Застосування хімічної зброї

в 2013 − 2017 роках в Сирії неодноразово фіксували випадки використання хімічної зброї режимом Башара Асада, за деякими даними понад 300 разів. Хоча Сирія в 2013 році підписала і ратифікувала Конвенцію про заборону хімічної зброї. Зафіксовано застосування реактивних снарядів системи М-14 в хімічному спорядженні,

зокрема заріном. Серед використаних отруйних речовин був застосований також хлор, наносились повітряні удари наповнених «бочкових бомб» з хлором на житлові райони утримуваних опозицією населених пунктів. За даними різних джерел, загинуло від 381 до 1829 осіб, значна кількість загиблих – діти [1−3].

На рис. 1−6 відображено розподіл випадків застосування окремих видів забороненої зброї в сучасних збройних конфліктах з 1991 по 2022 роки. Тут і далі на рис 1−6 по вертикальній осі відображено кількість країн, на території яких (або якими) застосовувались відповідні види боєприпасів.

Застосування термобаричної зброї

В 2000 році в Чечні:

5 − 22 березня 2000 року під час Другої чеченської війни ТОС-1 застосовувалися російською армією в боях за село Комсомольське та при штурмі Грозного [5];

в 2015 − 2016 роках в Сирії:

в жовтні 2015 року дві пускові установки ТОС-1А «Солнцепек» Сил національної оборони Сирії нанесли удар по позиціях збройних сил опозиції в горах північно-східної Латакії;

в 2015 році в Україні:

13 січня 2015 року збройні формування так званої «ДНР» застосували установки ТОС-1 «Буратіно», з яких відкрили вогонь по околицях населеного пункту Веселе, розташованого неподалік міжнародного аеропорту в Донецьку. Ударом у відповідь артилерії 93-ї бригади ЗС України одну установку підбито, одну пошкоджено [6];

в 2020 році в Нагірному Карабасі (Арцасі):

в жовтні 2020 року під час Вірмено-Азербайджанського збройного конфлікту у бойових діях використовували обидві сторони конфлікту. Міністерство оборони Вірменії повідомило про знищення принаймні однієї установки ТОС-1 ЗС Азербайджану [7];

4 березня 2022 року ЗС рф в бою в Чернігівській області застосували систему ТОС-1А в бою з підрозділами Збройних сил України;

26 березня 2022 року підрозділи 138 окремої мотострілецької бригади 6 загальновійськової армії Західного військового округу зс рф застосувати важку систему вогнеметного вогню ТОС-1 «Буратіно» по житлових масивах селищ Мала Рогань та Вільхівка Харківської обл. Через обстріл 13-річна дівчинка отримала травми, від яких за кілька днів померла у лікарні.

Застосовувались зразки озброєння російського виробництва: установки ТОС-1 «Буратіно», ТОС-1А «Солнцепек», ТОС-2 «Тосочка». Цей факт свідчить про недотримання країнами – експлуатантам цих систем, росією як мінімум, звичаїв війни щодо заборони застосування запалювальної зброї та зброї невибіркової дії по населеним пунктам, місцям перебування цивільного населення.

Застосування запалювальної зброї

В 2014 році в Україні:

наприкінці липня 2014 року на сході України знайдено залишки запальних елементів, які, імовірно, походять від реактивного снаряду російського походження 9М22С [8, 9];

14 серпня 2014 року в Іловайську військові російської федерації завдали удару по позиціях українських військових;

12 березня 2022 року в районі міста Попасна в Луганській області, яке перебувало під контролем українських сил, зафіксовано використання запалювальних боєприпасів типу 9М22С, випущених з реактивних систем залпового вогню. Російська авіація застосовувала осколково-фугасно-запалювальні авіабомби ОФЗАБ-500, зокрема під час обстрілів Чернігова;

22 березня 2022 року увечері російські окупаційні війська застосували запалювані боєприпаси 9М22С над північно-західною околицею Києва і частково по Гостомелю та Ірпеню. Ефект від запалюваних та освітлювальних боєприпасів 9М22С, випущених з реактивних систем залпового вогню, часто плутають з фосфорними боєприпасами.

Застосування лазерної зброї

В 2016 − 2019 в Україні:

моніторинговою місією ОБСЄ неодноразово фіксувались ознаки застосування лазерної зброї в окремих районах Луганської і Донецької областей з боку збройних формувань рф;

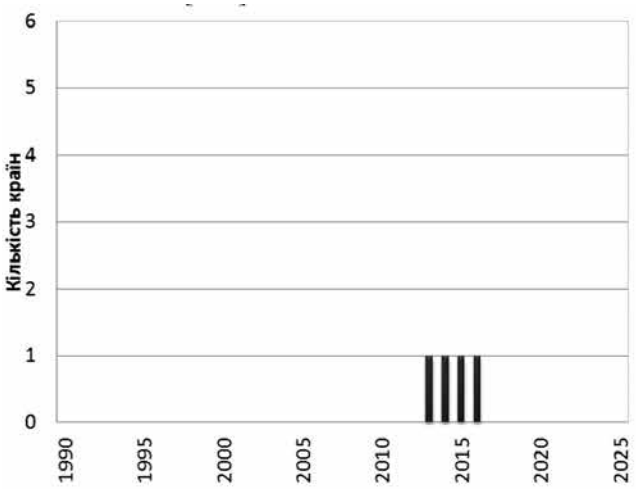


Рис. 1. Випадки застосовування хімічної зброї та боєприпасів

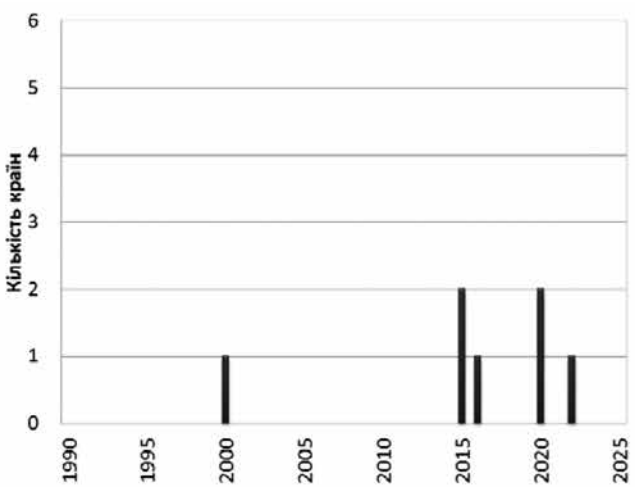


Рис. 2**.** Випадки застосовування термобаричної зброї та боєприпасів

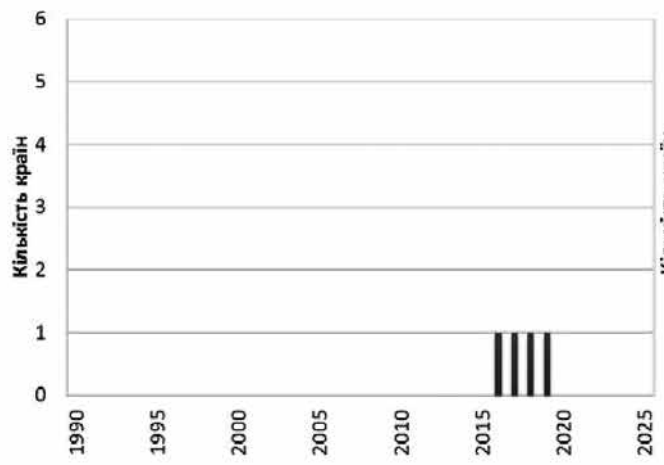


Рис. 3. Випадки застосовування запалювальної зброї

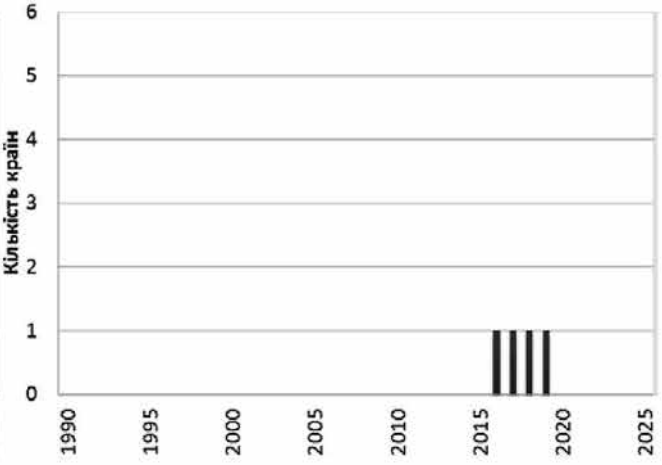


Рис. 4. Випадки застосовування лазерної зброї

в 2016 − 2018 роках чотири військовослужбовця Державної прикордонної служби України отримали травмування різного ступеню важкості, а саме опік сітківки ока внаслідок ураження лазерним променем, втрата працездатності ока на 50 − 80 % [10];

18 травня 2022 року віце-прем'єр російської федерації Юрій Борисов зробив заяву про те, що зс рф використовують в Україні комплекси лазерної зброї «Задіра-16». Наразі випадків використання такої зброї на фронті не зафіксовано та невідома її ефективність.

Застосування лазерної зброї для засліплювання спостерігачів, снайперів, операторів навідників комплексів керованого озброєння тощо кваліфікується як таке, що відноситься до заборонених методів і засобів ведення війни.

Застосування мін різних видів

В 1991 році в Кувейті в очікуванні наступу військ коаліції іракська армія встановила уздовж кордону Кувейту із Саудівською Аравією майже 2 млн різнотипних мін. Через застосування саморобних вибухових пристроїв з боку іракців коаліційні війська зазнали значних втрат – 50 % від загальної чисельності убитих і поранених [11].

В 1991–1995 роках на території колишньої Югославії (у тому числі в 1988 – 2002 роках – у Косметі, Південній Сербії та Македонії).

В 1991 – 1992 роках у ході бойових дій в Хорватії рівень втрат від мін досягав 30 % особового складу.

В 1992 –1993 роках в Грузії під час грузино-абхазького збройного конфлікту 1992 – 1993 рр. протипіхотні натискні міни фугасної дії використовувалися грузинськими й абхазькими військами.

В 1994 – 1996 роках в Чечні чеченськими збройними формуваннями під час бойових дій проти російських військ активно використовувалися мінно-вибухові пристрої (МВП), в тому числі саморобні. За весь період бойових дій відбулося 217 підривів на МВП особового складу та техніки внутрішніх військ МВС рф, загинуло 105 осіб, було поранено 478 осіб і втрачено (виведено з ладу) 93 одиниць військової техніки.

В 1999 році на кордоні між Таджикистаном і Узбекистаном проводилось мінування гірських районів таджицько-узбецького кордону з боку Узбекістану. Така ініціатива обґрунтовувалася необхідністю захисту кордону від бойовиків-ісламістів. За статистикою, тільки за 18 років на мінах підірвалося майже 800 законослухняних мирних громадян – некомбатантів, з яких 474 людини загинули, зокрема жінки і діти.

В 1996 – 2006 роках в Чечні під час другої чеченської війни найбільші втрати російські силові підрозділи, що дислокувалися в гірських районах Чечні, несли через підриви на власних мінних полях, встановлених військовими під час першої чеченської кампанії для захисту місць своїх тимчасових дислокацій від нападів з боку чеченських збройних формувань. Мінні поля були встановлені російськими ЗС без обов'язкових карт встановлення вибухових пристроїв.

В 2002 році 51 % бойових втрат російських військ від підривів на мінах, з них 17 % – незворотні втрати [12, 13]. За період проведення другої чеченської війни жертвами мінної війни стали 696 осіб, а 2349 осіб отримали поранення. Більшість з числа загиблих склали некомбатанти – жінки та діти: загинуло 99 жінок, поранено 572 жінки; загинуло 130 дітей, поранено 616 дітей.

В 2003 – 2011 роках в Іраку під час другої Іракської війни ЗС республіки Ірак проти військ США та Великої Британії застосовували міни. Коаліційні війська зазнали значних втрат через міни – 50 % від загальної чисельності убитих і поранених та 25 % із загальної кількості втрачених танків та інших бронемашин.

З 2011 року в Сирії з боку сирійської армії, як і з боку повстанців, активно застосовувалося мінування [14].

З 2014 року в Україні з початку гібридної війни на сході нашої держави постраждало 833 цивільні особи, з яких 269 осіб загинуло, інші зазнали поранень і каліцтва. З поміж згаданих жертв – 27, тобто кожна десята, це діти [15]. Унаслідок підриву на мінах і вибухових пристроях у зоні збройного конфлікту тільки за три місяці 2017 року загинуло понад три десятки цивільних, кількість поранених перевищило півтори сотні людей. Міни та вибухові пристрої розкидані по всій території конфліктної зони, особливо уздовж лінії бойового зіткнення і являють собою серйозну загрозу для цивільних осіб, включаючи дітей. Це на 70 % більше, ніж за такий же період 2016 р. [16].

За даними ООН, тільки з січня по вересень 2017 р. у зоні бойових дій від мін загинуло і поранено 103 особи. За рік на Донбасі через міни загинули 25 бійців. Протягом 2018 р. в окремих районах Донецької і Луганської областей, тимчасово непідконтрольних уряду України, і в «сірій» зоні було зафіксовано 65 підривів військовослужбовців на мінах, унаслідок яких загинуло 25 осіб. Крім того поранення отримали 84 особи, серед яких були також сапери. В 2019 році і на початку 2020 року статистика втрат аналогічна.

У 2017 р. на кордоні М'янми та Бангладешу за рішенням уряду М'янми встановлено міни на кордоні з Бангладеш, ймовірно, щоб не дати повернутися представникам народності рохінджа, які втекли у свій час із країни.

В 2020 році в Нагірному Карабасі (Арцасі) під час вірмено-азербайджанського конфлікту вірменська сторона у військових цілях використовувала протипіхотні та протитанкові міни. На лінії зіткнення військ і вдовж вірмено-азербайджанського кордону відбувалось щільне мінування. Водночас азербайджанською стороною незаконно мінувалась територія Грузії для блокування можливості для вірменських груп заходити з боку кордону Грузії на їх територію.

26 лютого 2022 року по м. Харкову збройні сили рф застосували касетні бомби з мінами «Лепесток». Ймовірно, скидались касети КМГУ, споряджені мінами ПФМ-1 (ПФМ-1с).

Аналіз досвіду бойових дій показав, що міни та фугаси і на теперішній час відіграють значну роль у бойових діях, а в низці випадків вона була і залишається домінуючою [17].

Застосування касетних боєприпасів

Касетні боєприпаси – авіабомби, артилерійські снаряди, реактивні снаряди та головні блоки тактичних ракет у касетному спорядженні. Касетні боєприпаси використовували понад 20 держав під час збройних конфліктів у понад 35 країнах [18].

За даними, зокрема, і Human Rights Watch зафіксовано наступні випадки застосування касетних боєприпасів в період з 1991 року по теперішній час (наведено в хронологічній послідовності):

в 1991 році, в Іраку та Кувейті під час операції «Буря в пустелі» збройні сили США та їх союзників (Франція, Саудівська Аравія, Велика Британія) скинули 61 000 касетних бомб, що містять близько 20 мільйонів суббоєприпасів, з них ВПС США скинули 10 035 CBU-87. Кількість касетних боєприпасів, випущених артилерією та ракетними системами під час війни в Перській затоці, невідома, але, за оцінками, у конфлікті було використано 30 мільйонів або більше суббоєприпасів DPICM;

в 1992 – 1994 роках в Анголі були знайдені суббоєприпаси ПТАБ (їх рештки та ті, що не спрацювали) в різних місцях по всій території країни;

в 1992 – 1994 роках в Нагірному Карабасі (Арцасі) нерозірвані суббоєприпаси було виявлено щонайменше в 162 місцях. Найбільш розповсюдженими типами суббоєприпасів, які були знешкоджені саперами, є ПТАБ-1, ШОАБ-0,5, АО-2,5;

в 1992 – 1995 роках у Боснії та Герцеговині Збройні сили Югославії (сербська армія) та збройні формування самопроголошених республік використовували наявні запаси касетних боєприпасів під час громадянської війни. Літаки НАТО застосовували бомби CBU-87;

в 1992 – 1997 роках в Таджикистані зафіксовано використання невстановленими збройними формуваннями касетних боєприпасів в громадянській війні. У місті Гарм Раштської долини виявлено суббоєприпаси ШОАБ і АО-2,5;

в 1994 – 1996 роках в Чечні російські війська використовували касетні боєприпаси проти збройних формувань Чеченської республіки Ічкерія;

в 1995 році в Хорватії:

2 – 3 травня 1995 року військові формування Республіки Сербська Країна (РСК) використали реактивні системи залпового вогню Orkan M-87 для обстрілу м. Загреба, внаслідок обстрілу вбито сімох і поранено щонайменше 175 мирних жителів. Крім того, хорватський уряд стверджував, що сербські війська застосували бомби BL-755 у м. Сісаку, м. Кутіні та вздовж річки Купа;

В 1996 – 1999 роки в Судані урядові сили Судану використали на півдні Судану авіаційні касетні боєприпаси, споряджені суббоєприпасами РМ-1 чилійського виробництва;

в 1997 році у Сьєрра-Леоне нігерійські миротворці з союзу ECOMOG використали бомби Beluga по східному місту Кенема;

в 1998 році у Колумбії ВПС Колумбії застосували

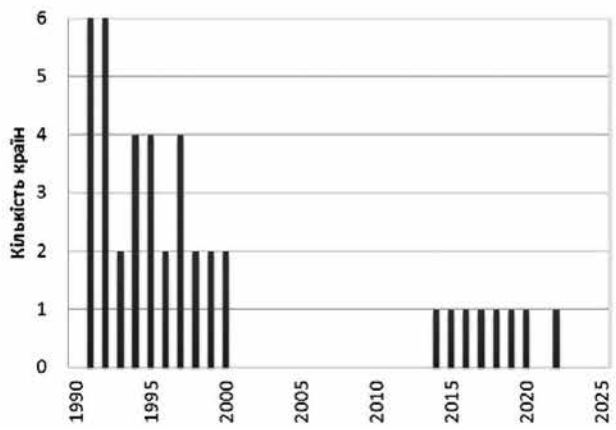


Рис. 5. Випадки застосовування змін різних типів

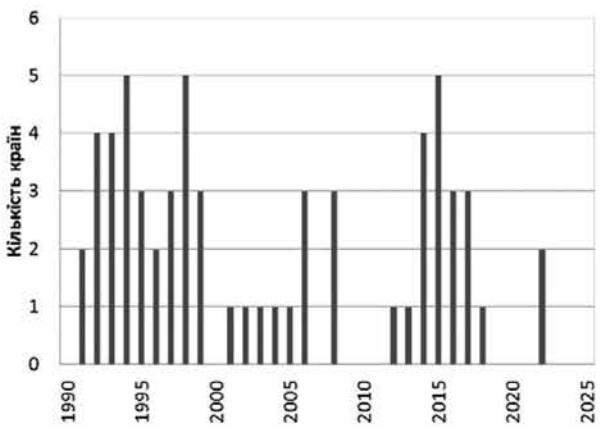


Рис. 6. Випадки застосовування касетних боєприпасів

касетні боєприпаси у Санто Домінго, селищі в департаменті Араука. У 2009 році Колумбія повідомила, що раніше вона використовувала касетні боєприпаси в інших випадках для нападу на аеродроми, які використовуються наркоторговцями;

в 1998 році в Ефіопії та Еритреї наносили авіаудари касетними боєприпасами, Ефіопія атакувала аеропорт Асмара, а Еритрея – аеропорт Мекеле. Збройні сили Ефіопії також скидали бомби BL-755 у провінції Гаш-Барка на заході Еритреї;

в 1998 – 1999 роках в Албанії Збройні сили Югославії завдавали транскордонних ракетних ударів, а сили НАТО завдали шість повітряних ударів касетними боєприпасами;

в 1998 – 2003 роках в Демократичній Республіці Конго невстановленими військовими формуваннями були використані бомби BL-755 в селі Касу на території Кабало;

в 1999 році в Югославії (включаючи Сербію, Чорногорію та Косово) під час операції «Союзна сила» США, Великобританія та Нідерланди скинули 1 765 касетних бомб, що містять 295 000 суббоєприпасів; США скинули близько 1 100 касетних бомб, переважно CBU-87;

в 2001 – 2002 роках в Афганістані збройні сили США скинули 1 228 касетних бомб, що містили 248 056 суббоєприпасів;

в 2003 – 2006 роках в Іраку коаліційні війська США та Великобританії використали майже 13 000 касетних боєприпасів, які містять приблизно від 1,8 до 2 мільйонів суббоєприпасів протягом трьох тижнів великих боїв. Всього з 1 травня 2003 року по 1 серпня 2006 року літаки США скинули 63 бомби CBU-87;

в Уганді (дата застосування невідома) у північному районі Гулу знайдено бомби РБК-250/275 і суббоєприпаси АО-1;

в 2006 році в Лівані Ізраїльські війська використовували касетні боєприпаси надводного і повітряного базування проти Хезболли. За оцінками ООН, Ізраїль використав до 4 мільйонів суббоєприпасів;

в 2006 році рік в Ізраїлі парамілітарна ісламістська організація Хезболла випустила понад 100 ракет китайського виробництва Type-81 калібру 122 мм із касетними боєприпасами по півночі Ізраїлю;

в 2008 році в Грузії збройні сили російської федерації використали кілька типів касетних боєприпасів, як повітряного, так і наземного базування, у ряді місць у районі Горі в Грузії. Також Грузія використовувала касетні боєприпаси в конфлікті з росією в серпні 2008 року;

в 2011 році в Камбоджі збройні сили Таїланду використовували касетні боєприпаси на території Камбоджі під час прикордонного конфлікту в лютому 2011 року;

в 2011 році в Лівії проурядові сили Муаммара Каддафі використовували касетні боєприпаси в Місраті, Лівія;

2012 рік в Судані: є два повідомлення про використання касетних боєприпасів збройними силами Судану в Південному Кордофані. Знайдено залишки та докази використання;

в період з 2012 року в Сирії є початком застосування касетних боєприпасів у сирійському конфлікті. Сірійський уряд заперечував наявність або використання касетних боєприпасів, але збройні сили уряду Башара Асада несуть відповідальність за більшу частину з понад 630 атак касетними боєприпасами, зареєстрованих з 2012 до середини 2018 року;

в березні 2013 року на м. Азаз у північній Сирії скинуто 9 великих касетних бомб;

в 2014 році у Південному Судані:

у лютому 2014 року Служба ООН з протимінної діяльності (UNMAS) виявила нове місце мінування касетними боєприпасами поблизу міста Бор на дорозі до Джуби. У вересні 2014 року Південний Судан повідомив на 5-ій зустрічі держав-учасниць Конвенції, що розслідування, проведене спільно з офіційними особами ООН, не змогло визначити, хто використав зброю. Південний Судан і Уганда заперечують використання касетних боєприпасів;

в 2015 році в Судані касетні боєприпаси були використані військово-повітряними силами Судану в Нубійських горах (Південний Кордофан) під час невибіркових бомбардувань цивільних територій у лютому та березні 2015 року. У травні 2015 року надійшли додаткові повідомлення про використання. Уряд Судану згідно з проханням Ради Безпеки ООН від 29 червня 2015 року повинен був розслідувати та пояснити ці інциденти.

В 2014 – 2015 роках в Україні:

у серпні 2014 року Місією ОБСЄ було задокументовано залишки касетних боєприпасів на території, контрольованій українськими збройними силами, і на території, контрольованій російськими угрупованнями, докази свідчать про застосування касетних боєприпасів;

у січні та лютому 2015 року обидві сторони конфлікту використовували касетні боєприпаси.

в 2014 − 2017 роках в Лівії касетні боєприпаси використовувалися щонайменше у двох випадках: у період з грудня 2014 року по березень 2015 року, у Сирті та Бін-Джаваді (є підтверджені докази даних фактів). У 2016 і 2017 роках продовжували з'являтися докази того, що сили Лівійської національної армії використовували касетні боєприпаси.

в 2015 − 2017 роках в Ємені збройна коаліція на чолі з Саудівською Аравією в 2015 − 2017 роках неодноразово застосовувала касетні бомби в населених пунктах. У 2018 році атаки касетними боєприпасами, ймовірно, тривали. Human Rights Watch, Amnesty International та інші організації задокументували докази щонайменше 23 атак касетними боєприпасами під час конфлікту [18].

24 лютого 2022 року для ураження Центральної міської лікарні міста Вугледар ЗС РФ використали балістичну ракету серії 9М79 «Точка» з касетною боєголовкою 9Н123. Боєголовка містила 50 суббоєприпасів, а отже мала невибіркову дію. Результат застосування: загинуло 4, поранено 10 цивільних осіб, пошкоджено будівлю лікарні, автомобіль швидкої допомоги та цивільні автомобілі;

28 лютого 2022 року по м. Харків застосовано боєприпаси РСЗВ, район падіння і вибуху бойових елементів − житлові мікрорайони Північна Салтівка та поблизу вул. Клочковська (імовірно – осколкові бойові елементи 9Н235, якими споряджаються касетні головні частини типу 9Н139 реактивних снарядів 9М55К, 9М525, 9М531), щонайменше 46 жертв серед мирного населення, 9 вбитих (6 дорослих і 3 дітей), 37 поранених (34 дорослих і 3 дітей).

Загалом з 4 години ранку 24 лютого 2022 року, коли розпочалася широкомасштабна агресія російської федерації проти України, до 12 ночі 28 лютого 2022 року Управління Верховного комісара ООН з прав людини (УВКПЛ) зафіксувало 550 жертв серед цивільного населення в Україні: 142 загиблих (22 чоловіки, 19 жінок, 4 хлопчики, 3 дівчинки, а також 6 дітей і 88 дорослих, стать яких поки що невідома) та 408 поранених (36 чоловіків, 25 жінок, 6 дівчат, 2 хлопців, а також 18 дітей і 321 дорослий, стать яких поки невідома) [19 − 20].

7, 11 і 13 березня 2022 року російські війська обстріляли м. Миколаїв касетними боєприпасами «Смерч» та «Ураган», лише за останній день було вбито дев'ять мирних жителів, які стояли в черзі біля банкомату [21].

Боєголовки балістичних ракет, реактивні снаряди РСЗВ, авіаційні касетні бомби містять суббоєприпаси, а отже мають невибіркову дію, ефективні з точки зору тактики випаленої землі, в той же час наносять значні ураження.

Результати аналізу даних щодо випадків застосування окремих видів забороненої зброї представлено на рис. 7 і 8.

В результаті проведеного аналізу випадків застосування забороненої зброї встановлено, що найчастіше застосовувалась касетні боєприпаси і міни різних видів (у т. ч. саморобні вибухові пристрої), що зумовлено широкою доступністю цих боєприпасів внаслідок їх накопичення під час холодної війни другої половини двадцятого століття, а також відносно простою технологією виготовлення. В меншій мірі, але також досить часто застосовувалися термобаричні та хімічні боєприпаси. Практично всі розглянуті види заборонених боєприпасів використовувалися під час збройної агресії російської федерації проти України (за винятком хімічної зброї, факти застосування якої існують, але вони не підтверджені). Отримані показники втрат військовослужбовців та некомбатантів від окремих видів забороненої зброї мають оціночний характер у зв'язку з відсутністю в ряді випадків точних даних або їх недостатньою підтвердженістю. Проте вони дозволяють виявити зв'язок між частотою застосування того чи іншого виду зброї та нанесеними втратами, великою мірою побічними, завдяки невибірковій дії таких видів зброї та явним нехтуванням правилами і нормами ведення війни.

Дилема вибору, яка постає перед кожним командиром, полягає в саме в оцінюванні отриманого ефекту від застосування таких видів зброї та відповідальністю і обмеженнями, які накладає міжнародне гуманітарне право.

Деякі юридичні аспекти застосування заборонених видів зброї

Як свідчить світова практика, для тих країн, що приєдналися до Конвенції, касетні боєприпаси заборонені. Решту держав формально нічого не стримує від їх застосування. Це можуть робити і США, і росія, і Україна, і в звичайних випадках такі дії можуть засудити інші країни, правозахисні організації або, наприклад, ООН. Але це не означає, що касетні боєприпаси можна застосовувати як завгодно.

Однак, міжнародне гуманітарне право регулює різні аспекти ведення війни. Наприклад, Женевські конвенції прямо забороняють атакувати мирне населення та цивільні об'єкти. Застосування касетних боєприпасів у містах, внаслідок якого страждає мирне населення (навіть якщо головною метою були військові об›єкти), є неприпустимим. У звіті місії ОБСЄ в Україні за березень 2022 року наголошується на тому, що хоч Україна та росія не є учасниками Конвенції з касетних боєприпасів, обидві сторони зобов'язані керуватися іншими міжнародними договорами та встановленими правилами. При цьому використання касетних боєприпасів для них не заборонено − їх формально можна застосовувати, якщо не постраждає громадянське населення.

Тобто невибіркове та непропорційне застосування касетних боєприпасів будь-якою стороною, в результаті

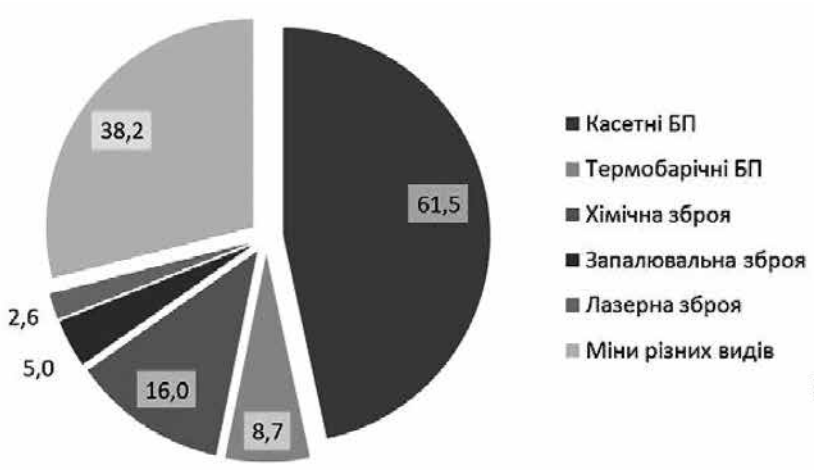


Рис. 7. Випадки застосування конкретних видів забороненої зброї в сучасних збройних конфліктах (у % від загальної кількості)

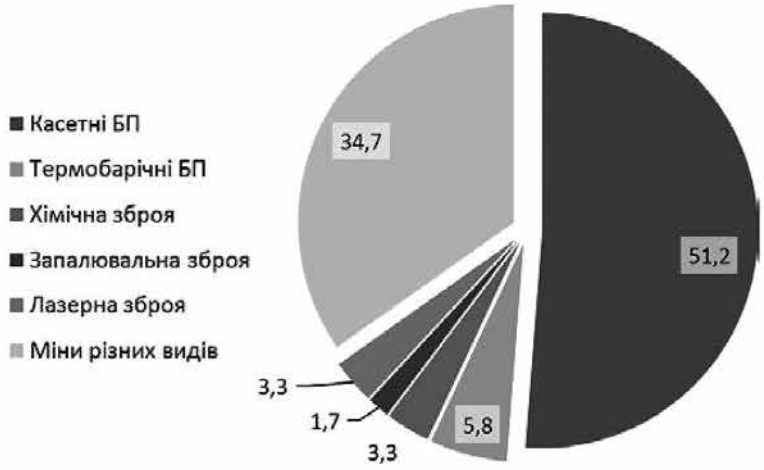


Рис. 8. Розподіл втрат, у т.ч. безповоротних, військовослужбовців та некомбатантів від окремих видів забороненої зброї (у % від загальної кількості)

якого страждатимуть і гинуть мирні жителі, може бути в майбутньому розцінено як військовий злочин. Розглядати такі звинувачення може Міжнародний кримінальний суд та суди інших держав у рамках універсальної юрисдикції.

У 2009 році Міжнародний Комітет Червоного Хреста видав вказівки щодо тлумачення міжнародного гуманітарного права, також відомого як «право війни або право збройних конфліктів» [22]. Доповідь була мотивована усвідомленням того, що за останні кілька десятиліть війна перемістилася ближче до населених пунктів [23]. Ця тенденція стерла межу між комбатантами та цивільним населенням і ускладнила розрізнення між законними та незаконними цілями.

У зв'язку з цим набувають неабиякої актуальності два значущі аспекти законів війни – принципи вибірковості та пропорційності, що визначені у статтях 48 і 51 Додаткового протоколу до Женевської конвенції [24].

Вибірковість

Принцип вибірковості забороняє прямі напади на цивільних. Згідно зі статтею 48 Додаткового протоколу до Женевської конвенції (АР I), «з метою забезпечення поваги та захисту цивільного населення та цивільних об'єктів сторони конфлікту завжди розрізняють цивільне населення та комбатантів», а також між цивільними об'єктами та військовими об'єктами і, відповідно, спрямовують свої дії лише проти військових об'єктів». Воюючим сторонам забороняється здійснювати прямі або невибіркові атаки, які «не спрямовані на конкретну військову ціль» [24]. Стаття 57 АР I також вимагає, щоб держави «робили все можливе» для перевірки того, що мета є військовою ціллю. Крім того, вони повинні «вжити всіх можливих запобіжних заходів у виборі засобів і методів нападу з метою уникнення або в будь-якому випадку мінімізації випадкової втрати життя серед цивільного населення, поранення цивільних осіб і шкоди цивільним об'єктам».

Щоб діяти відповідно до цього принципу, комбатанти повинні розрізняти тих, хто безпосередньо бере участь у бойових діях, і тих, хто «не бере активної участі у військових діях» [25], а потім повинен вжити заходів, щоб уникнути шкоди останнім.

Поле бою стало більш інтегрованим із населеними пунктами, цивільні особи відчувають «збільшене змішування» [26] з комбатантами, що ще більше затьмарює різницю між цивільними особами та комбатантами «… Учасники бойових дій можуть використовувати змішане середовище сучасного конфлікту та запускати зброю з густонаселених районів, щоб спровокувати вогонь у відповідь, який вбиває мирних жителів і викликає міжнародний осуд…» (наприклад, Сара Крепс, «Друга ліванська війна: засвоєні уроки», весна 2007). Це змішування сприяє залученню цивільних осіб до бойових дій і створює функціональну подібність між комбатантами і між тими, хто бере певну участь у військових діях. Наприклад, як учасники бойових дій, так і цивільні можуть збирати розвідувальні дані. Тим не менш, у той час як комбатанти завжди є законними цілями, цивільні особи можуть бути цілями лише «протягом того часу», поки вони беруть участь у бойових діях. Це означає, що деякі цивільні особи періодично є законними цілями [27].

Стратегічне бомбардування, яке союзники здійснили під час Другої світової війни, під час якого вони засипали бомбами цілі міста, було б незаконним за сучасним міжнародним правом. Нападники не тільки вжили небагато запобіжних заходів, щоб уникнути жертв серед цивільного населення, але й навмисно цілили в мирних жителів з надією, що цивільні особи, у свою чергу, переконають свої уряди погодитися [28].

Пропорційність

З принципом розмежування військових і цивільних об'єктів тісно пов›язаний принцип пропорційності. Згідно з цим принципом, очікувана військова вигода повинна перевищувати очікувану шкоду цивільним особам та їхньому майну. Стаття 51 (5) (b) АР I забороняє «напад, який, як очікується, спричинить випадкову втрату життя серед цивільного населення, поранення цивільних осіб, пошкодження цивільних об'єктів або їх комбінацію, яка буде надмірною щодо конкретного і очікувалася пряма військова перевага» [24].

Оцінюючи, чи мали місце військові злочини в контексті війни в Іраку 2003 року – зокрема, під час бойової фази між березнем і травнем – прокурор Міжнародного кримінального суду Луїс Морено-Окампо висловив свої погляди на цей правовий принцип. У листі він зазначив, що смерть мирних жителів під час збройного конфлікту, якою б серйозною та сумною вона не була, сама по собі не є військовим злочином. Міжнародне гуманітарне право, що застосовується до збройних конфліктів, і Римський статут Міжнародного кримінального суду дозволяють воюючим сторонам здійснювати пропорційні напади на військові об'єкти, навіть якщо відомо, що загинуть або будуть поранені деякі цивільні особи [29].

Іншими словами, випадкове чи ненавмисне вбивство цивільних осіб не заборонено міжнародним правом. Але шкода цивільним особам, яка явно перевищує очікувану військову перевагу, тобто непропорційна шкода, забороняється.

Подібно вимогам принципу вибірковості, згідно зі статтею 57 АР I, від держав вимагається «робити все можливе», щоб передбачити шкоду цивільному населенню та забезпечити, щоб військова перевага перевищувала цивільну шкоду.

Бажаючи дотримуватися принципів міжнародного гуманітарного права щодо вибірковості та пропорційності, держави прагнули підвищити точність їх націлювання. У цьому відношенні високоточні боєприпаси є своєрідною панацеєю. Вони є корисними у військовій сфері, але, нібито, мінімізують жертви серед цивільного населення і, таким чином, дозволяють державам дотримуватися міжнародних правових зобов'язань. Навіть назва цієї зброї – «розумні бомби» – свідчить про очікування, що вона відповідатиме подвійним вимогам військової користі та міжнародним нормам.

Підтверджуючи обіцянку військової користі, генерал-лейтенант ВПС Бастер Глоссон писав, що, для того, щоб закрити промисловість під час Другої світової війни, ми були змушені націлюватися на цілі комплекси через

неточність нашої зброї; сьогодні нам потрібно було б вразити лише пару ключових будівель. Те, чого ми історично досягали обсягом, тепер можемо виконати з точністю. Зрештою, метою ніколи не було побачити, скільки бомб ми можемо скинути, а отримати результати [30].

Величезні технологічні досягнення у використанні високоточної зброї, а також розвиток інструментів збору повітряної та космічної розвідки значно спростили розрізнення військових і цивільних цілей, а потім ефективне враження військових [31].

Високоточне озброєння, за його словами, є синонімом і засобом дотримання міжнародних принципів вибірковості та пропорційності (Areas are selected based on data fusion from a number of different sensors. See Belur Dasarathy, «Sensor Fusion Potential Exploitation-Innovative Architectures and Illustrative Applications» (області вибираються на основі злиття даних від кількох різних датчиків) [32].

Високотехнологічне озброєння надає військовим більше інформації, за допомогою якої можна відрізнити комбатантів від цивільних. Воно також дозволяє військовим точно виявляти та націлюватися на одних осіб, щадячи інших. При цьому зменшуються або усуваються супутні збитки мирному населенню, обмежуються травмування та смерть осіб, які не є конкретною ціллю атаки.

Україна не може дати симетричну відповідь на російську агресію за кількісним складом. Цього не зможе жодна держава Європи. І європейські держави не прагнуть до цього. Їхня воєнна безпека ґрунтується на системі колективної безпеки і технологічній перевазі. Виходячи з досвіду ведення війни з росією, розвиток та реформування Збройних Сил України потребує переосмислення підходів до їх будівництва. Після успішного застосування високотехнологічного озброєння, отриманого Україною від держав-партнерів, технологічна перевага розглядається як асиметрична відповідь на масоване застосування росією застарілого озброєння. Потрібно шукати такі варіанти технічного оснащення ЗСУ, що дадуть можливість завдати нищівної шкоди противнику при мінімізації шкоди мирному населенню. Необхідно ґрунтовно змінити підходи до побудови ЗСУ. Насамперед, оборонна промисловість України повинна знайти своє місце у процесах розроблення і виробництва високотехнологічного озброєння держав-партнерів.

Автономність

Сучасні технології дозволяють створювати озброєння, що здатне самостійно не лише виявляти і обирати цілі, а також приймати рішення про їх знищення без втручання людини. У зв'язку з цим вважається небезпечним використання цілком автономних систем озброєння. Небезпідставно вважається, що бойові роботи не зможуть відрізнити мирне населення від комбатантів, отже міжнародні правила ведення воєнних дій будуть серйозно порушені.

З огляду на те, що роботи діють відповідно до закладеної в них програми, всі вони мають певну ступінь автономності, тобто вони здатні на якісь дії без втручання людини. Ступінь автономності у роботів буде значно відрізнятися, залежно від моделі. Умовно роботів можна розділити на три категорії: «людина в системі управління» (human in the loop), «людина над системою управління» (human on the loop), «людина поза системи управління» (human out of the loop).

Перша категорія має на увазі, що робот може самостійно виявляти і обирати цілі, але рішення про їх знищення приймає людина-оператор. До другої категорії належать системи, здатні самостійно виявляти і обирати цілі, а також приймати рішення про їх знищення, але людина-оператор у будь-який момент може втрутитися у цей процес і змінити рішення робота. І до третьої категорії (HRW) належать системи, здатні самостійно виявляти і обирати цілі, а також приймати рішення про їх знищення без втручання людини.

Рекомендації щодо можливих методів та засобів протидії окремим видам забороненої зброї

Для ефективної протидії вищезгаданим видам забороненої зброї необхідним є застосування комплексного підходу до впровадження організаційних та воєнно-технічних заходів.

Щодо протидії касетним боєприпасам артилерійських, авіаційних засобів доставки, балістичним та крилатим ракетам

Доцільним є створення системи завчасного виявлення та попередження про ракетну, повітряну небезпеку та артилерійські обстріли, визначення координат засобів вогневого ураження, пусків ракет, прогнозування (обчислення) ймовірних координат об'єктів (цілей) ураження в реальному масштабі часу. Це досягається формуванням єдиного радіолокаційного поля та видаванням актуальної інформації. В якості системоутворюючих елементів пропонується розміщення стаціонарно на баштах (щоглах), природніх височинах мультиспектральних РЛС для виявлення крилатих ракет, керованих реактивних снарядів РСЗВ, БПЛА на загрозливих напрямках якості об'єктового ППО, ПРО. Також можливо розміщення РЛС на висотних літальних апаратах (стратостатах, термопланах, дирижаблях), які баражують в загрозливих районах на висотах 15 − 25 км та забезпечують висвітлення повітряної та наземної обстановки.

В якості засобів активної протидії касетним, термобаричним, запалювальним боєприпасам, пропонується наступне.

Найбільш ефективними вважаються заходи заборони доступу підрозділів та окремих засобів противника в райони пуску балістичних ракет, комплексів РСЗВ, важких вогнеметних систем, вогневих позицій далекобійної артилерії. Тобто заходи контрбатарейної боротьби, завчасного виявлення стартових позицій ОТРК, нанесення вогневого ураження.

Протидія крилатим та балістичним ракетам, керованим реактивним снарядам РСЗВ, які знаходяться в польоті, є окремою нетривіальною задачею. Тим не менше, пропонується застосовувати засоби РЕБ, постановки активних перешкод системам управління та навігації даним зразкам зброї; спуфінг – втручання в канали управління для його перехоплення, внесення хибної інформації в польотне завдання, застосування вибухових генераторів ударного електромагнітного випромінювання для виведення з ладу електронних компонентів бортових систем керування цих зразків зброї та їх носіїв.

Розроблення (модернізація, закупівля) зразків (комплексів, систем) протиповітряної, протиракетної оборони (далі – ППО, ПРО) різного ступеню ешелонування. Доцільним є створення комплекса ППО, аналогічного норвезькому комплексу NASAMS (англ. Norwegian Advanced Surface to Air Missile System). На першому етапі створення цього комплексу доцільним є застосування авіаційних керованих ракет середньої дальності Р-27 класу «повітря-повітря», які є наближеним аналогом ракети AIM-120A AMRAAM (англ. Advanced Medium-Range Air-to-Air Missile) і виробляються в Україні та в якості радіолокаційної системи бортової РЛС винищувача СУ-27, або іншої сумісної РЛС, з кращими параметрами. В якості самохідної бази доцільно використати серійне гусеничне або колісне шасі залежно від тактико-технічних вимог.

Застосування зенітних артилерійських установок модернізованих ШИЛКА ЗУ 23-2, ЗРГК «Тунгуска», аналогів ЗРГК «Панцир-С1», ЗСУ Gepard, які використовують боєприпаси з програмованим підривом, збільшує ефективність ураження високоманевруючих швидкісних або малопомітних цілей та скорочує розхід боєприпасів. В подальшому доцільно перейти на більш потужні боєприпаси калібру 35 мм згідно зі стандартами НАТО.

В середньостроковій перспективі пріоритетним є створення єдиної автоматизованої системи управління Збройними Силами України (ЄАСУ ЗС України) як основи системи управління силами оборони держави, з урахуванням проєктних рішень C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance − Управління, контроль, зв›язок, збір та комп'ютерна обробка інформації, спостереження та розвідка) та стандартів країн-членів НАТО. В якості елементів активної протидії доцільно застосовувати вищезгадані засоби. Певні елементи такої системи як єдиного «цифрового» поля бою, з функцією висвітлення актуальної обстановки в масштабах країни можливо реалізувати вже сьогодні, застосовуючи приватно-державну кооперацію, спираючись на досвід впровадження волонтерських проєктів, таких як система розвідки та управління вогнем артилерії «Арта», «Кропива» та подібних. Забезпечення стійким зв'язком та передаванням даних – комбінованим способом, з використанням існуючих радіорелейних, сотових, оптоволоконних мереж та супутникового зв'язку і передачі даних, наприклад «Starlink». В дану систему необхідно підключити цивільний «контур» (з урахуванням обмежень щодо обміну інформації) для забезпечення функціонування системи оповіщення цивільного населення про ракетний напад, повітряну, хімічну, біологічну, мінну та будь-яку іншу небезпеку техногенного або природнього характеру. Для цивільних ця вкрай необхідна інформація має бути доступна через мобільні додатки центральних органів виконавчої влади, наприклад, «Дію».

Індивідуальний захист від уражаючих елементів касетних боєприпасів та мін

Необхідним є розроблення та виробництво в найкоротші строки засобів індивідуального захисту, наприклад індивідуального протиосколкового комбінезону для військовослужбовців, який виконаний зі спеціальної балістичної арамідної (кевларової) тканини. Він має бути здатний захистити вояка від уламків снарядів та мін, що летять зі швидкістю до 150 м/с при масі 1 грам та (опціонально) має витримувати дію відкритого полум'я протягом 10 − 30 секунд, а також необхідно розробити для військовослужбовців модифікації взуття з протимінним захистом (принаймні від мін ПФМ-1(с)).

Захист військових підрозділів та цивільного населення від запалювальної зброї

Доцільним є укомплектування індивідуальними засобами пожежогасіння однократної дії, які містять речовини у форму порошку або гелю, здатні гасити високотемпературні запальні суміші, сполуки фосфору або магнієві, термітні сплави.

Захист військових підрозділів та цивільного населення від термобаричної зброї

Необхіні організія заходів своєчасного попередження про загрозу застосування такої зброї та створення укриттів, сховищ підвищеної міцності з автономної герметичною системою вентиляції. Вплив ударної хвилі від таких боєприпасів зменшується блокуванням властивості вибухової суміші оминати перешкоди, затікати в природні та штучні порожнини, підземні бункери, бліндажі, окопи, траншеї, зворотні скати висот, природні пониження рельєфу, рови, яри, балки.

Індивідуальний захист від лазерної зброї

Необхідним є розроблення та виробництво захисних окулярів для захисту органів зору від лазерного опромінювання.

Коротка характеристика окремих видів забороненої зброї та боєприпасів, які застосовувались в сучасних конфліктах

Авіаційні касетні боєприпаси:

РБК-500 – Авіаційна разова бомбова касета, споряджується суббоєприпасами АО-2,5 або ШОАБ-0,5;

АО-2,5 (РТ, РТМ) − осколковий суббоєприпас масою 2,5 кілограми, РБК-500 містить 108 осколкових суббоєприпасів АО-2,5;

ШОАБ-0,5 – кулькова осколкова авіаційна бомба (шариковая осколочная авиабомба);

DPICM – Dual-Purpose Improved Conventional Munition – удосконалений звичайний боєприпас подвійного призначення;

BLG66 Belouga – авіаційна бомбова касета французького виробництва, розроблена в 1978 р. фірмами Matra S.A. та Thomson Brandt Armements. Вага зарядженої касети 290 кг, довжина 3,3 м, діаметр 0,36 мм, основа підвіски 356 мм (стандартна для країн НАТО). Касета споряджається 151 суббоєприпасами сферичної форми. Вага суббоєприпасу 12 кг, діаметр 66 мм. Бомби та механізми їх викидання розміщені у циліндричній частині корпусу блоками по 8 штук. Бомбова касета Belouga розрахована на бойове застосування з висот 60 − 120 м при швидкостях польоту літака-носія 630 − 1000 км/год, при навантаженнях до 8,5 г в діапазоні температур від -30 до +70 °С. При зазначених умовах бомби з однієї касети розсіюються на площі 120 − 40 м або 240 − 40 м. Довжина ділянки, що уражається, 120 або 240 м вибирається

в залежності від розв'язуваного завдання і задається льотчиком перед бомбометанням. На винищувачі Mirage F-1 можна підвішувати до шести касет.

CBU-87 Combined Effects Munition (CEM) − касетна авіаційна бомба вільнопадаюча (CBU − Cluster Bomb Unit). Базова модифікація CBU-87 призначена для скидання з літака на будь-якій висоті та при будь-якій швидкості вітру. Залежно від швидкості обертання та висоти, на якій касета відкривається, він може покривати площу від 20×20 метрів (низька висота викиду та повільна швидкість обертання) до 120×240 метрів (велика висота викиду та висока швидкість обертання). CBU-87 складається з касети SUU-65B, 202 суббоєприпасів BLU-97/B. Кожний суббоєприпас являє собою жовтий циліндр довжиною 20 сантиметрів і діаметром 6 сантиметрів. Суббоєприпаси BLU-97/B бронебійно-осколкові. CBU-87 також може бути оснащений додатковим датчиком наближення FZU-39/B з 10 установками висоти спрацювання. Вага CBU-87 − 431 кг. CBU-103 – коригуєма версія CBU-87, використовується в поєднанні з хвостовим комплектом наведення боєприпасів з корекцією впливу вітру;

BL755 − британська касетна бомба вільного падіння з осколковими та протитанковими суббоєприпасами; маса − 246 кг, споряджалась суббоєприпасами до 147 шт. Бомба BL755 розроблена у 1960-х роках для знищення живої сили противника та бронетехніки. Уражаючі елементи здатні пробивати сталеву броню товщиною до 250 мм. Бомба, відповідно до тодішньої тактики RAF, була пристосована для скидання з малої висоти. Усього під час виробництва було випущено чотири основні варіанти бомби: Mk.1 (базовий варіант), Mk. 2, Mk. 3 та Mk. 4. Бомбу BL755 могли нести багато типів літаків, у тому числі: Phantom FGR.2, BAE Hawk та PANAVIA Tornado. З огляду на високу бойову цінність використовувалась також авіацією Індії, Західної Німеччини, а пізніше і Сербії.

Касетні боєприпаси для ОТРК, РСЗВ

М-14 – реактивна система залпового вогню радянського виробництва. Пускова установка – бойова машина БМ–14 (індекс ГРАУ – 8У32) для пуску 140-мм турбореактивних снарядів М-14-ОФ, була прийнята на озброєння Радянською Армією в 1952 році, у 1955 році на озброєння було прийнято хімічний снаряд МС-14, у 1958 році – снаряд М-14Д для постановки димових завіс. Ця система протягом тривалого часу випускалася радянською оборонною промисловістю і, крім Радянської Армії, постачалась до країн-учасниць Варшавського договору, а також до Алжиру, Анголи, Камбоджи (є варіант на гусеничному шасі), Китаю, Єгипту, КНДР, Сомалі, Сирії, В›єтнаму та Лаосу.

Orkan М-87 – РСЗВ калібру 262 мм югославського виробництва.

9М79-1 – твердопаливна одноступінчаста ракета ракетного комплексу 9К79-1 «Точка-У», зі збільшеною дальністю польоту до 120 км.

9К79-1 «Точка-У» – радянський тактичний ракетний комплекс, який почав надходити на озброєння у 1989 році. Дальність польоту ракет збільшена з 70 до 120 км. Комплекс використовує ракети з боєголовками масою 482 кг.

9Н123К – касетна боєголовка ракети 9М79-1, несе уламкову бойову частину з 50 суббоєприпасами (осколковими елементами вагою 7,45 кілограм кожен, з них 1,5 кг – вибухова речовина). Стабілізація суббоєприпасів в падінні здійснюється стрічковими парашутами. Кожен суббоєприпас розсіює 316 осколків на невелику площу, однак завдяки розкриттю касети на висоті близько 2200 − 2250 метрів одна бойова частина 9Н123К здатна уразити осколками цілі на площі до 7 гектарів

9М27К – 220-мм реактивний снаряд з касетними боєприпасами для реактивних систем залпового вогню (РСЗВ) 9К57 «Ураган», тип БЧ – касетна, з осколковими бойовими елементами, дальність стрільби − від 10 до 35 км.

9М55К, 9М525 – 300-мм реактивний снаряд до РСЗВ 9К58 «Смерч» та модернізованого 9К515 «Торнадо-С».

Тип БЧ – касетна 9Н139 з осколковими бойовими елементами 9Н235; дальність стрільби − від 25 до 70 км; бойові елементи 9Н235 – 72 шт., маса БЕ – 1,81 кг; розміри − діаметр 69 мм, довжина – 270 мм; маса ВВ – 0,32 кг; осколки – у вигляді роликів: вагою 4,2 г – 96 шт., вагою 0,8 г – 360 шт.

9М531 – 300-мм реактивний снаряд з касетною головною частиною, оснащеною кумулятивно-уламковими бойовими елементами (БЕ):

дальність стрільби − від 25 до 90 км; кумулятивно-осколкові БЕ 3Б30 – 616 шт. (за іншими даними – 588 шт.); маса БЕ – 0,24 кг; маса вибухової речовини (ВР) – 0,035 кг; розміри – діаметр 43 мм, довжина – 118 мм; бронепробиття – 120 мм гомогенної броні.

Засоби дистанційного мінування:

9М27К3 «Инкубатор» – 220-мм реактивний снаряд для РСЗВ 9К57 «Ураган» (модифікація касетного боєприпасу), застосовується для дистанційного мінування місцевості, комплектується головною частиною 9Н128К3, яка містить 12 касет КПФМ-1М, кожна касета містить 26 протипіхотних мін ПФМ-1 (ПФМ-1с);

КМГУ – авіаційна касета для дистанційного мінування, у кожній касеті споряджається 64 мінами ПФМ-1(с). Штурмовик Су-25 здатний нести до 6 касет, фронтовий бомбардувальник Су-24 до 7 касет;

«Земледелие» – інженерна система дистанційного мінування (ІСДМ). Зовні система нагадує РСЗВ «Град» і «Торнадо-Г», для мінування використовуються боєприпаси калібру 122 мм з двигуном на твердому паливі, споряджені різними типами мін (протипіхотними і протитанковими). Кожна міна обладнана програмованими самоліквідаторами. ІСДМ змонтована на колісному шасі високої прохідності КАМАЗ-63501, кількості направляючих – 50, дальність мінування від 5 до 15 кілометрів.

Протипіхотні, протитанкові міни, інші вибухові пристрої:

ПМН-2 – протипіхотна фугасна міна натискної дії, призначена для виведення з ладу особового складу противника. Ураження людині наноситься за рахунок руйнування нижньої частини ноги (стопи) при підриві заряду міни в момент наступу ногою на нажимну кришку міни. Вага міни – 0,4 кг, вага вибухової речовини (ТГ-40) – 0,1 кг, спосіб встановлення – мінним загороджувачем ПМЗ-4П або вручну;

ПОМ-3 «Медальйон» – міна протипіхотна осколкова, вистрибуюча, кругового ураження, з напівготовими вражаючими елементами, керованої дії, призначена для ураження особового складу противника;

ПФМ-1 (ПФМ-1с) «Лепесток» – найпростіший протипіхотний боєприпас (протипіхотна фугасна міна) мінімальних розмірів, легкий пластиковий корпус містить 40 г вибухової речовини, детонатор натискної дії, стає на бойовий взвод протягом 1 − 10 хвилин після скидання. Для варіанту ПФМ-1с передбачено самоліквідатор, який спрацьовує через 1 − 40 годин після взводу.

Термобаричні (об'ємно детонуючи) боєприпаси:

ОДАБ-500П − об'ємно-детонуюча авіабомба радянського, пізніше − російського виробництва, є різновидом фугасних авіабомб і призначена для ураження живої сили та техніки, а також для розмінування місцевості. Застосовується з висот від 200 до 1000 метрів при швидкості літака-носія до 1100 км/год. Під час вибуху в епіцентрі за фронтом вибухової хвилі тиск складає 30 атмосфер, а радіус ураження − 30 метрів. При цьому енергія ударної хвилі зберігає дію ураження на великій відстані;

ТОС-1 «Буратіно», ТОС-1А «Солнцепек» − важка вогнеметна система залпового вогню, призначена для вогневої підтримки піхоти і танків, ураження живої сили противника, відкритих і закритих вогневих позицій у різних видах наступального і оборонного бою, а також для виведення з ладу легкоброньованої техніки та транспортних засобів. ТОС-1А «Солнцепек» на бойовій машині (на базі танка Т-90) має 24 напрямних для запуску ракет (ТОС-1 «Буратіно» на шасі основного бойового танка Т-72 − 30 напрямних), застосовує некеровані реактивні снаряди МО.1.01.04М (калібр 220мм, довжина 3700 мм, вага 217 кг), ефективна дальність дії ТОС-1А з ураження цілей складає приблизно 6000 м (за деякими даними – до 10000 м);

ТОС-2 «Тосочка» – подальший розвиток ТОС-1 «Буратіно» та ТОС-1А «Солнцепек».

Установка змонтована на новому шасі Урал-63706 з повним приводом і броньованою кабіною, має кран для перевантаження реактивних снарядів та нову систему управління вогнем. Новий боєприпас має збільшену дальність (з 6 км до 15 км), влучність стрільби та площу ураження.

Запалювальні боєприпаси для РСЗВ та авіаційні:

9М22С − запалювальний реактивний снаряд, має бойову частину 9Н510 яка містить 180 готових запалювальних елементів. Основне призначення снаряду – підпал пожежі на великій площі з рослинністю або іншим горючим матеріалом. Запалювальні елементи виготовлені з магнієвого сплаву МЛ-5, мають форму шестигранної призми, заповнені піротехнічною сумішшю. Запальні елементи, що горять, розсіюються на площі близько 6400 м^2 (80х80 м), створюючи вогнища пожежі. Тривалість горіння кожного елемента становить не менше 2 хв., максимальна дальність − 19,89 км;

ОФЗАБ-500 − осколково-фугасно-запальна авіаційна бомба, призначена для ураження легкоброньованої та легкоуразливої техніки, складів ПММ та інших цілей за рахунок комбінованого впливу фугасного, осколкового та термічного полів. Застосовується з висот 300 – 20000 м при швидкостях 100 – 1200 км/год. Маса бомби − 500 кг, маса ВР − 250 кг запальної суміші + 37,5 кг ОФ; температура в епіцентрі вибуху сягає 900 градусів, а максимальний радіус ураження – до 290 метрів.

Лазерна зброя:

«Задіра-16» та «Пересвєт» – комплекси лазерної зброї російського виробництва. Є повідомлення російських ЗМІ про окремі випадки застосування цих систем в рф. Підтверджені характеристики та факти застосування цієї зброї в Україні наразі невідомі.

ВИСНОВКИ

Досвід широкомасштабної агресії російської федерації підтверджує, що заборонені види зброї, особливо касетні боєприпаси та міни різних видів, залишаються причиною численних людських жертв і руйнування житлових будинків та об'єктів інфраструктури під час ведення бойових дій різного ступеню інтенсивності. Небезпека застосування такої зброї підсилюється тим, що за останні десятиліття війна перемістилася ближче до населених пунктів. Ця тенденція стерла межу між комбатантами та цивільним населенням і ускладнила розрізнення між законними та незаконними цілями. У зв'язку з цим набувають неабиякої актуальності два значущі аспекти законів війни – принципи вибірковості та пропорційності, що визначено у статтях 48 і 51 Додаткового протоколу до Женевської конвенції.

Розглянуто перспективи зменшення побічних втрат цивільного населення шляхом застосування організаційних та технічних методів та засобів захисту від забороненої зброї, а також контрзаходів активного впливу, зокрема, необхідності застосування високотехнологічної зброї.

Прийняття у 1980 році II та III протоколів до Конвенції про деякі види звичайних озброєнь, в 1997 р. «Конвенції про заборону застосування, накопичення запасів, виробництво і передачу протипіхотних мін та про їх знищення» спонукає держави всього світу утримуватись від застосування таких видів озброєння. З іншого боку Оттавська та інші конвенції виявились каталізатором процесів розвитку високотехнологічної зброї, переведення її на якісно новий рівень «інтелектуалізації». Це дало можливість створювати зброю, що задовольняє вимогам щодо вибірковості і пропорційності, але разом з тим породило нову проблему у сфері міжнародного гуманітарного права – з'явилося озброєння, здатне самостійно не лише виявляти і обирати цілі, а й приймати рішення про їх знищення без втручання людини. У зв'язку з цим вважається небезпечним використання цілком автономних систем озброєння. У першу чергу, це обумовлено тим, що самі документи міжнародного гуманітарного права недостатньо досконалі, містять багато прогалин щодо застосування нових видів зброї проти цивільного населення, житлових будинків та об'єктів інфраструктури. Це дозволяє країнам, особливо виробникам зброї з достатніми фінансовими можливостями, розробляти та приймати на озброєння види зброї, які мають набагато більші уражаючі властивості, є більш чутливими, здатними самостійно вибирати ціль і вражати її в найдоцільніший момент.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з вивченням процесу «інтелектуалізації» різних видів зброї, тактики і порядку її застосування, розробленням контрзаходів та засобів протидії з використанням сучасних та перспективних технологій і дистанційних методів впливу для зменшення летальності військових і цивільних, збереження цивільної інфраструктури.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Звіт Інституту глобальної публічної політики. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.gppi.net/media/GPPi_Schneider_Luetkefend_2019_Nowhere_to_Hide_Web.pdf. (Дата звернення: 30.03.2022).
2. Нова норма. У Сирії тривають атаки із застосуванням хімічної зброї. Сирійсько-американське медичне товариство. Лютий 2016 року.
3. Доповідь Незалежної міжнародної комісії з розслідування подій в Сирійській Арабській Республіці: A/HRC/28/69. Human Rights Council. 5 лютого 2015. С. 5.
4. Bodies scattered all over: Syrian gas attack kills and poisons scores. Middle East Eye. Available at: https:/www.middleeasteye.net/news/gas-attack-kills-18-syrias-idlib-observatory-1708105490.
5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.kavkaz-uzel.eu/articles/226144/.
6. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.pravda.com.ua/news/2015/01/14/7054948/.
7. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mil.in.ua/uk/news/z-yavylos-video-zastosuvannya-tos-1-virmeniyi-proty-azerbajdzhanu/.
8. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://armamentresearch.com/9m22s-incendiary-rocket-components-documented-in-eastern-ukraine/.
9. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mil.in.ua/uk/articles/ne-fosfor-rosiya-vykor1ystovuye-po-ukrayini-zapalni-snaryady-9m22s/.
10. Офіційний електронний ресурс Державної прикордонної служби України. [Електронний ресурс] − Режим доступу: https://dpsu.gov.ua/ua/news/CHergova-ymovirno-lazerna-ataka-okupantiv-proti-prikordonnikiv/.
11. Куртсеітов Т.Л., Мосов С.П., Трембовецький М.П., Ясько В.А. Мінна зброя у фокусі сучасних війн і збройних конфліктів. Наук.-техн. збірн. Науково-дослідного центру Генерального штабу Збройних Сил України 2020. № 2(69). С. 116—121.
12. Валецкий О.В. Минное оружие: вопросы минирования и разминирования. М.: Крафт. 2009. 576 с.
13. Потери российских военных в Чечне – официальные и неофициальные данные. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.svoboda.org/a/24185620.html (дата звернення: 28.03.2023).
14. Нероба В. Роль мінної зброї в сучасних війнах і прикордонних конфліктах. Зб. наук. пр. Нац. акад. прикордонної служби України. 2019. № 3(81). С. 155—171.
15. Мінна загроза: щодесята жертва підривів – дитина. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.mil.gov.ua/news/2019/02/06/minna- zagroza-shhodesyata-zhertva-pidriviv-ditina/ (Дата звернення: 30.03.2022).
16. ООН: Україна на першому місці за кількістю смертей від вибухів мін. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.pravda.com.ua/news/2017/12/5/7164284/. (Дата звернення: 30.03.2022).
17. Валецкий О.В. Югославская война 1991–1995 гг. М.: Крафт. 2008. 528 с.
18. Use of cluster bombs. Cluster munition coalition. Available at: http://www.stopclustermunitions.org/en-gb/cluster-bombs/use-of-cluster-bombs/a-timeline-of-cluster-bomb-use.aspx.
19. Docherty, B. russia's use of cluster munitions and other explosive weapons shows need for stronger civilian protections. Available at: https://www.hrw.org/news/2022/03/21/russias-use-cluster-munitions-and-other-explosive-weapons-shows-need-stronger.
20. Звіт про жертви серед цивільного населення Моніторингової місії ООН з прав людини в Україні. [Електронний ресурс] − Режим доступу: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/EN_32.pdf.
21. Human Rights Watch. Available at: https://www.hrw.org/news/2022/03/17/ukraine-cluster-munitions-repeatedly-used-mykolaiv.
22. Міжнародний комітет Червоного Хреста. [Електронний ресурс] − Режим доступу: https://www.icrc.org/eng/war-and-law/index.jsp, (дата звернення: 30.03.2022).
23. Інтерпретаційні рекомендації щодо поняття прямої участі у військових діях відповідно до МГП. Міжнародний огляд Червоного Хреста 90 (грудень 2008 р.). С. 991—1047; у 1021.
24. Додатковий протокол до Женевських конвенцій від 12 серпня 1949 року, що стосується захисту жертв міжнародних збройних конфліктів (Протокол I, 8 червня 1977 року). [Електронний ресурс] − Режим доступу: https://ihl-databases.icrc.org/applic/ihl/ihl.nsf/ART/470-750061?OpenDocument. (Дата звернення: 30.03.2022).
25. Конвенція (III) про поводження з військовополоненими. Конфлікти неміжнародного характеру. Женева, 12 серпня 1949 року. [Електронний ресурс] − Режим доступу: http://www.icrc.org/ihl.nsf/WebART/375-590006. (Дата звернення: 30.03.2022).
26. МКЧХ. Інтерпретаційні рекомендації щодо поняття прямої участі у військових діях відповідно до МГП. (Грудень 2008). С. 991—1047.
27. Звичаєве міжнародне гуманітарне право, березень 2005 р. [Електронний ресурс] − Режим доступу: http://www.icrc.org/ihl.nsf/FULL/612?OpenDocument. (Дата звернення: 30.03.2022).
28. Тамі Девіс Біддл. Риторика та реальність у повітряній війні: еволюція британських та амери-

канських ідей про стратегічні бомбардування, 1914–45. Прінстон: Прінстон Юнів. Прес. 2004.
29. Прокурор Міжнар. кримінального суду Луїс Морено-Окампо. Листи до відправників щодо Іраку (9 лютого 2006 р.).
30. Ген-л-т Бастер Глоссон. Вплив високоточної зброї на повітряні бойові дії. Airpower J. (Весна 1993). С. 4—10.
31. Філліп Мейлінгер. Точна аерокосмічна дискримінація за потужністю та майбутнє війни. Aerospace Power J. 2001. № 15. С. 1—2.
32. Belur Dasarathy. Sensor Fusion Potential Exploitation-Innovative Architectures and Illustrative Applications. Proc. of the IEEE 85 (January 1997). Pp. 24—38.

REFERENCES

1. Report Global Public Policy Institute (GPPi). Available at: https://www.gppi.net/media/GPPi_Schneider_Luetkefend_2019_Nowhere_to_Hide_Web.pdf (accessed: 30.03.2022).
2. A New Normal. Ongoing Chemical Weapons Attacks in Syria. Syrian American Medical Society. February 2016. Available at: https://www.sams-usa.net/reports/a-new-normal-ongoing-chemical-weapons-attacks-in-syria.
3. A/HRC/28/69. Report of the Independent Intern. Commission of Inquiry on the Syrian Arab Republic. Human Rights Council. 5 February 2015. P. 5.
4. Bodies scattered all over: Syrian gas attack kills and poisons scores. Middle East Eye. Available at: https:/www.middleeasteye.net/news/gas-attack-kills-18-syrias-idlib-observatory-1708105490.
5. URL: https://www.kavkaz-uzel.eu/articles/226144/.
6. URL: https://www.pravda.com.ua/news/2015/01/14/7054948/.
7. URL: https://mil.in.ua/uk/news/z-yavylos-video-zastosuvannya-tos-1-virmeniyi-proty-azerbajdzhanu/.
8. URL: http://armamentresearch.com/9m22s-incendiary-rocket-components-documented-in-eastern-ukraine/.
9. URL: https://mil.in.ua/uk/articles/ne-fosfor-rosiya-vykor1ystovuye-po-ukrayini-zapalni-snaryady-9m22s/.
10. URL: https://dpsu.gov.ua/ua/news/CHergova-ymovirno-lazerna-ataka-okupantiv-proti-prikordonnikiv/.
11. Kurtseitov, T.L., Mosov, S.P., Trembovetskyi, M.P. & Yasko, V.A. Mine weapons in the focus of modern wars and armed conflicts.
12. Valetsky, O.V. (2009). Mining weapons: questions of mining and demining. M.: Kraft. 576 p.
13. russian military losses in Chechnya − official and unofficial data. Avaiable at: https://www.svoboda.org/a/24185620.html (accessed: 28.03.2023).
14. Neroba, V. (2019). The Role of Mining Weapons in the Modern Wars and Border Conflicts. Coll. of scientific works Nat. Acad. of the State Border Service of Ukraine named after Bohdan Khmelnytskyi. № 3(81). Pp. 155—171.
15. Minna zagroza-shhodesyata-zhertva-pidriviv-ditina. Available at: http://www.mil.gov.ua/news/2019/02/06/minna- zagroza-shhodesyata-zhertva-pidriviv-ditina. (Accessed: 30.03.2022).
16. UN: Ukraine ranks first in the number of deaths from mine explosions. Avaiable at: https://www.pravda.com.ua/news/ 2017/12/5/7164284/. (Accessed: 30.03.2022).
17. Valetsky, O.V. (2008). Yugoslav War 1991–1995. M.: Kraft. 528 p.
18. Use of cluster bombs. Cluster munition coalition. Available at: http://www.stopclustermunitions.org/en-gb/cluster-bombs/use-of-cluster-bombs/a-timeline-of-cluster-bomb-use.aspx.
19. Docherty, B. russia's use of cluster munitions and other explosive weapons shows need for stronger civilian protections. Available at: https://www.hrw.org/news/2022/03/21/russias-use-cluster-munitions-and-other-explosive-weapons-shows-need-stronger.
20. Civilian casualty report United Nations human rights monitoring mission in Ukraine. Avaiable at: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/EN_32.pdf.
21. Human Rights Watch. Available at: https://www.hrw.org/news/2022/03/17/ukraine-cluster-munitions-repeatedly-used-mykolaiv.
22. Intern. Committee of the Red Cross. Available at: https://www.icrc.org/eng/war-and-law/index.jsp. (Accessed: 30.03.2022).
23. ICRC. Interpretive Guidance on the Notion of Direct Participation in Hostilities under IHL. Intern. Review of the Red Cross 90 (December 2008). Pp. 991—1047; at 1021.
24. Protocol Additional to the Geneva Conventions of 12 August 1949 and relating to the Protection of Victims of Intern. Armed Conflicts (Protocol I, 8 June 1977. Available at: https://ihl-databases.icrc.org/applic/ihl/ihl.nsf/ART/470-750061?OpenDocument. (Accessed: 30.03.2022).
25. Convention (III) relative to the Treatment of Prisoners of War. Geneva, 12 August 1949. Available at: https://www.icrc.org/ihl.nsf/WebART/375-590006. (Accessed: 30.03.2022).
26. ICRC. Interpretive Guidance on the Notion of Direct Participation in Hostilities under IHL. Intern. Review of the Red Cross 90 (December 2008). Pp. 991—1047.
27. Customary Intern. Humanitarian Law, March 2005). Available at: http://www.icrc.org/ihl.nsf/FULL/612?OpenDocument. (Accessed: 30.03.2022).
28. Tami Davis Biddle, Rhetoric and Reality in Air Warfare: The Evolution of British and American Ideas about Strategic Bombing, 1914–45 (Princeton, NJ, Princeton Univ. Press, 2004).
29. Prosecutor of the Intern. Criminal Court Luis Moreno-Ocampo. Letters to Senders regarding Iraq (February 9, 2006). (Accessed 09.02.2006).
30. Lt. Gen. Buster Glosson. Impact of Precision Weapons on Air Combat Operations, Airpower J. (Summer 1993). Pp. 4—10.

31. Phillip Meilinger (2001). Precision Aerospace Power Discrimination, and the Future of Warfare. Aerospace Power J. № 15. Pp. 1—2.
32. Belur Dasarathy. Sensor Fusion Potential Exploitation-Innovative Architectures and Illustrative Applications. Proc. of the IEEE 85 (January 1997). Pp. 24—38.

Dykhanovskyi V., Pochernin S.

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF CERTAIN TYPES FORBIDDEN WEAPONS IN MODERN MILITARY CONFLICTS

The article analyzes the use of certain types of prohibited weapons in modern conflicts during the period from 1991 to the present, including the facts of the use of such weapons by the russian federation during the large-scale aggression against Ukraine. A list of types of prohibited weapons, ammunition, as well as their impact on the increase in human casualties and destruction of residential buildings and infrastructure is presented. It is shown that the danger of the use of such weapons is exacerbated by the fact that in recent decades the war has moved closer to populated areas. This trend has blurred the line between combatants and civilians and made it more difficult to distinguish between legitimate and illegitimate targets. Some legal aspects of the use of prohibited weapons are examined, particularly with respect to the requirements of international humanitarian law regarding selectivity and proportionality. The prospects for reducing collateral civilian casualties through the use of organizational and technical methods and means of protection, as well as countermeasures of active effect, and the need for high-tech weapons are considered. Adoption of II and III Protocols to the Certain Convention encouraged states all over the world to refrain from using such weapons. The possibility of creating weapons that meet the requirements of selectivity and proportionality, but at the same time it has created a new problem in the sphere of international humanitarian law – there are weapons that are capable independently not only to identify and select targets, but also to make decisions about their destruction without human intervention. In this regard, the use of fully autonomous weapon systems is considered dangerous. Prospects for further research are connected with the study of the process of «intellectualization» of various kinds of weapons, tactics and procedures of their use, the development of countermeasures and countermeasures using modern and advanced technologies and remote influence methods to reduce the lethality of military and civilian, to preserve civilian infrastructure.

Keywords: *protected weapon, thermobaric ammunition, mine, cluster bomb, submunition, high-precision weapon, collateral damage, convention, international humanitarian law.*

Відомості про авторів:
Дихановський Віктор Миколайович
доктор технічних наук
старший науковий співробітник
начальник науково-дослідного відділу науково-методичного забезпечення розроблення і реалізації програм розвитку озброєння та військової техніки та державного оборонного замовлення науково-дослідного управління воєнно-технічної політики Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України,
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-1600-3973
e-mail: 044873@ukr.net

Почернін Сергій Петрович
старший науковий співробітник науково-дослідного відділу формування пріоритетних напрямків воєнно-технічної політики науково-дослідного управління воєнно-технічної політики Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України,
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0002-0002-4808-3259
e-mail: sergiomrc28@gmail.com

Information about the authors:
Viktor Dykhanovskyi
Doctor of Technical Sciences
Senior Research Fellow
Head of research department of scientific and methodological support for the development and implementation of programs for the development of armaments and military equipment and the state defense order of the research directorate of military-technical policy of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-1600-3973
e-mail: 044873@ukr.net

Serhii Pochernin
Senior Research Fellow of research department for the formation of priority areas of military and technical policy of the research directorate of military-technical policy of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0002-0002-4808-3259
e-mail: sergiomrc28@gmail.com

УДК 623.451.4.083.1
https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).43-56

В. Л. БОГДАНОВ, *академік НАН України, доктор фізико-математичних наук*
https://orcid.org/0000-0001-9864-9120
(НАН України, м. Київ)

О. Я. ГРИГОРЕНКО, *член-кореспондент НАН України, доктор фізико-математичних наук, професор*
https://orcid.org/0000-0002-4109-2672
(Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, м. Київ)

І. Б. ЧЕПКОВ, *доктор технічних наук, професор*
https://orcid.org/0000-0002-4294-4152

І. В. ОДНОРАЛОВ, *доктор технічних наук, старший науковий співробітник*
https://orcid.org/0000-0002-7151-3175
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

В. В. КРЕМЕНИЦЬКИЙ, *кандидат фізико-математичних наук*
https://orcid.org/0000-0003-1448-6323

С. О. СПЕРКАЧ, *кандидат фізико-математичних наук*
https://orcid.org/0000-0003-3168-6300

В. С. ТРАЧЕВСЬКИЙ, *кандидат хімічних наук*
https://orcid.org/0000-0003-0590-5223
(Технічний центр НАН України, м. Київ)

АНАЛІЗ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛЕВИХ ФРАГМЕНТІВ КОРПУСІВ АРТИЛЕРІЙСЬКИХ СНАРЯДІВ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ПІДХОДУ

В статі представлено аналіз існуючих методів дослідження металевих матеріалів та обгрунтування доцільності застосування растрової електронної мікроскопії та рентгенівського мікроаналізу, а також оптико-емісійної та Фур'є ЕПР спектрометрії як найбільш ефективних та інформативних методів дослідження мікроструктурних характеристик твердого тіла.

Наведено результати порівняльного аналізу фізико-хімічних характеристик фрагментів 152-мм осколково-фугасних снарядів ОФ-29, виготовлених з різних за походженням матеріалів (далі фрагмент штатного снаряда та фрагмент експериментального снаряда), отриманих в ході апаратних досліджень із застосуванням:

– скануючого електронного мікроскопу JSM-6490LV з енергодисперсійним спектрометром INKA Energy 350XT;

– оптико-емісійного спектрометру;

– Фур'є ЕПР спектрометру ELEXIS SERIA E 580-10/12.

Ключові слова: *артилерійський снаряд, фізико-хімічні характеристики твердого тіла, фрагмент снаряда.*

ВСТУП

Тема забезпечення Збройних Сил України новітніми боєприпасами є надактуальною, тому держава активно розвиває власну боєприпасну галузь, залучаючи до реалізації боєприпасної програми підприємства як державної, так і приватної форми власності.

При цьому, у зв'язку з розірванням сталих кооперацій-них зв'язків з рф в частині постачання спеціальних матеріалів, постає питання активного **імпортозаміщення та диверсифікації** їх постачання з урахуванням можливостей промисловості країн-партнерів. І тут **виникає проблема відповідності цих матеріалів заданим вимогам.**

Таким чином, питання пошуку ефективних технологій аналізу відповідності матеріалів, отриманих в рамках програм імпортозаміщення та диверсифікації постачання, вимогам діючої конструкторської та технологічної документації висувається на передній план у питанні сталого розвитку та забезпечення матеріалами вітчизняної боєприпасної галузі.

Метою роботи є:

– **аналіз існуючих методів** дослідження металевих матеріалів, зокрема для виготовлення корпусів снарядів, та вибір оптимальних методів дослідження;

– **порівняльні дослідження матеріалу** фрагментів корпусів снарядів, виготовлених як з традиційних матеріалів, так і з матеріалів, отриманих в результаті імпортозаміщення та диверсифікації постачання;

– **доведення ефективності методів** сканівної електронної мікроскопії і рентгенівського мікроаналізу, методів ЕПР-спектроскопії для дослідження матеріалів корпусів снарядів та можливості використання цих методів для діагностичного супроводження розроблених технологій заданого дроблення при виготовлені боєприпасів.

Нижче наведені результати досліджень, отриманих фахівцями Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України, Технічного центру НАН України та Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України.

1. Аналіз існуючих методів дослідження металевих матеріалів та вибір оптимальних інструментів досліджень, зокрема для порівняльного аналізу фрагментів корпусів снарядів, виготовлених як з традиційних матеріалів, так і матеріалів, отриманих в результаті імпортозаміщення та диверсифікації постачання.

Найбільш затребуваними та часто використовуваними методами дослідження твердого тіла, у тому числі металів, є атомно-абсорбційний спектральний аналіз, атомно-емісійна спектроскопія (у тому числі лазерно-іскрова емісійна спектрометрія, як один із методів

атомно-емісійного спектрального аналізу), мас-спектрометрія, мас-спектрометрія з прямою лазерною десорбцією, ЕПР-спектроскопія (електронний парамагнітний резонанс), оптична мікроскопія, скануюча електронна мікроскопія, рентгенівський мікроаналіз, атомна-силова мікроскопія, флуоресцентна спектроскопія.

Атомно-абсорбційний спектральний аналіз − метод аналізу, який проводиться за селективним поглинанням світла атомами речовини, переведеної в атомарний газоподібний стан. Випромінювання від джерела світла, проходячи через пари речовини на частотах, які співпадають із частотою переходу електрона з основного рівня на найбільш близький до нього, поглинається (резонансна лінія), а за ступенем послаблення інтенсивності спектральних ліній досліджуваного елемента визначають його концентрацію у зразку. Для атомізації проби застосовуються атомізатори полуменеві, електротермічні, а також ВЧ-розряд і НВЧ-розряд, але найчастіше — полуменеві. Суттєвим недоліком методу атомної абсорбції є мала кількість ліній поглинання, що зумовлює високу вибірковість цього методу, а також неможливість одночасного виявлення у пробі кількох елементів і необхідність їх послідовного визначення.

Атомно-емісійний спектральний аналіз (АЕСА) − сукупність методів елементного аналізу, заснованих на вивченні спектрів випускання вільних атомів і іонів у газовій фазі. АЕСА − спосіб визначення елементного складу речовини по оптичних лінійчатих спектрах випромінювання атомів і іонів аналізованої проби, які порушуються у джерелах світла. В якості джерел світла для атомно-емісійного аналізу використовують види плазми, включаючи плазму електричної іскри, плазму лазерної іскри й ін. Важливою перевагою АЕСА у порівнянні з іншими оптичними спектральними методами є можливості одночасного кількісного визначення великого числа елементів в широкому інтервалі концентрацій прийнятною точністю при використанні малої маси проби.

Одним з перспективних методів атомно-емісійного спектрального аналізу є лазерно-іскрова емісійна спектрометрія, при якій використовують спектри плазми лазерного пробою (лазерної іскри) для аналізу твердих зразків. Лазерний пробій (плазму) формують при фокусуванні імпульсного лазерного випромінювання на поверхні зразка. У даний час методи лазерно-іскрової емісійної спектрометрії розвиваються у зв'язку з можливістю створення універсальних емісійних аналізаторів, здатних аналізувати будь-які типи зразків (включаючи мікроскопічні за рахунок фокусування лазерного пучка) на всі елементи одразу, з отриманням відмінної просторової роздільної здатності. Але слід підкреслити, що в лазерній іскрі формується дуже гаряча плазма факела. При цьому плазма факела, що екстрагується з абсолютно різних зразків, часто має схожі характеристики. Використання фемтосекундного лазерного імпульсу (коротше 1000 фс) частково покращує відтворення результатів аналізу та достовірність.

Ефективним методом досліджень твердих тіл (в тому числі металів) також є мас-спектрометрія. Мас-спектрометр − це вакуумний прилад, який використовує фізичні закони руху заряджених частинок у магнітних і електричних полях, і є необхідним для отримання мас-спектра. У мас-спектрометрі проба досліджуваного зразка попередньо іонізується. Мас-спектр − це залежність інтенсивності іонного струму від відношення маси до заряду. Істотна відмінність мас-спектрометрії від інших аналітичних фізико-хімічних методів полягає в тому, що оптичні, рентгенівські і деякі інші методи детектують випромінювання або поглинання енергії молекулами або атомами, а мас-спектрометрія безпосередньо детектує самі частинки речовини. Так як атоми хімічних елементів мають специфічну масу, то точне визначення маси аналізованої молекули дозволяє визначити її елементний склад. Мас-спектрометрія також дозволяє провести ізотопний аналіз.

Широко використовуються методи вивчення твердих тіл, які ґрунтуються на явищах магнітного резонансу. Так, на основі електронного парамагнітного резонансу (ЕПР) розроблено потужний спектроскопічний метод дослідження властивостей матеріалів. У цьому методі відбувається поглинання електромагнітних хвиль у мікрохвильовому діапазоні (від 1 до 1000 ГГц) за рахунок переходів електронів між енергетичними рівнями, що виникають за рахунок взаємодії електронних спінів із зовнішнім магнітним полем. Явище ЕПР виникає, якщо в речовині наявні неспарені електрони, носіями яких можуть бути іони перехідних елементів або радикали хімічних сполук. ЕПР можна також спостерігати і тоді, коли атоми чи молекули речовини мають лише спарені електрони. У цьому випадку, однак, вони повинні знаходитись у стані з високим спіном. ЕПР є надзвичайно чутливим методом (10-16спін/Т, роздільна здатність по магнітному полю – 0,006 мТ). Аналізуючи ЕПР спектри, можливо визначити концентрацію та ідентифікувати парамагнітні частинки у будь-якому агрегатному стані.

Усі розглянуті вище методи дослідження твердих тіл (у тому числі металів) є руйнівними (вимагають взяття проби зі зразка для подальшої атомізації, іонізації тощо), внаслідок чого не надають інформацію про структуру поверхні цього зразка, що в ряді випадків може бути перешкодою для їх використання.

Іншим класом методів дослідження є методи неруйнівного дослідження матеріалів. До них відносяться оптична мікроскопія, скануюча електронна мікроскопія, рентгенівський мікроаналіз, атомна-силова мікроскопія, флуоресцентна спектроскопія.

Оптична мікроскопія, скануюча електронна мікроскопія, атомна-силова мікроскопія призначені для дослідження топографії та структури поверхні досліджуваних матеріалів.

Порівнюючи методи оптичної та скануючої електронної мікроскопії для дослідження структури поверхні зразків, слід відразу зазначити, що електронний мікроскоп досягає збільшення до х300000 з просторовою роздільною здатністю 6 нм (оптичний досягає збільшення х10000). Крім того, електронний мікроскоп завдяки великій глибині фокусу представляє зображення поверхні ніби об'ємним. Враховуючи всі вище перераховані обставини, електронний мікроскоп є більш ефективним у порівнянні з оптичним.

Останнім часом для дослідження поверхні різних матеріалів набула розвитку атомно-силова мікроскопія (АСМ). Принцип роботи атомно-силового мікроскопу заснований на реєстрації силової взаємодії між поверхнею досліджуваного зразка і зондом. У якості зонду використовується нанорозмірне вістря, що розташоване на кінці пружної консолі. Сила, діюча на зонд з боку поверхні, призводить до вигину консолі. Наявність височин або западин під вістрям призводить до зміни сили, що діє на зонд, а значить, і до зміни величини вигину консолі. Таким чином, реєструючи величину згину, можна зробити висновок про рельєф поверхні. Під силами, що діють між зондом і зразком, у першу чергу мають на увазі далекодіючі сили Ван-дер-Ваальса, які спочатку є силами тяжіння, а при подальшому зближенні переходять у сили відштовхування.

У АСМ максимальний при дослідженні поверхні перепад висот становить кілька мікронів, а максимальне поле сканування в кращому випадку становить близько 150 на 150 мікрон. Враховуючи, що перепади поверхні досліджуваних у цій роботі зразків (уламки боєприпасів) набагато перевищують кілька мкм, методи АСМ, незважаючи на кращу ніж у скануючого електронного мікроскопу просторову роздільну здатність, стають непридатними для вивчення досліджуваних у цій роботі матеріалів.

Таким чином, **скануючий електронний мікроскоп є найбільш прийнятним для досліджень, що проводяться в рамках цієї роботи**.

Неруйнівні методи рентгенівського мікроаналізу і флуоресцентного аналізу, а також розглянуті вище методи руйнівного дослідження речовин (атомно-абсорбційний спектральний аналіз, атомно-емісійна спектроскопія тощо) призначені для якісного та кількісного аналізу хімічного складу матеріалів. При проведенні рентгенівського мікроаналізу характеристичні рентгенівські спектри збуджуються електронним пучком, а при проведенні флуоресцентного аналізу характеристичні рентгенівські спектри збуджуються рентгенівськими квантами. Оскільки фокусування рентгенівського випромінювання є технічно складним, а діаметр електронного пучка становить 1 мкм і менше, використання флуоресцентного аналізу не дає змоги вивчати хімічний склад мікровключень матеріалів.

Порівнюючи рентгенівські мікроаналізатори та прилади, засновані на атомно-абсорбційному спектральному аналізі й атомно-емісійній спектроскопії, слід зауважити, що деякі моделі, наприклад, оптико-емісійних спектрометрів мають кращу чутливість (у оптико-емісійного спектрометра – 0,0001 %, у рентгенівського мікроаналізатора – 0,01 %) і меншу похибку вимірювань, у тому числі для легких елементів, таких як вуглець. Але, як зазначалося вище, рентгенівський мікроаналіз є неруйнівним методом і дає можливість вивчати хімічний склад мікровключень.

При виборі методів досліджень також слід враховувати наступні обставини. Сучасні сканівні електронні мікроскопи і рентгенівські мікроаналізатори є частинами одного приладу. Один і той же пучок електронів мікроскопа використовується як для створення зображення поверхні досліджуваного зразка, так і для збудження характеристичних рентгенівських спектрів для мікроаналізу. Таким чином, виникає можливість практично одночасно досліджувати структуру поверхні зразка і проводити мікроаналіз, вибирати на ділянці поверхні зразка області виконання мікроаналізу, отримувати карти розподілу хімічних елементів по поверхні зразка. Тобто вказаний комплекс є потужним багатоцільовим науковим приладом.

Слід зазначити, що для порівняння результатів дослідження хімічного складу зразків доцільно додатково використовувати оптико-емісійний спектрометр.

Враховуючи, що методи ЕПР-спектроскопії дають можливість проводити ідентифікацію форм існування металів у досліджуваних зразках, є доцільним доповнити комплекс мікроскоп − мікроаналізатор сучасними ЕПР-спектрометром.

Таким чином, проведений аналіз існуючих методів дослідження металевих матеріалів, їх сильних та слабких сторін дозволив зробити висновок щодо доцільності використання для заданого дослідження скануючого електронного мікроскопу JSM-6490LV з енергодисперсійним спектрометром INKA Energy 350XT, а також оптико-емісійного та Фур'є ЕПР спектрометру ELEXIS SERIA E 580-10/12.

2. Порівняльні дослідження матеріалу фрагментів корпусів снарядів, виготовлених як з традиційних матеріалів, так і матеріалів, отриманих в результаті імпортозаміщення та диверсифікації постачання, із застосуванням растрової електронної мікроскопії, рентгенівського мікроаналізу та спектрометрії як найбільш ефективних методів для дослідження мікроструктурних характеристик твердого тіла.

2.1. Порівняльні дослідження матеріалу фрагментів із застосуванням скануючого електронного мікроскопу JSM-6490LV з енергодисперсним спектрометром INKA Energy 350XT

2.1.1. Дослідження структури матеріалу фрагментів

Метод скануючої електронної мікроскопії дозволяє отримувати зображення поверхні зразка з роздільною здатністю до кількох нанометрів і збільшення до декілька сотень крат. Зображення, які отримують у скануючому електронному мікроскопі, виглядають трьохвимірними і зручними для вивчення структури поверхні.

У скануючому електронному мікроскопі сфокусований електронний промінь пробігає прямокутну ділянку зразка, внаслідок чого з поверхні емітуються вторинні та пружно-відбиті електрони. Сигнали цих променів детектуються і направляються на синхронізовану скануючу розгортку монітора, утворюючи зображення поверхні в різних режимах променів. Ширина скануючої зони визначає величину збільшення зображення. Крім вторинних та пружно-відбитих променів, аналізуються також інші сигнали від інших детекторів, які знаходяться в камері мікроскопу.

У залежності від механізму реєстрації сигналу розрізняють декілька режимів роботи скануючого електронного мікроскопа: режим вторинних електронів, режим відбитих електронів, режим катодолюмінісценції і т. д.

Режим вторинних електронів найчастіше використовується при дослідженні структури поверхні. Цей режим також використовувався при всіх дослідженнях структури поверхні уламків боєприпасів, результати яких представлені у цій роботі нижче.

Фізичний механізм утворення зображення у вторинних електронах можливо уявити наступним чином.

Електрони з енергією від 1 до 50 кеВ (саме електрони з такою енергією використовуються у скануючій електронній мікроскопії), що падають на поверхню твердого тіла, поводяться досить складно. Насамперед, на високоенергетичні електрони бомбардуючого пучка в твердій мішені впливають пружне розсіювання (зміна траєкторії руху електронів при незначній втраті енергії) та непружне розсіювання (значні втрати енергії при незначній зміні траєкторії руху). Пружне розсіювання обумовлено, головним чином, взаємодіями з ядрами атомів речовини, при цьому виникають значні відхилення траєкторії від початкової. Непружне розсіювання викликається двома механізмами – непружною взаємодією з ядрами атомів та непружною взаємодією зі зв'язаними електронами атомів. Якщо має місце непружне зіткнення між слабко зв'язаними зовнішніми електронами атомів і електронами падаючого пучка, електрони пучка втрачають енергію, а слабко зв'язані зовнішні електрони емітуються. Ці електрони мають енергію, меншу або рівну 50 еВ і називаються вторинними електронами. Саме вторинні електрони використовуються в скануючій електронній мікроскопії для вивчення структури поверхні досліджуваних зразків.

Якщо вторинні електрони виникають поблизу поверхні та їх енергія більша за енергію поверхневого бар'єру (2 – 6 еВ), то існує велика ймовірність того, що вторинні електрони покинуть поверхню. Однак вторинні електрони значно поглинаються, і якщо вони виникають набагато глибше ніж 100 ангстрем (10 нм) від поверхні зразка, то ймовірність їхнього виходу із зразка стає надзвичайно малою.

Інтенсивність емітованих вторинних електронів істотно збільшується зі збільшенням кута між пучком, що падає, і поверхнею досліджуваного зразка. Це пояснюється тим, що як тільки зразок відхиляється на деякий кут від нормального розташування пучка, довжина відрізка шляху пучка, яка лежить в межах 10 нм від поверхні, зростає і більша кількість електронів залишає зразок. Якщо в растровому електронному мікроскопі формується зображення області зразка, що містить грані, нахилені під різними кутами до пучка, то більша кількість електронів вилітатиме з ділянок поверхні, що мають більший кут нахилу. Таким чином, формується топографічний контраст зображень у вторинних електронах досліджуваних ділянок поверхні зразків у електронній скануючій мікроскопії.

Слід зазначити, що основним параметром скануючого електронного мікроскопу є просторова роздільна здатність, яка є критерієм того, наскільки близько можуть розташовуватися точки на поверхні зразка, щоб можна було їх побачити на зображенні. Роздільна здатність тісно пов'язана з діаметром пучка електронів, який сканує поверхню досліджуваного зразка, і не може бути меншою від діаметра пучка.

Сучасні електронно-оптичні системи лінз, які використовуються в скануючих електронних мікроскопах, дозволяють сфокусувати електронний пучок до діаметра в кілька нанометрів, що в свою чергу дозволяє отримати просторову роздільну здатність теж порядку одиниць нанометрів.

Рис. 1. Скануючий електронний мікроскоп JSM-6490LV, JEOL Ltd, Японія

Дослідження структури фрагментів снарядів здійснювалися за допомогою скануючого електронного мікроскопу JSM-6490LV виробництва фірми JEOL, який функціонував у режимі одержання зображень ділянок поверхні досліджуваного зразка у вторинних електронах і має такі технічні характеристики: прискорююча напруга − до 30 кеВ, збільшення – до х300000, роздільна здатність – 6 нм.

Реєстрація вторинних електронів дозволяє візуалізувати і отримувати інформацію про властивості та структуру поверхні досліджуваних зразків. При цьому досліджувалась внутрішня поверхня фрагментів снарядів (області B, C, D на рис. 8), яка зазнавала впливу вибухової речовини.

Зображення поверхні фрагменту штатного снаряда (область D, рис. 8) представлені на рис. 2 та 3 при різних збільшеннях.

На рис. 4 та 5 представлені зображення поверхні фрагменту експериментального снаряда (зразок 1) (область C, рис. 1) при різних збільшеннях.

На рис. 6 та 7 представлені зображення поверхні фрагменту експериментального снаряда (зразок 2) (область B, рис. 8) при різних збільшеннях.

Дослідження поверхні фрагментів снарядів методами скануючої електронної мікроскопії показали, що струк-

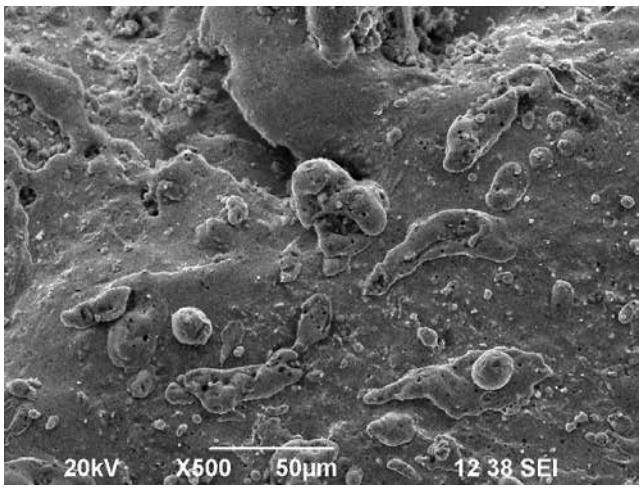


Рис. 2. Зображення ділянки поверхні фрагменту штатного снаряда у вторинних електронах (SEI). Прискорювальна напруга – 20 kV. Збільшення – 500. Масштабна мітка – 50 мікрометрів

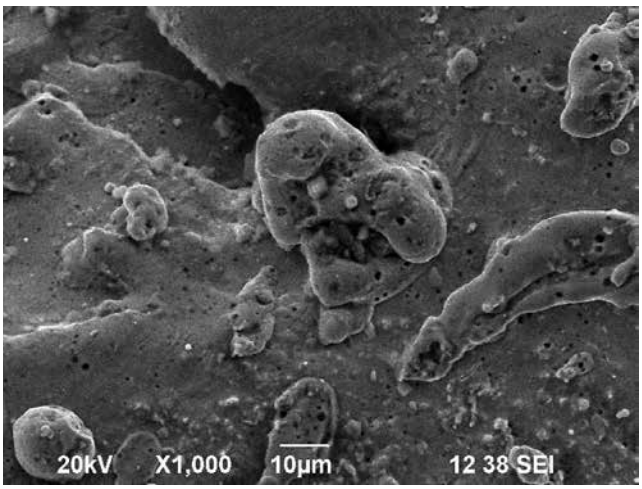


Рис. 3. Зображення ділянки поверхні фрагменту штатного снаряда ОФ29 у вторинних електронах (SEI). Прискорювальна напруга – 20 kV. Збільшення – 1000. Масштабна мітка – 10 мікрометрів

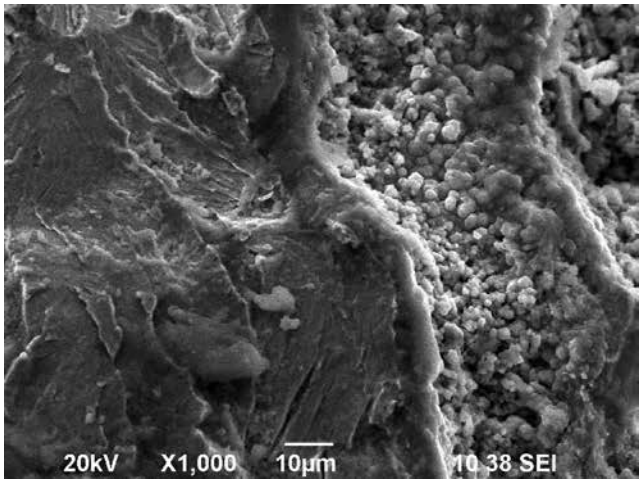


Рис. 4. Зображення ділянки поверхні зразка фрагменту експериментального снаряда (зразок 1) у вторинних електронах (SEI). Прискорювальна напруга – 20 kV. Збільшення – 1000. Масштабна мітка – 10 мікрометрів

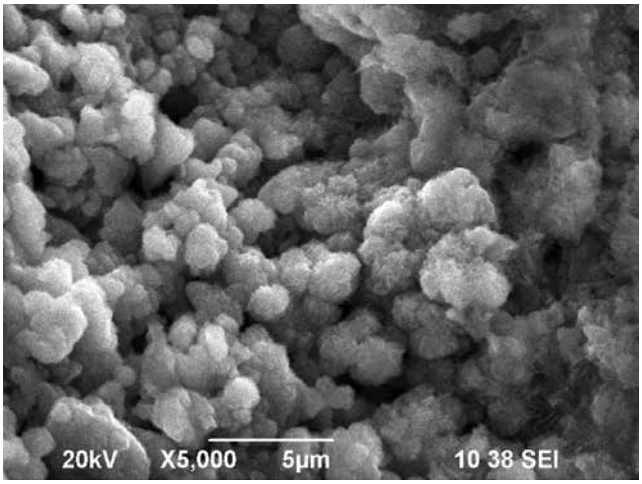


Рис. 5. Зображення ділянки поверхні фрагменту експериментального снаряда (зразок 1) у вторинних електронах (SEI). Прискорювальна напруга – 20 kV. Збільшення – 5000. Масштабна мітка – 5 мікрометрів

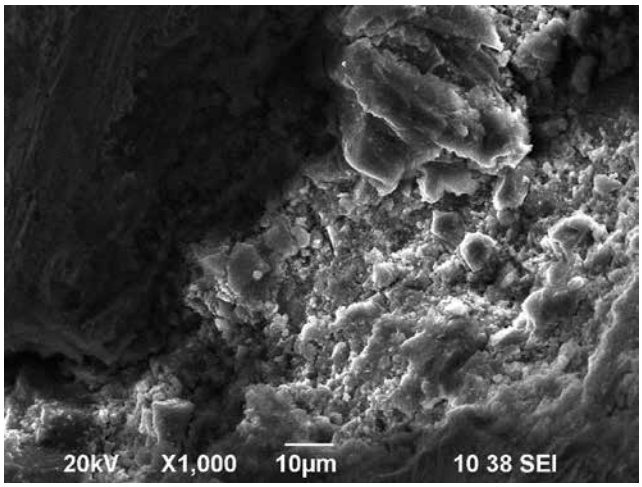


Рис. 6. Зображення ділянки поверхні фрагменту експериментального снаряда (зразок 2) у вторинних електронах (SEI). Прискорювальна напруга – 20 kV. Збільшення – 1000. Масштабна мітка – 10 мікрометрів

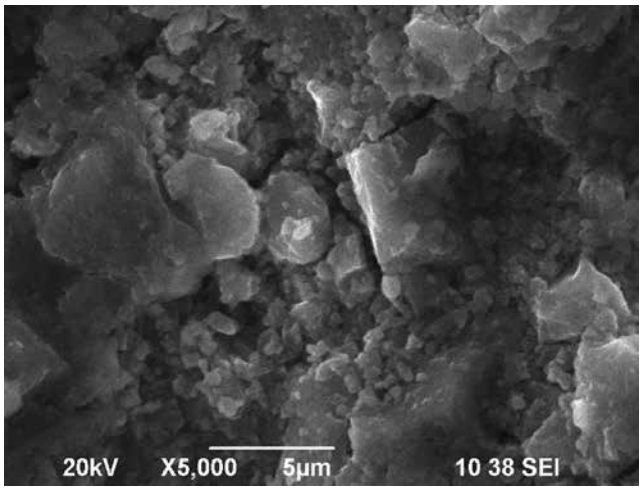


Рис. 7. Зображення ділянки поверхні фрагменту експериментального снаряда (зразок 2) у вторинних електронах (SEI). Прискорювальна напруга – 20 kV. Збільшення – 5000. Масштабна мітка – 5 мікрометрів

тура поверхні фрагменту штатного снаряда відрізняється від структури поверхні фрагментів експериментальних снарядів. Це спостерігається при порівнянні рис. 2 та 3 (зображення ділянки поверхні фрагменту штатного снаряда у вторинних електронах SEI, збільшення – 500 і 1000) і рис. 4 та 5 (зображення ділянки поверхні зразка 1 фрагмента експериментального снаряда у вторинних електронах SEI, збільшення – 1000, 5000), а також при порівнянні рис. 2, 3 і 6, 7 (зображення ділянки поверхні зразка 2 фрагменту експериментального снаряда у вторинних електронах SEI, збільшення – 1000 і 5000).

Поверхня фрагменту штатного снаряда оплавлена, більш однорідна з утворенням крапель розплавленого металу. Поверхня фрагментів експериментальних снарядів має неоднорідну зернисту структуру. Якщо взяти до уваги, що вибух ініційований однією і тією ж сумішшю, то можна зробити висновок, **що температура плавлення матеріалу фрагментів штатного снаряда нижча, ніж матеріалу фрагментів експериментальних снарядів.** Враховуючи, що температура плавлення сталей зменшується зі зростанням концентрації вуглецю (при незмінності інших параметрів), можна стверджувати, що концентрація вуглецю у матеріалі штатного снаряда вища, ніж у матеріалі експериментальних снарядів. Підтвердження чи спростування цього висновку буде отримано в ході дослідження хімічного складу фрагментів із застосуванням методу рентгенівського мікроаналізу.

2.1.2. Дослідження хімічного складу фрагментів

Наступним ефективним методом досліджень твердих тіл є **рентгенівський мікроаналіз**. Рентгенівський мікроаналіз базується на тому, що в результаті взаємодії електронів падаючого пучка з електронами внутрішніх оболонок атомів у зразку виникає характеристичне рентгенівське випромінювання. Оскільки електрони атомів знаходяться на дискретних енергетичних рівнях, то випромінені рентгенівські кванти будуть також мати дискретну величину енергії. З цієї причини довжина хвилі характеристичного випромінювання має визначені значення для кожного атома (хімічного елемента). Виявлені при аналізі характеристичні рентгенівські лінії свідчать про те, що даний елемент є в зразку. Інтенсивність характеристичного випромінювання пропорційна концентрації хімічного елемента. Тому, порівнюючи інтенсивності характеристичних випромінювань зразка, що досліджується, й еталонного зразка з відомою концентрацією хімічного елемента, отримуємо кількісний хімічний склад досліджуваного об'єкта.

У випадку, коли падаючий на досліджуваний зразок електрон має достатню енергію, він може вибити електрон із внутрішніх K-оболонок, L- оболонок або M-оболонки і перевести атом у збуджений стан або іонізований стан. Атом повертається до звичайного стану у результаті переходу електрона із зовнішньої оболонки на вакансію у внутрішній. Коли атом повертається до свого звичайного стану, він втрачає енергію на генерацію кванта рентгенівського випромінювання. При цьому електрон може перейти з оболонки L і заповнити вільне місце в оболонці K. Можливий також перехід з оболонки M на оболонку K або з оболонки M на оболонку L. Зазвичай одночасно з'являються всі лінії серій K, L або M. При дослідженнях методом рентгенівського мікроаналізу реєструють найінтенсивніші лінії характеристичного випромінювання. У дослідженнях хімічного складу уламків боєприпасів у цій роботі завжди реєструвалися K-лінії.

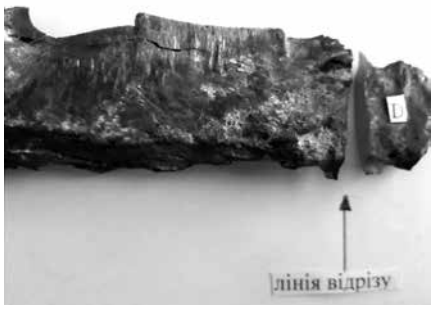
Для вимірювання енергії та інтенсивності характеристичного рентгенівського випромінювання використовують спектрометри з хвильовою та енергетичною дисперсією. Енергодисперсійні рентгенівські спектрометри реєструють одночасно всі довжини хвиль у спектрі. Ці спектрометри складаються з напівпровідникового детектора, що перетворює енергію фотонів на електричні імпульси, напруга яких пропорційна енергії фотонів. Таким чином відбувається дискримінація фотонів за їх енергіями. При цьому відбувається підрахунок імпульсів із відповідною напругою. Кількість імпульсів з однаковою напругою пропорційна інтенсивності рентгенівського випромінювання для певної довжини хвилі. Порівнюючи інтенсивності характеристичних випромінювань зразка, що досліджується, і еталонного зразка з відомою концентрацією хімічного елемента, отримуємо кількісний хімічний склад досліджуваного об'єкта.

У даній роботі дослідження хімічного складу фрагментів снарядів проводились за допомогою енергодисперсійного спектрометра INKA Energy 350XT, який входить до складу сканівного електронного мікроскопу JSM-6490LV виробництва JEOL Ltd (Японія). Спектрометр дає можливість провести рентгенівський мікроаналіз та отримати дані щодо кількісного хімічного складу зразків і має наступні технічні параметри: роздільна здатність за енергією характеристичного рентгенівського випромінювання – 125 еВ, визначення концентрацій будь-яких хімічних елементів від літію (Li).

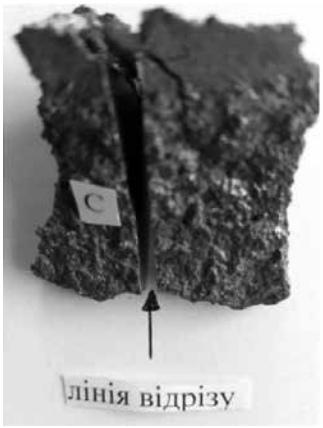
Оскільки рентгенівський мікроаналіз є, по-суті, аналізом підготовленого поверхневого шару зразка (глибина проникнення електричного пучка в зразок становить приблизно 1 мкм), необхідно, щоб ця підготовлена поверхня адекватно представляла досліджуваний хімічний склад зразка. Критерії оцінки якості підготовки зразків вимагають, щоб поверхня після полірування була якомога більш плоскою, оскільки відмінності в нахилі локальних ділянок поверхні впливають на точність вимірювання інтенсивностей характеристичного рентгенівського випромінювання. Значні похибки під час проведення кількісного мікроаналізу виникають за відмінності у висотах рельєфу поверхні зразка 2 – 4 мкм і більше.

У роботі досліджувались фрагмент штатного снаряда і два фрагменти експериментальних снарядів (зразок 1 та зразок 2). З рис. 8 видно, що всі три уламки не відповідають критерію підготовки поверхні зразків для рентгенівського мікроаналізу. Тому фрагменти розрізалися і мікроаналіз проводився на площинах зрізів після їх відповідної підготовки для досліджень.

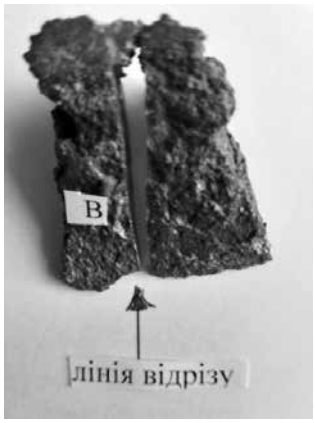
Далі представлено результати рентгенівського мікроаналізу фрагмента штатного снаряда і двох фрагментів експериментальних снарядів (зразок 1 та зразок 2), які отримані за допомогою енергодисперсійного спектрометра INKA Energy 350XT, що входить до складу сканівного електронного мікроскопу JSM-6490LV.



Фрагмент штатного снаряда



Фрагмент експериментального снаряда (зразок 1)



Фрагмент експериментального снаряда (зразок 2)

Рис. 8. Фрагмент штатного снаряда і два фрагменти експериментальних снарядів, на яких показані лінії відрізу. Області B, C, D (внутрішні поверхні корпусів снарядів, які зазнавали впливу вибухової речовини) використовувалися для дослідження методом сканівної електронної мікроскопії. Площини вздовж зрізів використовувалися для рентгенівського мікроаналізу

Мікроаналіз здійснювався у визначеній прямокутній ділянці (вимірювані концентрації хімічних елементів усереднювались в межах цієї області) або мікроаналіз здійснювався за точками (локальний аналіз, локальність – фізичний розмір точки дорівнює приблизно 1 мкм куб.).

Для отримання інформації про концентрації хімічних елементів, що входять до складу досліджуваних зразків уламків снарядів і знаходяться в об'ємі (тобто не на поверхні), проводився зріз (рис. 8) на уламках з подальшою підготовкою поверхні цього зрізу для мікроаналізу.

На рис. 9 наведено приклад результатів проведення рентгенівського мікроаналізу фрагмента штатного снаряда. Мікроаналіз здійснювався у визначеній прямокутній ділянці (вимірювані концентрації хімічних елементів усереднювались у межах цієї ділянки), яка показана на зображенні поверхні зразка у вторинних електронах. Концентрації хімічних елементів представлені у масових відсотках. На рисунку також представлений спектр характеристичного рентгенівського випромінювання цієї ділянки вимірювання.

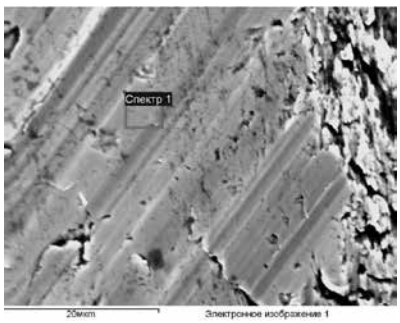
Мікроаналіз здійснювався у визначеній прямокутній ділянці (вимірювані концентрації хімічних елементів усереднювались в межах цієї області) або мікроаналіз здійснювався за точками (локальний аналіз, локальність – фізичний розмір точки дорівнює приблизно 1 мкм куб.).

Для отримання інформації про концентрації хімічних елементів, що входять до складу досліджуваних зразків уламків снарядів і знаходяться в об›ємі (тобто не на поверхні), проводився зріз (рис. 8) на уламках з подальшою підготовкою поверхні цього зрізу для мікроаналізу.

На рис. 10 наведено приклад результатів проведення рентгенівського мікроаналізу фрагмента експериментального снаряда (зразок 1). Мікроаналіз здійснювався у визначеній прямокутній ділянці (вимірювані концентрації хімічних елементів усереднювались в межах цієї ділянки), яка показана на зображенні поверхні зразка у вторинних електронах. Концентрації хімічних елементів представлені у масових процентах. На малюнку також представлений спектр характеристичного рентгенівського випромінювання цієї ділянки вимірювання.

На рис. 11 наведено приклад результатів проведення рентгенівського мікроаналізу фрагмента експериментального снаряда (зразок 2). Мікроаналіз здійснювався у визначеній прямокутній ділянці (вимірювані концентрації хімічних елементів усереднювались в межах цієї ділянки), яка показана на зображенні поверхні зразка у вторинних електронах. Концентрації хімічних елементів представлені у масових відсотках. На рисунку також представлений спектр характеристичного рентгенівського випромінювання цієї ділянки вимірювання.

Елемент	Ваговий %
C K	0,90
Si K	0,38
Mn K	0,62
Fe K	98,11
	100,00



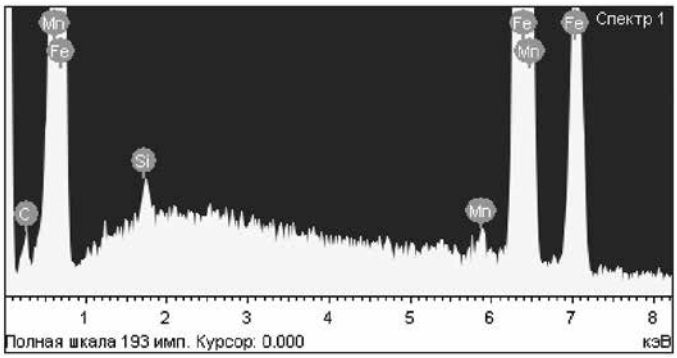
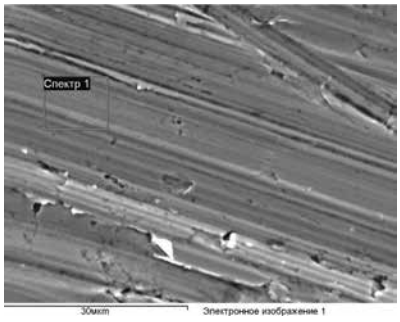


Рис. 9. Приклад результатів проведення рентгенівського мікроаналізу фрагмента штатного снаряда. На зображенні поверхні зразка у вторинних електронах показана прямокутна ділянка, де здійснювався мікроаналіз. Концентрації хімічних елементів представлені у масових відсотках. CK – вуглець, концентрація якого вимірювалась на К-лінії; SiK – кремній, концентрація якого вимірювалась на К-лінії; MnK – марганець, концентрація якого вимірювалась на К-лінії; FeK – залізо, концентрація якого вимірювалась на К-лінії. На рисунку також представлений спектр характеристичного рентгенівського випромінювання цієї ділянки вимірювання

Елемент	Ваговий %
C K	0,41
Si K	0,28
Mn K	0,67
Fe K	98,64
	100,00



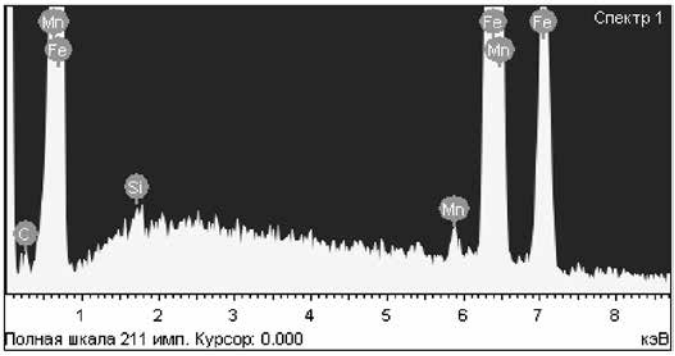
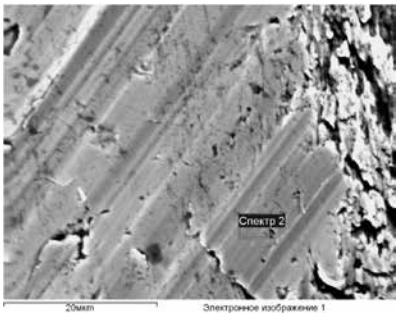


Рис. 10. Приклад результатів проведення рентгенівського мікроаналізу зразка фрагмента експериментального снаряда (зразок 1). На зображенні поверхні зразка у вторинних електронах показана прямокутна ділянка, де здійснювався мікроаналіз. Концентрації хімічних елементів представлені у масових процентах. CK – вуглець, концентрація якого вимірювалась на К-лінії; SiK – кремній, концентрація якого вимірювалась на К-лінії; MnK − марганець, концентрація якого вимірювалась на К-лінії; FeK – залізо, концентрація якого вимірювалась на К-лінії. На рисунку також представлений спектр характеристичного рентгенівського випромінювання цієї ділянки вимірювання

Елемент	Ваговий %
C K	0,34
Si K	0,38
Mn K	0,62
Fe K	98,66
	100,00



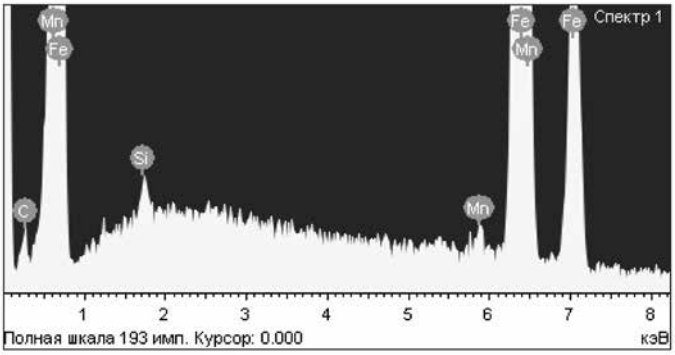


Рис. 11. Приклад результатів проведення рентгенівського мікроаналізу зразка фрагмента експериментального снаряда (зразок 2). На зображенні поверхні зразка у вторинних електронах показана прямокутна ділянка, де здійснювався мікроаналіз. Концентрації хімічних елементів представлені у масових процентах. CK – вуглець, концентрація якого вимірювалась на К-лінії; SiK – кремній, концентрація якого вимірювалась на К-лінії; MnK – марганець, концентрація якого вимірювалась на К-лінії; FeK – залізо, концентрація якого вимірювалась на К-лінії. На рисунку також представлений спектр характеристичного рентгенівського випромінювання цієї ділянки вимірювання

Дослідження зразків фрагментів снарядів **методами рентгенівського мікроаналізу показав, що усі досліджувані фрагменти снарядів мають однаковий склад хімічних елементів, але мають відмінності у величині концентрацій цих хімічних елементів.** Нижче у таблиці наведено середні масові концентрації хімічних елементів (усереднення проводилося по прямокутних ділянках зразків, які дають більш достовірні результати), що входять до складу досліджуваних зразків. Усі вимірювання концентрацій хімічних елементів здійснювались по К-лініях характеристичного рентгенівського випромінювання, які є найбільш інтенсивними.

Слід підкреслити, що визначення концентрацій легких елементів (берилій, бор, вуглець) методами рентгенівського аналізу викликає значні труднощі, оскільки для елементів з малим порядковим номером вихід флуоресценції невеликий. Крім того, випромінювання легких елементів лежить у довгохвильовій області. Таке випромінювання характеризується значним поглинанням, тому реєструється мала інтенсивність випромінювання.

Крім того, в електронній мікроскопії відома проблема утворення на поверхні досліджуваного об’єкта в результаті впливу електронного зонду так званого нагару. Нагар утворюється внаслідок розкладання вуглеводів, неминуче присутніх у камері мікроскопа. Швидкість зростання покривного шару вуглецю може досягати декількох нанометрів за хвилину. При цьому рентгенівські спектри можуть реєструвати наявність вуглецю на об›єктах, які не містять вуглець. Це призводить до похибки в сторону збільшення концентрацій хімічних елементів (виміряні концентрації є більшими від реальних). Масові концентрації хімічних елементів, що входять до складу досліджуваних зразків уламків боєприпасів, наведено в табл. 1.

Таблиця 1. Масові концентрації хімічних елементів у складі досліджуваних зразків уламків боєприпасів

Хімічні елементи	Снаряд штатний. Концентрація у %	Експериментальний снаряд (зразок 1). Концентрація у %	Експериментальний снаряд (зразок 2). Концентрація у %
C 0,91		0,42	0,33
Si	0,31	0,28	0,30
Mn	0,57	0,77	0,67
Fe	98,21	98,53	98,7
	100,00	100	100,00

Ці дві обставини призводять до зростання величини похибки вимірювань. Проведені експерименти щодо виявлення величини складової вказаного вище нагару на концентрацію вуглецю показали, що ця складова коливається у залежності від досліджуваних зразків у межах від 1,7 % до 2,3 %. Вказану складову було враховано при визначенні значень концентрацій, зазначених у таблиці.

Знання концентрації вуглецю є визначальним для визначення типу і властивостей металу. Наприклад, зі збільшенням концентрації вуглецю збільшуються твердість і міцність, зменшується пластичність, що може обумовлювати різні розміри і властивості уламків снарядів. Тому відмінність концентрацій вуглецю штатного і експериментальних зразків (концентрація вуглецю уламка штатного снаряда є вищою, ніж у зразків експериментальних боєприпасів приблизно на 0,5 %), що з великою ймовірністю призведе до погіршення характеристик експериментальних боєприпасів.

Враховуючи, що вимірювання концентрацій легких елементів вуглецю методами рентгенівського аналізу викликає значні труднощі, а знання концентрації вуглецю є визначальним для визначення типу і властивостей металу, додатково проведено дослідження хімічного складу зразків уламків снарядів також за допомогою оптико-емісійного спектрометру. Результати цих вимірювань з урахуванням помилок виміру корелюють з результатами вимірів, отриманих методом рентгенівського мікроаналізу.

2.3. Порівняльні дослідження матеріалу фрагментів із застосуванням Фур'є ЕПР спектрометру ELEXIS SERIA E 580-10/12

Зважаючи на те, що відносна стабільність просторово-часових характеристик металічної структури (у нашому випадку сталі) знаходиться у залежності від кінетичних і термодинамічних чинників, діючих у середовищі їх функціонування, доцільним є вивчення властивостей окремих частинок.

За результатами виконаних при дослідженні відібраних зразків сплавів прецизійних вимірювань видно, що утворення наночастинок з атомів супроводжується двома процесами, а саме, формуванням різного розміру кластерів із атомів металу та взаємодією між частинками, що сприяє створенню ансамблів, представлених у металоструктурах.

За результатами комплексного дослідження спостерігається значний за наслідками вплив активного середовища на стійкість до пошкоджень та інші механічні властивості поверхні твердого тіла, особливо тоді, коли об'ємна частка границь зерен у матеріалі зростає із зниженням розміру зерен, а потім знижується. Висока поверхнева енергія, у поєднанні з малим розміром зерна зумовлюють стискаючу напругу в об'ємі зерна, що зсуває фазову рівновагу у матриці досліджуваних матеріалів.

Досвід показує, що для більшості металів у наноструктурному стані спостерігається підвищення теплоємності, зростання коефіцієнта термічного розширення, зменшення теплопровідності і температуропровідності, а підвищення міцності супроводжується втратою пластичності. У зв'язку з цим, вбачається, що оптимізація структури металідів з метою надання високих показників міцності при задовільній пластичності стає одним з найважливіших напрямків для досягнення цільових характеристик металів.

Досягнути очікуваних результатів можна з використанням двох підходів: створенням багатофазних композитів, дисперсно-зміцнених сплавів із застосуванням частинок контрольованого розміру; розробкою методів, що забезпечують у наноструктурних матеріалах цілеспрямоване формування щільної матриці з контрольованим міжзеренним простором (нанопор та мікротріщин). При цьому слід враховувати наступні фактори:

– концентрація вакансій в металідній матриці зростає зі зменшенням розміру;

– при дії чинників середовища утворення фаз з меншою поверхневою енергією та більш щільною компоновкою є переважним.

Для формування адекватної картини перебігу ініційованих явищ необхідно отримати конкретну інформацію щодо походження зразків, про особливості технологічних процесів створення вихідних матриць, а також доцільно підкреслити, що зі зниженням розміру зерен класична дислокаційна течія вичерпується, поступається місцем зернограничним мікропроковзуванням та, коли величина зерна досягає критичних розмірів, у відповідних умовах відбуваються кардинальні зміни механізмів деформації, які визначають особливості розповсюдження тріщин.

Якщо прийняти, що вибух ініційований однією і тією ж сумішшю, то, виходячи з результатів попередніх вимірювань, можна зазначити, що технологічні параметри процесів формування вихідних порівнюваних матеріалів відрізнялися.

Дія зовнішніх чинників, які створюють екстремальні умови в просторі розташування гетерометальної композиції, може бути сприятливою для формування їх незвичних структурних станів та непередбачених фізико-хімічних властивостей.

З урахуванням відомих принципів щодо комплексних впливів та інженерії границь зерен, у зазначених матеріальних матрицях можна керувати утворенням різнофунк-

Рис. 12. Фур'є ЕПР спектрометр ELEXIS SERIA E 580-10/12, Bruker

ціональних фрагментів з притаманним багатоманіттям станів мікроструктурного рівня та з різними фізико-механічними характеристиками [1]. Окрім того, контактуючий з металічною матрицею реакційно здатний агент впливає на механізм дефектоутворення на поверхні, а не в об'ємі; і, таким чином, – на формування дислокаційної структури металів.

У цій роботі дослідження уламків боєприпасів здійснювалися за допомогою Фур'є ЕПР спектрометру ELEXIS SERIA E 580-10/12, Bruker.

Для ідентифікації форм існування металів у відібраних зразках нашарувань застосовано метод електронного парамагнітного резонансу (ЕПР) [2−10]. ЕПР — фізичне явище, яке полягає у вибірковому поглинанні електромагнітних хвиль парамагнітною речовиною, яку помістили у зовнішнє магнітне поле. Поглинання відбувається за рахунок переходів електронів між енергетичними рівнями, що виникають за рахунок взаємодії електронних спінів із зовнішнім магнітним полем (ефект Зеемана). Явище ЕПР виникає, якщо в речовині наявні неспарені електрони, носіями яких можуть бути іони перехідних елементів або радикали хімічних сполук.

Те, що зовнішнє середовище, яке є однотипним за кінетикою та реакційним впливом, визначило різний фізико-хімічний відгук досліджуваних матеріалів, видно із спектрів поверхневих утворень (рис. 13):

– для фрагмента штатного снаряда в спектрі спостерігаються сигнали з g = 4,3 (притаманний іону заліза-III у тетраедричному кисневому оточенні), g ~ 2.023 та ΔH ~ 600 мТ (враховуючи склад матеріалу і умови перебігу явища, домінуючий сигнал можна віднести до іону заліза-III в октаедричному кисневому оточенні за додатковою участю у суперпозиції сигналів деякої долі заліза-III з меншою симетрією координаційного оточення; а також слід відмітити наявність незначного внеску сигналу органічних вуглецевмісних радикалів з g ~ 2.0023);

– у випадку зразків 1 та 2 (фрагменти експериментального снаряда) інтегральна інтенсивність сигналу менша і при цьому ідентифікуються сигнали з g = 4,3 (FeO_4), g ~ 2.023 (FeO_6), g ~ 2.0023 (вуглецевмісні радикали, відносна інтегральна інтенсивність якого вища у порівнянні із стандартним зразком) та g ~ 2.054 (орієнтовно можна вказати, що сигнал належить обмінним кластерам, утворених оксидними формами Fe(III) та Mn(II).

Вважаючи, що атоми металів на металідній поверхні при перебігу газодинамічного явища піддавалися дії різноманітного за складом агресивного середовища, слід очікувати утворення їх сполук зі ступенем окислення N>0. Вихід продуктів цього процесу визначається функціональною належністю компонент вихідної вибухової композиції, наявністю реакційно здатних утворюваних ситуативно частинок при ініціюванні перетворень, а також кінетикою процесів, диферинційовних у часі, за їх участю, особливості якої, в свою чергу, визначається просторовою організацією метал-вуглецевої архітектури поверхні, бо від цього залежить співвідношення формування у часі каналів розповсюдження і розсіювання, за різними механізмами, генерованої енергії.

Оскільки взаємодія в системі «Fe – Mn – C – Si – реакційне середовище» представлена сукупністю фізи-

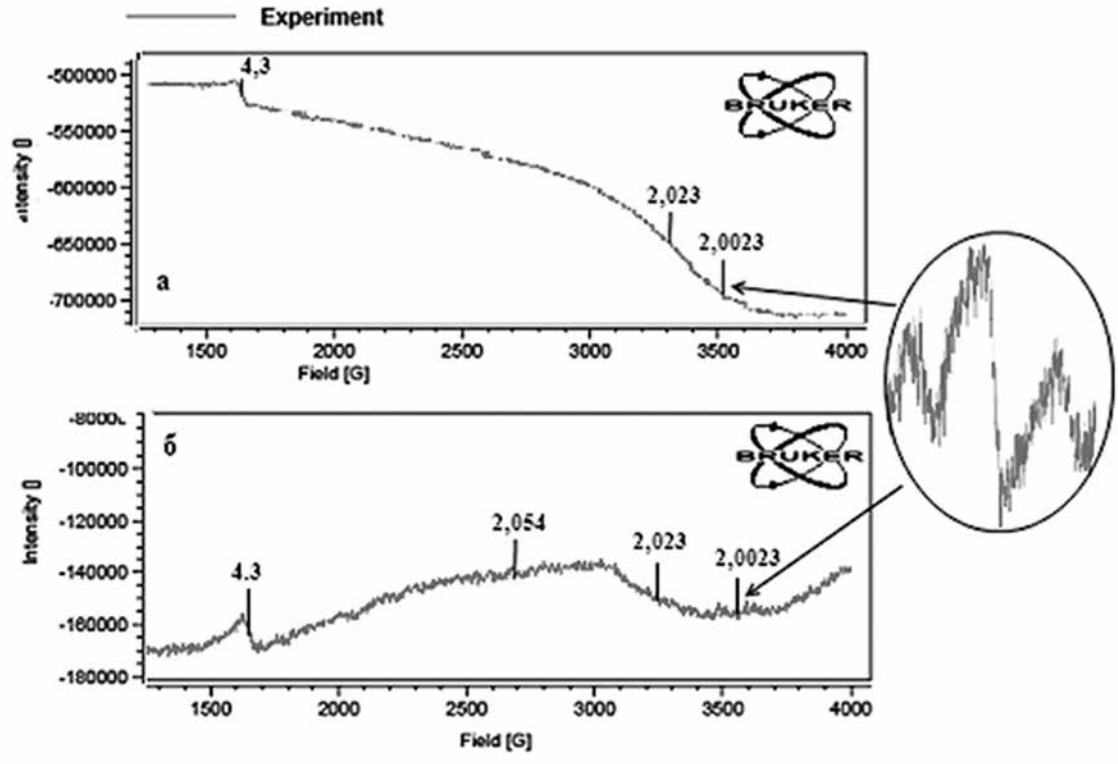


Рис. 13. ЕПР спектри нашарувань, сформованих при перебігу вибуху:
а – штатний зразок; б – зразки 1 та 2;
вставка – фрагмент спектрів.

ко-хімічних процесів (карбідоутворення, силіцидоформування, окисно-відновні перетворення, механо-хімічні трансформації, плавлення), модель просторово-часової організації досліджуваної матриці в зоні інтенсивного енергогенерування та енергопоглинання повинна враховувати, що рушійними силами перетворень є температура, концентрація та форма вуглецевмісних реагентів у нанореакторі, а також породження ними сегрегації марганцю з об'єму до поверхні. Можливість перебігу зворотного термічного процесу утворення і розпаду карбідів марганцю можна уявити як один з механізмів сегрегації марганцю з об'єму до поверхні зразків. Спричинене нею зростання концентрації і перехід у активні форми марганцю фіксують спектри ЕПР. Дійсно, у випадку зразків 1 та 2 у спектрі ЕПР спостерігаються компоненти – оксидні сполуки марганцю, вихід яких у порівнянні із штатним зразком, де вміст заліза і до того був переважаючим, зростає за рахунок сегрегації. Як видно із спектрів ЕПР, у відібраних зразках залізо існує у декількох формах – з різними координаційними числами та різною симетрією координаційних поліедрів, утворених оточуючими оксидними іонами. Їх набір та співвідношення відображає ієрархічну архітектуру поверхневого металідно-вуглецевого шару і відповідну реакційну здатність елементів структури. Вочевидь, ця архітектура є більш розвиненою і більш різноманітною у випадку зразків 1 та 2, що відіграло вирішальну роль у формуванні низки форм, що спостерігаються у цих зразках.

Звертає на себе увагу різниця в інтенсивності сигналів вуглець-центрованих радикалів: їх витрати, зважаючи на особливості розсіювання енергії у випадку зразків 1 та 2, виявилися меншими ніж у випадку стандартного зразка, у випадку якого щільність енергії у реакційній зоні виявилася вищою.

Таким чином, можна резюмувати:

1. Самоорганізація металідних систем як структурно-функціональний відгук на короткочасну дію потоків як енергії, так і генерованої високореакційноздатної суміші, розвивається за двома сценаріями:

– **для фрагмента штатного снаряда** в спектрі спостерігаються сигнали з g = 4,3 (притаманний іону заліза-III у тетраедричному кисневому оточенні), g ~ 2.023 та ΔH ~ 600 мТ (враховуючи склад матеріалу і умови перебігу явища, домінуючий сигнал можна віднести до іону заліза-III в октаедричному кисневому оточенні за додатковою участю у суперпозиції сигналів деякої долі заліза-III з меншою симетрією координаційного оточення; а також слід відмітити наявність незначного внеску сигналу органічних вуглецевмісних радикалів з g ~ 2.0023) однорідне оплавлення поверхні і утворення мікрокрапель розплавленого металу вказує на те, що мала теплопровідність поверхневого шару з наночастинок спричинила витрати миттєво вивільненої енергії на плавлення частинок поверхневого шару уламка; тим паче, що низькорозмірні частинки вже могли акумулювати енергію при перебігу технологічного процесу; завдяки цьому час утримання первинних властивостей достатній для збереження первинної форми вихідної металоконструкції на етапі ініціювання функціональної дії пристрою;

– **для фрагментів експериментального снаряда** інтегральна інтенсивність сигналу менша та ідентифікуються сигнали з g = 4,3 (FeO_4), g ~ 2.023 (FeO_6), g ~ 2.0023 (вуглецевмісні радикали, відносна інтегральна інтенсивність якого вища у порівнянні із стандартним зразком) та g ~ 2.054 (орієнтовно можна вказати, що сигнал належить обмінним кластерам, утворених оксидними формами Fe(III) та Mn(II); останній, як показує елементний аналіз, додатково сегрегував до поверхні). При цьому енергія витрачалася як на утворення нових, так і на подальше розвинення дефектів, що вже існували у наноструктурі поверхневого шару, що обумовлюється особливостями перебігу міжфазної взаємодії. Зважаючи на те, що концентрація вуглецю у зразках 1 і 2 локально зростає на поверхні зразків під час вибуху, в тому числі і за рахунок утворення карбіду заліза і супроводжується вивільненням, з одночасним руйнуванням металідної композиції, марганцю і його подальшої сегрегації та зумовлює, при локальному підвищенні твердості і міцності та зменшенні пластичності, інтенсифікацію тріщиноутворення – джерела фрагментації; цей чинник потрібно брати до уваги, аналізуючи у співставленні властивостей зразків різного технологічного походження.

2. Із спектрів поверхневих утворень досліджуваних матеріалів (рис. 13) видно, що зовнішнє, однотипне за кінетикою та реакційним впливом, середовище визначило різний фізико-хімічний відгук зразків.

Таким чином, застосування електронної мікроскопії, рентгенівського мікроаналізу та спектрометрії дозволило з великим ступенем точності провести порівняльний аналіз фрагментів корпусів снарядів, виготовлених як з традиційних матеріалів, так і з матеріалів, отриманих у результаті імпортозаміщення та диверсифікації постачання, та зробити **висновок про невідповідність матеріалу представлених на дослідження фрагментів експериментальних снарядів характеристикам матеріалу, з якого виготовлено штатний снаряд (спеціальна сталь С-60), і, відповідно, вимогам діючої конструкторської та технологічної документації на виготовлення осколково-фугасних снарядів**.

ВИСНОВОК

Обрані для дослідження методи аналізу фізико-хімічних властивостей металевих фрагментів корпусів артилерійських снарядів продемонстрували свою ефективність та дозволяють не лише досліджувати структуру та склад металів, що пропонуються для виготовлення боєприпасів та інших виробів військового та подвійного використання в ході реалізації програми імпортозаміщення, а також робити висновки про характер вибуху, властивості вибухової речовини та температури, що діють на корпус снаряда при вибуху. Крім того, зазначені методи можуть бути застосовані для контролю складу та концентрації хімічних елементів при впроваджені технології створення артилерійських боєприпасів із заданим дробленням шляхом зміни їх хімічного складу [11−13] та при аналізі впливу різних вибухових речовин на зміни структури металу та фрагментації корпусу снаряда при вибуху.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Kachkovsky, A.D., Pavlenko, E.L., Sheludko, E.V., Kulish, N.P., Dmitrenko, O.P., Sendyuk, V.A., Smertenko, P.S., Kremenitsky, V.V., Tarasyuk, O.P. & Rogalsky, S.P. (2019). Composite «graphene nanoplatelets – fluorine-containing polyamide»: synthesis, properties and quantum-chemical simulation of electroconductivity. Functional Materials. Vol. 26. No 1. Pp. 100—106.
2. Tretyakov, Yu.D. (2003). Self-organisation processes in the chemistry of materials. Russ. Chem. Rev. Vol. 72. No 8. Pp. 651—681. Available at: https://iopscience.iop.org/article/10.1070/RC2003v072n08ABEH000836.
3. Alpherov, Zh.I., Aseev, A.L., Haponov, C.V., Kopev, P.C., Panov, V.I., Poltoratskiy, E.A., Sibeldin, N.N. & Suris, P.A. (2003). Nanomaterials and nanotechnology. Nano- and microsystem technology. No 8. Pp. 1—12. Available at: http://www.microsystems.ru.
4. Щукин Е.Д. Влияние активной среды на механическую устойчивость и повреждаемость поверхности твердого тела. М.: Вестн. Моск. ун-та. Сер. 2. Химия. 2012. Т. 53. № 1.
5. Шелохвостов В.П., Чернышов В.Н. Методы и системы диагностики наномодифицированных конденсированных сред. М.: Издательский дом «Спектр». 2013. 144 с.
6. Болдырев В.В. Механохимия и механическая активация твердых веществ. Успехи химии. 2006. Т. 75. № 3.
7. Рамбидин Н.Г., Березкин А.В. Физические и химические основы нанотехнологий. М.: Физматлит. 2008. 454 с.
8. Roldughin, I.V. (2004). Self-assembly of nanoparticles at interfaces. Russ. Chem. Rev. Vol. 73. No. 2. Pp. 115—147. Available at: https://iopscience.iop.org/article/10.1070/RC2004v073n02ABEH000866.
9. Strecalovskiy, V.N., Polezhaev, Yu.M. & Palguev, S.Ph. Oxides with impurity disorder: Composition, structure, phase transformations. M.: Science. 1987. 180 c.
10. Винтер Ж. Магнитный резонанс в металлах. М.: Мир. 1976. 288 с.
11. Controlled Fragmentation Warhead. US Pat. 3783790. Jan. 8, 1974.
12. Means for Controlled Fragmentation. US Pat. 4068590. Jan. 17, 1978.
13. Controlled Fragmentation with Fragment Mix. US Pat. 5040464 Aug. 20, 1991.

REFERENCES

1. Kachkovsky, A.D., Pavlenko, E.L., Sheludko, E.V., Kulish, N.P., Dmitrenko, O.P., Sendyuk, V.A., Smertenko, P.S., Kremenitsky, V.V., Tarasyuk, O.P. & Rogalsky, S.P. (2019). Composite «graphene nanoplatelets – fluorine-containing polyamide»: synthesis, properties and quantum-chemical simulation of electroconductivity. Functional Materials. Vol. 26. No 1. Pp. 100—106.
2. Tretyakov, Yu.D. (2003). Self-organisation processes in the chemistry of materials. Russ. Chem. Rev. Vol. 72. No 8. Pp. 651—681. Available at: https://iopscience.iop.org/article/10.1070/RC2003v072n08ABEH000836.
3. Alpherov, Zh.I., Aseev, A.L., Haponov, C.V., Kopev, P.C., Panov, V.I., Poltoratskiy, E.A., Sibeldin, N.N. & Suris, P.A. (2003). Nanomaterials and nanotechnology. Nano- and microsystem technology. No 8. Pp. 1—12. Available at: http://www.microsystems.ru.
4. Schukin, E.D. (2012). "Vliianie aktivnoi sredy na mekhanicheskuiu ustoichivost i povrezhdaemost poverkhnosti tverdogo tela" [Influence of the active medium on the mechanical stability and damage of the surface of a solid body], Vestn. Mosk. Un.-ta. M. Ser. 2. Himiia. Vol. 53, No 1.
5. Shelohvostov, V.P. & Chernyishov, V.N. (2013). "Metody i sistemy diagnostiki nanomodifitsirovannykh kondensirovannykh sred". [Methods and systems for diagnosing nanomodified condensed environment], Izdatelskii dom «Spektr». M. 144 p.
6. Boldyirev, V.V. (2006). "Mehanohimiia i mehanicheskaia aktivatsiia tverdykh veschestv" [Mechanochemistry and mechanical activation of solids], Uspehi himii. Vol. 75. No 3.
7. Rambidin, N.G. & Berezkin, A.V. (2008) "Fizicheskie i himicheskie osnovy nanotehnologii" [Physical and chemical foundations of nanotechnology], Fizmatlit. M. 454 p.
8. Roldughin, I.V. Self-assembly of nanoparticles at interfaces. Russ. Chem. Rev. 2004. Vol. 73. No. 2. Pp. 115—147. Available at: https://iopscience.iop.org/article/10.1070/RC2004v073n02ABEH000866.
9. Strecalovskiy, V.N., Polezhaev, Yu.M. & Palguev, S.Ph. Oxides with impurity disorder: Composition, structure, phase transformations. M.: Science. 1987. 180 c.
10. Vinter, Zh. (1976). "Magnitnyi rezonans v metallakh" [Magnetic resonance in metals], Izd-vo «Mir». M. 288 p.
11. Controlled Fragmentation Warhead. US Pat. 3783790. Jan. 8, 1974.
12. Means for Controlled Fragmentation. US Pat. 4068590. Jan. 17, 1978.
13. Controlled Fragmentation with Fragment Mix. US Pat. 5040464. Aug. 20, 1991.

Bogdanov V., Grygorenko O., Chepkov I., Odnoralov I., Kremenytskyi V., Sperkach S., Trachevskii V.

ANALYSIS OF PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF METAL FRAGMENTS OF ARTILLERY SHELLS HOUSING ON THE BASIS OF AN EXPERIMENTAL APPROACH

The article examines ways of solving one of the sides of the problem of active import substitution and diversification of the supply of special materials in connection with the termination of stable cooperative ties with the russian federation. An approach is proposed to analyze the compliance of

the characteristics of new materials with the requirements of the current design and technological documentation for materials of the domestic ammunition industry, namely: for the manufacture of projectile cases.

It is substantiated that the most effective and informative methods of researching the microstructural characteristics of metallic materials and justifying the expediency of their use for the production of shell casings are the use of raster electron microscopy and X-ray microanalysis, as well as optical emission and Fourier EPR spectrometry.

The results of the analysis of the physical and chemical characteristics of fragments of 152-mm high-explosive OF-29 high-explosive projectiles made from traditional materials and from materials obtained as a result of import substitution and diversification of supply, which was carried out on the basis of hardware studies using a scanning electron microscope JSM-6490LV, are given with use of INKA Energy 350XT energy dispersive spectrometer, optical emission spectrometer and ELEXIS SERIA E 580-10/12 Fourier EPR spectrometer.

The methods of analysis of physico-chemical properties of metal fragments of artillery shell casings chosen for research allow not only to study the structure and composition of metals, but also to draw conclusions about the nature of the explosion, the properties of the explosive substance and the temperature acting on the shell casing during the explosion. These methods can also be used for research on the influence of the composition and concentration of chemical elements of the explosive substance on the change in the structure of the metal and the fragmentation of the projectile body during the explosion.

Keywords: *artillery shell, physico-chemical characteristics of a solid, projectile fragment.*

Відомості про авторів:

Богданов В'ячеслав Леонідович, академік НАН України, доктор фізико-математичних наук
НАН України
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0001-9864-9120

Григоренко Олександр Ярославович,
член-кореспондент НАН України,
доктор фізико-математичних наук, професор
Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-4109-2672

Чепков Ігор Борисович, доктор технічних наук, професор
Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-4294-4152

Одноралов Ігор Васильович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник
https://orcid.org/0000-0002-7151-3175
Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна

Кременицький Валерій Вікторович,
кандидат фізико-математичних наук
https://orcid.org/0000-0003-1448-6323
Технічний центр НАН України
м. Київ, Україна

Сперкач Світлана Олексіївна,
кандидат фізико-математичних наук
https://orcid.org/0000-0003-3168-6300
Технічний центр НАН України
м. Київ, Україна

Трачевський Володимир Васильович,
кандидат хімічних наук
https://orcid.org/0000-0003-0590-5223
Технічний центр НАН України
м. Київ, Україна

Information about the authors:

Bogdanov Viacheslav, Academician of the NAS of Ukraine, Doctor of Physics and Mathematics
NAS of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0001-9864-9120

Grygorenko Oleksandr, corresponding member of the NAS of Ukraine, Doctor of Physics and Mathematics, Professor
https://orcid.org/0000-0002-4109-2672
Institute of Mechanics named S.P. Tymoshenko of the NAS of Ukraine
Kyiv, Ukraine

Chepkov Igor, Doctor of Technical Sciences, Professor
https://orcid.org/0000-0002-4294-4152
Central Research Institute of Weapons and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine

Odnoralov Igor, Doctor of Technical Sciences, Senior Research https://orcid.org/0000-0002-7151-3175
Central Research Institute of Weapons and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine

Kremenytskyi Valerii, Candidate of Physics and Mathematics
Technical Center of NAS of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0003-1448-6323

Sperkach Svitlana, Candidate of Physics and Mathematics Technical Center of NAS of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0003-3168-6300

Trachevskii Volodymyr, Candidate of Chemical Sciences
Technical Center of NAS of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0003-0590-5223

УДК 623.438
https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).57-73

Л. С. ДАВИДОВСЬКИЙ, *кандидат технічних наук, старший дослідник*
https://orcid.org/0000-0002-2529-1989

С. П. БІСИК, *доктор технічних наук, старший науковий співробітник*
https://orcid.org/0000-0002-5009-2113

А. А. БАРАНОВСЬКИЙ,
https://orcid.org/0000-0001-9637-7280

С. І. КОНДРАЧУКОВ, *ад'юнкт*
https://orcid.org/0000-0002-6763-3377
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ РОСІЙСЬКОГО БРОНЕАВТОМОБІЛЯ ПІДВИЩЕНОЇ ЗАХИЩЕНОСТІ «ТАЙФУН-К». ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ КОНСТРУКЦІЇ

З моменту повномасштабного вторгнення збройних сил російської федерації на територію України, Збройними Силами України ефективно знищується російська техніка, в тому числі й новітні зразки. Так, в різних областях нашої держави зафіксовано численні випадки знешкодження новітніх російських бронеавтомобілів КамАЗ-63968 «Тайфун-К», які з 2016 року стоять на озброєнні повітряно-десантних військ ЗС рф і активно застосовуються окупантами в агресії проти України. Окрім знищених «Тайфун-К» є також трофейні зразки, захоплені технічно справними, що дає можливість оцінити конструкцію зразка та застосовані в ньому технічні рішення. Оскільки в рф КамАЗ-63968 позиціонується як бронеавтомобіль підвищеної захищеності, то предметом дослідження в статті є система захисту бронеавтомобіля «Тайфун-К». Основними методами дослідження в статті є формалізований і порівняльний аналізи, що дозволяють оцінити рівень технологічного розвитку ОПК противника в частині захищеності бронеавтомобілів, допомагає визначити важливі для розвідувальної діяльності елементи, в тому числі й іноземні комплектуючі, обмеження поставок яких в рф впливатиме на поточні та майбутні бойові дії, а також дозволяє виокремити переваги і недоліки, які необхідно врахувати вітчизняним виробникам аналогічної продукції. Тому, метою статті є: по-перше – оцінити конструкцію бронеавтомобіля, елементів системи пасивного захисту та визначити фактичний рівень захисту від типових засобів ураження; по-друге - виявити іноземні комплектуючі елементи системи захисту «Тайфун-К» для включення їх до списку товарів для обмеження їх експорту до рф країнами-партнерами; по-третє – спростувати завищені показники ТТХ, що заявляються російською стороною для ілюзії домінування над аналогічними бронеавтомобілями класу MRAP країн-членів НАТО. Способи нейтралізації таких зразків залишаються дуже актуальними, оскільки на поточний момент в ЗС РФ їх поставлено понад 260 од. З основного матеріалу статті, у відповідності до її мети, узагальнені висновки та рекомендації для врахування вітчизняними виробниками.

Ключові слова: *бронеавтомобіль, протимінний захист, МРАП, корпус, днище, модуль, керамічна броня, енергопоглинаючі сидіння.*

ВСТУП

Одним з найбільших досягнень в галузі бронетехніки в росії є універсальний бронеавтомобіль підвищеної захищеності КамАЗ-63968 «Тайфун-К», що являється новітньою розробкою автотехніки для ЗС рф, оскільки там востаннє автомобільна платформа була прийнята у 1961 році [1]. Історія всього сімейства «Тайфун» починається з 2010 року, коли була затверджена міністром оборони рф «Концепція розвитку військової автомобільної техніки ЗС рф на період до 2020 року», яка визначала розвиток високоуніфікованих сімейств бронеавтомобілів. В результаті було створено єдину колісну вантажну платформу «Тайфун», що повинна забезпечувати захист екіпажу, вантажу та вузлів автомобіля від стрілецького озброєння та фугасів, а також для монтажу різного цільового обладнання та створення на її базі необхідних модифікацій. Сама концепція 2010 року і платформа «Тайфун», за своєю суттю, була російською альтернативою американській програмі 2005 року MRAP (англ. Mine Resistant Ambush Protected – укр. стійкі до мін і захищені від засідок), створення якої диктувалося бойовими втратами та досвідом війни в Афганістані (2001 р.) та Іраку (2003 р.) [2].

Не поодинокі випадки знешкодження КамАЗ-63968 «Тайфун-К» Збройними Силами України в Київській, Чернігівській, Сумській та Харківській областях, а також трофейні зразки, що захоплені технічно справними, свідчать про активне застосування ЗС рф цих зразків в агресії проти України [3].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

В ході реалізації Концепції декларувалось, що сімейство бронеавтомобілів «Тайфун» розроблялось кооперацією з більш ніж 120 підприємств, основними серед яких були: Камський (КамАЗ) та Уральський (Урал) автомобільні заводи (шасі), Ярославський моторний завод (двигун), НДІ сталі м. Москва (бронювання машини), Федеральний ядерний центр м. Саров (розрахунок захищеності бронекорпусу), «Магістраль-ЛТД» (бронескло), Московський ДТУ ім. Баумана (гідропневматична підвіска) та ін. [4]. Проте, з аналізу трофейного зразка, бази

патентів та фактичного маркування елементів системи захисту встановлено, що більшість результатів ДКР, які проводились російськими установами в ході розробления сімейства бронеавтомобілів «Тайфун», не знайшли впровадження в КамАЗ-63968 «Тайфун-К», а замінені на імпортні. Цей факт ілюструє військово-технічний потенціал ОПК рф в частині основних складових сучасних систем захисту зразків ОВТ, більш детально про це в основному матеріалі статті.

Мета статті: оцінка конструкції бронеавтомобіля, елементів системи пасивного захисту та фактичного рівня захисту для ефективного знешкодження їх відповідними засобами ураження;

виявлення іноземних комплектуючих елементів системи захисту «Тайфун-К» для включення їх до списку товарів для обмеження їх експорту до рф країнами-партнерами;

спростування завищених показників ТТХ, що заявляються російською стороною для ілюзії домінування над аналогічними бронеавтомобілями класу MRAP країн-членів НАТО.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

КамАЗ-63968 «ТайфунК» розроблений і вироблений публічним акціонерним товариством «КАМАЗ» (акронім від Камський автомобільний завод, раніше КамАЗ) та призначений для транспортування особового складу (рис. 1). Передбачається, що сама уніфікована платформа послужить для встановлення різного цільового обладнання та систем озброєнь, створення на їх базі машин зв'язку, мобільних артилерійських систем, автокранів, транспортно-пускових машин безпілотних літальних апаратів, евакуаторів та інших модифікацій для ЗС РФ [4].

КамАЗ-63968 «Тайфун-К» класифікується в ЗС рф як універсальний бронеавтомобіль підвищеної захищеності, тому для його ефективної нейтралізації необхідно дослідити рівень його захисту. В даному зразку передбачено лише елементи пасивного захисту, а класична система пасивного захисту бронеавтомобіля включає в себе низку технічних рішень, які передбачено в конструкції (компонуванні) бронеавтомобіля «Тайфун-К» (рис. 2) [5, 6].

Для якісної оцінки системи захисту бронеавтомобіля «Тайфун-К» розглянемо кожен її елемент окремо.

Конструкція корпусу та днища

Структура тривісного «Тайфун-К» зроблена за модульним типом: машина розбита на три окремі дискретні секції (рис. 3а). Така схема компонування не є інноваційною, а скопійована у ізраїльської фірми Israel Military Industries (IMI), що застосовувала масштабований метод у розробці багатоцільової машини Wildcat (рис. 3б) [7, 8]. Сама російська Концепція, в цілому, є запозиченою у IMI, яка розробила ціле сімейство спеціалізованих бронеавтомобілів, включаючи санітарну машину, бойову машину тилового забезпечення, розвідувальну машину, ремонтно-евакуаційну машину та ін. Окрім цього, система захисту «ТайфунК» виконана за точною аналогією Wildcat, а силовий блок ізраїльської машини, що включає американські двигун Cummins (325 к. с.) та трансмісію

Рис. 1. КамАЗ-63968 «Тайфун-К» ліворуч – еталон, праворуч – трофейний зразок

Таблиця 1. Основні ТТХ з відкритих джерел

Загальне		Рухомість	
Роки розробки	2010-2015	Vмаксимальна, км/год	110
Виробництво/експлуатація	з 2014/ з 2015	Розхід пального, л/100 км	81
Кількість випущених, шт.	> 260	Запас ходу по ПМ, км	700
Маса споряджена/повна, т	21/24	Тип підвіски	керована гідропневматич.
Екіпаж/десант, чол.	3/14	Кліренс, мм	регулюємий 185-575
Габарити Д/В/Ш, мм	8990/3300/2550	Максимальна потужність	331 кВт (450 к. с.)
Заявлений рівень захисту			
Протикульна стійкість	IV рівень за Stanag 4569 (14,5 мм з кузею Б-32 з 200 м)	Протимінна стійкість	III рівень за Stanag 4569 (вибуховий пристрій масою 8 кг тринітротолуолу)

Рис. 2. Система пасивного захисту бронеавтомобіля КамАЗ-63968 «Тайфун-К»

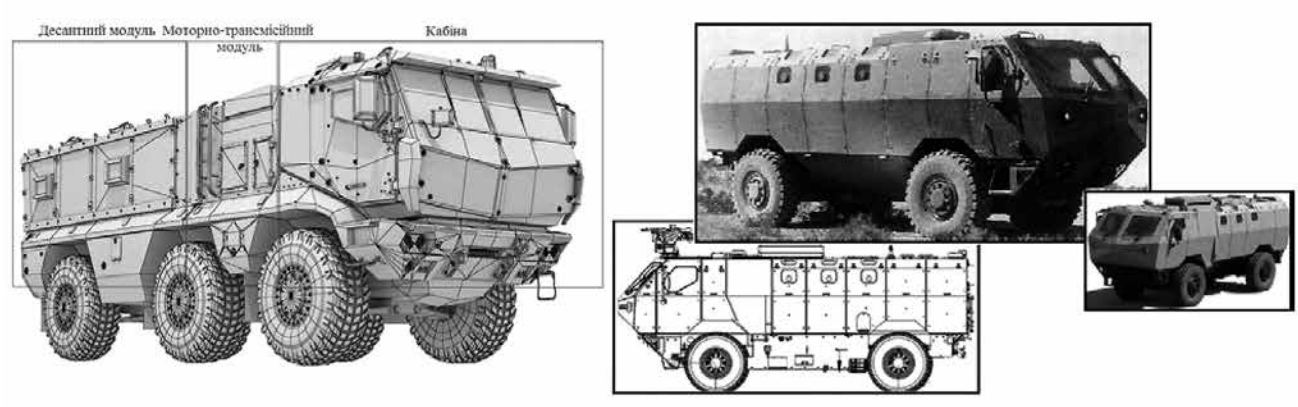


Рис. 3. Схема компонування бронеавтомобіля КамАЗ-63968 «Тайфун-К» – ліворуч, бронеавтомобіль Wildcat фірми Israel Military Industries праворуч

Allison3000 застосовується практично у всіх автомобілях сімейства «Тайфун-К» [9].

Перша секція – кабіна, виконана у вигляді бронекапсули, оскільки всі з'єднані між собою стінки кабіни утворюють герметичний корпус жорсткої конструкції. Кабіна оснащена броньованими дверима, триточковими механізмами замикання, кріслами для двох пасажирів та водія, лобовими та бічними вікнами з бронескла. Конструкція (компонування) кабіни КамАЗ63968 «Тайфун-К» виконана у відповідності до патенту рф № RU 124380 U1 «Кабина тактически защищенного транспортного средства многоцелевого назначения» власником якого є ПАТ «КАМАЗ» [10]. Для керування окремими системами наявні дублюючі кнопки, проте в основному управління здійснюється за допомогою електроніки через рідкокристалічну пристрійну панель: круїз-контроль, освітлення, підігрів палива, вибір режиму руху, включення зниженого ряду, блокування міжосьових та міжколісних диференціалів, контроль тиску в шинах та ін. Крісло водія фіксоване, але рульова колонка регулюється у двох площинах.

Друга секція – моторно-трансмісійний модуль, розташований між кабіною і десантним модулем. В ньому розміщено двигун KAMAZ740.354450 та 6-ступчата КП Allison (США). У спорядженому вигляді там передбачено місце для однієї люди-

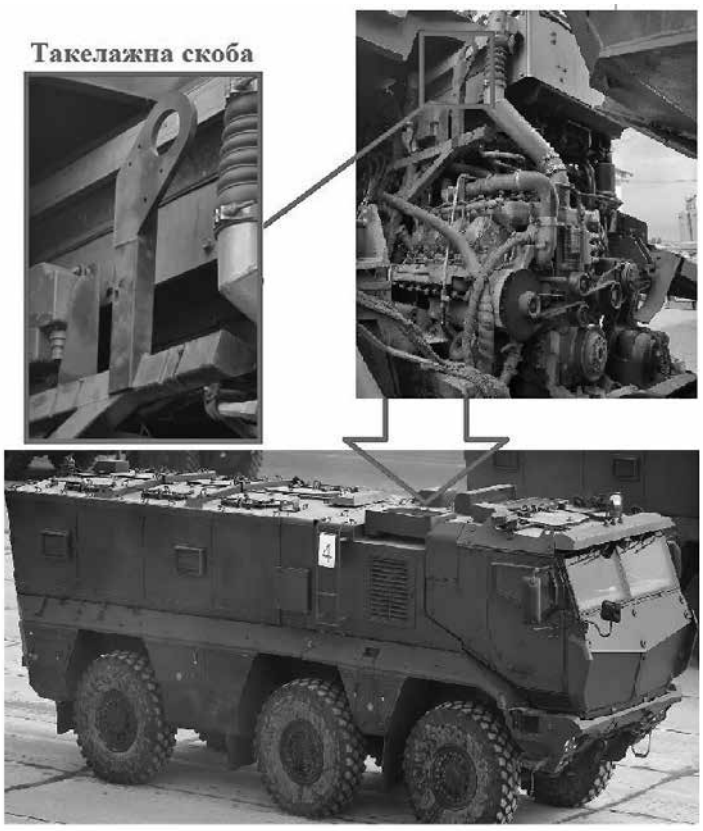


Рис. 4. Моторно-трансмісійний модуль КамАЗ-63968 «Тайфун-К»

ни, тобто на полі бою механік зможе провести ремонт під захистом броні. За допомогою такелажного каркасу, який об'єднує двигун і КП можна оперативно проводити демонтаж і монтаж силового блоку (рис. 4).

Третя секція – десантний модуль, виконаний у вигляді бронекапсули, оскільки містить каркас із закріпленими на ньому стінками та підлогою з розміщеним на ньому настилом і дахом, що утворюють герметичний корпус жорсткої конструкції. Бокові стінки виконані з броньових елементів, які додатково забезпечені зовні навісною композитною керамічною бронею, в стінках передбачено вікна з бронескла, на даху розміщені бронелюки для евакуації екіпажу та ведення вогню зі стрілецької зброї, на задній стінці розташована відкидна аппарель, в якій розміщені двері з механізмами замикання. Модуль має 14 місць десанту, сидіння не кріпляться безпосередньо до корпусу модуля, а з'єднані з демпфуючими каркасами, що встановлені на скосах підлоги через енергопоглинаючі елементи. Конструкція (компонування) десантного модуля КамАЗ-63968 «Тайфун-К» виконана з незначними доопрацюваннями у відповідності до патенту рф № RU 123927 U1 «Функциональний модуль защищенний», власником якого є ПАТ «КАМАЗ» [11].

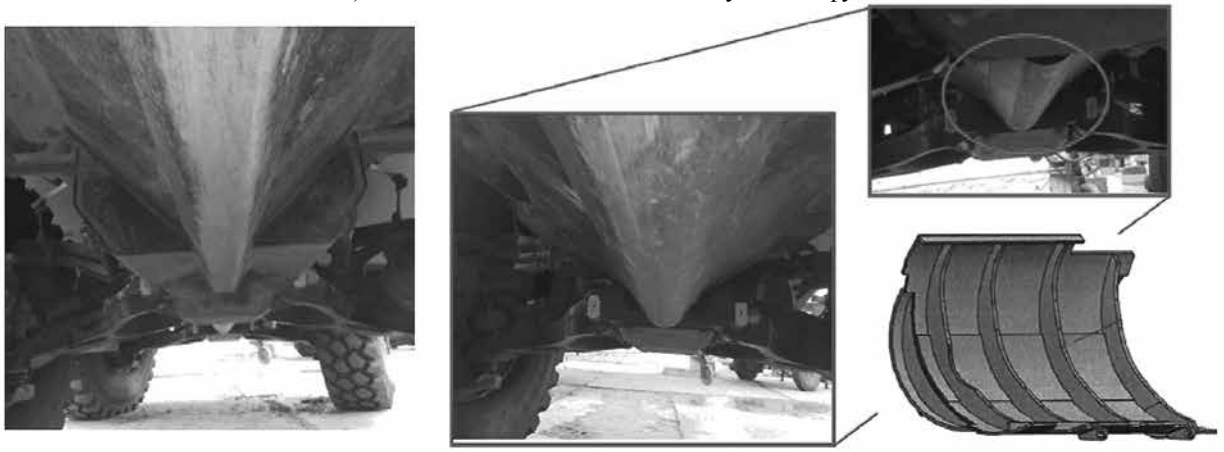
Для розсіювання енергії вибуху корпус виконаний прямокутної форми зі спрямованими всередину скосами на днищі (рис. 5а). Крім того, протимінний захист «Тайфун-К» передбачає захисні протимінні екрани V-подібної форми, що складаються з низки плит, виконаних у вигляді піддонів, додатково забезпечена бічними щитами та торцевими захисними елементами (рис. 5б) [12].

В районі розташування роздавальної коробки особливістю є те, що піддони виконані округлої форми з підсилюючими ребрами і додатковими шарами металу, що сприяє покращенню захисту агрегатів та модулів шляхом дисипації енергії ударної хвилі від вибуху (рис. 5в) [12].

Конструкція протимінного захисту, компонування захисних екранів, піддонів, бічних щитів, торцевих захисних елементів, варіантів кріплень на КамАЗ-63968 «Тайфун-К» виконане з незначними доопрацюваннями у відповідності до патенту рф № RU 124381 U1 «Противоминная защита транспортного средства», власником якого є ПАТ «КАМАЗ» (рис. 6) [12]. Слід зазначити, що протимінний захист «Тайфун-К» не є «ноухау» в принципах компонування, а є намаганням повторити конструкцію вибухозахищеного бронемодуля американського бронеавтомобіля MATV «Oshkosh» (рис. 6) [13].

Важливою особливістю для збереження цілісності корпусу десантного модуля при підриві є спосіб зварювання броньових листів (стінок) при його виготовленні. Так, зварювання корпусу модуля виконується таким чином, що горизонтальні та похилі бронелисти днища, колісних арок, ніш паливних баків накладаються на вертикальні броне-

а) скоси на днищі десантного модуля «Тайфун-К»



б) V-подібний протимінний екран

в) піддони округлої форми з підсилюючими ребрами для захисту агрегатів

Рис. 5. Елементи системи протимінного захисту «Тайфун-К»

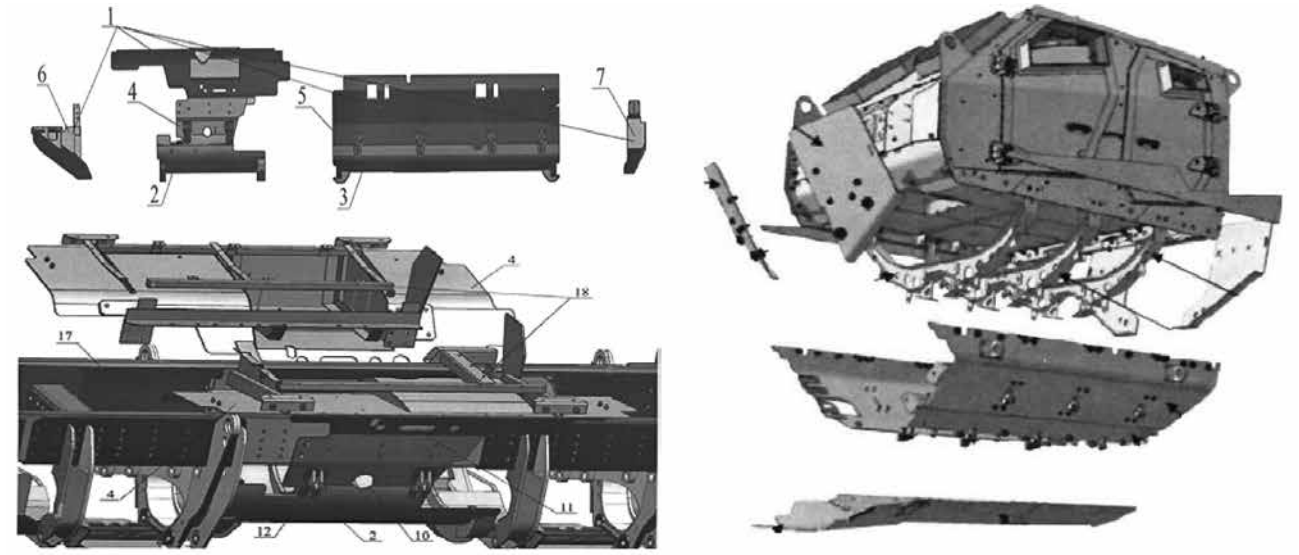


Рис. 6. Порівняння системи протимінного захисту «Тайфун-К» (ліворуч) та M ATV «Oshkosh» (праворуч)
Протимінний захист «Тайфун-К» містить захисний екран (1), що складається з піддонів (2) та (3), бічні щити (4) та (5) та торцеві захисні елементи (6) та (7). Піддони (2) і (3) виконані округлої форми з підсилюючими ребрами (8). Піддон (3) додатково посилено кількома шарами металу (9). Бічні щити (4) і (5), а також торцеві захисні елементи (6) і (7) виконані з різноспрямованими перегинами, необхідними для відбиття вибухової хвилі. Бічні щити (4) мають монтажні місця (10) для розміщення вузлів та агрегатів автомобіля. Піддони (2) і (3) з'єднані відповідно з бічними щитами (4) і (5) за допомогою кріпильних елементів (12)

Рис. 7. Спосіб зварювання горизонтальних і вертикальних елементів корпусу "Тайфун-К"

листи бортів (стінок) з незначним виступом. На відміну від вітчизняної практики зварювання бронекорпусів, де зварюються торці бронелистів, такий спосіб сприятиме збереженню герметичності корпусу та запобіганню розтріскуванню його по зварним швам і потраплянню продуктів детонації у відділення десанту (рис. 7) [14].

В 2014 році бронеавтомобіль «Тайфун-К» проходив випробування натурним підривом на заряді 6 кг у тротиловому еквіваленті під переднім та заднім колесом, а також під днищем корпусу. В ході випробувань на місці водія та десанту застосовувались спеціальні манекени Hybrid III, які обладнані 37 датчиками прискорення, переміщення та тиску. Декларується, що зафіксовані навантаження становили 35−50 % від максимально допустимих (рис. 8) [15].

В рф відсутній власний стандартизований документ, який класифікує бронетехніку за рівнем протимінного захисту. Випробування проводились за методикою, визначеною в STANAG-4569, при цьому в ТТХ декларується, що КамАЗ-63968 «Тайфун-К» відповідає рівню 3b (вибух заряду фугасної дії з масою тринітротолуолу 8 кг), хоча натурні випробування проводились на відповідність рівню 2b (вибух заряду фугасної дії з масою тринітротолуолу 6 кг) (табл. 2) [16, 17].

Корпус додатково забезпечений зовні навісною керамічною бронею, яка перекриває зварні з'єднання основних бронелистів (стінок) таким чином, що борти виступають над передньою та задньою стінками корпусу, оскільки ймовірність влучання засобів ураження в борт є набагато вищою ніж в фронтову (за бронекабіною та МТВ) та тильну стінки корпусу десантного модуля. Крім того, всі кутові з'єднання (стики) елементів корпусу додатково перекриті броньовими накладками (рис. 10).

Важливим елементом протимінного захисту є забезпечення герметичності корпусу бронеавтомобіля при підриві. Досвід випробувань новітніх вітчизняних зразків на протимінну стійкість показує, що найслабшим місцем в такому випадку є двері, люки, апарелі та інші шарнірні елементи конструкції корпусу. Тому, важливу роль тут

Рис. 9. Натурні випробування підривом на заряді 6 кг у тротиловому еквівалент

Таблиця 2. Вимоги STANAG-4569 щодо захисту екіпажів броньованих машин

Рівень	Характеристика рівня протимінного захисту	
1	ручна граната, артилерійський снаряд, що не вибухнув, різні дрібні вибухові пристрої, що детонують у будь-якому місці під транспортним засобом	
2	вибух ВНП фугасної дії з масою тринітротолуолу 6 кг	1a, 2a, 3a, 4a − вибух міни під транспортером у центрі машини; 1b, 2b, 3b, 4b − вибух міни під будь-яким колесом транспортера
3	вибух ВНП фугасної дії з масою тринітротолуолу 8 кг	
4	вибух ВНП фугасної дії з масою тринітротолуолу 10 кг	

Рис. 10. Перекриття з’єднань елементів корпусу

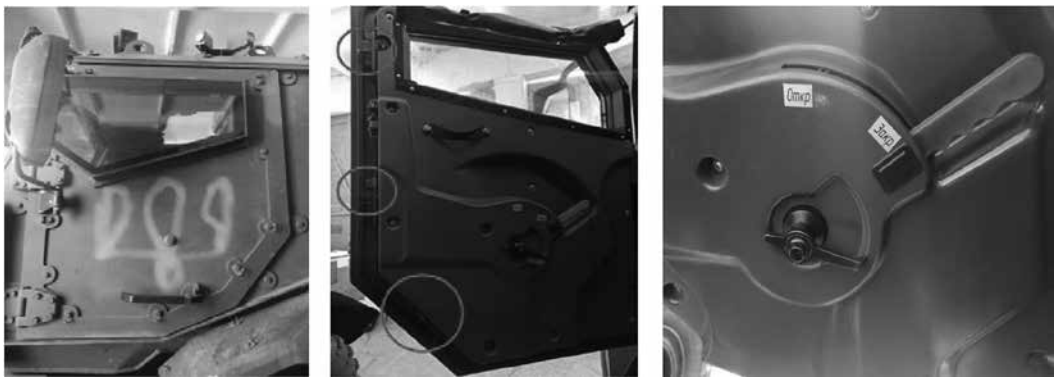


Рис. 11. Триточкові механізми замикання дверей кабіни «Тайфун-К»

Рис. 12. Елементи гідропневматичної підвіски Timoney Technology Limited на «Тайфун-К»

відіграють замикаючі пристрої та петлі. Застосовані в конструкції «Тайфун-К» замикаючі пристрої та петлі виконані з незначними доопрацюваннями у відповідності до патентів рф № RU 116175 U1 «Запирающее устройство двери транспортного средства», № RU 124242 U1 «Запирающее устройство кабины», № RU 117604 U1 «Люк транспортного средства» № RU 117484 U1 «Петля двери бронированной», власником всіх зазначених патентів є ПАТ «КАМАЗ» (рис. 11) [18–21].

Конструкція ходової частини

Гідропневматична підвіска

Гідропневматична підвіска «Тайфун-К» – це виріб ірландської компанії Timoney Technology Limited, яка у 2012 році уклала з КАМАЗом угоду щодо розробки незалежної підвіски для двох-, трьох- та чотиривісних шасі (рис. 12). У компанії Timoney великий досвід в оснащенні бронеавтомобілів несучими та керуючими механізмами по всьому світу та спільної розробки броньовиків: бронетранспортер Amphibious Combat Vehicle 1.1, броньована модульна машина Enigma, БТР CM-32 Cloud Leopard, БТР Ejder, БТР Lazar та ін. [22].

Всі важелі та приводи незалежної підвіски виготовлені зі спеціальної сталі, що розрахована на значну вагу бронеавтомобіля, навантаження при русі та підрив саморобних вибухових пристрої у безпосередній близькості з машиною (рис. 12).

За командою водія підвіска міняє кліренс на 40 см для всього автомобіля або окремо для передньої чи задньої частини, збільшуючи дорожній просвіт із експлуатаційних 185 мм до бойових 585 мм.

Колеса та шини

На КамАЗ-63968 «Тайфун-К» встановлені армовані колеса з вибухостійкими вставками 16.00 R20 Michelin XZL LRM TL 173G 22PR. Такі колеса мають радіальну, цільнометалокордну (ЦМК), безкамерну конструкцію, сумісну з системою регулювання тиску з роз›ємним ободом і внутрішніми додатковими захисними вставками. Армовані борти шини кріпляться до диска через «бедлок», що являє собою елемент колісного диска, який фіксує шину та запобігає розбортуванню при підриві та русі по грунту із заниженим тиском (рис. 13) [23].

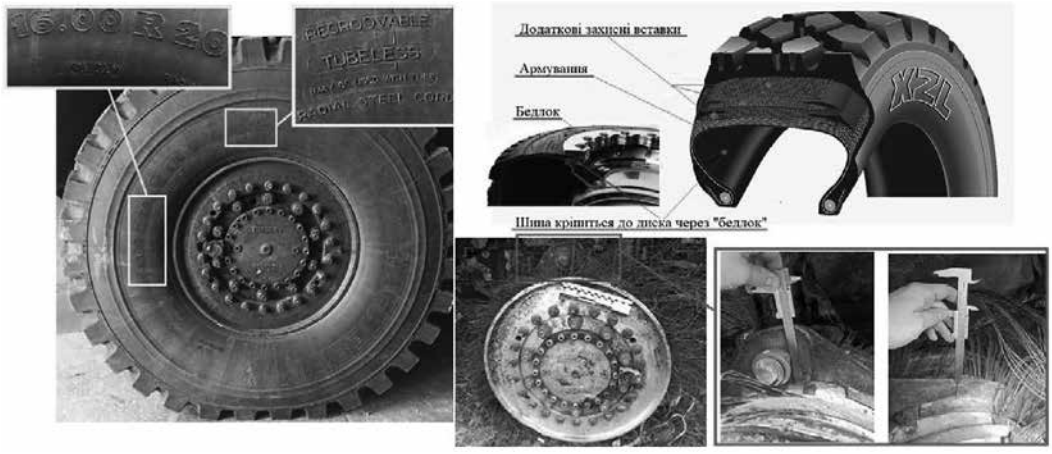


Рис. 13. Колесо 16.00 R20 Michelin XZL, елементи армування та роз’ємного обода колеса

Таблиця 3. Технічні характеристики шин

Параметр	Значення параметра
Позначення шини	16.00R20
Модель шини	XZL-Michelin
Виконання	TL (TubeLess) − безкамерне
Малюнок протектора	підвищеної прохідності
Максимальне навантаження, кг (lbs)	6595 (14.540)
Внутрішній тиск при min-max навантаженнях, кгс/см^2	4,5−7,5
Тиск повітря в шинах при максимальному навантаженні, кПа	750
Зовнішній диаметр, мм	1340
Ширина профіля, мм	442
Максимальна швидкість, км/год (mph)	90 (55)

Конструкція таких коліс забезпечує можливість руху під час пошкодження шини на відстань не менше ніж 50 км зі швидкістю 50 км/год. Для цього в конструкції коліс передбачено встановлення внутрішньої додаткової колісної вставки у внутрішній порожнині шини на плоский роз'ємний обід асиметрично і максимально наближеної до кузова автомобіля (рис. 13). Кріплення шини до диска через «бедлок» за допомогою болтового з'єднання дозволяє виконувати монтажні роботи в польових умовах силами екіпажу без спеціального обладнання. Колеса мають малюнок протектора шин підвищеної прохідності, які дозволяють експлуатувати автомобіль дорогами всіх категорій, у тому числі в умовах бездоріжжя.

Броньові сталі та композити

На КамАЗ-63968 «Тайфун-К» заявлений IV рівень протикульного захисту відповідно до STANAG 4569 (рис. 14). Розробником декларується, що захист від бронебійних куль калібру 14,5×114 мм досягнуто за рахунок застосування дисперсно-керамічної броні, що складається з трьох шарів: декоративного (верхнього, першого, фронтального), дроблення (другого) і затримуючого (третього).

Перший і другий шари можна розглядати як один шар дроблення і відхилення, що складається з окремих керамічних елементів, які розташовуються між багатошаровими балістичними тканинами і притискаються до основної броні алюмінієвим листом. Керамічні елементи є невеликими циліндрами білого кольору, діаметром 13 мм, висотою 10 мм, з одним опуклим торцем. Для захисту з нижньої проекції кабіни, важливих елементів ходової частини, головних редукторів мостів та інших, застосовуються керамічні елементи у вигляді коричневих квадратів розміром 50х50 мм і висотою 8,5 мм (рис. 15).

Для бронювання застосовують три види кераміки, карбід бора B4C (найякісніший і найдорожчий матеріал), карбід кремнію SiC і оксид алюмінію Al2O3 (найдешев-

Рис. 14. Додаткова дисперсно-керамічна броня «Тайфун-К»

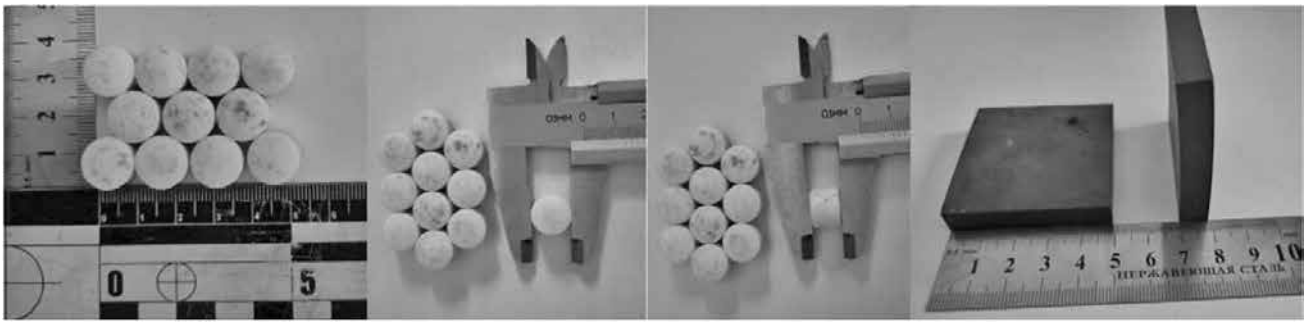


Рис. 15. Керамічні елементи бронювання КамАЗ-63968 «Тайфун-К»

Таблиці 4. Механічні властивості керамічних матеріалів які використовуються в балістичній броні

Керамічні матеріали	Спосіб виготовлення	Щільність ρ, г/см^3	Модуль пружності E, ГПа	Швидкість звуку, С м/с	Твердість HV, ГПа	Тріщиностійкість K Ic, МПа-м$^{1/2}$
T1(>86% Al_2O_3)	Вільне спікання	3,14	175	7 400	11	2,5
B6 (>98% Al_2O_3) коричневий	Вільне спікання	3,86	340	9 590	12	3,4
K1(>60% B_4C)	Гаряче пресування	2,42	210	9 320	10	3,7
B_4C	Гаряче пресування	2,52	430	13 060	25	3,5
SiC	Гаряче пресування	3,21	420	11 590	25	4,4
Al_2O_3	Вільне спікання	3,5	350	11 000	18	3,7

ший із трьох видів кераміки і з найнижчими механічними властивостями з точки зору балістичної стійкості). Білий і коричневий колір керамічних елементів свідчить, що це кераміка на основі оксиду алюмінію Al_2O_3, оскільки карбід бора B_4C має сірий колір, а карбід кремнію SiC − чорний.

В різних російських джерелах зазначається різні розробники керамічної броні для «Тайфун-К», в одних сказано, що ТОВ «Науково-виробничий центр "СПЛАВ"» спільно з МДТУ «МАМІ» розробив та виготовив конструкцію бронезахисту, а в інших, що керамічні елементи у складі керамічних броньових плит виготовив Новосибірський електровакуумний завод «Союз». Проте, за описом, рефератом, формулою та кресленнями американського патенту US20040020353A1 «Ballistic Armor» виявлено схожість з конструкцією дисперсно-керамічної броні КамАЗ-63968 «Тайфун-К» [24]. Поточним правовласником цього патенту є ізраїльська компанія Plasan Sasa (рис. 16). Таке співпадіння не здається випадковим, оскільки постачальником керамічного бронезахисту для іншого бронеавтомобіля з сімейства «Тайфун» КамАЗ-53949 «Тайфуненок»/«ПатрульА» є компанія Plasan Sasa, Ізраїль, ця ж фірма поставляє протимінні енергопоглинаючі сидіння для бронеавтомобілів сімейства «Тайфун» [25].

З досвіду випробування балістичної стійкості вітчизняних дисперсно-керамічних бронепанелей з більш якісної кераміки на основі карбід кремнію SiC (розроблені та виготовлені Інститутом надтвердих матеріалів ім. Бакуля та Інститутом проблем матеріалознавства ім. Францевича НАНУ), конфігурація бронювання КамАЗ63968 «Тайфун-К», керамічні елементи товщиною 10 мм з оксиду алюмінію Al_2O_3 та броня 6−8 мм не виглядають такими, що здатні витримати влучання бронебійних куль калібру 14,5×114 мм, як це заявляється виробником та представниками МО рф. Хоча, в [26] у 2015 році зазначалось, що прийнято рішення відмовитись від такого потужного захисту з метою полегшення машини і довести захист до 3 рівня за STANAG 4569, захист від 7,62x54 мм з кулею БЗ Б-32 (табл. 5), проте і далі декларують 4 рівень.

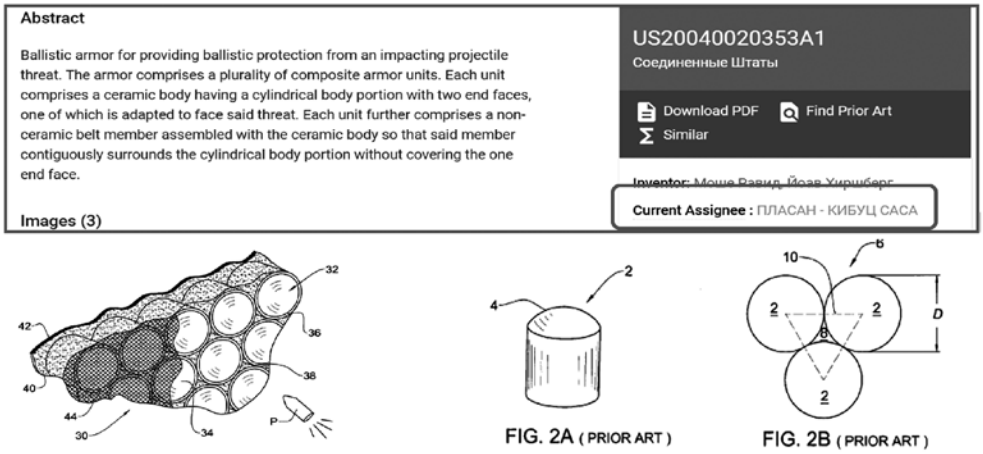


Рис. 16. Патент ізраїльської компанії Plasan Sasa US20040020353A1 «Ballistic Armor»

Нижній, затримуючий третій шар виконаний з броньованої сталі. Вимірювання в доступних місцях показали, що товщина основної броні по периметру бронеавтомобіля є диференційованою, на лобовій частині кабіни вона становить 8 мм, а на окремих елементах 6 мм (рис. 17).

Рис. 17. Третій затримуючий шар броньованої сталі дисперсно-керамічної броні

Для прикладу на рис. 18 наведено розміри вітчизняних керамічних елементів, що виготовлені з кераміки вищої якості на основі карбіду кремнію SiC і пройшли успішно балістичні випробування кулями 14,5×114 мм Б-32 та 12,7×108 мм Б-32.

Броньоване скло

В компонуванні КамАЗ-63968 «Тайфун-К» передбачено 8 місць встановлення бронескла: в кабіні 2 лобових + 2 бокових дверних і 4 в десантному модулі. Вони мають однакову констукцію, відрізняються лише формою та розмірами і являють собою багатошарові, плоскі конструкції зі скла. Броньоване скло розроблене московською компанією «Магистраль ЛТД», має прозорість 70 % і товщину 128,5−129,0 мм.

Виробником декларується, що бронескло витримує 2 постріли з відстанню між влучаннями 300 мм при обстрілі бронебійними кулями калібру 14,5×114 мм. При цьому, найвищий рівень кулестійкості бронескла в російських стандартах (ГОСТ Р 51136 і ГОСТ Р 50963) − це обстріл бронебійними патронами Б-32, 7,62х54 мм з СВД. Рівень протикульного захисту, що заявляється ТОВ «Магістраль-ЛТД» відповідає IV рівню STANAG 4569 − гарантований захист при обстрілі бронебійним боєприпасом Б-32, 14,5 114 мм з дистанції 200 м зі швидкістю кулі 891−931 м/с (рис. 19а) [27].

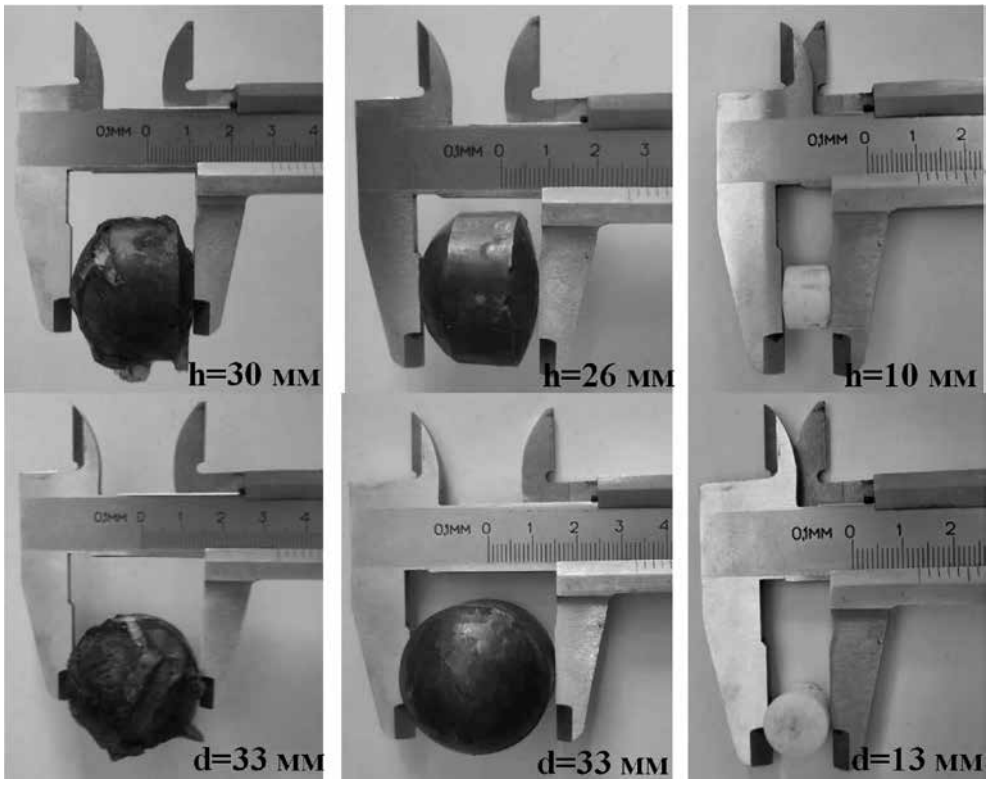
Усі бронескляні конструкції встановлюються зовні. Таке розміщення запобігає проламуванню всередину при підривах збоку. Бронескло вклеюється в броньові рамки по периметру клеєм, герметичність встановлення скла забезпечують спеціальні прокладки з гуми низької щільності.

Енергопоглинаючі сидіння

Забезпечивши цілісність корпусу, основним уражаючим фактором при підриві залишається так званий «ефект метання», а сидіння є елементом конструкції ББМ, що сприймає вибухове навантаження та передає його на організм людини. Параметри конструкції сидіння визначають значення отриманих людиною перевантажень внаслідок підриву [28].

Таблиця 5. Рівні протикульного бронезахисту броньованих машин за STANAG 4569

STANAG 4569	Рівень 1	39 мм	92 кг/м²		7,62×51 NATO ball	833 м/с
					5,56×45 SS109	950 м/с
					5,56×45 M193	950 м/с
	Рівень 2	50 мм	116 кг/м		7,62×39 БЗ	900 м/с
фактично	Рівень 3	82 мм	190 кг/м²		7,62×54 БЗ Б-32	854 м/с
					7,62×51 AP (WC core)	930 м/с
заявлено	Рівень 4	128 мм	290 кг/м²		14,5×114 БЗ Б-32	911 м/с



захист від **14,5×114 мм Б-32** захист від **12,7×108 мм Б-32** Керамічні елементи Тайфун-К

Рис. 18. Порівняння розмірів керамічних бронеелементів

а) фото випробувань еталона б) фото бронескла трофейних та знищених «Тайфун-К»

Рис. 19. Броньоване скло КамАЗ-63968 «Тайфун-К»

В рамках Концепції 2010 року, при створенні платформи «Тайфун» в рф, «НИИ Стали» та НТЦ «Спецтехника» почали розробку власних протимінних енергопоглинаючих сидінь. Виготовленні дослідні зразки не були реалізовані в КамАЗ-63968 «Тайфун-К». Бронеавтомобіль обладнаний протимінними енергопоглинаючими сидіннями «Terra» ізраїльської компанії «Plasan» (рис. 20) [29].

Сидіння не мають жорсткого зв'язку з корпусом. До скосів на днищі кріпляться два вертикальні кронштейни, до них в перпендикулярній площині кріпиться вертикально пластина, до якої через енергопоглинаючі елементи кріпиться сидіння. Сидіння водія відрізняється від інших наявністю механізмів поздовжнього регулювання та жорсткості підвіски (рис. 21).

В якості енергопоглинаючих елементів в сидінні «Plasan Terra» застосовано трубу і пуансон. Цей елемент поглинає енергію удару (імпульс від підриву), спрямовану вздовж його осі (вертикаль), шляхом зміни розміру перерізу труби за рахунок протяжки пуансона у вигляді кулі з дещо більшим діаметром ніж в труби (рис. 22) [30, 31].

Система фіксації екіпажу та десанту

Для фіксації екіпажу та десанту передбачено 5-ти точкові ремені безпеки британської компанії SECURON, що спеціалізується на ременях безпеки, прив'язних ременях та пристроях безпеки. Система фіксації на сидінні «Тайфун-К» включає в себе 47 мм статичні поясні, плечові, стегнові та один паховий

а) сидіння трофейного "Тайфун-К" б) сидіння "Plasan Terra"

Рис. 20. Протимінні сидіння КамАЗ-63968 «Тайфун-К»

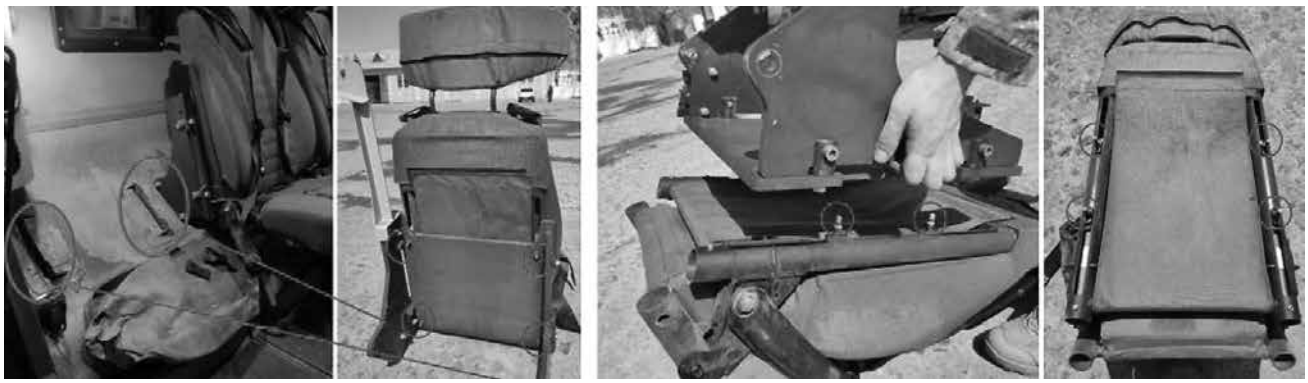


Рис. 21. Спосіб кріплення сидіння КамАЗ-63968 «Тайфун-К»

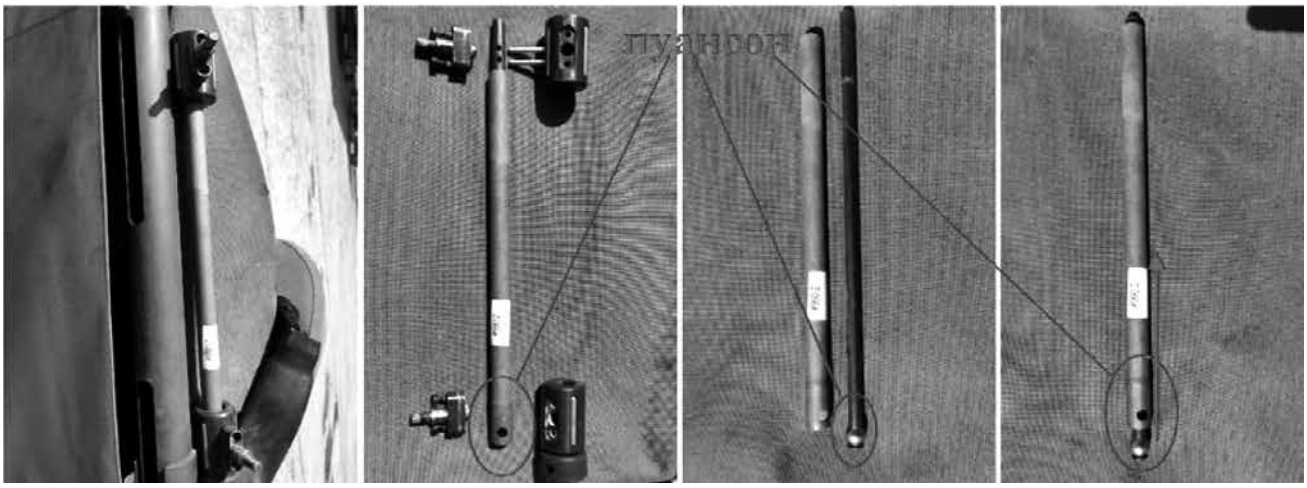


Рис. 22. Енергопоглинаючий елемент сидіння «Plasan Terra»

ремені і 5-ти точковий замок. На ременях значиться: виготовлено в 2016 році в м. Амершем, Великобританія (рис. 23) [32].

Конструкція сидіння передбачає підголівник з обмежувачами руху голови людини в сторони, відкидну (складну) подушку сидіння, а за спинкою сидіння передбачено місце для фіксації особистої зброї (рис. 23).

Конструкція підлоги

Конструкцією десантного модуля передбачено рознесену підлогу, що ізолює десантне відділення від імпульсу ВУХ. Відстань між днищем модуля і внутрішньою підлогою складає 15 см. Внутрішня підлога застелена пружними елементами і виконує функцію підставки для ніг, крім того слугує додатковим захистом від ураження десанту у разі порушення герметичності днища модуля (рис. 24) [5, 6, 28].

Протиосколковий підбій

Десантний модуль з середини оброблений поліуретановим покриттям, з тильної сторони до нього кріпиться пружній елемент, який окрім примітивного протиосколкового захисту, виконує функцію тепло і шумо ізоляції (рис. 25).

На озброєнні ЗС України відсутні аналогічні бронеавтомобілю КамАЗ63968 зразки за тривісним компонуванням. Проте, є експортний варіант вітчизняного бронеавтомобіля КрАЗ-6322 Fiona (KrAZ Fiona), виготовлений Кременчуцьким автозаводом у партнерстві з канадсько-еміратською компанією Streit Group [33]. В якості базового шасі також застосовано 3-вісний КрАЗ6322 з колісною формулою 6х6. Фіона має балістичний захист Level 2 за стандартом Stanag 4569, а при застосуванні додаткової керамічної легкої броні забезпечить захист на рівні Level 3. Конструкція бронеавтомобіля передбачає всі основні технічні рішення в системі протимінного захисту (V-подібне днище, високий кліренс, колеса «run-flat», система фіксації та ін.), відноситься до класу MPV (Mine Protected Vehicle) і витримує підрив заряду масою 8 кг в TNT еквіваленті. На відміну від «Тайфун-К», KrAZ Fiona має класичне для машин класу MRAP компонування кабіни (рис. 26) [34].

Призначення KrAZ Fiona і «Тайфун-К» однакове оперативне транспортування особового складу до місця проведення спецоперацій. Пасажиромісткість «Тайфун-К» – 14+3, KrAZ Fiona 14+2 (опція). За технічним рівнем «Тайфун-К» переважає KrAZ Fiona, але відповідно до основного призначення, в функціональному плані останній нічим не поступається, простота для машин такого класу є скоріше перевагою, ніж недоліком [33, 34]. Крім того, з точки зору техніко-економічного

Рис. 23. Система фіксації екіпажу та десанту «Тайфун-К»

Рис. 24. Внутрішня підлога десантного модуля «Тайфун-К»

Рис. 25. Протиосколковий підбій «Тайфун-К»

Рис. 26. Бронеавтомобіль КрАЗ Фіона (KrAZ Fiona)

обґрунтування, KrAZ Fiona є на порядок дешевше від КамАЗ63968 «Тайфун-К», орієнтовна вартість Fiona становить близько 250 тис. дол., тоді як Тайфун-К – близько 2 млн дол.

ВИСНОВКИ

Розроблення високоуніфікованих сімейств бронеавтомобілів здійснювалось в рамках «Концепції розвитку військової автомобільної техніки ЗС рф на період до 2020 року» кооперацією з більш ніж 120 підприємств. Проте, більшість результатів ДКР в частині системи захисту, які проводились російськими установами, не знайшли впровадження в КамАЗ-63968 «Тайфун-К», а були замінені на імпортні: цільнометалокордні шини «run-flat» (Франція), гідропневматична вибухостійка підвіска (Ірландія), протимінні сидіння (Ізраїль), системи фіксації (Великобританія), модульне дисперсно-керамічне бронювання (Ізраїль). Крім того, сама ідея Концепції і філософія високоуніфікованих шасі в ЗС рф була скопійованою з багатоцільової машини Wildcat ізраїльської фірми Israel Military Industries (IMI). Загалом, інновацій та «ноу-хау» в елементній базі та принципах компонування не виявлено, навпаки, спостерігається прагнення повторити передові напрацювання. Цей факт ілюструє військово-технічний потенціал ОПК рф в частині основних складових системи захисту та й загалом.

Заявлені тактико-технічні характеристики КамАЗ-63968 «Тайфун-К» суттєво завищені або не підтверджені. Так, декларується, що бронеавтомобіль витримує підрив на вибуховому заряді 8 кг в ТНТ еквіваленті і відповідає рівню 3b STANAG-4569. Проте, натурні випробування проводились на відповідність рівню 2b, тобто підрив на вибуховому заряді 6 кг. Крім того, заявлений рівень протикульної стійкості 4 за STANAG 4569 (14,5×114 мм Б-32), проте з аналізу керамічних бронеелементів можна стверджувати, що це не відповідає дійсності, а визначення фактичного рівня захисту потребує випробувань.

Для нейтралізації бронеавтомобіля КамАЗ-63968 «Тайфун-К» ефективними будуть кумулятивні засоби ураження, оскільки конструкцією не передбачено протикумулятивного захисту. Щодо способу боротьби з «Тайфун-К» за допомогою кінетичних засобів ураження, то ефективними будуть стрілецькі боєприпаси, починаючи з калібру 12,7 мм і більше з бронебійними кулями.

При виконанні дослідно-конструкторських робіт зі створення нових та модернізації існуючих бронеавтомобілів доцільно враховувати особливості конструкції підсиленої вибухостійкої підвіски, принцип модульного бронювання, спосіб зварювання стінок бронекапсули, а також запатентовані технічні рішення зазначені в [10–12, 18–21].

КамАЗ-63968 «Тайфун-К» є концептуально сучасним зразком і в цілому відповідає ознакам машини класу MRAP. Проте, виробники не стали відмовлятись від «безкапотної» схеми, що є традиційним для КАМАЗу, хоча класична концепція MRAP передбачає «капотне» компонування для винесення передньої вісі подалі від екіпажу, при цьому двигун слугує додатковим захистом.

Суттєвим недоліком КамАЗ-63968 «Тайфун-К» є його вартість, з відкритих джерел це становить близько 2 млн доларів (для порівняння Т 90А 2.5 млн дол.)

Десантування здійснюється лише через апарель в задній частині, що обмежує можливість використання бронеавтомобіля для прикриття при спішуванні з врахуванням сторони, звідки йде загроза. Крім того, відсутність проходу між кабіною і десантним модулем унеможливлює безпечне покидання кабіни екіпажем при попаданні під обстріл.

Компонування десантного модуля передбачає 14 місць для десанту і місця для фіксації особистої зброї. При посадці десанту, в модулі досить тісно, а іншого простору для розміщення особистих речей, елементів екіпірування, речових мішків і т. п. не передбачено.

Передбачається, що машина класу MRAP після підриву може бути знищена і не підлягати відновленню, але основне завдання – збереження екіпажу. КамАЗ-63968 «Тайфун-К» не несе на собі ніякого озброєння і використання настільки високовартісного бронеавтомобіля такого високого технічного рівня в якості MRAP є недоцільним через вузьку сферу застосування – оперативне транспортування особового складу. В статті наведено порівняння з українським бронеавтомобілем KrAZ Fiona, який нічим не поступається за функціоналом, а з врахуванням фінансових затрат переважає «Тайфун-К» за ефективністю. KrAZ Fiona є дешевшим приблизно в 8 разів (1 «Тайфун-К» ≈ 8 KrAZ Fiona), тому простота для машин такого класу є скоріше перевагою ніж недоліком.

Davydovskyi L., Bisyk S., Baranovskyi A., Kondrachukov S.

RESEARCH OF THE PROTECTION SYSTEM OF THE RUSSIAN ARMORED VEHICLE OF INCREASED PROTECTION «TYFUN-K». ADVANTAGES AND DISADVANTAGES OF THE DESIGN

Since the full-scale invasion of the armed forces of the russian federation on the territory of Ukraine, the Armed Forces of Ukraine have been effectively destroying russian equipment, including the latest models. Thus, in different regions of our country, many cases of the destruction of the newest russian armored vehicles KamAZ-63968 «Tyfun-K» have been recorded, which have been in service with the airborne troops of the russian armed forces since 2016 and are actively used by the invaders in aggression against Ukraine. In addition to the destroyed «Tyfun-K» there are also trophy samples captured that are technically functional, which makes it possible to evaluate the design of the sample and the technical solutions applied in it. Since in the RF KamAZ-63968 is positioned as an armored vehicles of increased security, the subject of research in the article is the protection system of the armored vehicles «Tyfun-K». The main method of research in the article is analytical analysis, which allows us to assess the level of technological development of the enemy's military defense system in terms of the protection of armored vehicles, helps to determine elements important for intelligence activities, including foreign components, the restriction of supplies of which in the rf will affect current and future combat operations, and also allows to single out advantages and disadvantages that must be taken into account by domestic manufacturers of similar products. Therefore, the purpose of the article is: firstly, to evaluate the design of the armored vehicles, the elements of the passive protection system and the actual level of protection for their effective neutralization with appropriate means of destruction; secondly, to identify foreign component elements of the «Tyfun-K» protection system to include them in the list of goods to restrict their export to the rf by partner countries; thirdly, to refute the inflated specifications indicators claimed by the russian side for the illusion of dominance over similar armored vehicles of the MRAP class of NATO member countries. Methods of neutralization of such samples remain very relevant, since at the moment more than 260 units of them have been delivered to the armed forces of the rf. From the main material of the article, in accordance with its purpose, conclusions and recommendations for consideration by domestic manufacturers are summarized.

Keywords: *armored vehicle, anti-mine protection, MRAP, armored hull, bottom, module, ceramic armor, energy-absorbing seats.*

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. О содержании «Концепции развития военной автомобильной техники Вооруженных Сил российской федерации на период до 2020 года» [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://xn----7sbb5ahj4aiadq2m.xn--p1ai/others/doctrina8.shtml?attempt=1.
2. Mine Resistant Ambush Protected. Available at: http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/mrap.htm.
3. ВСУ уничтожили универсальный бронеавтомобиль российских оккупантов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://ru.slovoidilo.ua/2022/03/29/novost/bezopasnost/vsu-unichtozhili-universalnyj-broneavtomobil-rossijskix-okkupantov.
4. КамАЗ-63968 «Тайфун» защищённый автомобиль [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://xn----7sbb5ahj4aiadq2m.xn--p1ai/guide/army/tr/kamaz63968.shtml?attempt=2.
5. Давидовський Л.С., Бісик С.П. Визначення напрямів підвищення захищеності бойових броньованих машин на основі аналізу бойових уражень. Зб. наук. пр. Київ: ЦНДІ ОВТ ЗС України. Вип. 1(68). 2018. С. 45—54. Т. Інв. № 4878.
6. Давидовський Л.С., Бісик С.П. Аналіз механогенезу травмування екіпажу бойових броньованих машин при підриві на мінно-вибухових пристроях. Військ.-техн. зб. Львів: НАСВ. 2015. № 13. С. 34—40.
7. Кристофер Ф. Фосс. Глобальные реакции: от США до всех стран мира [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://btvt.info/5library/mrap2.htm.
8. IMI Introduces a new design for the Wildcat Armored Vehicle [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://defense-update.com/20060601_wildcat.html.
9. Машина тайфун: Тайфун (семейство бронеавтомобилей) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://дорспецтехника.рф/raznoe/mashina-tajfun-tajfun-semejstvo-broneavtomobilej-vikipediya-broneavtomobil-tajfun.html.
10. Кабина тактически защищенного транспортного средства многоцелевого назначения (два варианта): пат. 124380 россия. № 2012114520/11; заявл. 12.04.2012; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2.
11. Функциональний модуль защищенный: пат. 123927 россия. № 2012119561/11; заявл. 11.05.2012; опубл. 10.01.2013, Бюл. № 1.
12. Противоминная защита транспортного средства: пат. 124381 россия. № 2012114056/11; заявл. 10.04.2012; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2.
13. Офіційний сайт OSHKOSH DEFENSE. M-ATV High performance. High protection. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://oshkoshdefense.com/vehicles/mine-resistant-ambush-protected-mrap.
14. Бісик С.П., Давидовський Л.С., Сливінський О.А. Дослідження поведінки та характеру руйнування зварних з'єднань зі сталі нв 500mod при навантаженні вибухом. Наука і техніка Повітряних Сил ЗС України: зб. наук. пр. ХНУПС ім. Кожедуба. Харків. Вип. 3(32). 2018. С. 102—112. https://doi.org/10.30748/nitps.2018.32.14
15. Универсальный бронеавтомобиль КамАЗ «Тайфун» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://trucksbus.ru/spetstehnika/kamaz-tajfun.
16. STANAG 4569 ed. 1. Protection levels for occupants of logistic and light armored vehicles. NSA/0533-LAND/4569.
17. Обґрунтування рівнів протимінної стійкості бойових броньованих машин / С.П. Бісик, Л.С. Давидовський, М.І. Васьківський, О.М. Арістархов, О.Д. Яльницький / Зб. наук. пр. Київ : ЦНДІ ОВТ ЗС України. 2018. Вип. 2(69). С. 5–22. Т. Інв. №5019.
18. Запирающее устройство двери транспортного средства: пат. 116175 россия. № 2011154189/12; заявл. 28.12.2011; опубл. 20.05.2012, Бюл. № 14.
19. Запирающее устройство кабины: пат. 124242 россия. № 2012114521/11; заявл. 12.04.2012; опубл. 20.01.2013, Бюл. № 2.
20. Люк транспортного средства: пат. 117604 россия. № 2011154190/11; заявл. 28.12.2011; опубл. 27.06.2012, Бюл. № 18.
21. Петля двери бронированной: пат. 117484 россия. № 2012101886/12; заявл. 28.12.2011; опубл 19.01.2012, Бюл. № 18.
22. Timoney Technology Limited of Ireland Available at: https://military-history.fandom.com/wiki/Timoney_Technology_Limited_of_Ireland.
23. Офіційний сайт MILITARY TIRES. 16.00R20 Michelin XZL. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://militarytires.ca/product/16-00r20-michelin-xzl.
24. Офіційний сайт GooglePatents. Ballistic armor. Available at: https://patents.google.com/patent/US20040020353A1/en?oq=US20040020353.
25. Новый бронированный КАМАЗ: Бронированный автомобиль КамАЗ 53949. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://xn--80ahdapmtfjjlo4bl.xn--p1ai/raznoe/novyj-bronirovannyj-kamaz-bronirovannyj-avtomobil-kamaz-43269-vystrel.html.
26. Бронеавтомобиль КамАЗ-63968 «Тайфун» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://topwar.ru/67951-broneavtomobil-kamaz-63968-tayfun.html.
27. Магистраль. Надежная прозрачность [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mgs-armor.com.
28. Давидовський Л.С. Особливості конструкції протимінних сидінь бойових броньованих машин з врахуванням ергономічного фактору. Наука і техніка Повітряних Сил ЗС України: зб. наук. пр. Харків: ХНУПС імені Івана Кожедуба. 2017. Вип. 1(26). С. 133—139.
29. Plasans's Terra energy attenuating seats. Survivability, flexibility and ergonomic design. Available at: https://operationpegasus.com/wp-content/assets/pdf-downloads/Terra.pdf.
30. Davydovskyi, L.S., Bisyk, S.P., Chepkov, I.B., Vaskivskyi, M.I., Katok, O.A. & Slyvinskyi, O.A. (2019). Alternatives of Energy Absorption Element Design Parameters for an Armored Combat Vehicle Seat Under Explosive Loading. Strength Materials.

Vol. 51. Pp. 900–907. https://doi.org/10.1007/s11223-020-00140-7.
31. Давидовський Л.С., Бісик С.П., Корбач В.Г. Дослідження енергопоглинаючого елемента протимінного сидіння бойової броньованої машини. Озброєння та військова техніка. 2017. № 1(13). С. 24—33. https://doi.org/10.34169/2414-0651.2017.1(13).24-33.
32. Офіційний сайт SECURON. Seat Belts, Harnesses & Safety Restraints. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.securon.co.uk/harness/index.htm.
33. Офіційний сайт AutoKrAZ. Бронированные автомобили. КрАЗ «Фиона». Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.autokraz.com.ua/index.php/ru/fabrication/automobile/ military/bronirovannyeavtomobili/item/2444-kraz-fiona.
34. Дунь С.В., Єлістратов В.О. Результати випробувань броньованих автомобілів українського виробництва. Вісн. КрНУ імені Михайла Остроградського. 2020. Вип. 4(123). С. 91—99.

REFERENCES

1. "O soderzhanyy "Kontseptsyy razvytyia voennoi avtomobylnoi tekhnyky Vooruzhennykh Syl rossyiskoi federatsyy na peryod do 2020 hoda"" [On the content of the "Concept for the development of military vehicles of the Armed Forces of the russian federation for the period up to 2020"]. Available at: xn----7sbb5ahj4aiadq2m.xn--p1ai/others/doctrina8.shtml?attempt=1.
2. Mine Resistant Ambush Protected Available at: http://www.globalsecurity.org/military/systems/ground/mrap.htm.
3. "VSU unychtozhyly unyversalnyi broneavtomobyl rossyiskykh okkupantov" [Armed Forces of Ukraine destroyed the universal armored vehicle of the russian invaders]. Available at: ru.slovoidilo.ua/2022/03/29/novost/bezopasnost/vsu-unichtozhili-universalnyj-broneavtomobil-rossijskix-okkupantov.
4. "KamAZ-63968 «Taifun» zashchyshchennyi avtomobyl" [KAMAZ-63968 «Typhoon» protected vehicle]. Available at: https://xn----7sbb5ahj4aiadq2m.xn--p1ai/guide/army/tr/kamaz 63968.shtml?attempt=2.
5. Davydovskyi, L.S. & Bisyk, S.P. (2018), "Vyznachennia napriamiv pidvyshchennia zakhyshchenosti boiovykh bronovanykh mashyn na osnovi analizu boiovykh urazhen" [Determination of direct improvement of the protection of combat armored vehicles based on the analysis of combat damage]. *Coll. of scient. papers of CRI WME AF of Ukraine.* No 1(68). Pp. 45—54.
6. Davydovskyi, L.S. & Bisyk, S.P. (2015), "Analiz mekhanohenezu travmuvannia ekipazhu boiovykh bronovanykh mashyn pry pidryvi na minno-vybukhovykh prystroiakh" [Analysis of the crew injury mechanogenesis at armored combat vehicles blast on mine-explosive devices], *Military and technical coll. Lviv: NAA.* No 13. Pp. 34—40.
7. Krystofer F. Foss. "Hlobalnye reaktsyy: ot SShA do vsekh stran myra" [Global reactions: from the USA to all countries of the world]. Available at: btvt.info/5library/mrap2.htm.
8. IMI Introduces a new design for the Wildcat Armored Vehicle. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://defense-update.com/20060601_wildcat.html.
9. "Mashyna taifun: Taifun (semeistvo broneavtomobylei)" [Typhoon vehicle: Typhoon (a family of armored vehicles]. Available at: dorspetstekhnyka.rf/raznoe/mashina-tajfun-tajfun-semejstvo-broneavtomobilej-vikipediya-broneavtomobil-tajfun.html.
10. "Kabyna taktychesky zashchyshchennoho transportnoho sredstva mnohotselevoho naznachenyia (dva varyanta)" [Cabin of a tactically protected multi-purpose vehicle (two options)]: pat. 124380 russia. № 2012114520/11; decl. 12.04.2012; publ. 20.01.2013. Bull. № 2.
11. "Funktsyonalnyi modul zashchyshchennyi" [Protection functional module]: pat. 123927 russia. № 2012119561/11; decl. 11.05.2012; published. 10.01.2013, Bull. № 1.
12. "Protyvomynnaia zashchyta transportnoho sredstva" [Mine protection of the vehicle]: pat. 124381 russia. № 2012114056/11; decl. 10.04.2012; publ. 20.01.2013. Bull. № 2.
13. The official site of OSHKOSH DEFENSE. "M-ATV High performance. High protection". available at: oshkoshdefense.com/vehicles/mine-resistant-ambush-protected-mrap.
14. Bisyk, S.P., Davydovskyi, L.S. & Slyvinskyi, O.A. "Doslidzhennia povedinky ta kharakteru ruinuvannia zvarnykh ziednan zi stali nv 500mod pry navantazhenni vybukhom" [Research of behavior and nature of the fracture of welded joints of hb 500mod steel under explosion loading], *Science and technology of the AF of Ukraine.* No 3(32). Pp. 102—112. https://doi.org/10.30748/nitps.2018.32.14.
15. "Unyversalnyi broneavtomobyl KamAZ «Taifun»" [Universal armored vehicle KamAZ «Typhoon»]. Available at: trucksbus.ru/spetstehnika/kamaz-tajfun.
16. STANAG 4569 ed. 1. Protection levels for occupants of logistic and light armored vehicles. NSA/0533-LAND/4569.
17. Bisyk, S.P., Davydovskyi, L.S., Vaskivskyi, M.I., Aristarkhov, O.M. & Yalnytskyi, O.D. (2018), "Obgruntuvannia rivniv protyminnoi stiikosti boiovykh bronovanykh mashyn" [Justification of the levels of anti-mine resistance of combat armored vehicles], *Coll. of scient. papers of CRI WME AF of Ukraine.* No. 2 (69). Pp. 5—22.
18. "Zapyraiushchee ustroistvo dvery transportnoho sredstva" [Vehicle door locking device]: pat. 116175 russia. № 2011154189/12; declar. 28.12.2011; publ. 20.05.2012. Bull. № 14.
19. "Zapyraiushchee ustroistvo kabyny" [Cabin locking device]: pat. 124242 russia. № 2012114521/11; declar. 12.04.2012; publ. 20.01.2013. Bull. № 2.
20. "Liuk transportnoho sredstva" [Vehicle sunroof]: pat. 117604 russia. № 2011154190/11; declar. 28.12.2011; publ. 27.06.2012. Bull. № 18.
21. "Petlia dvery bronyrovannoi" [Armored door hinge]: pat. 117484 russia. № 2012101886/12; declar. 28.12.2011; published 19.01.2012. Bull. № 18.

22. Timoney Technology Limited of Ireland. Available at: https://military-history.fandom.com/wiki/Timoney_Technology_Limited_of_Ireland.
23. The official site of MILITARY TIRES. "16.00R20 Michelin XZL". available at: militarytires.ca/product/16-00r20-michelin-xzl.
24. The official site of GooglePatents. "Ballistic armor". available at: patents.google.com/patent/US20040020353A1/en?oq=US20040020353.
25. Novyi bronirovannyi KAMAZ: Bronirovannyi avtomobil KaMAZ 53949. [New armored KAMAZ: Armored vehicle KAMAZ 53949]. Available at: xn--80ahdapmtfjjlo4bl.xn--p1ai/raznoe/novyj-bronirovannyj-kamaz-bronirovannyj-avtomobil-kamaz-43269-vystrel.html.
26. "Broneavtomobil KaMAZ-63968 «TaifuN»" [Armored vehicle KAMAZ-63968 «Typhoon»]. available at: topwar.ru/67951-broneavtomobil-kamaz-63968-tayfun.html.
27. "Magistral. Nadezhnaya prozrachnost" [Highway. Reliable transparency]. Available at: mgs-armor.com.
28. Davydovskyi, L.S. (2017), "Osoblyvosti konstruktsii protyminnykh sydin boiovykh bronovanykh mashyn z vrakhuvanniam erhonomichnoho faktoru" [Construction features of antimine seats armored combat vehicles considering the ergonomic factor], *Science and technology of the AF of Ukraine.* No. 1(26). Pp. 133—139.
29. Plasans's Terra energy attenuating seats. Survivability, flexibility and ergonomic design [Електронний ресурс]. Available at: https://operationpegasus.com/wp-content/assets/pdf-downloads/Terra.pdf.
30. Davydovskyi, L.S., Bisyk, S.P., Chepkov, I.B., Vaskivskyi, M.I. , Katok, O.A. & Slyvinskyi, O.A. (2019). Alternatives of Energy Absorption Element Design Parameters for an Armored Combat Vehicle Seat Under Explosive Loading. Strength Materials. Vol. 51. Pp. 900–907. https://doi.org/10.1007/s11223-020-00140-7.
31. Davydovskyi, L.S., Bisyk, S.P. & Korbach, V.H. "Doslidzhennia enerhopohlynaiuchoho elementa protyminnoho sydinnia boiovoi bronovanoi mashyny" [Investigation of energy-absorbing elements of crew antimine seat of combat armored vehicles], *Weapons and military equipment.* No 1 (13). Pp. 24—33. https://doi.org/10.34169/2414-0651.2017.
32. The official site of SECURON. "Seat Belts, Harnesses & Safety Restraints". Available at: www.securon.co.uk/harness/index.htm.
33. The official site of AutoKrAZ. "Bronyrovannye avtomobyly. KrAZ "Fyona" [Armored vehicles. KrAZ "Fiona"]. Available at: www.autokraz.com.ua/index.php/ru/fabrication/automobile/military/bronirovannyeavtomobili/item/2444-kraz-fiona.
34. Dun, S.V. & Yelistratov, V.O. (2020), "Rezultaty vyprobuvan bronovanykh avtomobiliv ukrainskoho vyrobnytstva" [The results of testing armored vehicles of Ukrainian manufacturing]. *Bull. of the KrNU named after Mikhail Ostrohradsky.* No. 4(123). Pp. 91—99.

Відомості про авторів

Давидовський Леонід Сергійович
кандидат технічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник Центральний науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки ЗС України, м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-2529-1989

Бісик Сергій Петрович
доктор технічних наук, старший науковий співробітник, начальник науково-дослідного відділу Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки ЗС України, м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-5009-2113

Барановський Андрій Анатолійович
науковий співробітник Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки ЗС України, м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0001-9637-7280

Кондрачуков Сергій Ігорович
ад'юнкт Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки ОВТ ЗС України, м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-6763-3377

Information about the authors:

Leonid Davydovskyi
Doctor of Philosophy, Senior Researcher, Senior Researcher of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-2529-1989

Serhii Bisyk
Doctor of Sciences, Senior Research, Head of Research Department of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-5009-2113

Andrii Baranovskyi
Researcher of Central Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0001-9637-7280

Serhii Kondrachukov
postgraduate military student of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-6763-3377

UDC 623.41+004.451.2
https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).74-81

I. V. ZVERSHKHOVSKY, *Candidate of Technical Sciences*
https://orsid.org/0000-0002-5262-5382

M. V. ZIRKA, *Candidate of Technical Sciences*
http://orcid.org/0000-0003-2915-3011
e-mail: zirkamaria23@gmail.com

O. B. KUCHYNSKA
https://orsid.org/0000-0003-3403-4180
(Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv)

D. D. ZINCHENKO
https://orcid.org/0000-0001-5524-6938
(National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv)

ANALYSIS OF REQUIREMENTS TO THE METHOD OF LAUNCH OF ANTI-SHIP MISSILES DEFINED BY THE SPECIFICITY OF MODERN MARINE WEAPONS AND STRATEGIES FOR THE COMBAT USE OF THE NAVY

The article shows that the specific features of the combat application of anti-ship missile systems require, when choosing the method of missile launch, taking into account the limitations caused by the level of thrust-to-weight ratio of the missile, requirements for firing at targets on the short range, increasing requirements for missile reliability during its long-term storage and operation in the field conditions. Satisfaction of the specified requirements for anti-ship missile complexes is most fully achieved by application of vertical gas-dynamic method of missile launch with forced declination of the missile on the trajectory of the required movement.

The use of vertical gas-dynamic container launch of anti-ship missiles of coastal missile systems makes it necessary to address the optimal choice of mass and energy characteristics of the «container-missile» subsystem.

The presented approach can be used at the initial stages of development of launch units of missile systems vertical launch to solve the issues of selecting the optimal design of the subsystem «container-missile» and launch units as a whole.

Keywords: *choice of launch method for anti-ship missiles, limitations due to the level of thrust-to-weight ratio of the missile, requirements for firing targets on the near border, initial stages of development of vertical launch launchers.*

INTRODUCTION

Changes in the tactical and technical characteristics of naval weapons and strategies for the combat use of the Navy in coastal areas have put forward new requirements, the solution of which leads to the need to develop versatile (including coastal) missile systems [1].

The specific features of the use of such complexes impose a number of restrictions on the method of launching missiles from mobile launchers. In this regard, solving the issue of choosing a design scheme for launchers, taking into account the imposed restrictions, is fundamental importance and it's the goal of this chapter.

ANALYSIS OF LIMITATIONS IMPOSED ON THE METHOD OF LAUNCH OF A MISSILE BY ITS THRUST-TO-WEIGHT RATIO

Modern universal missile systems have strict requirements for the reaction time of the system, i.e., the time from target detection to missile launch, as well as for the average flight speed of the missile up to the point with the target.

Due to the limited capabilities of launchers in terms of weight and geometric characteristics of missile ammunition, it is necessary to search for all possible reserves to increase the average speed of flight within a predetermined, fixed weight of the missile.

One of the most effective ways to increase the average flight speed of a missile is to increase its thrust-to-weight ratio in the launch phase of the flight.

A quantitative assessment of the dependence of the average flight speed on thrust-to-weight ratio is obtained on the basis of the well-known equation of motion of the missile's center of mass in projection on the tangent to the trajectory [2 – 4]:

$$\dot{V}_p = \frac{1}{m}\left(R \cdot \cos\alpha - \frac{C_x \rho \cdot V_p^2}{2} S_m - mg \cdot \sin\theta \right); \quad (1)$$
$$\frac{dD_a}{dt} = V_p; \frac{dy}{dt} = \dot{H} = V_p \cdot \sin\theta; \theta = const.$$

The characteristics of the conditional version of the missile were taken as the initial data.

In the process of calculations the value of the thrust force of the starting engine was discretely changed and the dependence was obtained

$$V_{average} = f(\xi),$$

where $V_{average}$ – average missile flight speed; ξ – the missile's thrust-to-weight ratio.

From the obtained dependence (Fig. 1) it follows that for values of $\xi \leq 15 \div 20$ there is intense growth $V_{average}$ (at a fixed launch weight of the missile). As we further increase ξ slew rate $V_{average}$ decreases, and there is a certain limit to which the average velocity asymptotically tends to $\xi \to \infty$.

In real designs, the transition to large thrust-to-weight ratio ($\xi > 70$) is accompanied by a sharp increase in the dimensions of the starting engine, as a result of which it becomes difficult to place the missile on an empty installation. Therefore, levels are practically used $50 \leq \xi \leq 70$.

With this level of thrust-to-weight ratio, even with a relatively small weight of the missile at the level of (20−30) kH, the thrust value of the starting engine should be equal to R = (1–2) MH.

This circumstance gives rise to a number of difficulties in ensuring the integrity of the launcher and the remaining missiles under the conditions of the gas jet's force on their elements, protecting the crew from acoustic noise, etc.

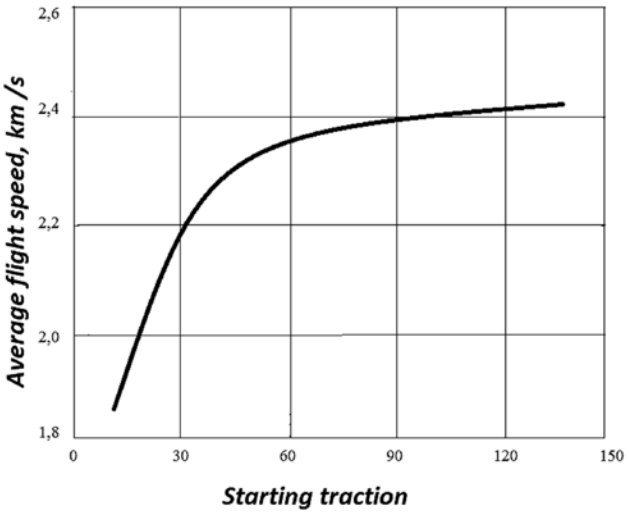


Fig. 1. Functional dependence of the average missile flight speed on the missile's thrust-to-weight ratio

It is clear that failure to meet any of these requirements excludes the possibility of launching the missile from the launcher under its own thrust.

In order to analyze the possible limitations on the above factors, the issue of the impact of the launch-engine jet on the elements of the launcher was investigated in this work using the methodology developed in [5]. The calculation procedure is as follows.

The gas jet of the launching missile is conventionally divided into three sections (Fig. 2): the initial one is long x, transitional (x_n–x), basic ($x > x_n$).

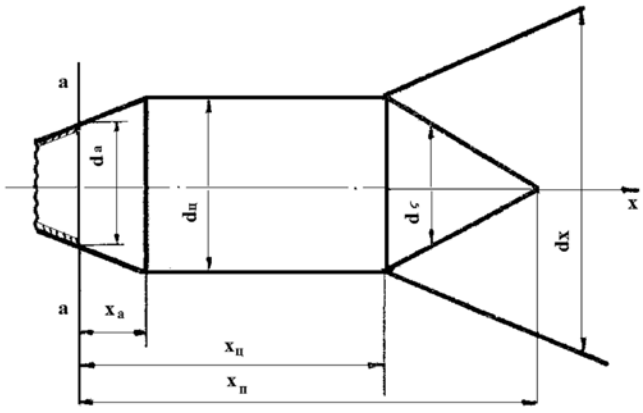


Fig. 2. Three notional sections of the gas jet of a launching missile

At each of these sites, depending on the degree of unaccountability

$$n = \frac{P_a}{P_H} > 1,$$

where P_a − static pressure at the nozzle shear, its law of pressure distribution along the axis of the jet and in its cross section is assumed.

Taking into account the fact that according to the law of change of motion, the total force acting on a boundless obstacle under the influence of a gas jet is equal to the reactive force

$$R = \int^{F} P \cdot dF = const$$

and also by taking the pressure distribution in each cross section according to the dependence

$$\frac{\Delta P_i^*}{\Delta P_m^*} = \exp\left[-a\left(\frac{r}{x}\right)^2 \right], \qquad (2)$$

where ΔP_i^* − pressure at the i-point away from the axis of the gas jet at a distance r, ΔP_m^* − pressure on the axis of the jet, separated from the nozzle exit by a distance x; a − turbulence coefficient which depends on the degree of non-calculation n (Fig. 3).

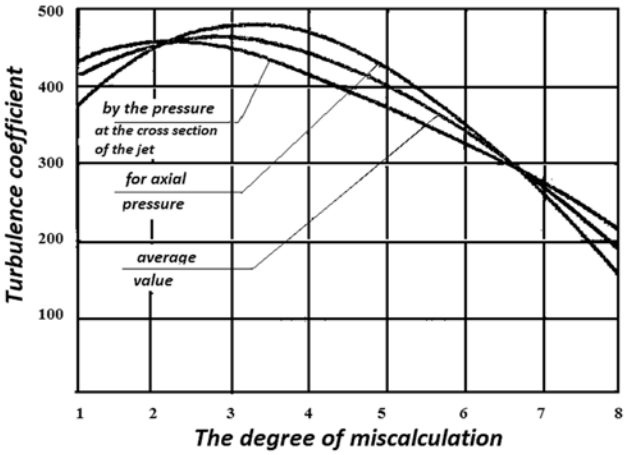


Fig. 3. Dependence of the turbulence coefficient on the degree of uncalculability

Let us determine the pressure at different distances from the nozzle cutoff. The pressure distribution law for the main section is represented as a dependence:

$$\Delta P_m^* = \frac{a \cdot R}{\pi x^2}.$$

In the cylindrical section of the jet, the pressure along its axis is assumed constant and its value is determined by the empirical relationships

$$\Delta P_m^* = \left[m - b(n-1)\right]\frac{R}{F_a}, \ if \quad 1 \le n \le 5$$
$$\Delta P_m^* = 0{,}18\frac{R}{F_a}, \ if \quad n > 5, \qquad (3)$$

where m, b − experimental coefficients, determined by pressure measurements in the jet; F_a − is the area of the nozzle outlet cross section.

At the site x_a (Fig. 2) the pressure is assumed to change according to a linear law (from the braking pressure at the nozzle cut to the pressure at the cylindrical section of the jet)

$$\frac{R}{F_a} \geq \Delta P_m^* \geq [1 - 0{,}205(n-1)]\frac{R}{F_a}. \quad (4)$$

The pressure distribution in the cross section of the jet is taken as follows:

- initial gas-dynamic section:

a) expansion section

$$\Delta P^*_a = \Delta P^*_m = const; \quad (5)$$

b) cylindrical section

$$\Delta P^*_ц = \Delta P^*_m = const; \quad (6)$$

c) the transitional section

$$\Delta P_n^* = \Delta P_m^* = \frac{a \cdot R}{\pi \cdot x^2} = const, \quad if \quad 0 \leq r \leq r_ç$$
$$\Delta P_i^* = \Delta P_m^* \cdot \exp\left[-a\left(\frac{r - r_ç}{x}\right)^2\right], \quad if \quad r \succ r_ç. \quad (7)$$

where $r_ç$ – the distance from the center of the core of the transition site;

- basic area

$$\Delta P_m^* = \Delta P_m^* = \frac{a \cdot R}{\pi \cdot x^2}\exp\left[-a\left(\frac{r}{x}\right)^2\right].$$

Geometric parameters of the proprietary jet are founded by empirical relationships:

a) length of the expansion section

$$x_a = 0{,}66\ (n-1) \cdot d_a, \ if\ 1 \leq n \leq 4;$$
$$x_a = 2 \cdot d_a, \ if\ n > 4,$$

where d_a – the diameter of the nozzle cutoff;

b) distance from the nozzle cutoff to the end of the cylindrical part of the jet

c) diameter of the cylindrical part of the jet

$$d = \frac{d_a}{1 - 0{,}205(n-1)}, \quad if \quad 1 \leq n \leq 5;$$
$$d = 2{,}35 \cdot d_a, \quad if \quad n \succ 5;$$

d) diameter of the jet in the expansion section

$$d = d_a + x\left(\frac{d_ц - d_a}{x_a}\right);$$

e) limits of the transition site core are taken linear and the diameter of the core is determined by the expression

$$d_ç = (x_c - x)\frac{d_c}{x_c - x_n} \cdot d_a, \quad if \quad x_n \prec x \leq x_c;$$

f) limits of the jet in the basic section can be found from the ratio

$$\frac{\Delta P_i^*}{\Delta P_m^*} = 0.01 = \exp\left[-a\left(\frac{r}{x}\right)^2\right],$$
$$r_{zp\ 0{,}01} = \frac{2{,}145}{\sqrt{a}} \cdot x.$$

Table 1 shows the results of calculations to determine the pressure along the gas jet and the limit of its main section, depending on the relative distance from the nozzle shear $\bar{x} = \frac{x}{d_a}$ for a starting engine that has $R = 110\ kH$. $da = 0.22\ m$.

Table 1

Parameter	$\bar{x}$						
	0	1…12,8	15	20	25	30	40
$\Delta P^*_{m1}[H/м^2]\cdot 10^5$	29,1	20,1	14,5	8,18	5,23	3,64	2,04
$r_{0,01}[м]$	0,11	0,133	0,334	0,446	0,557	0,669	0,891

Pressure distribution over the jet cross section at a distance from the nozzle shear $\bar{x} = 20$ for this engine is given in Table 2.

Table 2

$r[м]$	0	0,091	0,178	0,268	0,357	0,446
$\Delta P^*_{m1}[H/м^2]\cdot 10^5$	8,18	6,78	3,92	1,55	0,437	0,0818

The character of pressure changes at the limit of the basic section of the jet and at its axis depending on changes in the thrust force of the starting engine is shown in Fig. 4 and 5, respectively.

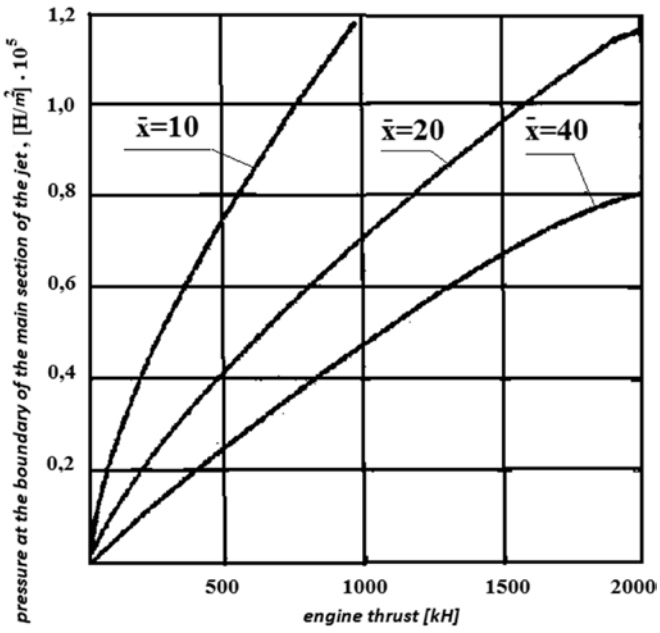


Fig. 4. The character of pressure change at the limit of the main jet section depending on the change in thrust force of the starting engine

As follows from the above dependences at thrust level $R \geq 1\ MH$ the pressure on the axis of the gas jet is $\Delta P^* m_1 \geq (4{,}1 : 12{,}9) \cdot 10^5\ H/m^2 at\ x$ =20…10 m from the nozzle cutoff), i.e., several times greater than the specified norms for the impact of a nuclear explosion shock wave [6].

Consequently, on the one hand, to ensure high levels of average missile flight speeds for anti-ship missile complexes, an increase in the thrust of the launch engine to the value of R = 1MH at $50 \leq \xi \leq 70$.

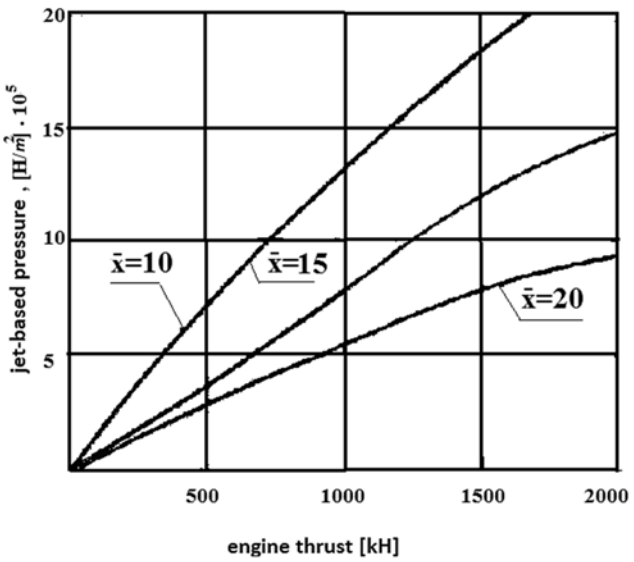


Fig. 5. The character of change of pressure at the boundary on the jet axis depending on change of thrust force of the launch engine

On the other hand, when launching the missile with this level of thrust, there is a significant dynamic loading of the launcher, which exceeds the allowable norms and this excludes the launch of these types of missiles under their own thrust entirely.

These circumstances lead to necessity of transition from open launch of missile under action of thrust force of missile's starting engine to launch with use of special gas generators with following launch of the starting engine at safe altitude.

The study of such a launch scheme, the development of a methodology for optimizing the parameters of the subsystem «container − missile» predetermined the main focus of research in the section of the work.

The issue of selecting a safe launch altitude of the starting engine (H_{δ}) in the work was not investigated, because H_{δ} determined by the author in the course of the field experiment and set as a constraint in the developed model.

It is worth noting that the containerized launch of a missile can be implemented either obliquely or vertically. In order to solve the issue of selecting a launch pattern, it is also necessary to take into account the constraints imposed by the target firing conditions.

ANALYSIS OF RESTRICTIONS IMPOSED ON THE LAUNCH METHOD BY TARGET FIRING CONDITIONS

When assessing the capabilities of anti-ship missiles to fire against surface targets, it is essential to take into account the balance of time and the limits of the kill zone of the coastal missile system.

1. The time balance of the missile system [7] is the ratio between:

- disposable (τ_{dispos}) and the necessary time to prepare the shooting ($\tau_{prep.shoot}$);
- available ($\tau'_{available}$) and the necessary time to prepare and conduct the shooting ($\tau_{conductshoot}$).

This target can be fired only if

$$(\tau_{dispos}) \geq \tau_{prep.shoot};\ \tau'_{available} \geq \tau_{conduct\ shoot},$$

where τ_{dispos} − time of target movement before it enters the launch area; $\tau'_{available}$ − the time to move the target before it leaves the kill zone.

Analysis of the reaction time of existing launchers, calculated from the moment of target detection (target designation) to missile launch, showed that the required time of deployment of the artillery unit with missiles in the firing position (and the development of inclination of the missile to the combat course − in case of inclined launch with guidance by azimuth and elevation angle) for the launchers of missile systems takes 23 ... 26 seconds.

Reducing the reaction time of the launchers can also be achieved by launching missiles at constant angles of elevation. However, this is accompanied by an increase in the time to bring the missile to the desired trajectory.

In this regard, it is necessary to find acceptable design solutions to reduce this time. Varying the magnitude of transfer velocity provides only a partial solution to the problem of reducing the reaction time of the launchers.

The studies [4] performed to establish the dependence of the time of launch of an inclined launch missile on the accuracy of targeting have shown that an increase in the orientation error of the launch vehicle relative to the angular coordinates of the preemptive point by 5 ... 10 % leads to an increase in the time of flight of the missile to the point of rendezvous with the target by 2.5 ... 7.5 %.

Consequently, when launching missiles at constant angles of elevation, it is necessary to solve the issues associated with providing forced compensation for the targeting error.

2. As mentioned above, the capability of anti-ship missiles to fire against surface targets at the borders is also determined by the configuration of the kill zone of the coastal missile system (especially the value of the near border of the kill zone, as well as its azimuthal characteristics).

Fig. 6 shows the comparative characteristics of such zones for the vertical and fixed oblique launch modes of missiles.

Implementation of design solutions that reduce the counter compensation time may allow a more complete use of the advantages of vertical launch, including the absence of the required time to move the artillery part with missiles to the target.

With this launch method, the required initial flight speed of the missile can be provided by using external energy sources. Further, in the initial part of the active flight of the missile, it is possible to turn it toward the target with the help of aerodynamic controls or by using special impulse devices.

Application of such controls doesn't require much time for acceleration of the missile to speeds determined by efficiency of controls in the aerodynamic way of control.

In addition, the ability to control the flight of a missile with low flight speeds allows the missile to turn at high angular velocities, which contributes to compensating for the counterattack error in a short time comparable to the duration of bringing the missile to the trajectory of the required movement during an inclined launch.

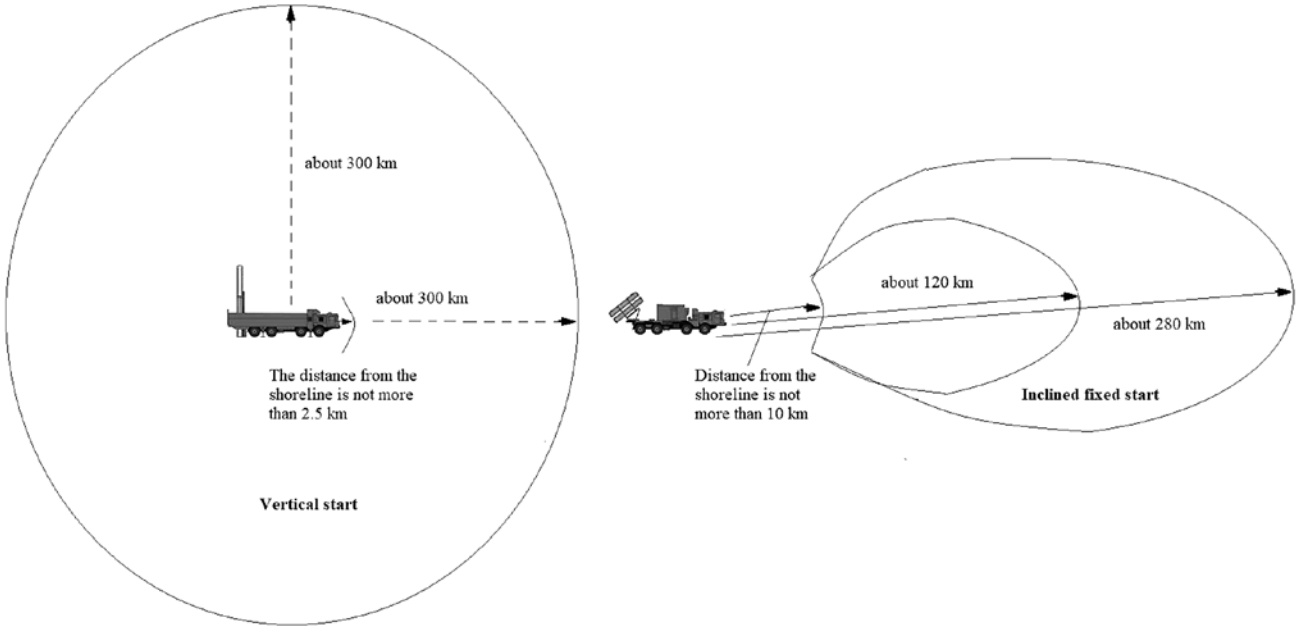


Fig. 6. Comparative characteristics of the near end kill zone and azimuthal characteristics for vertical and fixed tilt missile launch method

CHOICE OF LAUNCH METHOD, TAKING INTO ACCOUNT THE MISSILE'S SURVIVABILITY REQUIREMENTS

Based on the assessment of the choice of the launch method, taking into account the restrictions imposed by the missile's thrust-to-weight ratio, it has been shown that the most appropriate is the use of an inclined or vertical launch with the launch of the starting engines at a safe altitude.

In addition, when choosing the launch method and the design of individual subsystems of launchers, it is important to satisfy the required level of reliability, characterized by various properties, including the persistence of the missile.

The missile's survivability [8] will be understood as its ability to withstand the negative impact of storage and transportation conditions on its safety and durability.

The missile's survivability is increased by meeting the requirements for its reliable protection during combat operation and transportation against mechanical, meteorological and temperature impacts.

Providing the required level of missile's survivability, it is possible to implement the principle of missile's untested use from the time of its assembly till the launch.

It would greatly facilitate the issues of operation of the launcher-missile system under military conditions and would contribute to the increase of the missile complex performance as a whole.

An analysis of the development trend of advanced missile systems of advanced countries [1] has shown that the implementation of the principle of missile launch-less operation is possible with sealed transport and launch containers.

The experience of missile units operation has shown that when sealed containers are used, the guaranteed periods of failure-free operation are increased and restrictions are not set on the distance and speed of transporting missiles by air and water.

In Table 3 warranty periods for the failure-free operation of one of the solid-propellant missiles are given.

The data in this table indicate that the storage of missiles in sealed containers contributes to prolongation of warranty uptime both in field storage and in warehouses.

Table 3

	Missile storage conditions	The warranty uptime operation period
1.	In the vault	
a) the missile is in a sealed container		7 years
b)	the missile is stored without a container	3 years
2.	In the field	
a)	the missile is in a container	3 years
b)	the missile is stored without a container	1 year

The increase of warranty uptime and the possibility of implementing the principle of missile trouble-free use are the determining factors of application of transport and launch containers in advanced missile complexes. Thus, according to the press data [1], starting from all newly developed foreign missile systems, the use of transport and launch containers is foreseen.

However, with the use of transport and launch containers, there is some increase in the weight of the carried ammunition and the selection of optimal mass-energy characteristics of the «container-missile» system becomes decisive.

The importance of the issue of selecting the optimal mass-energy characteristics of the «container-missile» system is also important in terms of obtaining the optimal initial speed of the missile flight (speed at the moment of the missile exit from the container), which to a certain extent can affect the mass-energy characteristics of the missile.

Let us illustrate this with the following example.

It is known that the amount of fuel (m_{Tl}) and the engine mass of the missile's launch stage (m_{eng}) are approximately determined by the expressions [4]

$$m_{Tl} = m_0\left[1 - exp\,(-\frac{V_{01}}{K_v \cdot P_{01}})\right]; \qquad (1.3.1)$$

$$m_{engl} = (\beta_{engl} - 1)m_{T1}, \qquad (1.3.2)$$

where m_0 − missile's launch mass; V_{01} − the speed of the missile, determined by m_{T1}; P_{01} − specific thrust of the starter engine; β_{engl} − the structural-mass characteristic of the launch engine.

The value of the coefficient of missile velocity loss at the launch section (k_v) determined by empirical dependencies [9, 10]:

- for missiles with tandem boosters

$$k_v = 0{,}97 - 0{,}15 \cdot 10^{-3}\,(V_l - 300); \qquad (1.3.3)$$

- for missiles with peripheral boosters

$$k_v = 0{,}92 - 0{,}25 \cdot 10^{-3}\,(V_l - 300). \qquad (1.3.4)$$

Target value of missile flight speed at the end of the launch section V_l can be provided by using the combustion energy of the starting engine V_{01} and the pressure powder accumulator V_n, i.e.

$$V_l = V_{01} + V_n. \qquad (1.3.5)$$

Using the expressions (1.3.1 − 1.3.5), we determine the quantities m_{T1} and m_{engl}, depending on speed change V_n with initial data: V_1 = 600 m/s, m_0 = 2500 kg, P_{01} = 2200 H.s/kg, β_{engl}=1,5.

The results of the calculations are summarized in Table 4.

Table 4

V_n, [m/s]	Missile with axial booster			Missile with lateral boosters		
	m_{T1}, [kg]	m_{engl}, [kg]	Δm_{Σ}, [kg]	m_{T1}, [kg]	m_{engl}, [kg]	Δm_{Σ}, [kg]
0	641	320,5	0	691	345,5	0
20	621	310,5	29,5	672	336,0	28,5
40	600	300	61,5	651	325,5	60,0
60	583	291,5	87,0	630	315,0	91,5
80	567	283,5	121,0	613	306,5	116,0
100	543	271,5	147,0	580	290,0	166,5

The analysis of Table 4 proves that as the missile's exit velocity from the transport and launch containers increases, due to the use of the combustion energy of the pressure powder accumulator, there is a decrease in the fuel consumption of the starting engine and when the missile's initial flight velocity is reported V_n = 100 m/s its total mass can be reduced by $\Delta m_{\Sigma} = \Delta m_{T1} + m_{engl}$ = 147... 165,5 *kg*.

However, this problem was solved without taking into account the changes in the mass and energy characteristics of the pressure powder accumulator and the transport and launch containers, which provide an increase in the initial missile flight speed. The increase in velocity is associated with an increase in pressure in the launch vehicle volume, which in turn leads to an increase in the weight of the container, the gas generator and additional loading of the missile's bottom.

Consequently, to obtain an answer about the optimal mass-energy characteristics of the system «container-missile» requires a comprehensive study to establish the conditions that provide an overall gain in the value of the average missile flight speed, taking into account changes in the total weight of the system «container-missile» and its elements.

The solution of the issues of optimization of mass-energy characteristics of the «container-missile» system in this formulation requires consideration of the launchers not only as a missile launching system, but also to assess its capabilities for missile transportation. This is caused by the fact that for missile systems the tasks of transportation and launch are strictly normalized.

A BRIEF DESCRIPTION OF THE STRUCTURAL DESIGN OF THE INVESTIGATED «CONTAINER-MISSILE» SUBSYSTEM

It was shown above that the solution to the problem of missile launches, taking into account the limitations imposed, is provided by a vertical (inclined) container launcher with communication to the missile of the initial speed of flight by using the energy of extraneous sources. For the investigated launcher, the pressure powder accumulator (3), placed in the missile launch volume by transport and launch containers, is used as an extraneous energy source (Fig. 7).

Missiles (1) during transportation and prelaunch are in sealed containers (2). And on each launcher is placed an independent package «container-missile». The need for the use of independent packages is determined by the conditions of recharging the launcher, as well as the fulfillment of the requirements of virtualization of the subsystem «container-missile» in the prelaunch period [9 − 11].

After taking the starting position, the installation of containers in a vertical position is carried out by power drives. In the pre-launch period and during the launch of missiles, the containers rest on the ground, have elastic connections with the chassis (4) of the launchers and have a degree of freedom in the vertical plane.

The missile launch process begins with the moment of ignition of the charge of the gas generator of the powder pressure accumulator, which has a progressive consumption characteristic. With the start of the combustion process, the gases enter the container backfill volume and create an overpressure P_k.

When the force acting on the bottom part of the missile reaches a value ($P_k \cdot F_M$) that exceeds the weight of the missile and the total resistance to motion, the missile begins to rise upward. As it moves, the pressure-powder accumulator charge combustion progresses, which ensures that the pressure in the container space remains constant. Under these conditions, it is possible to give the missile maximum velocity at optimal overloads during its movement.

If a malfunction of the powder pressure accumulator occurs during the movement of the missile through the transport and launch containers, the missile will not impact the

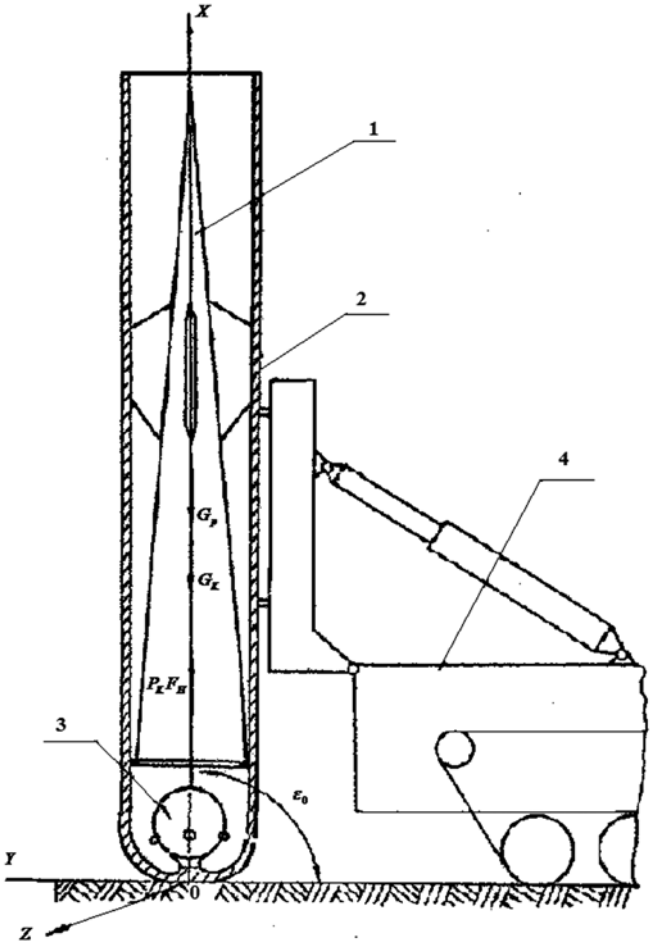


Fig. 7. Vertical container launcher

bottom of the container, since a back-up pressure is created in the missile volume, which takes time to collapse.

During this time, the missile will take its initial position, i.e., the missile is expected to descend at low velocities.

After the missile is moved away from the container cutoff to a safe altitude, the engine of the launching stage is started and the missile is inclined towards the target.

It should be noted that for the considered structural scheme of the launcher, solving the problem of optimizing the mass and energy characteristics of the «container-missile» subsystem, taking into account all factors affecting the launch, flight and transportation of missiles, is quite a complex problem. In this connection, within the framework of the research to be conducted, we will assume that:

- missile transportation speed and conditions are unchanged and the change in power requirement of the running base engine is conditioned by the change in the total weight of the «container-missile» system;

- the missile velocity profile remains unchanged when varying both the mass and energy characteristics of the system, «gas generator-container», and the missile's launch mass;

- the missile flight speed at the end of the launch section is known, and achieving its required value is ensured both through the work of the missile's launch gas pedal and through the course of gas dynamic processes during combustion of fuel in the pressure powder accumulator;

- a change in the missile's launch mass leads to a change in the mass of its constituent parts, but at the same time, the relative structural mass characteristics of the propulsion system and the hull remain constant.

The introduction of these assumptions greatly simplifies the mathematical apparatus used and specifies the process of optimization of the subsystems under study, making it possible to obtain practically acceptable results.

CONCLUSIONS

1. Specific features of combat use of anti-ship missile systems require, when choosing the method of launching missiles, to take into account the limitations caused by the level of thrust-to-weight ratio of the missile, requirements to firing at targets on the close range, increasing requirements for the reliability of missiles during long-term storage and operation in the field conditions.

2. The satisfaction of these requirements for anti-ship missile systems is most fully achieved by using the vertical gas-dynamic method of launching missiles with forced declination of the missile on the trajectory of the required movement.

3. The transition to the vertical launch from transport-launch containers is accompanied by a sharp aggravation of the weight problem due to the appearance of additional elements (containers, gas generators, etc.) on mobile launchers, in connection with this the establishment of optimal distribution of mass and energy characteristics between the individual subsystems becomes important.

REFERENCES

1. Zvershkhovsky, I.V., Kanishchev, V.V., Katsan, A.M. & Kuchinskaya, O.B. (2021). Against ship complexes − effective armament of coastal units and ships of the fleet. Weapons and military equipment. № 2(30). Pp. 60—66.
2. Lapitsky, S.V. & Chepkov, I.B. Fundamentals of military-technical research. Theory and applications : monograph : in 4 vol. Vol. 4. Methodology of research of complex military systems; ed. by S.V. Lapitsky. K.: Dmitriy Burago Publ. House, 2013. 480 p.
3. Ayupov, V.V. (2017). Mathematical modeling of technical systems. Tutorial. Perm «Prokrost». Pp. 11—17.
4. Zvershkhovsky, I.V., Zirka, M.V., Petushkov, V.V. & Kuchinska, O.B. (2021). The problem of block synthesis of missile preparation and start-up control system for missile complexes. K.: Weapons and military equipment. No. 3(31). Pp. 21—33.
5. Coll. of works Leningrad Mechanical Inst. 1961. No. 17.
6. Combat properties of nuclear weapons. M.: Military Publ. House. I967.
7. Chepurnov, I.A., Serov, S.A. & Vorotnyuk, Yu.S. (2012). ABM systems, theoretical foundations of radar, principles of construction of complexes: M.: Publ. house of Bauman Moscow State Technical Univ.
8. Reliability in engineering. Terms and Definitions. State Standard 133−75.
9. Olenovich, I.F., Safiulin, Kh. & Svechnikov, V.V. (1974). Research report 26−53. P. VII. KVAIU.

10. Olenovich, I.F., Safiulin, Kh. & Golovin, A.A. (1975). Research report No. FU-4-70. P. IX. Air Defense Branch of the Ground Forces VAOLKA.
11. Safiulin, X. & Olenovich, I.F. (1974). On the issue of assessing the quality level of launchers in the prelaunch period. M. Iss. 9(96).

Звершховський І.В., Зірка М.В., Кучинська О.Б., Зінченко Д.Д.

АНАЛІЗ ВИМОГ ДО СПОСОБУ СТАРТУ ПРОТИКОРАБЕЛЬНИХ РАКЕТ, ВИЗНАЧУВАНИХ СПЕЦИФІКОЮ СУЧАСНИХ МОРСЬКИХ ОЗБРОЄНЬ І СТРАТЕГІЙ БОЄВОГО ВИКОРИСТАННЯ ВМС

У статті авторами показано, що специфічні особливості бойового застосування протикорабельних ракетних комплексів вимагають при виборі способу старту ракет врахування обмежень, зумовлених рівнем тягоозброєності ракети, вимогами обстрілу цілей на ближній межі ураження, підвищенням вимог до надійності ракет при тривалому її зберіганні та експлуатації в польових умовах. Задоволення зазначених вимог для протикорабельних ракетних комплексів найповніше досягається застосуванням вертикального газодинамічного способу старту ракет з форсованим схиляннням ракети на траєкторію необхідного руху. Застосування вертикального газодинамічного контейнерного старту протикорабельних комплексів берегових ракетних комплексів спричиняє необхідність вирішення питань оптимального вибору масово-енергетичних характеристик підсистеми «контейнер-ракета». Представлений підхід може бути використаний на початкових етапах розробки пускових установок ракетних комплексів вертикального старту з метою вирішення питань вибору оптимальної конструкції підсистеми «контейнер-ракета» та пускових установок загалом.

Ключові слова: *вибір способу старту протикорабельних ракет, обмеження, зумовлені рівнем тягоозброєності ракети, вимоги обстрілу цілей на ближній межі, початкові етапи розробки пускових установок ракетних комплексів вертикального старту.*

Відомості про авторів:

Звершховський Ігор Всеволодович
кандидат технічних наук
начальник комплексного конструкторського відділу
Державного підприємства «Державне Київське конструкторське бюро “Луч”»,
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-5262-5382

Зірка Марія Василівна
кандидат технічних наук,
молодший науковий співробітник науково-дослідного відділу Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
http://orcid.orl/0000-0003-2915-3011

Кучинська Оксана Борисівна
начальник науково-інформаційного відділу
Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України,
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0003-3403-4180
e-mail: 10fa@ukr.net

Зінченко Данило Дмитрович
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»
м. Київ, Україна
https:orcid.org/0000-0001-5524-6938

Information about the authors:

Zvershkhovskyi Igor
Candidate of Technical Sciences
Chief of the complex design-engineering department of the State Enterprise «State Kyiv Design Bureau “Luch”»,
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-5262-5382

Zirka Mariya
Candidate of Technical Sciences, Researcher of Research Department of the
Central Scientific Research Institute of
Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
http://orcid.orl/0000-0003-2915-3011

Kuchynska Oksana
Chief of scientific-information department of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0003-3403-4180
e-mail:10fa@ukr.net

Zinchenko Danylo
National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv, Ukraine
https:orcid.org/0000-0001-5524-6938

УДК 623.7
https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).82-91

Р. М. ЖИВОТОВСЬКИЙ, *кандидат технічних наук, старший науковий співробітник*
https://orcid.org/0000-0002-2717-0603

О. М. ШИНКАРУК, *доктор технічних наук, професор*
https://orcid.org/0000-0003-4499-8282

М. Ю. ЯКОВЛЕВ, *доктор технічних наук, професор*
https://orcid.org/0000-0002-3009-0719

А. С. ВАРСЄГОВ
https://orcid.org/0000-0002-6255-0927
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

АНАЛІЗ КРИЛАТИХ РАКЕТ ПОВІТРЯНОГО БАЗУВАННЯ РФ У ВІЙНІ ПРОТИ УКРАЇНИ 2022 РОКУ

В статті проведено порівняльний аналіз характеристик та інтенсивності застосування крилатих ракет повітряного базування рф у війні проти України 2022 року, систематизовано їх класифікацію. Визначено основні носії, місця запуску та запропоновано шляхи протидії крилатим ракетам повітряного базування рф класу "повітря-поверхня". Встановлено необхідність проведення комплексу досліджень щодо формування системи протиракетної оборони для захисту військових об'єктів та об'єктів критичної інфраструктури в Україні від російських крилатих ракет повітряного базування класу "повітря-поверхня".

Визначено основні напрямки створення протиракетної оборони в Україні та встановлено необхідність проведення окремих досліджень за цими напрямками.

Ключові слова: *крилаті ракети повітряного базування, клас "повітря-поверхня", війна проти України, порівняльний аналіз, інтенсивність застосування, тактико-технічні характеристики, протидія керованим ракетам повітряного базування рф.*

ВСТУП

Повномасштабне збройне вторгнення рф в Україну (24.02.2022 р.) продовжує супроводжуватись масованим застосуванням крилатих ракет (КР), в тому числі, повітряного базування (ПБ). Так, у перший день вторгнення, починаючи з 04:20 год. і до 17:08 год., 24 лютого 2022 р., країною-агресором (рф) нанесено близько 160 ракетних ударів [1−3], практично, по всій території України (за винятком деяких міст заходу України), що показано на рис. 1.

Пріоритетними цілями ракетних ударів рф по території України в перший день війни були: системи протиповітряної оборони (ППО), системи радіолокаційного спостереження, інфраструктура базування авіації, центри прийняття рішень, командні пункти, вузли зв'язку, пункти базування Військово-Морських Сил (ВМС) Збройних Сил України (ЗС України), об'єкти оборонно-промислового комплексу (ОПК), ударні корабельні угруповання та угруповання авіації. При цьому, значна кількість ударів КР країни-агресора (рф) була сконцентрована по столиці України – місту Києву. Разом із тим, ракетні удари були нанесені по об'єктам критичної та соціально-побутової інфраструктури, зокрема, житловим будинкам, лікувальним і навчальним закладам, тощо.

Упродовж першого місяця повномасштабного збройного вторгнення рф в Україну (24.02−30.03.2022 р.), також, як і в перші дні, поряд з інтенсивним наземним протистоянням, постійно наносились удари КР по всій території України з повітря. При цьому, встановлено змінний, стрибкоподібний тренд розподілу інтенсивності ударів КР, що подано на рис. 2 [1].

З рис. 2 видно, що найбільша інтенсивність ударів КР рф по території України спостерігалась, окрім першого дня війни, 7 і 28 березня, середня інтенсивність цих ударів мала місце 10, 15, 18 і 22 березня. Така тенденція ударів КР рф пояснюється, як на думку авторів, невдалою спробою країною-агресором (рф) провести «війну за три дні», необхідністю зміни агресивних планів унаслідок

Рис. 1. Розподіл ракетних ударів рф по містах України під час повномасштабного збройного вторгнення 24 лютого 2022 року

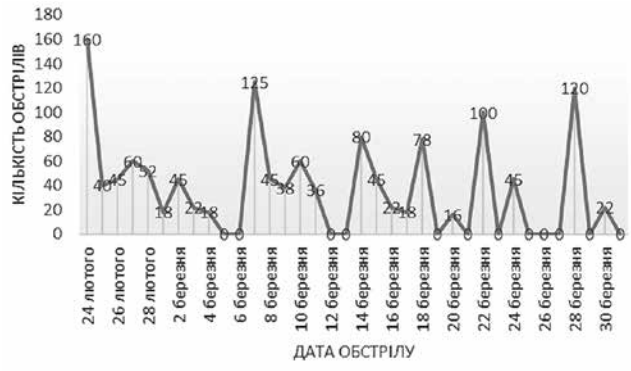


Рис. 2. Розподіл інтенсивності обстрілів КР рф території України в перший місяць повномасштабного збройного вторгнення

ефективних дій ЗС України та інших сил сектору безпеки і оборони України щодо стримування повномасштабної агресії рф. При цьому, хоча й інтенсивність ударів КР, в окремі дні, суттєво зменшилась, але вони стали вибірковими, більш точними, спрямованими на військові об'єкти, місця розташування (базування), позиції ЗС України, об'єкти прийняття рішень, критичної, соціально-побутової та інших видів інфраструктури. Також, спостерігалась тенденція ракетних ударів з боку рф по підприємствах ОПК України.

Разом із тим, в умовах обмеженої кількості сучасних КР у рф, внаслідок, у тому числі, запроваджуємих санкцій, встановлено використання країною-агресором (рф) КР, що розроблені в 60−80 роках минулого століття і не здатні до реалізації високих характеристик точності. При цьому, також, встановлено тенденцію збільшення супротивником повітряних пусків КР, у порівнянні з наземними. Це пов'язано з можливістю здійснювати пуски КР не очікувано, за межами повітряного простору України.

Так, наприклад, для завдання одного з ракетних ударів по Яворівському полігону (Львівська обл.) стратегічна авіація рф злітала з аеродрому в м. Саратов (рф), що знаходиться на відстані понад 1,5 тис. км від цілі. При цьому, пуски КР повітряного базування (ПБ) були здійснені, ймовірно, з акваторії Чорного моря, ближче до України, але за її межами [3]. Крім того, ударів було нанесено по авіаремонтному заводу та Львівському аеропорту крилатих ракет повітряного базування (КРПБ) типу Х-555 [4 − 6]. Вісім КРПБ типу Х-101 було використано для удару по Вінницькому аеродрому з акваторії Чорного моря стратегічними бомбардувальниками-ракетоносцями Ту-95МС (Ту-160) [7]. Всього до початку квітня 2022 року країною-агресором (рф) застосовано по території України близько 280 КРПБ класу «повітря-поверхня», частина яких була збита українською ППО [1].

Встановлені основні напрямки ракетних ударів, що нанесені країною-агресором (рф) по території України, упродовж першого місяця повномасштабного збройного вторгнення, з застосуванням КР різного типу, зокрема [1, 3]: з території Білорусі (встановлені пуски КР «Іскандер»); з акваторії Чорного моря та території окупованої Автономної Республіки Крим (встановлені пуски з: берегових комплексів «Бастіон-П» КР «Онікс»; кораблів Чорноморського флоту − КР «Калібр»; КРПБ класу «повітря-поверхня»: Х-101; Х-555 із застосуванням стратегічних бомбардувальників Ту-160, Ту-95МС, Ту-22М3М, а також одиничні випадки застосування КР «Іскандер» і ракет «Точка-У»); акваторії Каспійського моря (кораблі Каспійського флоту − КР «Калібр», а також КРПБ класу «повітря-поверхня»: Х-101; Х-555 із застосуванням зазначених стратегічних бомбардувальників); з території рф (КР «Іскандер», ракети типу «Точка-У» для ударів на відстань до 120 км, КРПБ класу «повітря-поверхня»: Х-101; Х-555 із застосуванням зазначених стратегічних бомбардувальників).

Така інтенсивність і особливість бойового застосування КРПБ, жертви, руйнування, втрати, що мають місце внаслідок їх застосування, диктують гостру необхідність визначення шляхів (організаційно-технічних, технологічних і управлінських рішень) протидії виробництву та застосуванню КРПБ рф. З цією метою є наочною нагальна потреба проведення порівняльного аналізу характеристик і класифікаційних ознак КРПБ рф, розроблення практичних рекомендацій щодо удосконалення системи протиракетної оборони (ПРО). Усе наведене вище обумовлює актуальність даної тематики.

РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕНОГО АНАЛІЗУ

Узагальнення особливостей побудови номенклатури КРПБ

Для збройної агресії рф проти України застосовані, окрім інших, КРПБ класу «повітря-поверхня». Зовнішній вигляд КРПБ такого класу та основні типи їх носіїв представлено на рис. 3. Як видно з рис. 3, в залежності від взаємного розташування несучих і керуючих поверхонь, КРПБ може мати літакову або ракетну аеродинамічну схему.

Базовий склад апаратури сучасної КРПБ, як правило, включає: систему інерційної навігації; радіовисотоміри; системи маршрутної корекції (в тому числі, за допомогою глобальної супутникової системи навігації); головку самонаведення (ГСН) та бортовий комп'ютер. Нові досягнення в області мікроелектроніки, двигунів, високоефективних видів палива та конструкційних матеріалів забезпечили розробку надзвукових високоточних, малопомітних КРПБ дальністю до 5500 км, масою, в середньому, до 2500 кг. При цьому, зниження помітності КРПБ забезпечено вибором маловідбиваючих геометричних форм, застосуванням радіопоглинаючих матеріалів та покриттів, спеціальних пристроїв зниження ефективної поверхні розсіяння, антенних пристроїв і повітрозабірників.

Літаками-носіями, з яких здійснюються пуски КРПБ класу «повітря-поверхня» рф, встановлені наступні: Су-24, Су-27, Су-30, Су-34, Су-35С, Су-57, МіГ-29, МіГ-31, МіГ-35, Ту-22М3, Ту-95МС, Ту-160. При цьому, також встановлено, що переважно, у якості носіїв КРПБ класу «повітря-поверхня», у перший місяць повномасштабного вторгнення, країною-агресором (рф) застосовані літаки: МіГ-31, Ту-22М3М, Ту-95МС, Ту-160 [8]. Загальний вигляд цих літаків наведено на рис. 3.

Зведений перелік основних тактико-технічних характеристик (ТТХ) КРПБ рф класу «повітря-поверхня», що

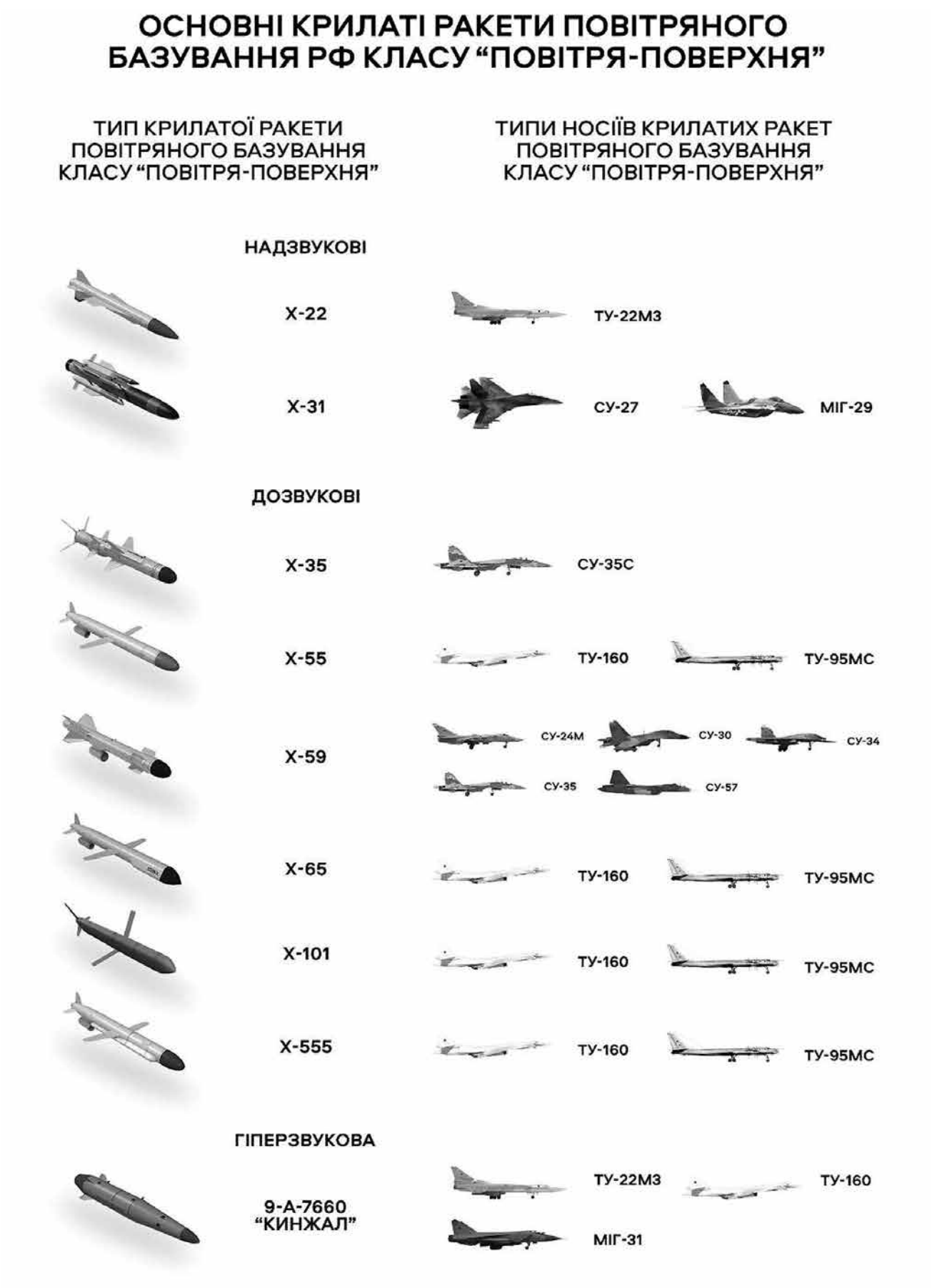


Рис. 3. Загальний вигляд основних КРПБ рф класу «повітря-поверхня» та їх носії

застосовані під час повномасштабної агресії рф проти України, подано у табл. 1.

Як видно, з табл. 1, КРПБ класу «повітря-поверхня» супротивника володіють різними властивостями щодо швидкості руху упродовж бойової траєкторії. Так, до дозвукових КРПБ класу «повітря-поверхня» відносять ракети: Х-35; Х-55; Х-59; Х-65; Х-101; Х-555, до надзвукових – Х-22; Х-31, до гіперзвукових – «Кинжал» 9-А-7660. При цьому, за дальністю пуску КРПБ класу «повітря-поверхня» варто, умовно, класифікувати на ракети: тактичні (до 600 км) – Х-22, Х-31, Х-35, Х-59, Х-65; оперативно-тактичні (до 2000 км) – Х-555 та стратегічні (понад 2000 км) – Х-55, Х-101, «Кинжал» 9-А-7660. У табл. 2 представлені основні масо-габаритні характеристики КРПБ рф класу «повітря-поверхня», а характеристики їх бойових частин зведені у табл. 3.

Як видно з табл. 3, зі звичайних бойових частин (БЧ), які використовуються на високоточних КРПБ для ураження різноманітних цілей, широке застосування одержують багатофакторні БЧ (фугасно-кумулятивні з проникаючим ефектом) масою 250−350 кг. В табл. 4 систематизовано основні характеристики систем

Таблиця 1. Основні ТТХ КРПБ рф класу «повітря-поверхня»

Назва ТТХ	Типи КРПБ								
	Х−22	Х-31	Х-35	Х-55	Х-59	Х-65	Х-101	Х-555	«Кинжал» 9-А-7660
Швидкість, м/с:									
на марші	1100−1500	1000	270−290	200−230	250−290	165−260	200−270	200−230	до 4080
перед ціллю	ПКЦ	ПКЦ	270−290	200−230	250−290	165−260	200−270	200−230	ПКЦ
Висота польоту, м	11500−12500 або 22500−25000	до 16000	10−15 на МДП до 5 в РЦ	40−110	НМП: 10−15 на МДП 4−7 в РЦ НС: 50 на МДП 10−15 в РЦ	40−110	40−110	40−110	
Дальність польоту, км	до 600	180–250	до 260	до 2500	до 290	250−280	до 5500	до 2000	2000−3000

** У таблиці прийнято наступні скорочення: ПКЦ – пікірування на ціль; МДП – маршова ділянка польоту; РЦ – район цілі; НМП – над морською поверхнею; НС – над сушею.*

Таблиця 2. Основні масо-габаритні характеристики КРПБ рф класу «повітря-поверхня»

Назва МГХ	Типи КРПБ								
	Х-22	Х-31	Х-35	Х-55	Х-59	Х-65	Х-101	Х-555	«Кинжал» 9-А-7660
довжина, м	11,65−11,67	5,34	3,85	5,88	5,7	6,04	7,45	6,04	7,3
діаметр, м	0,9−0,92	0,36	0,42	0,514	0,38	0,514	~0,742	0,77	не менш 0,9
стартова маса, кг	до 5780	715	530	1195	930	1200	до 2400	1500	не менш 4000

** У таблиці прийнято наступні скорочення: МГХ – масо-габаритні характеристики.*

Таблиця 3. Основні характеристики бойової частини КРПБ рф класу «повітря-поверхня»

Назва ХБЧ	Типи КРПБ								
	Х-22	Х-31	Х-35	Х-55	Х-59	Х-65	Х-101	Х-555	«Кинжал» 9-А-7660
Наявність касетної б/ч	-	-	-	+ (ОЗВ)	+ (ОЗВ)	+ (ОЗВ)	+ (ОЗВ)	+ (ОЗВ)	інформація відсутня
Стартова маса, кг	до 5780	715	530	1195	930	1200	до 2400	1500	не менш 4000
Маса бойової частини, кг	960	110	145	410	320	410	400	410	500
Типи бойової частини	ФК або ТЯ	УК	ПУФ	СБ або ОФ	ПФ	СБ або ОФ	фугасна або ядерна	СБ або ОФ	ядерна або звичайна
Кут атаки цілі, град.	60 (зверху)	30 (зверху)	0	0	0	0	0 або 30 (зверху)	0	30−60 (зверху)

** У таблиці прийнято наступні скорочення: ХБЧ – характеристики бойової частини; ОЗВ – один з варіантів; ФК – фугасно-кумулятивна; ТЯ – термоядерна; УК – універсальна касетна; ПУФ – проникаюча уламково-фугасна; СБ – спецбоєприпас; ОФ – осколково-фугасна; ПФ – проникаюча фугасна.*

Таблиця 4. Основні характеристики систем управління і навігації КРПБ рф класу «повітря-поверхня»

Назва ТТХ	Типи КРПБ								
	Х-22	Х-31	Х-35	Х-55	Х-59	Х-65	Х-101	Х-555	«Кинжал» 9-А-7660
Система управління	ІНС+ АРГСН (ПРЛГСН)	ІНС+ ПРГСН	ІНС+ СНС+ РВ+ АРГСН	ІНС+СН-С+РВ+ АРГСН	ІНС+СН-С+РВ+ АРГСН	АРГСН, ГІСУ	ІНС+СН-С+РВ+ Спрут (ймовірно)+ОЕГСН	АРГСН, ГІСУ	ІНС с з можливістю корегування по системам ГЛОНАСС, ДРЛОиУ, оптична ГСН.
Головка самонаведення	Радіолокаційна	Широко-полосна ПРГСН Л-130	АРГСН «Грань-К»	АРГСН	АРГСН АРГС-59Э	АРГСН	Оптична ГСН, радіолокаційна ГСН	АРГСН	Оптична ГСН, радіолокаційна ГСН
Дальність захоплення цілі, км	немає даних	до 70	до 50	немає даних	до 25	немає даних	немає даних	немає даних	немає даних
Частота супутникової навігаційної системи, МГц	немає даних	немає даних	ГЛОНАСС: L1 (1602,6-1615,5 МГц), ВТ та СТ-коди. GPS: L1 (1575,4 МГц), С/А код	немає даних	ГЛОНАСС: L1 (1602,6-1615,5 МГц), ВТ та СТ-коди. GPS: L1 (1575,4 МГц), С/А код		ГЛОНАСС: L1 (1602,6-1615,5 МГц), ВТ та СТ-коди. GPS: L1 (1575,4 МГц), С/А код	немає даних	немає даних
Кругове ймовірне відхилення*), м	немає даних	немає даних	4−8	100	3−5	100	10	100	1

** У таблиці прийнято наступні скорочення: АРГСН – активна радіолокаційна головка самонаведення; ІНС – інерційна система; ПРЛГСН – протилокаційна головка самонаведення; ДРЛОиУ – система дальнього радіолокаційного виявлення та управління; СНС – супутникова навігаційна система; РВ – радіовисотомір; ОЕГСН – оптико-електронна головка самонаведення; ГІСУ – геоінформаційна система управління.*

управління і навігації КРПБ рф класу «повітря-поверхня».

Порівняльну характеристику КРПБ класу «повітря-поверхня», за основними ТТХ приведено на рис. 4−8.

Аналіз характеристик, в цілому, що наведені в табл. 1−4, рис. 4−8, а також проведений аналіз їх застосування з боку рф по території України, дозволяє констатувати, що основними відмінностями ракет даного класу слід вважати: високі аеродинамічні характеристики; маневреність; можливість задавати вільний курс і рух на малій висоті вздовж вигинів рельєфу, що ускладнює їх виявлення системами ППО і ПРО; високоточне ураження цілей (рис. 7); можливість при необхідності коригувати програмну траєкторію польоту за допомогою бортових комп'ютера і системи автоматичного керування. З рис. 8 видно, що до високоточних ракет відносять КРПБ класу «повітря-поверхня»: Х-31, Х-35, Х-59, Х-101 та «Кинжал».

Порівняльний аналіз бойових можливостей і тактики застосування КРПБ класу «повітря-поверхня»

Однією з масових у застосуванні під час збройної агресії рф проти України є надзвукова КРПБ класу «повітря-поверхня» Х-22 [9]. Ці ракети, в основному, використані країною-агресором (рф) для нанесення ударів по наземним радіо-контрастним точковим і площадним об'єктам, а також по об'єктах, що розташовані поблизу берегової межі. Пуск цих ракет допускається у прямолінійному польоті без ковзання. Так, у районі пуску ракети ціль береться на автоматичне супроводження ГСН і за сигналом «ракета готова» здійснюється її відчіплення. Через 3 секунди після відчіплення (просідання 500−700 м) на ракеті запускаються двигуни, розкладається нижній кіль, зводиться підривник БЧ і вмикається програмний механізм ракети. Через 11 секунд ракета переводиться в набір висоти. При досягненні М=3,44 зменшується кут набору висоти та вимикається стартовий двигун. На висоті 22500 м починається горизонтальний політ. Коли кут візування між віссю ракети і напрямом на ціль досягає 30°, а віддалення від цілі – 60 км, відключається радіоуправління за курсом, канал висоти та двигун, а ракета переводиться в пікірування на ціль. На ділянці пікірування управління переходить на радіолокаційне самонаведення за методом прямого наведення. БЧ цієї ра-

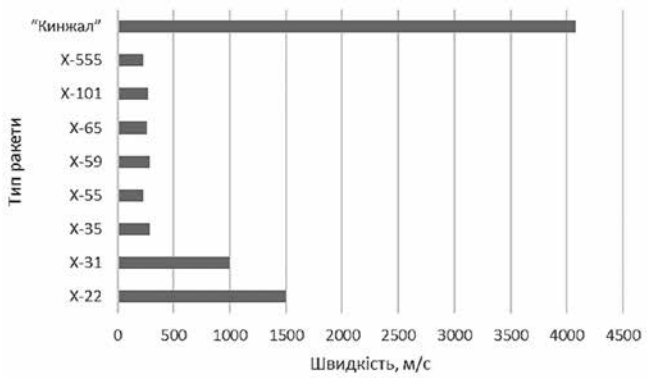


Рис. 4. Порівняльна характеристика типів ракет за швидкістю їх польоту

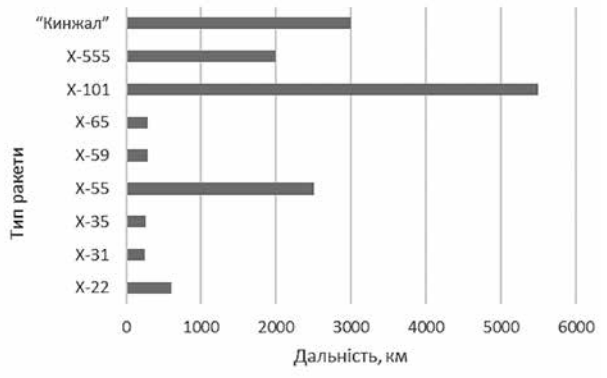


Рис. 5. Порівняльна характеристика типів ракет за дальністю їх пуску

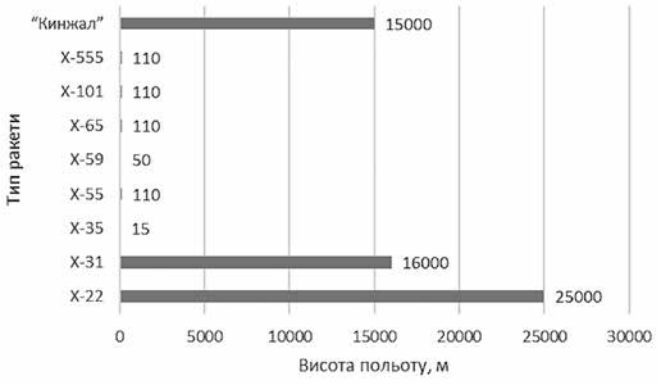


Рис. 6. Порівняльна характеристика типів ракет за висотою їх польоту

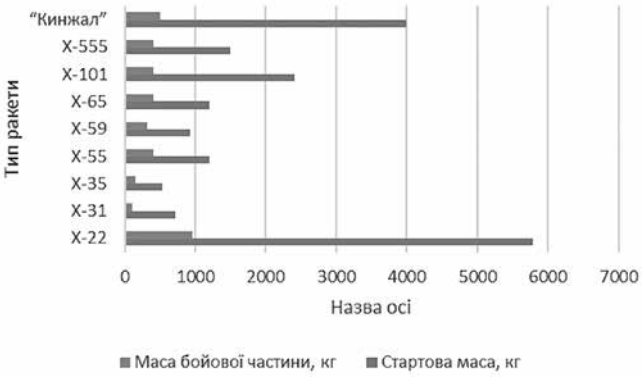


Рис. 7. Порівняльна характеристика типів ракет за співвідношенням між стартовою масою та масою БЧ

кети складає близько 1000 кг вибухової речовини. Разом із тим, під час застосування країною агресором ракет даного типу і класу є факти відхилення прильоту ракети від цілі, понад 5 км. Ще одна з особливостей КРПБ даного типу − велика кількість їх модифікацій, що визначає, як на думку авторів, їх використання (табл. 5). На базі Х-22 розроблено надзвукову крилату ракету Х-32.

Рис. 8. Порівняльна характеристика КРПБ класу «повітря-поверхня» за точністю

Упродовж березня 2022 року країною агресором (рф) по території України неодноразово застосовувалась надзвукова, тактична, середньої дальності, керована КРПБ класу «повітря-поверхня» типу Х-31. Зокрема, в містах Глухів та Одеса – для ураження житлових та соціально-побутових об'єктів, а також її модифікація Х-31П (встановлене використання у м. Бердичів, Житомирської області).

Особливості застосування КРПБ типу Х-31 також визначаються їх модифікаціями (табл. 5).

Як і вище розглянуті КРПБ, для ураження наземних об'єктів в Україні протягом березня 2022 року встановлено також використання країною-агресором (рф) турбореактивної, дозвукової КРПБ типу Х-35. Ця ракета призначена для знищення кораблів водотоннажністю до 5000 тон. Корабельні та берегові версії запускають за допомогою стартового прискорювача. Ракети типу Х-35У – протикорабельні ракети, що призначені для ураження морських об'єктів, у тому числі ракетних, торпедних та артилерійських катерів, кораблів водотоннажністю до 5000 тон. Носіями ракет типу Х-35У слід вважати: ракетні комплекси наземного базування «Бал» та CLUB-K; надводні кораблі з ракетним комплексом морського базування «Уран»; вертольоти типу Ка-27, Ка-29, Ка-52, літаки-носії, що зазначені вище. Специфіка застосування даного типу КР також обумовлена їх модифікаціями (табл. 5). Х-37 або Х-39 – можлива назва варіанту з ядерною БЧ.

У середині березня 2022 року було нанесено ракетного удару КРПБ класу «повітря-поверхня» Х-55 по двоповерховому житловому будинку (м. Київ (район Осокорків)) та Авіаремонтному заводу у м. Львів. Ця КРПБ розро-

Таблиця 5. Основні модифікації КРПБ рф класу «повітря-поверхня»

Тип КР	Позначення модифікації КР	Призначення та загальна характеристика модифікації КР
Х-22	Д-2, Х-22ПГ, Х-22МП	протикорабельна з активною радіолокаційною ГСН (1965 р. вип.), призначена для ударів по імпульсним РЛС, у тому числі корабельним
	Х-22М (Д-2М)	модернізована з активною ГСН для літака-носія Ту-22М. Відрізняється можливістю пуску з малих висот та польоту напівбалістичною траєкторією (1974 р.)
	Х-22МА	варіант Х-22М з автономним керуванням. Відрізняється наявністю системи корекції за рельєфом (1974 р.)
	Х-22МП	варіант Х-22М з пасивною ГСН (1974 р.)
	Х-22Н (Д-2Н)	модернізована, подальший розвиток ракети Х-22М. Відрізняється електронними системами на напівпровідниках (1976 р.)
	Х-22НА	варіант Х-22Н з автономним керуванням (1976 р.)
	Х-22НП	протилокаційна на базі Х-22Н (1976 р.)
	Х-22П	протилокаційна з пасивною ГСН (1976 р.)
	Х-22ПСИ	з автономним керуванням на базі інерційного обчислювача шляху ПСИ (1971 р.)
Х-31	Х-31А	оснащена активною радіолокаційною ГСН. Використовується, зазвичай, як протикорабельна ракета проти суден, що перебувають на дальності від 25 до 50 км
	Х-31П, Х-31ПМ	призначені для ураження РЛС
	Х-31АД/Х-31ПД	збільшена дальність польоту ракети за рахунок подовження фюзеляжу з 4,70 м до 5,23 м
	Х-31АМ	оснащена удосконаленою активною ГСН РГС-31
Х-35	Х-35 (3М-24)	базовий військово-морський варіант (2003 р.)
	Х-35Е (3М-24Е)	експортний варіант Х-35 (1996 р.)
	Х-35У	адаптована до будь-якого носія, здатна вражати наземні об’єкти
	Х-35В	версія для пуску з вертольотів
Х-55	Х-55СМ	ракета збільшеної дальності
Х-59	Х-59Л	варіант з лазерним наведенням
	Х-59Т	з телевізійно-командною системою наведення
	Х-59М	оновлений варіант Х-59 з турбореактивним двоконтурним двигуном у підфюзеляжній гондолі, потужніша БЧ, з системою наведення з радіовисотоміром та тепловою головкою самонаведення
	Х-59МЭ	експортний варіант Х-59М
	Х-59МК (Х-59А)	протикорабельна ракета з безплатформною інерційною навігаційною системою
	Х-59МК2	різновид Х-59МК для ураження нерухомих наземних об’єктів з відомими координатами
	Х-59МК2	оновлений варіант меншої довжини та маси з квадратним у перерізі корпусом, пристосований для розміщення у внутрішньому відсіку озброєння літака
	Х-59М2	застосовується по наземних та надводних об’єктах з відомими координатами у будь-який час доби
Х-65	Х-65С	модернізація Х-55, на відміну від якої має тригранний переріз нової носової частини, що дало місце для більшого антенного блока АРГСН, нового обчислювального комплексу і БЧ
Х-101	Х-102	ракета з термоядерною боєголовкою
Х-555	--	модифікацій не відомо
“Кинжал” 9-А-7660	--	модифікацій не відомо

блена в кінці 1970-х – початку 1980-х років для озброєння стратегічних бомбардувальників: Ту-95МС, Ту-160 (рис. 3) та здатна до здійснення польоту на дозвукових швидкостях на гранично малих висотах з огинанням рельєфу місцевості. Призначена для застосування проти стратегічно важливих стаціонарних наземних цілей із заздалегідь відомими координатами. Основні її модифікації наведено в табл. 5.

На півдні України неодноразово застосовувалася високоточна КРПБ класу «повітря-поверхня» середнього радіусу дії КРПБ Х-59 – адаптована до ураження важливих наземних та надводних об’єктів (мали місце ураження житлових будинків, зерносховищ, тощо). Модифікаціями цієї ракети (табл. 5) є: Х-59Л, Х-59Т, Х-59М, Х-59МЭ, Х-59МК, Х-59МК2, Х-59М2 тощо.

На початку березня 2022 року цілями для ураження ракетою Х-101 були військові об’єкти у м. Луцьк та м. Івано-Франківськ. КРПБ типу Х-101 застосовується для ураження стратегічно важливих стаціонарних наземних цілей із заздалегідь відомими координатами.

У якості літаків-носіїв можуть застосовуватися Ту-95МС та Ту-160 (рис. 1). КРПБ Х-101 – вирізняється використанням технологій зниження радіолокаційної помітності (2013 р.), реалізовано комбіновану систему наведення: інерційна система з оптико-електронною корекцією; на кінцевій ділянці використовується ГСН, може отримувати комплексну інформацію за маршрутом і координатами об'єкта ураження. На відміну від КРПБ попереднього покоління, є важлива можливість зміни цілі, коли ракета вже у польоті.

Крилата ракета типу Х-555 – це стратегічна крилата ракета «повітря-поверхня» з використанням технологій зниження радіолокаційної помітності. Однією з особливостей цієї ракети є комплекс наведення, який окрім класичної інерційної системи, включає оптико-електронне управління, навігацію по супутниках, а також корекцію за допомогою радіовисотоміра, що забезпечує порівняння показників висоти з еталонними даними.

Вважаємо доцільним звернути увагу на КРПБ класу «повітря-поверхня» «Кинжал», виріб 9-А-7660, наявність якої заявлено країною-агресором (рф), що вважається авіаційним варіантом комплексу «Іскандер» (2017 р.). Можливою платформою для ракетного комплексу слід вважати надзвуковий винищувач-перехоплювач далекого радіусу дії МіГ-31. Представники рф заявляли (але в Україні не підтверджували й не спростовували) щодо одного запуску ракети «Кинджал», який експерти схильні вважати показовим політичним виступом для демонстрації «передових можливостей» [1].

Шляхи боротьби із КРПБ класу «повітря-поверхня»

Основними напрямками боротьби із КРПБ рф слід вважати: завчасне виявлення КР при підльоті до об'єктів критичної інфраструктури України; реалізація заходів з інженерної та радіоелектронної підтримки об'єктів критичної інфраструктури щодо захисту від ударів КР; здійснення заходів вогневого ураження КР; реалізація заходів щодо збирання і оброблення інформації, управління системою протидії КР рф. Прикладами реалізації цих напрямків є нарощення вітчизняної системи ПРО у напрямках дальнього виявлення пуску і встановлення траєкторій руху КР, подавлення навігаційних каналів зв'язку (коригування траєкторій), спеціального облаштування об'єктів критичної інфраструктури (застосування хибних цілей), нарощення можливостей вогневого ураження за рахунок допомоги країн партнерів, ленд-лізу та виробництва зенітних ракетних комплексів підприємствами ОПК України. Як показує досвід застосування КРПБ рф у війні в Україні, виникає невідкладна потреба у проведенні комплексу досліджень щодо підвищення існуючої ПРО в Україні за вище зазначеними напрямками.

ВИСНОВКИ

1. Одним з найбільш масових видів наступальної зброї, яку застосовує рф у війні проти України з 24 лютого 2022 р., є КР. КРПБ варто виділити окремим класом для проведення їх досліджень (експертиз) щодо встановлення особливостей їх конструкцій та специфіки застосування. Все це обумовлено необхідністю пошуку ефективних шляхів протидії властивостям ураження цих ракет. До особливостей бойового застосування КРПБ слід віднести їх маневреність та можливість польоту на дуже малих висотах, що ускладнює протидію системи ППО. За рахунок того, що ці ракети мають двигун та крила, вони фактично можуть використовуватися як ударні безпілотні апарати (тобто діяти з високою точністю), але при цьому КР мають дуже високу швидкість та потужний боєзаряд (включаючи і ядерну БЧ).

2. На підставі проведеного порівняльного аналізу ТТХ і бойових властивостей КРПБ класу «повітря-поверхня» встановлена залежність між компоновочною схемою, масою бойової частини і характеристиками швидкості, дальності та точності. Запропонована класифікація КРПБ, що відкриває можливість нарощення ефективності їх ідентифікації, проведення науково-технічних експертиз і, як наслідок, пошуку шляхів протидії цим КР.

3. Основними напрямками боротьби із КРПБ рф слід вважати: завчасне виявлення КР при підльоті до об'єктів критичної інфраструктури України; реалізація заходів з інженерної та радіоелектронної підтримки об'єктів критичної інфраструктури щодо захисту від ударів КР; здійснення заходів вогневого ураження КР; реалізація заходів щодо збирання і оброблення інформації, управління системою протидії КР рф. Як показує досвід застосування КРПБ рф у війні в Україні, виникає невідкладна потреба у проведенні комплексу досліджень щодо підвищення ефективності існуючої ПРО в Україні за вищезазначеними напрямками.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Набожняк О., Кельм Н., Дроздова Є. Російські крилаті й балістичні ракети в питаннях, відповідях та інфографіці. [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://texty.org.ua/articles/106433/letyucha-smert/.
2. Ценцура К. Слава російським заводам та українській ППО. Чому більшість ракет окупантів не досягають цілей. [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://techno.nv.ua/ukr/innovations/rosiyski-raketi-50228237.html.
3. Бобрицкий Д. Нечем стрелять. Количество воздушных атак из Беларуси по Украине упало в шесть раз. [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://nv.ua/ukraine/politics/kolichestvo-vozdushnyh-atak-s-belarusi-po-ukraine-upalo-v-shest-raz-obyasneniya-ekspertov-50227390.html.
4. Будерацький Є., Руденко Є. Чим росіяни бомблять Україну. Яке нове озброєння використовує рф проти наших дітей, жінок та військових. [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://www.pravda.com.ua/articles/2022/03/23/7333800/.
5. Петренко Р., Тищенко К. Львів обстріляли з Чорного моря, є постраждалий. [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://www.pravda.com.ua/news/2022/03/18/7332405/.
6. Глущенко О. Окупанти вдарили ракетами в район Львівського аеропорту. [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://www.pravda.com.ua/news/2022/03/18/7332396/.
7. Романенко В. Ворог вдарив по Вінниці з Чорного моря, кількість жертв уточнюється. [Електронний

ресурс]. − Режим доступу: https://www.pravda.com.ua/news/2022/03/6/7328880/.
8. Тимофеев И. Авиационные крылатые ракеты: кто впереди? [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://dfnc.ru/popular1/aviatsionnye-krylatye-rakety-kto-vperedi/.
9. Сверхзвуковая крылатая ракета Х-22 «Буря». [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://izi.travel/en/8ce6-sverhzvukovaya-krylataya-raketa-h-22-burya/ru.

REFERENCES

1. Nabozhnyak, O., Kelm, N. & Drozdova, E. “Rosiiski krylati balistychni rakety v pytanniakh, vidpovidiakh ta infographitsi” [Russian cruise missiles and ballistic missiles in nutrition, evidence and infographics]. Available at: https://texty.org.ua/articles/106433/letyucha-smert/.
2. Tsentsura, K. “Slava rosiiskym zavodam ta ukrainskii PPO. Chomu bilshist raket okupantiv ne dosiagaiut tsilei” [Glory to Russian factories and Ukrainian PPO. Why do most of the rockets of the occupiers not reach the targets]. Available at: https://techno.nv.ua/ukr/innovations/rosiyski-raketi-50228237.html.
3. Bobritsky, D. “Nechem streliat. Kolichestvo vozdushnykh atak iz Belarusi po Ukraine upalo v chest raz” [There is nothing to shoot with. The number of air attacks from Belarus in Ukraine fell six times]. Available at: https://nv.ua/ukraine/politics/kolichestvo-vozdushnyh-atak-s-belarusi-po-ukraine-upalo-v-shest-raz-obyasneniya-ekspertov-50227390.html.
4. Buderatsky, Y. & Rudenko, Y. “Chym rosiiany bombliat Ukrainu. Yake nove ozbroennia vykorystovue rf proty nashykh ditei, zhinok ta viiskovykh” [Why russians bomb Ukraine. What new armament use rf against our children, women and military]. Available at: https://www.pravda.com.ua/articles/2022/03/23/7333800/.
5. Petrenko, R. & Tishchenko, K. “Lviv obstrilialy z Chornogo moria, e postrazhdalyi” [Lviv fired from the Black Sea, is injured]. Available at: https://www.pravda.com.ua/news/2022/03/18/7332405/.
6. Glushchenko, O. “Okupanty vdaryly raketamy v raion Lvivskogo aeroportu” [Occupants were hit with rockets in the area of Lviv airport]. Available at: https://www.pravda.com.ua/news/2022/03/18/7332396/.
7. Romanenko, V. “Vorog vdaryv po Vinnytsi z Chornogo moria, kilkist zhrertv utochniuetsia” [Vorog hitting Vinnitsa from the Black Sea, the number of victims is specified]. Available at: https://www.pravda.com.ua/news/2022/03/6/7328880/.
8. Timofeev, I. “Aviatsionnye krylatye rakety: kto vperedi” [Aviation cruise missiles: who is ahead?]. Available at: https://dfnc.ru/popular1/aviatsionnye-krylatye-rakety-kto-vperedi/.
9. “Sverkhzvukovaia krylataia raketa X-22 «Buria»” [Supersonic cruise missile X-22 «Storm»]. Available at: https://izi.travel/en/8ce6-sverhzvukovaya-krylataya-raketa-h-22-burya/ru.

Zhivotovsky R., Shincaruk O., Yakovlev M., Varsegov A.

ANALYSIS OF THE AIR BASED CRUISE MISSILES OF THE rUSSIA IN THE WAR AGAINST UKRAINE IN 2022

The article shows that one of the most massive types of offensive weapons used by the russian federation in the war against Ukraine since February 24, 2022 is cruise missiles. Air-launched cruise missiles should be singled out as a separate class for their research (expertise) to establish the features of their designs and the specifics of their application. A comparative analysis of the characteristics and intensity of the use of air-based cruise missiles of the russian federation in the war against Ukraine in 2022 was carried out, and their classification was systematized. On the basis of the conducted comparative analysis, the relationship between the layout scheme, the mass of the warhead and the characteristics of speed, range and accuracy was established. The proposed classification of air-launched cruise missiles opens up the possibility of increasing the effectiveness of their identification, conducting scientific and technical examinations and, as a result, finding ways to counter these cruise missiles.

It has been established that the features of the combat use of air-based cruise missiles include their maneuverability and the ability to fly at very low altitudes, which complicates countermeasures by the air defense system. Due to the fact that these missiles have an engine and wings, they can actually be used as strike drones (that is, act with high precision), but at the same time cruise missiles have a very high speed and a powerful warhead.

The main carriers, launch sites were determined and ways to counter russian air-to-surface cruise missiles were proposed. The necessity of carrying out a set of studies on the formation of an anti-missile defense system to protect military facilities and critical infrastructure facilities in Ukraine from russian air-to-surface cruise missiles has been substantiated.

The main directions of creation of anti-missile defense in Ukraine were formulated and the necessity of carrying out separate studies in these directions was established.

Keywords: *air-launched cruise missiles, «air-to-surface» class, war against Ukraine, comparative analysis, intensity of use, tactical and technical characteristics, countermeasures against guided air-launched missiles of the russian federation.*

Відомості про авторів:

Животовський Руслан Миколайович
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник
начальник науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України,
м. Київ, Україна

https://orcid.org/0000-0002-2717-0603
e-mail: ruslan_zvivotov@ukr.net

Шинкарук Олег Миколайович
доктор технічних наук, професор
начальник науково-дослідного відділу розвитку авіаційно-космічних систем (комплексів) науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України,
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0003-4499-8282

Яковлев Максим Юрійович
доктор технічних наук, професор
провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку авіаційно-космічних систем (комплексів) науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України,
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-3009-0719
e-mail: myyg2015@gmail.com

Варсєгов Андрій Сергійович
старший науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку авіаційно-космічних систем (комплексів) науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Повітряних Сил Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України,
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-6255-0927
e-mail: varsegov@gmail.com

Information about the authors:

Ruslan Zhivotovsky
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher
Head of the research department of the development of armaments and military equipment of the air force of the Central Scientific Research Institute of artamament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-2717-0603
e-mail: ruslan_zvivotov@ukr.net

Oleh Shincaruk
Doctor of Technical Sciences, Professor
Head of the research department of the development of aerospace systems (complexes) of the research department for the Development of armament and military equipment of the Air Force of the Central Scientific Research Institute of Armament and military equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0003-4662-4559

Maksym Yakovlev
Doctor of Technical Sciences, Professor
Leading research fellow of the research department of development of aerospace systems (complexes) of the research department for the development of armaments and military equipment of the Air Force of the Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-3009-0719
e-mail: myyg2015@gmail.com

Andriy Varsegov
Senior researcher of the research department of development of aerospace systems (complexes) of the research department of development of armaments and military equipment of the Air Force of the Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-6255-0927
e-mail: varsegov@gmail.com

УДК 623.7
https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).92-100

С. П. БІСИК, *доктор технічних наук, старший науковий співробітник*
https://orcid.org/0000-0002-5009-2113

Л. С. ДАВИДОВСЬКИЙ, *кандидат технічних наук, старший дослідник*
https://orcid.org/0000-0002-2529-1989
А. А. БАРАНОВСЬКИЙ, *магістр*
https://orcid.org/0000-0001-9637-7280
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

МЕТОДИКА ОЦІНКИ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ КРИЛАТИХ ТА БАЛІСТИЧНИХ РАКЕТ ВИРОБНИЦТВА РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ ПО ОБ'ЄКТАМ ЦИВІЛЬНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

В статті наведена методика оцінки конструктивних параметрів крилатих та балістичних ракет виробництва російської федерації за результатами їх застосування по об'єктах цивільної інфраструктури, що показує процес реконструкції образу крилатої (балістичної) ракети за її фрагментами. Крім того, у запропонованій методиці визначено параметри, які необхідно фіксувати на місці підриву ракети, що дозволить більш точно оцінити нанесені крилатою (балістичною) ракетою ураження та визначити її конкретну модель.

Із застосуванням розробленої методики проведена реконструкція образу крилатої ракети 9М727 та теоретично оцінено її ефективність. На основі реконструкції образу крилатої ракети 9М727 отримано її основні конструктивні параметри: повна маса бойової частини – 480 кг; діаметр бойової частини ракети – 533 мм; кількість готових уражаючих елементів – близько 6200 шт.; розмір готового уражаючого елементу 10х13х13 мм; маса вибухової речовини – 240–260 кг.

Результати проведеної оцінки ефективності бойової частини ракети 9М727 доцільно застосовувати при розробленні заходів захисту об'єктів цивільної інфраструктури та військових об'єктів.

Ключові слова: *крилата ракета, балістична ракета, 9М727, 9М728.*

ВСТУП

З початком широкомасштабного вторгнення, російською федерацією для окупації території незалежної України була залучена значна кількість зразків, що були вироблені в сучасній росії, в тому числі це стосується й балістичних та крилатих ракет (Б(К)Р). Такі зразки є предметом особливої гордості росіян та ключовим елементом пропаганди про непереможність їх збройних сил. Разом з тим, дані про конструкцію Б(К)Р, що можуть бути залученні для оцінки їх ефективності, є закритими. Тому, виникає необхідність визначення конструктивних особливостей Б(К)Р для подальшої оцінки їх ефективності та розроблення заходів підвищення захисту об'єктів цивільної інфраструктури та військових об'єктів.

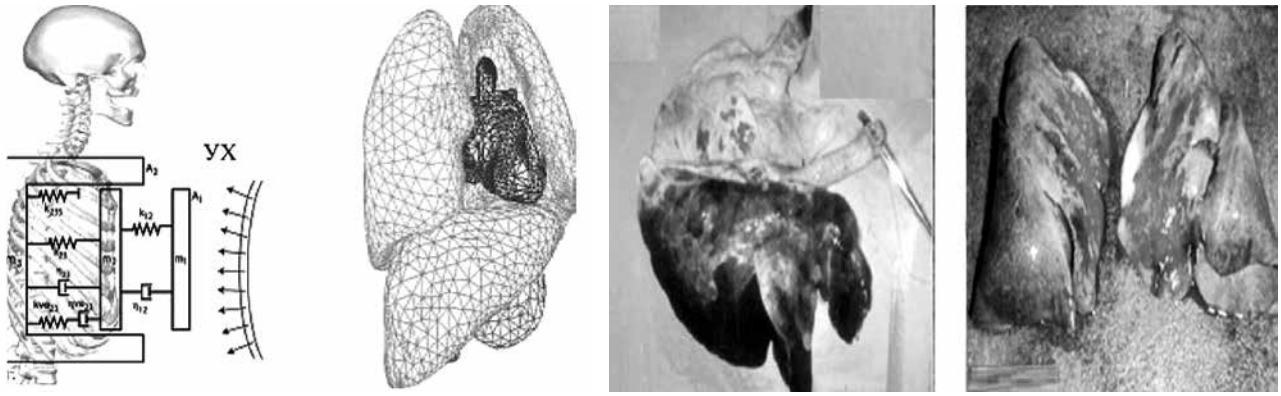
Мета статті: розроблення методики оцінки конструктивних параметрів крилатих та балістичних ракет виробництва російської федерації за результатами їх застосування по об'єктам цивільної інфраструктури та оцінка ефективності бойової частини 9М727 із застосуванням розробленої методики.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Основними параметрами, що характеризують конструкцію Б(К)Р, є характер руйнування прилеглої до місця підриву інфраструктури та ступінь ураження людей, що в значній мірі характеризується дією ударної хвилі (УХ) та осколковою дією. За результатами аналізу пошкоджень інфраструктури та ураження людей можна зробити висновки про значення надлишкового тиску, що їх спричинив. Крім того, дослідження конструкції Б(К)Р можна провести за їх фрагментами, осколками чи залишками, в тому числі й бойових частин, що не спрацювали в штатному режимі.

Реакція тіла людини на дію УХ може бути у вигляді внутрішніх деформацій та зміщення органів зі слабкою фіксацією: перш за все − це серце, легені та органи черевної порожнини. Найбільш чутливими до надлишкового тиску УХ є органи (або системи), що містять повітря чи рідину. Тобто це органи торакальної та абдомінальної частини тіла. Серце і легені людини, в середньому, одночасно пропускають однакову кількість крові, по 530 г (500 мл) [1]. Але, за результатами досліджень [2], легені частіше інших органів піддаються деформації. Це зумовлено тим, що тканина легень, на відміну від серця, печінки та нирок, є пористою, менш щільною та має більший об'єм, а відповідно й площу впливу. Початок тяжких травм легень проявляється при ΔР 400 кПа, а при ΔР 350−500 кПа з 50 % ймовірністю спостерігається летальний випадок (рис. 1. б, в) [3]. Пошкодження органів черева від дії вибухової хвилі спостерігаються значно рідше, ніж легень [1].

Тому, при оцінці травмування людини надлишковим тиском, як критерій травмування, доцільно використовувати критичний тиск ($\Delta P_к$), значення якого в залежності від імовірності летального випадку приведені в табл. 1 [4−6]. При цьому організм людини розглядається як суцільний об'єкт. Найбільш чутливими до вражаючої дії УХ є органи слуху та легені. В роботі [7] приведенні дані травмування УХ цих органів (табл. 2). Основним недоліком в наведених даних є неврахування тривалості



а) б) в)

Рис.1. Вплив УХ на торакальну та абдомінальну частини тіла (а); легені свині (експеримент) (б); легені людини, що загинула від УХ (в)

Таблиця 1. Критичний тиск травмування людини ударною хвилею

Імовірність летального випадку	0,99	0,75	0,5	0,25	0,1
$\Delta P_к$, кПа	500	370	320	280	250

Таблиця 2. Характерні види травмування людини ударною хвилею

Вид травми	$\Delta P_к$, кПа
Баротравма легень середньої важкості	150-200
Контузія внутрішніх органів і центральної нервової системи	450-500
Розрив барабанної перетинки	35-45
Тимчасова втрата слуху	≥2

дії надлишкового тиску на організм людини (точніше це значення взяте для УХ вибуху ядерних боєприпасів, однак тривалість дії УХ ядерного вибуху значно перевищує тривалість вибуху конденсованої вибухової речовини (ВР), що в свою чергу може призвести до значного заниження значень допустимого тиску на організм людини.

За даними робіт [8, 9] наведені значення допустимого надлишкового тиску травмування легень залежно від часу його дії при заданій летальності ураження людини (рис. 2).

Оцінка летальності людини залежить від її розміщення відносно фронту УХ та знаходження поблизу відбиваючих поверхонь (рис. 3). Летальність розраховується за виразами:

$$y=5+\frac{1}{c}\cdot\ln\left(\frac{P_{SO}}{P_{SW}\cdot(1+a\cdot t_s^{-b})}\right);$$
$$L=\int_{-\infty}^{y-5}\frac{1}{\sqrt{2\cdot\pi}}e^{-\frac{1}{2}x^2}dx, \quad (1)$$

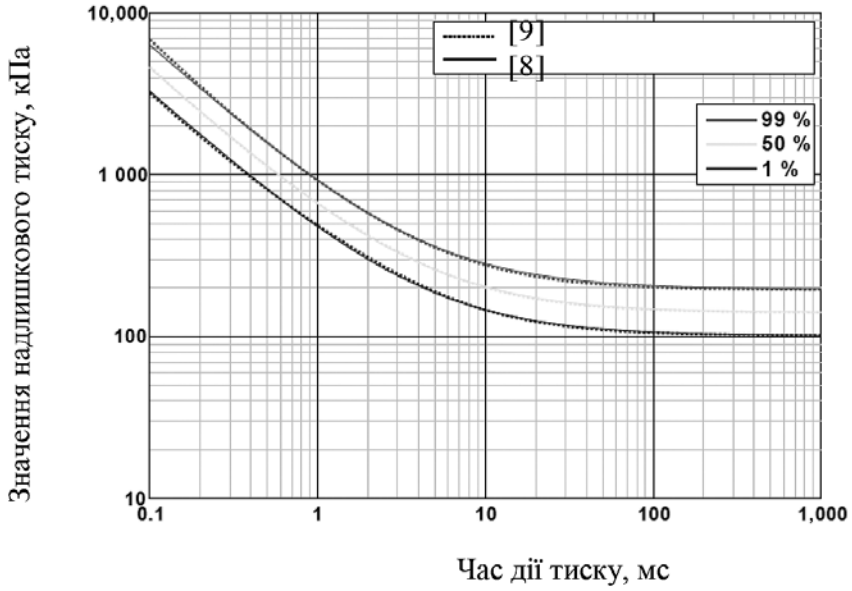


Рис. 2. Залежність імовірності травмування легень людини від надлишкового тиску та часу його дії, що розрахована за даними робіт [8, 9]

де *a, b, c,* P_{SW} – значення коефіцієнтів, взяті з рис. 3;
P_{SO} – тиск на фронті УХ;
t_S – час дії позитивної фази тиску УХ.

Значення P_{SO} та t_S розраховувались за даними роботи [10].

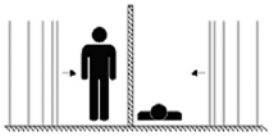
Розміщення людини	P_{sw} (kPa)	a	b	c
Перед фронтом відбиваючої поверхні	141	3.727	0.9249	0.1414
				
Лежачи	424	6.76	1.064	0.1788
Стоячи на відкритій місцевості	255	1.771	0.9269	0.1376

Рис. 3. Емпіричні коефіцієнти для визначення летальності ураження людини залежно від її положення та наявності відбиваючої поверхні [8]

Розраховані за виразом (1) значення імовірності летальності залежно від маси ВР наведенні на рис. 4.

Оцінка параметрів УХ при підриві Б(К)Р за результатами руйнування прилеглої до місця вибуху інфраструктури є дещо ускладненою, оскільки потребує точних даних як про розміщення об'єкту інфраструктури відносно місця підриву, так і точних конструктивних і механічних характеристик будівлі. Крім того, дія ударної хвилі суттєво ускладнюється її відбиттям від поверхні землі та від навколишніх об'єктів інфраструктури.

В роботах [11−18] наведенні значення тиску ударної хвилі, що спричиняють руйнування різних конструкцій, однак ці значення є характерними для ударної хвилі ядерного вибуху, що має тривалість дії позитивної фази тиску 17−150 мс і більше, та спричиняє значно більші руйнування ніж ударна хвиля вибуху конденсованих вибухових речовин (тривалість дії позитивної фази тиску 0,5−5 мс). Таким чином, оцінити параметри ударної хвилі вибуху КР за ступенем руйнування прилеглої до місця вибуху інфраструктури є досить складно. Гарним індикатором для такої оцінки є факт руйнування скління об'єктів інфраструктури (3,5−7 кПа).

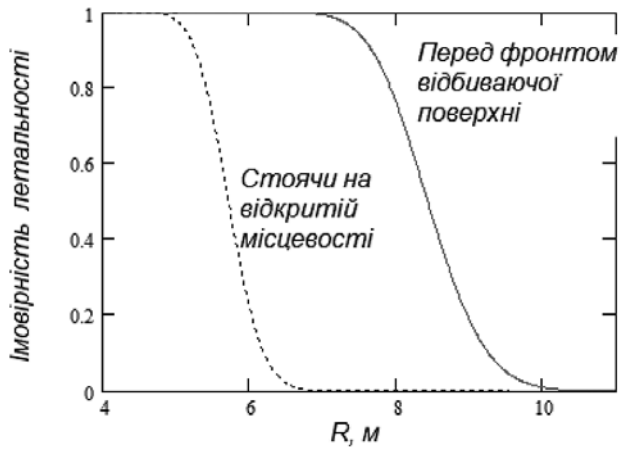
Визначення конструктивних параметрів Б(К)Р шляхом відтворення її елементів за фрагментами або осколками є одним з найбільш точних методів.

Запропонована методика оцінки конструктивних параметрів Б(К)Р за результатами їх застосування по об'єктам інфраструктури (рис. 5), основними етапами якої є:

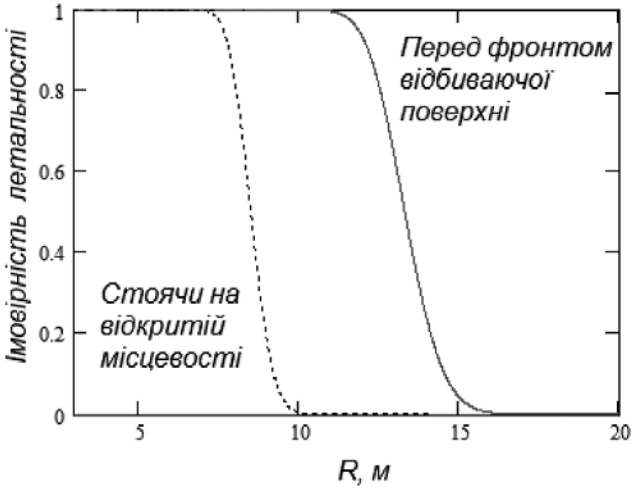
дослідження місця вибуху Б(К)Р;

дослідження фрагментів Б(К)Р;

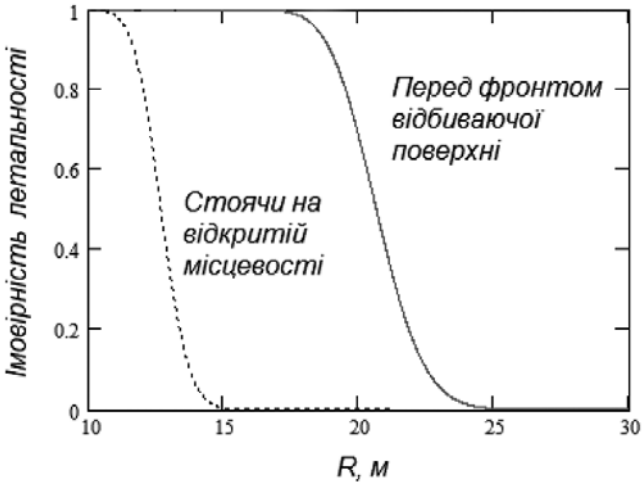
реконструкція Б(К)Р.



а)



б)



в)

Рис. 4. Розраховані значення летальності залежно від відстані до ВР: а – маса ВР 100 кг; б – маса ВР 300 кг; в – маса ВР 1000 кг

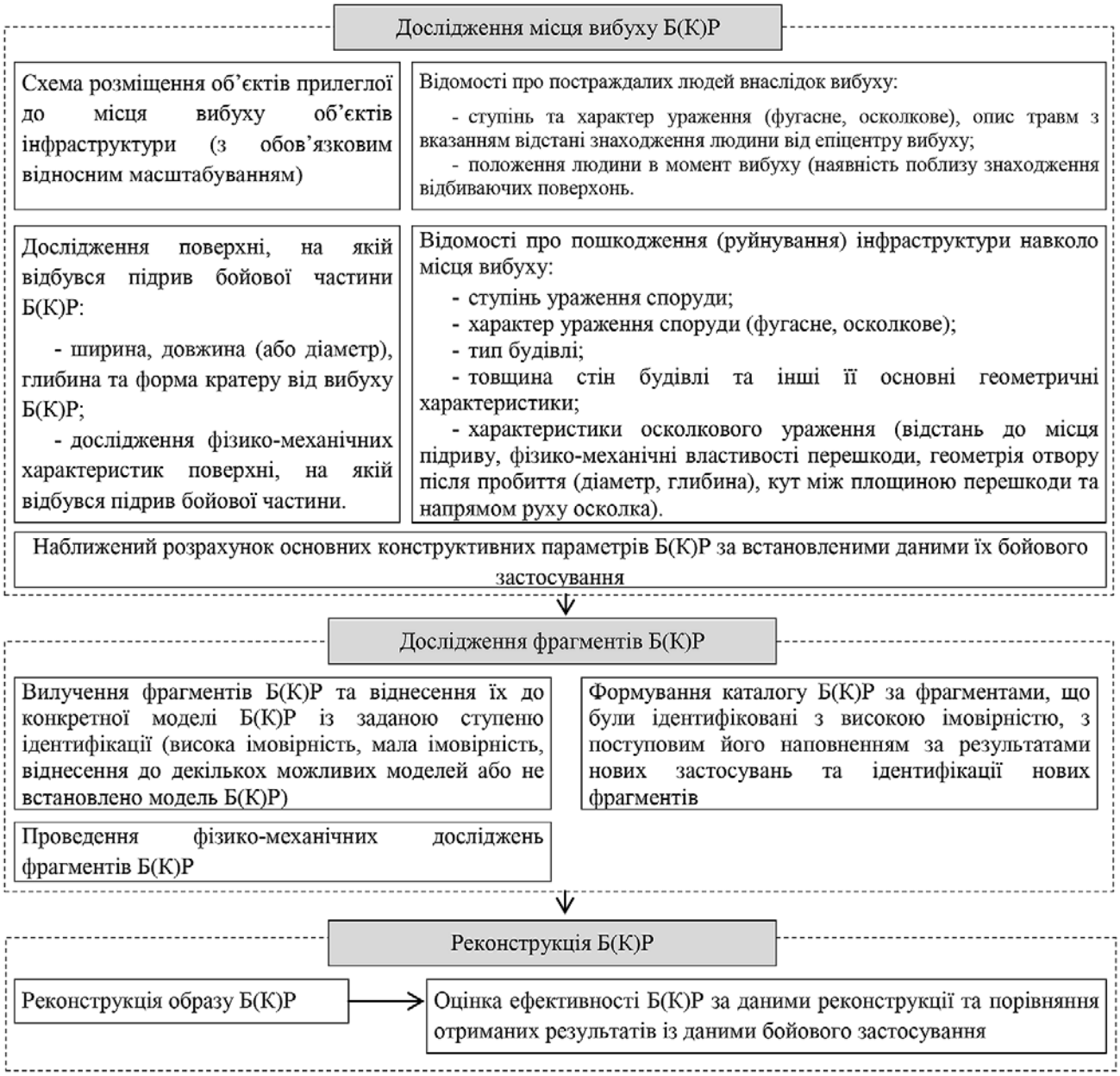


Рис. 5. Методика оцінки конструктивних особливостей (параметрів) крилатих та балістичних ракет виробництва російської федерації за результатами їх застосування по об'єктах інфраструктури

На етапі дослідження місця вибуху Б(К)Р фіксуються загальні характеристики місця ураження та наслідки підриву бойової частини Б(К)Р. За цими даними можна наближено оцінити конструктивні параметри бойової частини Б(К)Р та її ефективність. Однак, наприклад, дослідження фізико-механічних характеристик поверхні, на якій відбувся підрив бойової частини, не є обов'язковим, достатньо вказати хоча б тип поверхні.

На етапі дослідження фрагментів Б(К)Р визначається приналежність їх до конкретної моделі Б(К)Р із заданою ступеню ідентифікації (висока імовірність, мала імовірність, віднесення до декількох можливих типів або не встановлено модель Б(К)Р). Цей етап може включати проведення лабораторних досліджень, таких як, наприклад, визначення фізико-механічних характеристик частин Б(К)Р.

На основі цих даних необхідно формувати каталог моделей Б(К)Р за фрагментами, що були ідентифіковані з високою імовірністю, з поступовим його наповненням за результатами нових застосувань та ідентифікації нових фрагментів. Важливою є саме ступінь ідентифікації, оскільки при встановленні додаткових відомостей фрагменти, які були не ідентифіковані, або ідентифіковані до декількох моделей Б(К)Р, можна буде віднести до конкретного Б(К)Р із додаванням їх до каталогу цієї моделі.

Завершальним етапом є реконструкція образу Б(К)Р, оцінка її ефективності за даними реконструкції та порівняння отриманих результатів із даними бойового застосування.

Для прикладу наведено результати реконструкції, за запропонованою методикою, бойової частини КР 9М727 (рис. 11) за її фрагментами (рис. 6).

а)

б)

Рис. 6. Фрагменти КР 9М727: а – бойової частини, б – поясу готових уражаючих елементів (розміри готового уражаючого елементу – 13х13х10 мм)

Розрахункові значення тиску на фронту ударної хвилі внаслідок підриву заряду вибухової речовини масою 260 кг наведенні на рис. 7. Траєкторія польоту готових уражаючих елементів залежно від початкового кута їх метання наведено на рис. 8.

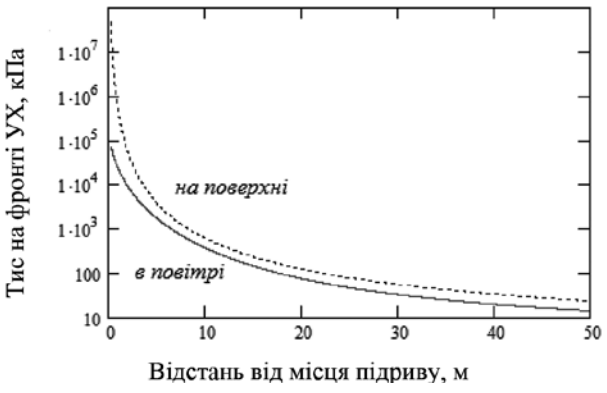


Рис. 7. Зміна тиску на фронті УХ залежно від відстані до місця підриву для заряду вибухової речовини масою 260 кг, що вибухнув на поверхні та в повітрі

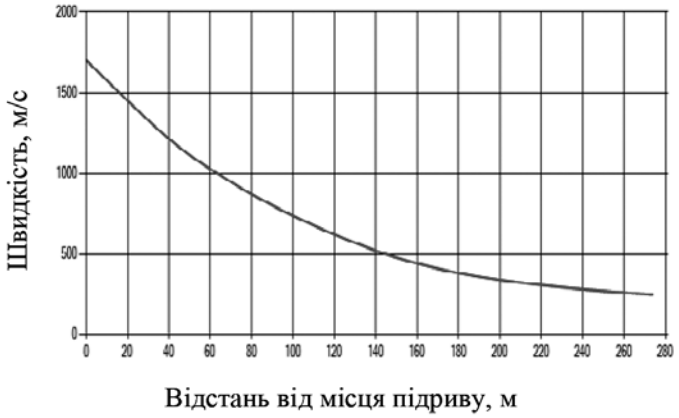


Рис. 8. Зміна швидкості готового уражаючого елемента (13х13х10 мм) залежно від відстані до місця підриву

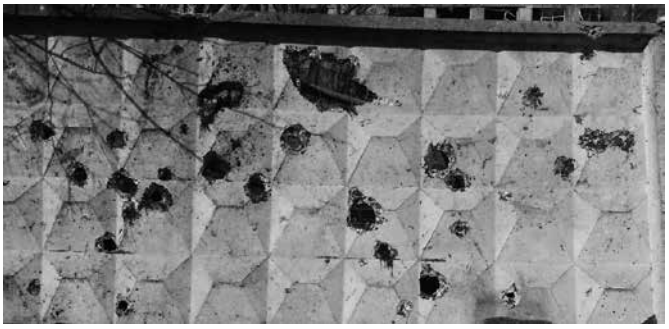


Рис. 9. Пробиття готовими уражаючими елементами бетонного забору, що розташовувався на відстані близько 30 м від центру підриву бойової частини

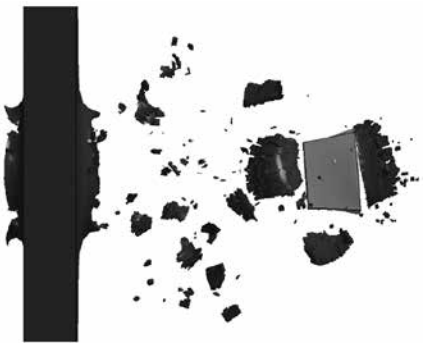


Рис. 10. Приклад моделювання взаємодії готового уражаючого елемента із металевою плитою товщиною 8 мм (ударна швидкість 1600 м/с)

Рис. 11. Приклад реконструкції образу КР 9М727 за її фрагментами

На основі даних реконструкції бойової частини КР проведена оцінка ефективності її функціонування (рис. 10, 12).

На основі даних реконструкції КР 9М727 можна зробити висновки про її основні конструктивні параметри:

повна маса бойової частини – 480 кг;

діаметр бойової частини ракети – 533 мм;

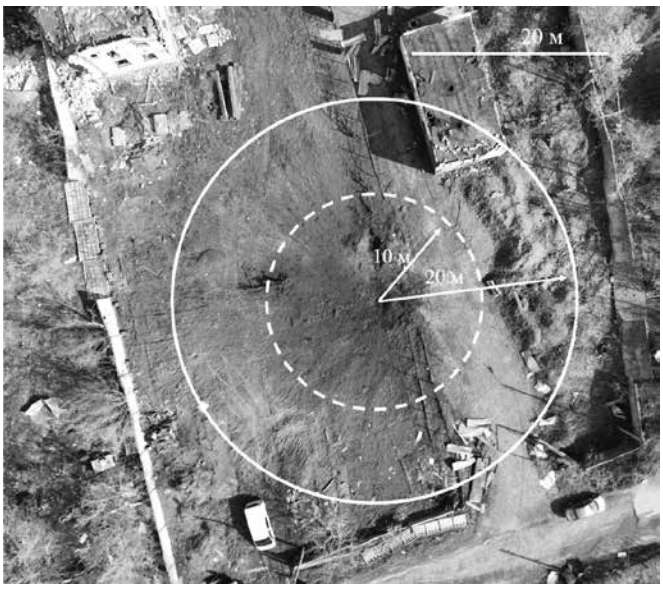
кількість готових уражаючих елементів – близько 6200 шт.;

маса готових уражаючих елементів – близько 85 кг;

розрахункова довжина заряду вибухової речовини складає близько 900 мм;

маса вибухової речовини – 240–260 кг.

а)



б)

Рис. 12. Приклад теоретичної оцінки ефективності КР 9М727 (а) та результат її бойового застосування по об’єкту цивільної інфраструктури (б)

ВИСНОВКИ

1. В роботі наведена методика оцінки конструктивних параметрів крилатих та балістичних ракет виробництва російської федерації за результатами їх застосування по об'єктам цивільної інфраструктури, що показує процес реконструкції образу крилатої (балістичної) ракети за її фрагментами та результатами бойового застосування. Крім того, у запропонованій методиці визначено параметри, які необхідно фіксувати на місці підриву ракети, що дозволить більш точно оцінити ефективність крилатої (балістичної) ракети та віднести її до конкретної моделі ракети.

2. Із застосуванням розробленої методики проведена реконструкція образу крилатої ракети 9М727 та теоретично оцінено її ефективність.

3. На основі реконструкції образу крилатої ракети 9М727 отримано її основні конструктивні параметри:

повна маса бойової частини – 480 кг;

діаметр бойової частини ракети – 533 мм;

кількість готових уражаючих елементів – близько 6200 шт.;

маса готових уражаючих елементіа – близько 85 кг;

розрахункова довжина заряду вибухової речовини складає близько 900 мм;

маса вибухової речовини – 240−260 кг.

4. Розраховані радіуси ураження людини внаслідок фугасної дії ракети 9М727 складають:

11,1 м – для імовірності летальності 0,99;

14,8 м – для імовірності летальності 0,1;

39 м – радіус, на якому імовірний розрив барабанних перетинок;

220 м – руйнування скління на будівлях.

5. Розраховані радіуси ураження людини (ростова фігура, мішень № 8) осколками бойової частини 9М727 складають:

суцільного ураження – близько 33 м;

ефективного ураження – близько 40 м;

звичайного ураження – близько 62 м;

6. Розрахований радіус ураження легкоброньованої та автомобільної техніки готовими уражаючими елементами з імовірністю 0,5 складає близько 150 м, з імовірністю 0,7 складає близько 130 м. Відстань, на якій зберігається здатність готових уражаючих елементів пробивати легкоброньовану техніку, складає близько 150 м.

Результати проведеної оцінки ефективності бойової частини ракети 9М727 доцільно застосовувати при розробленні заходів захисту об'єктів цивільної інфраструктури та військових об'єктів.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Ramasamy, A. & Adam, M. Hill (2011). Evaluating the effect of vehicle modification in reducing injuries from landmine blasts. An analysis of 2212 incidents and its application for humanitarian purposes. Accident Analysis and Prevention 43. Pp. 1878—1886.
2. RTO-TR-HFM-090 (2007). Test Methodology for Protection of Vehicle Occupants against Anti-Vehicular Landmine Effects. Final Report of the NATO Research and Technology Organisation (RTO) Human Factor and Medicine Panel (HFM) Task Group TG-025. Published April.
3. Reduction of Acceleration Induced Injuries from Mine Blasts under Infantry Vehicles. Available at: http://www.ase.uc.edu/~atabiei/pdfs/J.pdf.
4. Орленко Л.П. Физика взрыва и удара. М. : ФИЗМАТЛИТ. 2006. 303 с.
5. Бісик С.П., Давидовський Л.С., Схабицький В.Р. Критерії травмування організму людини при ударному та вибуховому навантаженнях. Системи озброєння і військова техніка. Харків: ХУПС імені Івана Кожедуба. 2015. № 1(41). С. 153—159. https://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/2511.
6. Бісик С.П., Давидовський Л.С. Аналіз механогенезу травмування екіпажу бойових броньованих машин при підриві на мінно-вибухових пристроях. Військ.-техн. зб. 2015. № 13. С. 34—40. https://doi.org/10.33577/2312-4458.13.2015.34-40.
7. Гуманенко Е.К. Военно-полевая хирургия: учебник. М. : ГЭОТАР-Медиа. 2008. 768 с.
8. Voort van der M.M., Holm, K.B., Kummer, P.O., Teland, J.A., Doormaal van J.C.A.M. & Dijkers, H.P.A. (2016). A new standard for predicting lung injury inflicted by Friedlander blast waves. J. of Loss Prevention in the Process Industries. Vol. 40. Pp. 396—405. https://doi.org/10.1016/j.jlp.2016.01.014.
9. Bowen, I.G., Fletcher, E.R. & Richmond, D.R. (1968). Estimate of Man's Tolerance to the Direct Effects of Air Blasts. Technical Progress Report DASA-2113. Defense Atomic Agency. Department of Defense. Washington.
10. Бісик С.П., Давидовський Л.С., Телепа М.В., Нагорський О.Г., Бісик С.В., Новосад А.А. Огляд математичних моделей оцінки параметрів ударної хвилі вибуху зарядів вибухової речовини. Озброєння та військова техніка. Київ: ЦНДІ ОВТ ЗСУ. 2021. № 1(29). С. 77—84. https://doi.org/10.34169/2414-0651.2021.1(29).
11. Савич П.Л. Динамика взрывных волн. Ч. 1−2. М. : Военно-инж. акад. Красной армии им. В. В. Куйбышева. 1941. 208 с.
12. Садовский М.А. Опытные исследования механического действия ударной волны взрыва. М.-Л. : АН СССР. 1945. 44 с.
13. Стрельчук Н.А., Мишуев А.В., Никитин А.Г., Орахелашвили Н.В. Газодинамика горения газовоздушной смеси в полузамкнутом объеме при сбросе давления в незагазованный смежный объем. Физика горения и взрыва. 1984. № 1. С. 65—69.
14. Юрманов Ю.А. Защита сооружений от действия воздушной УВ. Записки Ленинградского горного института. 1966. Т. 52. Вып. 1. С. 34—38.
15. Яковлев Ю.С. Гидродинамика взрыва. Л. : Судпромгиз. 1961. 314 с.
16. Ганушкин В.И., Морозов В.И., Никонов Б.И., Орлов Г.И. Приспособление подвалов существующих

зданий под убежища. М.: Стройиздат. 1971. 208 с.
17. Когарко С.М., Адушкин В.В., Лямин А.Г. Исследование сферической детонации газовых смесей. Научно-технические проблемы горения и взрыва. 1965. № 2. С. 22—34.
18. Sharovarnikov, A.F. & Korolchenko, D.A. Fighting fires of carbon dioxide in the closed buildings. Applied Mechanics and Materials. 2013. Vol. 475—476. Pp. 1344—1350. https://doi.org/10.4028/www.scienti- fic.net/amm.475-476.1344.

REFERENCES

1. Ramasamy, A. & Adam, M. Hill (2011). Evaluating the effect of vehicle modification in reducing injuries from landmine blasts. An analysis of 2212 incidents and its application for humanitarian purposes. Accident Analysis and Prevention 43. Pp. 1878—1886.
2. RTO-TR-HFM-090 (2007). Test Methodology for Protection of Vehicle Occupants against Anti-Vehicular Landmine Effects. Final Report of the NATO Research and Technology Organisation (RTO) Human Factor and Medicine Panel (HFM) Task Group TG-025. Published April.
3. Reduction of Acceleration Induced Injuries from Mine Blasts under Infantry Vehicles. Available at: http://www.ase.uc.edu/~atabiei/pdfs/J.pdf.
4. Orlenko, L.P. (2006). “Fizyka vzryva i udara” [Physics of explosion and impact], FYZMATLYT. M. 303 p.
5. Bisyk, S.P., Davydovskyi, L.S. & Skhabytskyi, V.R. (2015) “Kryterii travmuvannia orhanizmu liudyny pry udarnomu ta vybukhovomu navantazhenniakh” [Criteria of injury human body percussion and explosive loading], Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika. Kh.: KhUPS im. Ivana Kozheduba. № 1(41). Pp. 153—159. https://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/2511.
6. Bisyk, S.P. & Davydovskyi, L.S. (2015) “Analiz mekhanohenezu travmuvannia ekipazhu boiovykh bronovanykh mashyn pry pidryvi na minno-vybukhovykh prystroiakh” [Analysis of the crew injury mechanogenesis at armored combat vehicles blast on mine-explosive devices], Viiskovo-tekhn. zb. № 13. Pp. 34—40. https://doi.org/10.33577/2312-4458.13.2015.34-40.
7. Humanenko, E.K. (2008). “Voenno-polevaia khyrurhyia: uchebnyk” [Military field surgery: textbook], HEOTAR-Medya. M. : 768 p.
8. Voort van der M.M., Holm, K.B., Kummer, P.O., Teland, J.A., Doormaal van J.C.A.M. & Dijkers, H.P.A. (2016). A new standard for predicting lung injury inflicted by Friedlander blast waves. J. of Loss Prevention in the Process Industries. Vol. 40. Pp. 396—405. https://doi.org/10.1016/j.jlp.2016.01.014.
9. Bowen, I.G., Fletcher, E.R. & Richmond, D.R. (1968). Estimate of Man’s Tolerance to the Direct Effects of Air Blasts. Technical Progress Report DASA-2113. Defense Atomic Agency. Department of Defense. Washington.
10. Bisyk, S.P., Davydovskyi, L.S., Telepa, M.V., Nahorskyi, O.H., Bisyk, S.V. & Novosad, A.A. (2021). “Ohliad matematychnykh modelei otsinky parametriv udarnoi khvyli vybukhu zariadiv vybukhovoi rechovyny” [Reviews mathematical models for estimating the parameters of the shock wave explosion charges of explosives], Ozbroiennia ta viiskova tekhnika. K.: TsNDI OVT ZSU. № 1(29). Pp. 77—84. https://doi.org/10.34169/2414-0651.2021.1(29).
11. Savych, P.L. (1941). “Dynamyka vzrivnikh voln” [Dynamics of explosive waves]. Ch. 1−2. M. : Voenno-inzh. akad. Krasnoi armii im. V. V. Kuibшsheva. 208 p.
12. Sadovskyi, M.A. (1945). “Opytnye issledovaniia mekhanycheskoho deistviia udarnoi volny vzryva” [Experimental studies of the mechanical action of the shock wave of an explosion], Izd-vo AN SSSR. M.-L. 44 p.
13. Strelchuk, N.A., Myshuev, A.V., Nykytyn, A.H. & Orakhelashvyly, N.V. (1984). “Hazodynamyka horeniia hazovozdushnoi smesy v poluzamknutom obeme pry sbrose davleniia v nezahazovannii smezhnii obem” [Gas dynamics of the combustion of a gas-air mixture in a semi-closed volume when the pressure is released into the non-aerated adjacent volume], Fyzyka horeniia i vzryva. № 1. Pp. 65—69.
14. Yurmanov, Iu.A. (1966). “Zashchyta sooruzhenii ot deistviia vozdushnoi UV” [Protection of structures from the action of air shock waves], Zapysky Lenynhradskoho hornoho instituta. T. 52. Vyp. 1. Pp. 34—38.
15. Yakovlev, Yu. S. (1961). “Hydrodynamika vzryva” [Hydrodynamics of an explosion], Sudpromhyz. L. 314 p.
16. Hanushkyn, V. Y., Morozov, V. Y., Nykonov, B. Y. & Orlov, H. Y. (1971). “Prisposoblenie podvalov sushchestvuiushchykh zdanii pod ubezhyshcha [Adaptation of existing basements for shelters], Stroiyzdat, M. 208 p.
17. Koharko, S. M., Adushkyn, V. V. & Liamyn, A. H. (1965). ”Issledovanie sferycheskoi detonatsii hazovykh smesei“ [Investigation of spherical detonation of gas mixtures], Nauchno-tekhnycheskye problemy horeniia i vzryva. № 2. Pp. 22—34.
18. Sharovarnikov, A.F. & Korolchenko, D.A. Fighting fires of carbon dioxide in the closed buildings. Applied Mechanics and Materials. 2013. Vol. 475—476. Pp. 1344—1350. https://doi.org/10.4028/www.scienti- fic.net/amm.475-476.1344.

Bisyk S., Davydovskyi L., Baranovskyi A.

ASSESSMENT METHODS OF CONSTRUCTIVE PARAMETERS OF CRUISE AND BALLISTIC MISSILES MANUFACTURED IN THE RUSSIAN FEDERATION ACCORDING TO THE RESULTS OF THEIR APPLICATION TO CIVIL INFRASTRUCTURE OBJECTS

The article presents a methodology for evaluating the structural parameters of cruise and ballistic missiles manufactured by the russian federation based on the results of their application to civil infrastructure objects, which shows the process of reconstructing the image of a cruise (ballistic) missile based on its fragments. In addition, the proposed methodology defines the parameters that must be fixed at the place of detonation of the missile, which will allow more accurate assessment of the effectiveness of the cruise (ballistic) missile and attribute it to a specific model of the missile.

Using the developed methodology, the image of the 9M928 cruise missile was reconstructed and its effectiveness was theoretically evaluated. Based on the reconstruction of the image of the 9M728 cruise missile, its main design parameters were obtained: the total mass of the warhead is 480 kg; the diameter of the warhead of the missile is 533 mm; the number of ready-made impressive elements – about 6,200 pieces; the size of the finished striking element is 10x13x13 mm; the mass of the explosive is 240–260 kg.

The calculated radii of damage to a person due to the high-explosive action of the 9M728 rocket are: 11.1 m – for a probability of lethality of 0.99; 14.8 m – for a probability of lethality of 0.1; 39 m is the radius at which the eardrums are likely to rupture; 220 m – destruction of glazing on buildings.

The calculated radii of damage to a person by fragments of the 9M728 combat unit are: continuous damage – about 33 m; effective damage – about 40 m; normal damage – about 62 m.

The calculated damage radius of lightly armored vehicles and vehicles with ready-made striking elements with a probability of 0.5 is about 150 m, with a probability of 0.7 it is about 130 m. The distance at which the ability of ready-made striking elements to penetrate lightly armored vehicles is maintained is about 150 m.

The results of the conducted evaluation of the effectiveness of the combat part of the 9M928 missile should be used in the development of measures to protect civil infrastructure and military facilities.

Keywords: *cruise missile, ballistic missile, 9M728.*

Відомості про авторів:

Бісик Сергій Петрович
доктор технічних наук, старший науковий співробітник, начальник науково-дослідного відділу Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки збройних Сил України, м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-5009-2113
e-mail: sergey-new@ukr.net

Давидовський Леонід Сергійович
кандидат технічних наук, старший дослідник, старший науковий співробітник Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки збройних Сил України, м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-2529-1989
e-mail: davidovskiy14@ukr.net

Барановський Андрій Анатолійович
магістр, науковий співробітник Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки збройних Сил України, м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0001-9637-7280

Information about the authors:

Bisyk Serhii
Doctor of Technical Sciences, Senior Research Associate, Chief of the scientific and research department of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-5009-2113
e-mail: sergey-new@ukr.net

Leonid Davydovskyi
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Senior Researcher of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-2529-1989
e-mail: davidovskiy14@ukr.net

Andrii Baranovskyi
Researcher of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0001-9637-7280

УДК 623.412+623.419
https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).101-108

О. О. ПОЧЕЧУН, *кандидат технічних наук*
https://orcid.org/0000-0002-0749-3317

О. С. КАРПЕНКО, *старший науковий співробітник*
https://orcid.org/0000-0002-7655-4363
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

АНАЛІЗ ТАКТИКО-ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК І ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ ПРОТИТАНКОВИХ РАКЕТНИХ КОМПЛЕКСІВ FGM-148 «JAVELIN» ТА NLAW

В статті визначено внесок переносних (легких) протитанкових засобів до втрат броньованих машин збройних сил російської федерації. Проаналізовано тактико-технічні характеристики, особливості конструкції та циклів підготовки до бойового застосування протитанкових ракетних комплексів FGM-148 «Javelin» та NLAW. За результатами проведеного аналізу сформовано висновки щодо умов бойового застосування, до яких розглянуті ПТРК є найбільш пристосованими:

Ключові слова: *бойова броньована машина, протитанковий ракетний комплекс, протитанкова керована ракета, ураження цілі.*

ВСТУП

Досвід російсько-української війни 2022 року свідчить про масове застосування росіянами на полі бою танків, БМП, БТР та інших бойових броньованих машин (ББМ). За даними з відкритих джерел, станом на 30.03.2022 року зафіксовані втрати російської сторони становили 1011 одиниць ББМ (рис. 1, 2) [1]. За підрахунками Генерального штабу ЗС України ця цифра становила орієнтовно 2350 одиниць [2].

Такі значні втрати російських ББМ, у тому числі найбільш сучасних зразків (Т-90, Т-80БВМ, Т-72Б3, БМП-3, БМД-4М) обумовлені як тактикою дій (пересування колонами та зосередження великої кількості техніки на обмежених ділянках), так і насиченістю підрозділів ЗС України та інших військових формувань переносними (легкими) протитанковими засобами. Адже, на додачу до вітчизняних комплексів «Стугна-П» та «Корсар», станом на 30.03.2022 року, за даними з відкритих джерел, країнами-партнерами передані Україні наступні зразки [3]:

протитанкові ракетні комплекси (ПТРК): FGM-148 «Javelin»; NLAW (Next Generation Light Anti-tank Weapon); Milan *(Missile d'infanterie léger antichar)*;

ручні протитанкові гранатомети: Panzerfaust 3; Carl Gustav M2; AT4; M72 LAW *(Light Anti-Tank Weapon)*; RGW90 MATADOR *(Man-portable Anti-Tank, Anti-DOoR)*; M80 Zolja; M79 Osa; RPG-75; RPG-76.

Разом з тим, на передодні війни, за даними Міжнародного інституту стратегічних досліджень (IISS) The Military Balance, росіяни мали 2800 танків і 13000 інших броньованих машин (розвідувальних і бойових машин піхоти) у підрозділах, а ще 10000 танків і 8500 броньованих машин знаходились на зберіганні. Суть полягає в тому, що бронетехніка у ворога не закінчиться найближчим часом, а кількість наявних у країн-партнерів ПТРК та можливості їх виробництва не безмежні [4]. Тому, ефективність застосування на полі бою наявних переносних (легких) протитанкових засобів має визначальне значення.

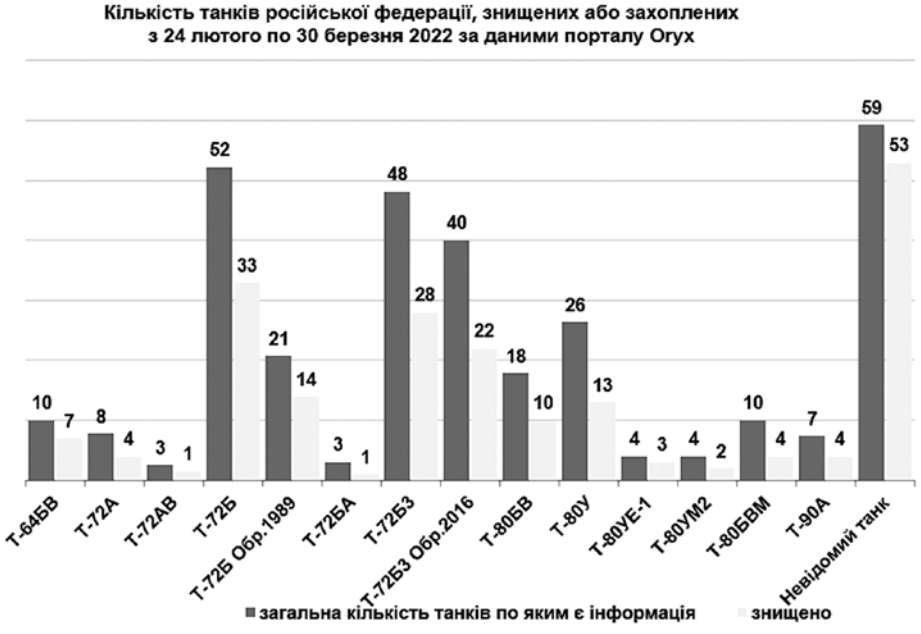


Рис. 1. Кількість танків, які втрачені російською федерацією

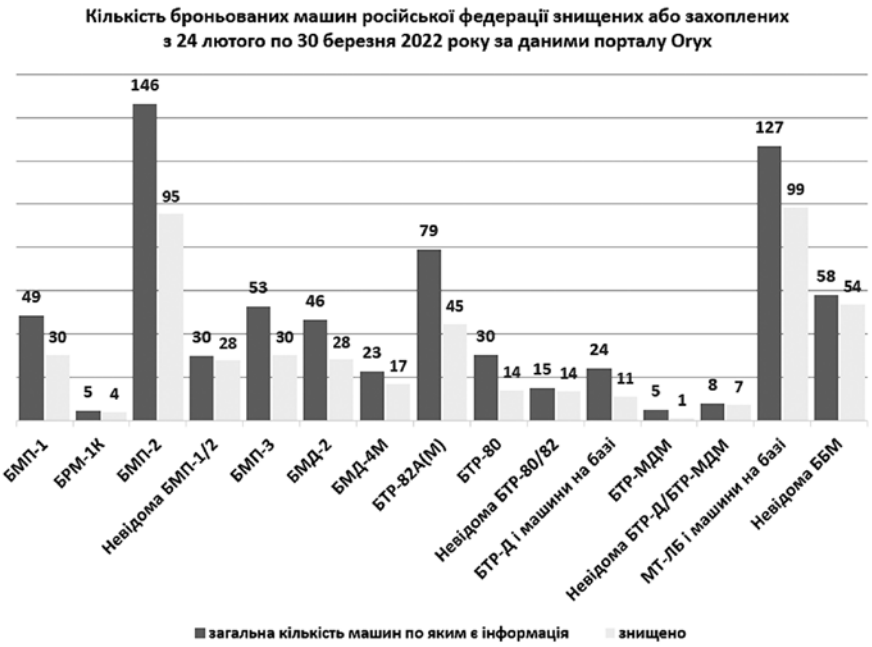


Рис. 2. Кількість броньованих машин, які втрачені російською федерацією

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Найбільш сучасними з наявних у ЗСУ зразків є ПТРК 3-го покоління FGM-148 «Javelin» (рис. 3) та NLAW (рис. 4), у яких реалізований принцип «вистрілив – забув» (англ. Fire and Forget), що дозволяє оператору після пуску протитанкової керованої ракети (ПТКР) негайно залишити або змінити позицію. Вказані ПТРК мають режим ураження цілі з верхньої пів сфери. Крім того, система наведення ракети виключає лазерний інформаційний канал наведення або будь-яке інше активне підсвічування цілі, що демаскує оператора [5].

Для порівняння, основні тактико-технічні характеристики вказаних ПТРК наведені в табл. 1.

Рис. 3. ПТРК FGM-148 «Javelin»

Рис. 4. ПТРК NLAW

Таблиця 1. Тактико-технічні характеристики ПТРК FGM-148 «Javelin» та NLAW

	FGM-148 «Javelin» [6, 7]	NLAW [8;9]
Найменування характеристик		
Виробник	Raytheon, Lockheed Martin (США)	Saab Bofors Dynamics (Швеція), Thales Air Defence (Великобританія)
Рік прийняття на озброєння	1996	2009
Обслуга, чол.	1-3	1
Призначення	для ураження бронетехніки, укріплень на землі, а також деяких літальних об’єктів, що переміщуються на низькій висоті й швидкості – гелікоптерів або БПЛА	для боротьби з танками та іншими броньовими об’єктами, може використовуватися для знищення живої сили, що знаходиться в легких укріпленнях та будівлях
Тип системи наведення	пасивна інфрачервона, самонаведення, «вистрілив – забув»	інерційна, алгоритм PLOS (Predicted Line of Sight) – прогнозована лінія прицілювання, «вистрілив – забув»

Продовження таблиці 1.

Режими ураження цілі	атака зверху (за замовчуванням); пряма атака	атака зверху; пряма атака
Висота траєкторії ракети, м	атака зверху – 160; пряма атака – 60	атака зверху – 1 (вище цілі)
Загальна вага, кг	22,5	12,4
Дальність, м мінімальна максимальна	 атака зверху – 150; пряма атака – 65 атака зверху та пряма атака: прицільна – 2500; ефективна – 2000	 атака зверху та пряма атака – 20 атака зверху та пряма атака: прицільна – 800; ефективна – 600/800*
Час польоту, с	14 на дальність 2000 м	3,4 на дальність 600 м 5,6 – самоліквідація
Час переведення з похідного положення в бойове (готовність до пуску)	охолодження матриці нічного прицілу 2,5 – 3,5 хв.; охолодження матриці ГСН – 10 с	8 с
Небезпечна зона позаду, м	заборонена – 25 (сектор 60°); підвищеної небезпеки – 100 (сектор 60°)	заборонена – 1 (сектор 100°); підвищеної небезпеки – 20 (сектор 100°)
Мінімальні розміри приміщення для безпечної стрільби Д×Ш×В, м	4,6×3,7×2,2	не менше 2 м до стіни позаду
Здатність до бронепробиття гомогенної катаної броні, мм	600	500
Прицільні пристрої		
Денний приціл	оптичний канал кратність – 4х; поле зору – 4.80°×6.40°	основний, Trijicon TA41 NLAW: кратність – 2,5х; допоміжний – з висувним коліматором
Нічний приціл	тепловізійний канал широке поле: кратність – 4.2х; поле зору – 4,58°× 6,11° вузьке поле: кратність – 9.2х поле зору – 2.00°×3.00°	передбачає можливість використання прицілів типу CWS та HMNVS
Елемент живлення	одноразова батарея (LiSO2) BA-5590/U, час роботи – від 0,5 до 4-х годин в залежності від температури	єдина зовнішня літієва батарея, термін зберігання до 10 років
Ракета		
Тип бойової частини	тандемна кумулятивна	типу «ударне ядро»
Калібр, мм	127	102
Підривник	електронний	оптико-магнітний неконтактний (атака зверху); ударний (пряма атака)
Вага (в ТПК), кг	15,97	6,5
Зовнішній діаметр (в ТПК), мм	140	150
Довжина (в ТПК), мм	1209	1016
Елемент живлення	блок енергопостачання та охолодження (BCU): тип батареї – літієва, одноразова, термін служби 4 хв.; холодоагент – аргон; BCU розрахований на 4 хв. роботи та може бути запущений лише 1 раз	єдина зовнішня літієва батарея, термін зберігання до 10 років

** з оновленим програмним забезпеченням для ПТРК, які виготовлені з 2015 року*

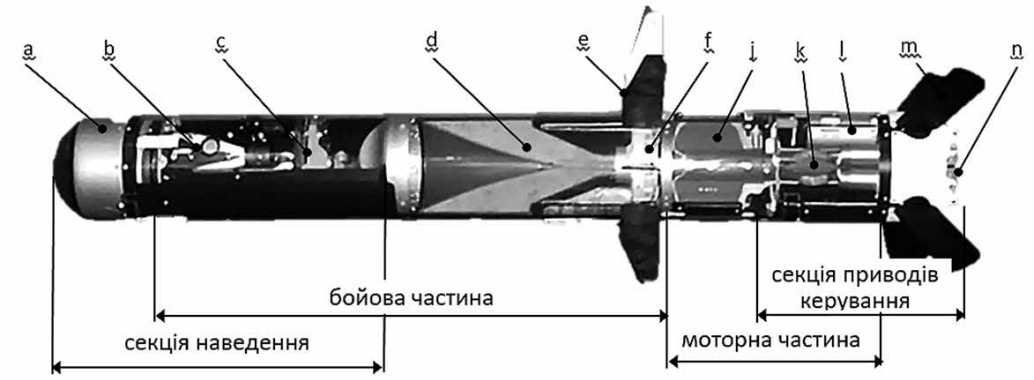
Слід зауважити, що пульт управління – пускова установка M98A1 Command Launch Unit (CLU) комплексу FGM-148 «Javelin» – єдина складова комплексу, яка призначена для багаторазового використання. У той час, як ПТРК NLAW не має складових частин, призначених для повторного використання (за винятком нічного прицілу).

Детальніше розглянемо загальну будову ракет ПТРК FGM-148 «Javelin» та ПТРК NLAW.

Ракета комплексу FGM-148 «Javelin» (рис. 5) має інфрачервону головку самонаведення, завдяки якій ПТРК і належить до третього покоління – в ній реалізований принцип «вистрілив – забув». Після пуску ракета само-

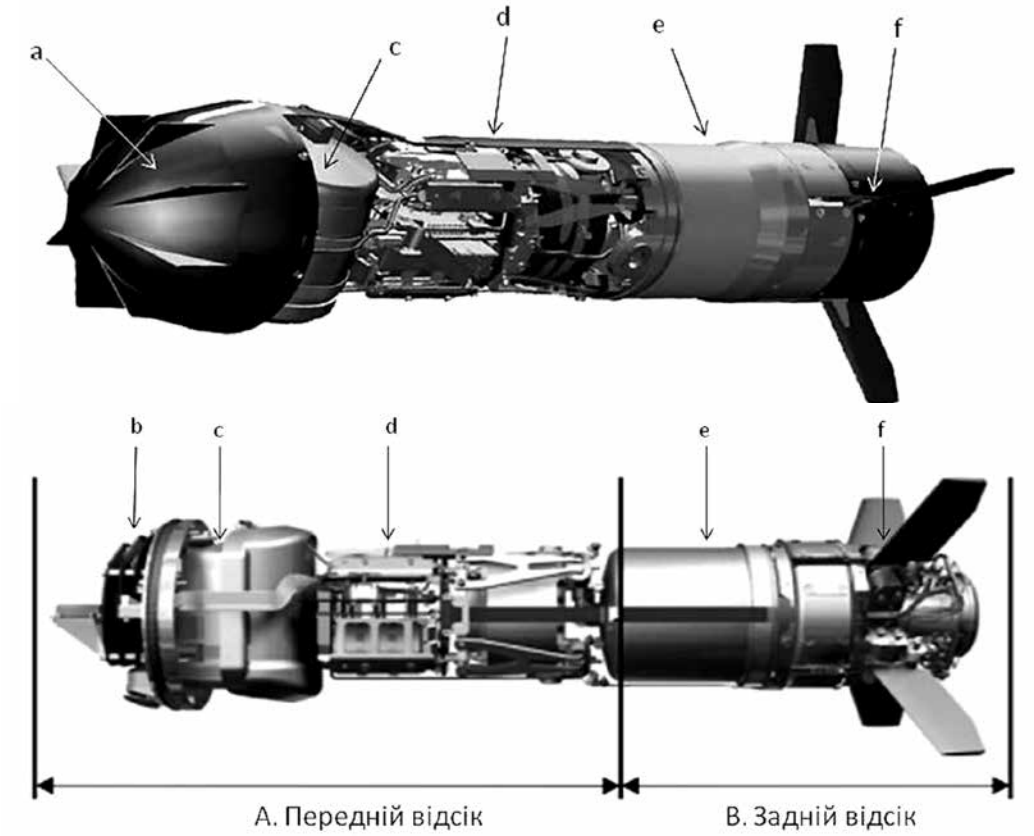
стійно коригує траєкторію свого польоту. Ракета обладнана крилами, що розкриваються за класичною аеродинамічною схемою. Вона здатна уражати цілі в режимі атаки зверху (за замовчуванням) та прямої атаки. Ракета знаходиться в транспортно-пусковому контейнері, який служить для безпечного транспортування і пуску ракети [10].

NLAW – це протитанкова ракета малої дальності (рис. 6), в якій для ураження цілей, що рухаються,застосовується алгоритм PLOS (Predicted Line of Sight) – прогнозована лінія прицілювання. Особливість PLOS полягає в тому, що оператор активує систему наведення і за допомогою прицільної марки безперервно відстежує ціль упродовж трьох секунд. Інерційний блок системи наведення фіксує кутову швидкість переміщення ПТРК, обчислює дальність, кутову швидкість цілі та видає лінію прицілювання, після чого здійснюється пуск ракети. Інерційна система наведення NLAW працює в умовах,



a – інфрачервона головка самонаведення; b – попередній заряд; c – секція наведення; d – основний заряд; e – крила; f – електронна система управління вогнем; j – польотний двигун; k – стартовий двигун; l – теплова батарея; m – стабілізатор; n – лопаті управління вектором тяги

Рис. 5. Загальна будова ракети ПТРК FGM-148 «Javelin»



a – передня кришка; b – підривник комбінованої дії; c – бойова частина типу ударне ядро; d – електронний блок наведення ракети; e – бортовий двигун; f – вузол управління

Рис. 6. Загальна будова ракети ПТРК NLAW

навіть коли ціль видно не повністю, наприклад – лише башта танка або навіть його антена, тобто важливо лише супроводжувати ціль у перехресті прицілу [11].

З метою оцінки оперативності застосування на полі бою проведений аналіз кількості та тривалості операцій, які повинен виконати підготовлений оператор ПТРК FGM-148 «Javelin» [6] та NLAW [8]. За результатами встановлено, що перед пуском ракети з комплексу FGM-148 «Javelin» потрібно виконати дев'ять операцій загальною тривалістю 4 хв. 51 с (рис. 7). Найбільше часу − до 3 хв. 30 с займає операція активації пускового механізму (охолодження тепловізійної матриці нічного прицілу). Слід зауважити, що після активації пускового механізму скорострільність комплексу складає до 3-х ракет за 2 хв.

У той же час, перед пуском ракети з NLAW потрібно виконати п'ять операцій загальною тривалістю 16 с (рис. 8).

Виходячи з аналізу тактико-технічних характеристик, принципу дії, особливостей конструкції та підготовки до бойового застосування, можливо визначити переваги і недоліки ПТРК FGM-148 «Javelin» та NLAW, які наведені в табл. 2.

Рис. 7. Перелік та тривалість операцій перед пуском ракети з FGM-148 «Javelin»

Рис. 8. Перелік та тривалість операцій перед пуском ракети з NLAW

Таблиця 2. Переваги і недоліки ПТРК FGM-148 «Javelin» та NLAW

	FGM-148 «Javelin»	NLAW
Переваги	- можливість пуску одним оператором без допоміжних засобів; - система наведення «вистрілив − забув»; - два режими атаки (зверху і прямим наведенням); - ефективність проти сучасних танків; - м'який пуск; - стартовий двигун має невелику помітність;	
	- дальність стрільби 2000 м; - скорострільність до 3-х пострілів за 2 хв. (після охолодження прицілу); - пасивна інфрачервона система наведення; - самокерована інфрачервона ГСН; - денний оптичний та нічний тепловізійний приціл (з можливістю спостереження за полем бою).	- невелика вага (12,4) кг; - мінімальний час (16 с) для підготовки та здійснення пуску; - відсутність обмежень на кількість циклів підготовки до пуску; - мінімальна дальність 20 м; - захоплення цілі при спостереженні частини корпусу або антени; - ураження частково замаскованих або алюмінієвих цілей; - селекція цілей (налаштування на ігнорування ураження ближньої цілі); - фугасна дія бойової частини при ураженні будівель, укріплених споруд.
Недоліки	- час охолодження тепловізійного прицілу – 2,5−3,5 хв.; - час охолодження ГСН – 10 с; - тривалість роботи блоку BCU – 4 хв.; - неможливість захоплення цілі нічним прицілом за відсутності теплового контрасту; - траєкторія польоту ракети обмежує її застосування в міській, лісистій і гірській місцевості; - мінімальна дальність (150 і 65 метрів) накладає обмеження при застосуванні в населених пунктах; - обмежена здатність уражати бункери будівлі та інші укріплені споруди; - необхідність прямого бачення прицілом і ГСН для захоплення цілі перед здійсненням пуску; - велика вага (22,5 кг) для тривалого транспортування одним військовослужбовцем;	- дальність стрільби 600/800 м; - відсутність режиму самонаведення ракети, що призводить до промаху і самоліквідації при різкій зміні швидкості або траєкторії руху цілі; - необхідність встановлення нічного прицілу для ефективної роботи вночі;

ВИСНОВОК

Проведений аналіз дозволяє дійти висновку, що розглянуті ПТРК є найбільш пристосованими до наступних умов бойового застосування:

FGM-148 «Javelin» – ураження на середній дальності броньованих машин на відкритій місцевості з невеликою кількістю природних та штучних перешкод в умовах, коли ціль є контрастною в тепловому діапазоні. За наявності можливості виявлення цілі на відстані, яка дозволить здійснити підготовку комплексу до пуску ракети;

NLAW – ураження на малій дальності броньованих машин, будівель, укріплених споруд в лісистій, гірській та урбанізованій місцевостях, в умовах обстановки, що швидко змінюється.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Attack On Europe: Documenting russian Equipment Losses During The 2022 russian Invasion of Ukraine. Available at: https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-equipment.html.
2. Понад 17 тисяч військових втратила росія з початку широкомасштабного вторгнення в Україну. [Електронний ресурс] − Режим доступу: https://armyinform.com.ua/2022/03/29/ponad-17-tysyach-vijskovyh-vtratyla-rosiya-z-pochatku-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-v-ukrayinu/.
3. Luke Harding. What weapons have other countries supplied to Ukraine? The Guardian. Available at: https://www.theguardian.com/world/2022/mar/17/what-weapons-have-other-countries-supplied-to-ukraine (accessed 12.03.2022).
4. Mark F. Cancian. Will the United States Run Out of Javelins Before russia Runs Out of Tanks? CSIS Available at: https://www-csis-org./analysis/will-united-states-run-out-javelins-russia-runs-out-tanks?_x_tr_sl=en& _x_tr_tl=uk&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=sc.
5. Фомін Р.В., Почечун О.О. Аналіз розвитку та досвід бойового застосування протитанкових ракетних комплексів. Зб. наук. пр. Київ: ЦНДІ ОВТ ЗС України. 2020. Вип. 2(73). С. 229—238.
6. FM 3-22.37. Javelin – close combat missile system, medium. USA, Headquarters, Department of The Army. 2008. 264 p.
7. Офіційний сайт Lockheed Martin Corporation. Javelin Weapon System. Режим доступу: https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/javelin.html?_ga=2.62307116.1636087159.1657994426-815654740.1657525204.
8. ВП 7-00(11)01.01 Інструкція. Застосування легкого протитанкового ракетного комплексу NLAW. Л.: Нац. акад. сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного. 2022. 39 с.

9. Офіційний сайт SAAB. NLAW (Next generation Light Anti-tank Weapon) eliminates even the most advanced tanks. [Електронний ресурс] − Режим доступу: https://www.saab.com/products/nlaw.
10. Claire Parker, Alex Horton, William Neff. What to know about the role Javelin antitank missiles could play in Ukraine's fight against russia. The Washington Post. Available at: https://www.washingtonpost. com/world/2022/03/12/javelins-ukraine-russia (accessed 12.03.2022).
11. Лупаленко О., Максименко Ю., Люлька О., Коновалюк М., Чкалов А. Аналіз бойових можливостей легкого протитанкового засобу нового покоління NLAW. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.ukrmilitary.com/2022/02/nlaw.html. Дата звернення: 20.02.2022.
12. Army Technology. MBT LAW Light Anti-Tank Weapon. Available at: https://www.army-technology.com/projects/mbt_law/.

REFERENCES

1. Attack On Europe: Documenting russian Equipment Losses During The 2022 russian Invasion of Ukraine. Available at: https://www.oryxspioenkop.com/2022/02/attack-on-europe-documenting-equipment.html.
2. Ponad 17 tysiach viiskovykh vtratyla rosiia z pochatku shyrokomasshtabnoho vtorhnennia v Ukrainu [Russia has lost more than 17,000 soldiers since the beginning of the large-scale invasion of Ukraine]. Available at: https://armyinform.com.ua/2022/03/29/ponad-17-tysyach-vijskovyh-vtratyla-rosiya-z-pochatku-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-v-ukrayinu/ (accessed 29 March 2022).
3. Luke Harding. What weapons have other countries supplied to Ukraine? The Guardian. Available at: https://www.theguardian.com/world/2022/mar/17/what-weapons-have-other-countries-supplied-to-ukraine (accessed 12.03.2022).
4. Mark F. Cancian. Will the United States Run Out of Javelins Before russia Runs Out of Tanks? CSIS Available at: https://www-csis-org./analysis/will-united-states-run-out-javelins-russia-runs-out-tanks?_x_tr_sl=en& _x_tr_tl=uk&_x_tr_hl=ru&_x_tr_pto=sc.
5. Pochechun, O.O. & Fomin, R.V. (2020), "Analiz rozvytku ta dosvid boiovoho zastosuvannia protytankovykh raketnykh kompleksiv" [Analysis of the development and experience of combat use of anti-tank missile systems], Coll. of scient. works. No. 2(73). K.: Central Research Inst. of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine. Pp. 229—238.
6. FM 3-22.37. Javelin – close combat missile system, medium. USA, Headquarters, Department of The Army. 2008. 264 p.
7. The offisial site of Lockheed Martin Corporation. Javelin Weapon System. Available at: https://www.lockheedmartin.com/en-us/products/javelin.html?_ga=2.62307116.1636087159.1657994426-815654740.1657525204 (accessed 25 March 2022).
8. VP 7-00(11)01.01. Instruktsiia. Zastosuvannia lehkoho protytankovoho raketnoho kompleksu NLAW. [Instruction. Application of the light anti-tank missile system NLAW]. Nat. Acad. of Ground Forces named after Hetman Petro Sahaidachny. Lviv. 2022. 39 p.
9. The offisial site of SAAB. NLAW (Next generation Light Anti-tank Weapon) eliminates even the most advanced tanks. Available at: https://www.saab.com/products/nlaw (accessed 27 March 2022).
10. Claire Parker, Alex Horton, William Neff. What to know about the role Javelin antitank missiles could play in Ukraine's fight against russia. The Washington Post. Available at: https://www.washingtonpost.com/world/2022/03/12/javelins-ukraine-russia (accessed 12.03.2022).
11. Lupalenko, O., Maksymenko, Yu., Liulka, O., Konovaliuk, M. & Chkalov, A. (20.02.2022) "Analiz boiovykh mozhlyvostei lehkoho protytankovoho zasobu novoho pokolinnia NLAW" [Analysis of the combat capabilities of the light anti-tank weapon of the new generation NLAW]. Available at: https://www.ukrmilitary.com/2022/02/nlaw.html.
12. Army Technology. MBT LAW Light Anti-Tank Weapon. Available at: https://www.army-technology.com/projects/mbt_law/.

Pochechun O., Karpenko O.

ANALYSIS OF TACTICAL AND TECHNICAL CHARACTERISTICS AND DESIGN FEATURES OF ANTI-TANK MISCELLANEOUS COMPLEXES FGM-148 «JAVELIN» AND NLAW

The experience of the russian-Ukrainian war of 2022 testifies to the massive use by the russians on the battlefield of tanks, BMPs, armoured personnel carriers and other armoured combat vehicles (ACVs). According to open intelligence data, as of July 10, 2022, the recorded losses of the russian side amounted to 2,376 ACV units. According to the calculations of the General Staff of the Armed Forces of Ukraine, this figure is approximately 5,500 units. Such significant losses of russian ACVs, including the most modern models (T-90, T-80BVM, T-72B3, BMP-3, BMD-4M) are due to the tactics of actions (movement in columns and concentration of a large amount of equipment in limited areas), as well as the saturation of units of the Armed Forces of Ukraine and other military formations with portable (light) anti-tank means. The most modern of the available samples are the third-generation ATGM FGM-148 «Javelin» and NLAW. In which the «Fire and Forget» principle is implemented, which allows the operator to immediately leave or change the position after launching an anti-tank guided missile. In this article, by comparing the main tactical and technical characteristics of the FGM-148 «Javelin» and the NLAW, the general structure of their missiles, the number and duration of

operations that must be performed by a trained operator before launch, their advantages and disadvantages are determined. According to which it was concluded that the ATGMs in question are the most adapted to the following conditions of combat use:

FGM-148 «Javelin» – medium-range damage to armoured vehicles in open terrain with a small number of natural and artificial obstacles and the ability to detect a target at a distance that will allow the complex to be prepared for missile launch;

NLAW – damage at short range of armoured vehicles, buildings, fortified structures in forested, mountainous and urban areas, in conditions of a rapidly changing environment.

Keywords: *armored combat vehicle, anti-tank missile complex, anti-tank guided missile, target defeat.*

Відомості про авторів:

Почечун Олександр Олексійович
провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку озброєння та військової техніки бронетанкових, механізованих та високомобільних військ науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України,
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-0749-3317
e-mail: gjxtxey1974@gmail.com

Карпенко Олександр Сергійович
старший науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку озброєння та військової техніки бронетанкових, механізованих та високомобільних військ науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки Сухопутних військ Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України,
м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-0749-3317
e-mail: gjxtxey1974@gmail.com

Information about the authors:

Olexandr Pochechun
Lead Research Associate of the Department of Scientific Research of Armament and Military Equipment of the armored, mechanized and airmobile forces of the Directorate for Scientific Research of Armament and Military Equipment of the Army of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-0749-3317
e-mail: gjxtxey1974@gmail.com

Olexandr Karpenko
Senior Research Associate of the Department of Scientific Research of Armament and Military Equipment of the armored, mechanized and airmobile forces of the Directorate for Scientific Research of Armament and Military Equipment of the Army of Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine,
Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-7655-4363
e-mail: gjxtxey1974@gmail.com

УДК 623.746.34
https: doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).109-120

А. Л. ЗІРКА, *кандидат технічних наук*
http://orcid.orl/0000-0001-5304-2894

В. Г. КОЗЛОВ, *кандидат технічних наук*
http://orcid.org/0000-0002-7708-6143
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

ОЦІНКА БОЙОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЛІТАКІВ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ У ВІЙНІ З УКРАЇНОЮ

У статті представлено результати аналізу угруповання тактичної авіації, що утворено російською федерацією в оперативних зонах навколо кордону з Україною. Досліджено кількісне та якісне співвідношення парків тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України та задіяного угруповання військово-повітряних сил повітряно-космічних сил Російської Федерації. Встановлено основні фактори в оперативно-тактичній обстановці, що впливають на хід бойових дій із застосуванням авіації та співвідношення сил у повітрі. Визначено основні параметри тактико-технічних характеристик тактичних літаків, що у найбільшій ступені впливають на перевагу у повітрі в реальних умовах бойових дій.

Ключові слова: *тактична авіація, бойові літаки, бойова ефективність, комплексні показники, комплекс радіоелектронної боротьби, активні перешкоди.*

ВСТУП

Напередодні повномасштабного вторгнення та агресії російської федерації (рф) проти України багатьма західними виданнями було запропоновано своє бачення можливого розвитку протистояння Повітряних Сил Збройних Сил України (ПС ЗСУ) задіяним силам військово-повітряних сил (ВПС) рф. Так, довідником World Air Forces 2022, що видається журналом Flight-Global, зазначається, що рф посідає друге місце у світі за кількістю військових літаків та гелікоптерів. Згідно з представленими даними [1]: ВПС рф забезпечено 4173 військовими літальними апаратами (ЛА); ПС ЗСУ має в своєму розпорядженні 43 легкі винищувачі МіГ-29, 12 фронтових бомбардувальників Су-24, 17 штурмовиків Су-25 і 26 важких винищувачів Су-27 (не рахуючи навчально-тренувальних літаків), також не враховано кількість ЛА, що перебувають на зберіганні та можуть бути залучені до виконання бойових завдань. Треба сказати, що ці дані неточні, принаймні стосовно авіації ПС ЗСУ, проте надають попереднє уявлення про співвідношення сил у повітрі.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питанням оцінки та порівняння парків бойової авіації присвячена велика кількість наукових робіт та публікацій вітчизняного та закордонного походження [2, 3]. Застосована велика кількість різноманітних показників для оцінки та порівняння. Застосовано комплексні показники як бойової ефективності, наприклад коефіцієнт баєвого потенціалу, так і техніко-економічні, наприклад, вартість льотної години, та багато ін. У більшості підходів застосовано великі масиви даних, зокрема про льотно-технічні та тактико-технічні характеристики, що ускладнюють процес оцінки та у багатьох випадках остаточний результат, у великій мірі, залежить від кваліфікаційного рівня експерта, який визначає пріоритет досліджуваних параметрів.

Мета статті. З початком збройної агресії рФ проти України виникає необхідність безпосередньої оцінки утвореного угруповання повітряного нападу противника, визначення конкретних типів застосованих літаків тактичної авіації та порівняння основних параметрів елементів бортових систем озброєння літаків (як таких, що у найбільшій ступені впливають на характер протистояння у повітрі або вимагають пошуку та зміни тактичних прийомів при застосуванні авіації) ВПС рФ та ПС України. Передбачається також оцінити вплив таких негативних факторів на роботу бортових радіоелектронних систем тактичних літаків, як засоби РЕБ противника. Крім того, до порівняння включено окремі типи закордонних аналогів, що можуть розглядатись в рамках матеріально-технічної допомоги.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

З аналізу різних відкритих джерел [1, 4, 5] можна попередньо визначити таке співвідношення парків тактичних літаків за типами, що наведено у табл. 1.

Таблиця 1

ПС ЗСУ		ВПС рф	
Тип літака	Кількість	Тип літака	Кількість
МиГ-29	43	МиГ-29/35	240
		МиГ-31	131
Су-24	24	Су-24	273
Су-25	26	Су-25	192
Су-27	36	Су-27/30/35	350
		Су-34	125
		Су-57	5

Відповідно до табл. 1 можна однозначно констатувати абсолютну перевагу у кількісному співвідношенні авіації ВПС рФ до ПС ЗСУ. Можна спостерігати більш широку номенклатуру літаків ВПС рФ, а в окремих класах, якто перехоплювач типу МиГ-31 або літак 5-го покоління типу Су-57 у ПС ЗСУ літаків не представлено.

При цьому слід розуміти, що противником може буте задіяно певний виділений ресурс літаків. Так, за різ-

ними даними [1, 4, 5], на початок розгортання повномасштабної війни в Україні рф задіяно до 375 літаків та 240 вертольотів.

Аналіз вказує на можливість ВПС рф використання для дій авіації до сорока базових та оперативних аеродромів поблизу кордонів України, у тому числі у республіці Білорусь та анексованому Криму [6].

Далі, розглянемо окремі аеродроми базування та типи застосованих літаків ВПС рф, що задіяні (можуть бути задіяні) для повітряної операції у війні з Україною.

Для аналізу використано відкриті джерела, що містять супутникові знімки періоду 2021 − 2022 років. Так, зокрема на момент здійснення супутникових знімків:

на аеродромі «Бельбек» (рис. 2) налічується до 40 літаків за зовнішніми ознаками типів Су-27СМ, Су35;

на аеродромі «Сакі» (рис. 3) базується по одній ескадрильї літаків типів: Су-24СМ та Су-30;

на аеродромі «Кримське» до трьох ескадрилей ЛА типів: Су-35; Су-27СМ;

Аналіз зображень стоянки аеродрому «Балтимор» (м. Воронеж), а саме наявність різних типів авіаційної техніки (зокрема, Су-35, Су-34, Су-30, Су-24, МиГ-31, Ил-76, Ту-22М3, Ту-95, Як-130, всі типи вертольотів), вказує на імовірне розгортання на цій базі навчального центру підготовки (рис. 5).

Звертає на увагу авіабаза «Липецьк» (рис. 6), що налічує різноманітну техніку, зокрема літаки типів: Су-35 до ескадрильї, Су-34 до ескадрильї, Су-30 до ескадрильї, Су-24 до ескадрильї, Су-25 до двох ескадрилей, Миг-31 до трьох ескадрилей, Миг-29 (МиГ-35) до трьох ескадрилей, загалом до 150 одиниць, не рахуючи вертольотів та транспортних літаків.

Аналіз зображень АТ, розташованої на аеродромах, вказує на, як правило, змішане базування різних типів літаків на одному аеродромі. Треба зазначити, що інфраструктура аеродромів, як правило, залишається застарілою, наявні арочні укриття призначені для базування АТ, яка вже не використовується. Сучасні літаки базуються, як правило, зосереджено, часто в один ряд на відкритих площадках аеродромів, за можливості використовуються відкриті обвалування на розосереджених стоянках підрозділів. На деяких аеродромах, як то «Шаталово» (рФ), «Бобруйськ» (РБ) спостерігається скупчення спеціальної техніки та контейнерів імовірно для перебазування (рис. 7).

Таким чином, з аналізу даних початкового етапу (лютий – березень 2022 року) ведення повітряної операції ВПС рФ та аналізу створеного угруповання тактичної авіації на базових та оперативних аеродромах в операційних районах, що межують із кордоном України, встановлено застосування таких типів сучасних літаків ВПС рФ: Су-30,

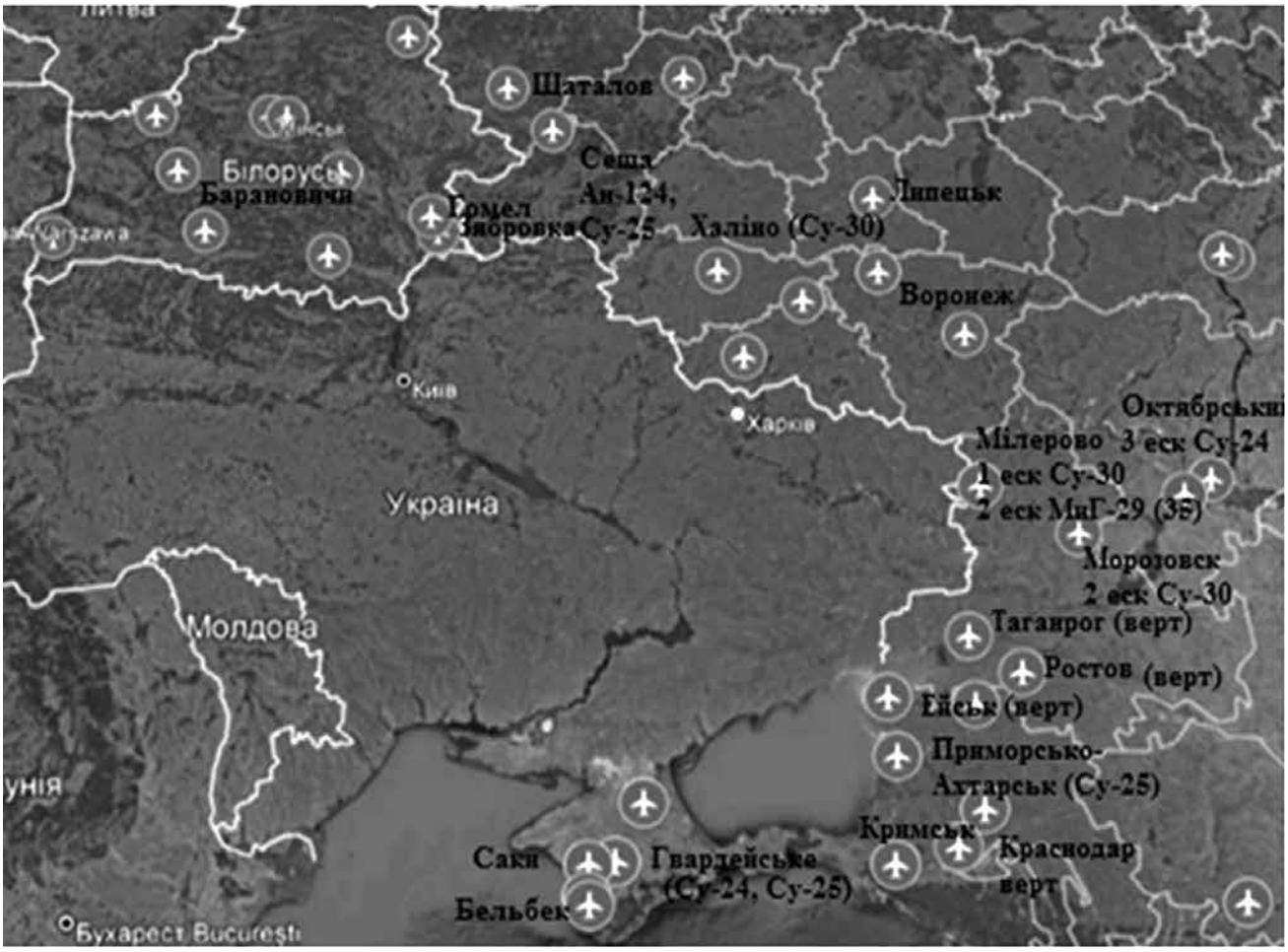


Рис. 1. Система аеродромів базування угруповання ВПС рФ

Рис. 2. Базування тактичних літаків на аеродромі Бельбек (Крим)

Рис. 3. Базування тактичних літаків на аеродромі «Сакі» (Крим)

Су-34, Су-35, модернізовані зразки літаків типу Су-24СМ, Су-25СМ, Су-27СМ, крім того, застосовуються літаки дальньої та стратегічної авіації для нанесення ракетних ударів. В деяких джерелах зазначалось застосування новітніх літаків типу Су-57 та повітряного ударного комплексу «Кінжал» на базі літака типу МиГ-31К та гіперзвукової ракети 9-С-7760, проте підтверджені факти (із посиланням на компетентні джерела) їх безпосереднього застосування наразі відсутні. Загальна кількість задіяного угруповання оцінюється до 400 тактичних літаків.

Літаки винищувачі Су-30 та Су-35 різних модифікацій у складі бортового радіоелектронного обладнання мають сучасний багатофункціональний радіолокаційний прицільний комплекс (РЛПК) типу «Барс», «Жук-МС(Ф)», «Ірбіс» та сучасні авіаційні засоби ураження (АЗУ), які за своїми характеристиками значно перевищують характеристики РЛПК та АЗУ літаків МіГ-29 та Су-27 ПС ЗС України. Крім того, тактичні літаки ВПС рФ обладнаються засобами радіоелектронної боротьби (РЕБ) типу «Хібіни».

Далі наведено співвідношення основних бойових властивостей (за декількома основними показниками) винищувачів тактичної авіації ПС ЗСУ, визначених типів літаків ВПС рФ, а також деяких багатофункціональних тактичних бойових літаків, що можуть розглядатись для постачання у якості матеріально-технічної допомоги від західних партнерів України. Пропонується здійснити співвідношення за характеристиками:

бортових прицільних та розвідувальних комплексів, а саме показниками дальності (дальність виявлення, кількість одночасно супроводжуваних цілей);

засобів ураження (повітря − повітря та повітря − поверхня).

Значення відповідних параметрів наведено у табл. (2-5).

Відповідно до порівняльних характеристик (рис. 8, 9)

Рис. 4. Стоянка авіаційної техніки аеродрому «Кримське»

Рис. 5. Стоянка авіаційної техніки аеродрому «Балтимор» (м. Воронеж)

Рис. 6. Стоянка авіаційної техніки аеродрому «Липецьк»

Рис. 7. Засоби для перебазування на аеродромі «Шаталово»

Таблиця 2. Технічні характеристики бортових радіолокаційних станцій

Технічні характеристики БРЛС	ПС ЗСУ	Бойові літаки ВПС рф		Бойові літаки країн партнерів		
	Су-27	Су-30	Су-35	F-15E	F-16V	JAS 39
Дальність виявлення, км:	РЛПК- Н001	Н011 «БАРС»	Н035 «ИР-БИС»	AN/APG-63 (v)3	AN/APG- 83 SABR	ES-05 «Raven»
- наземних цілей	-	до 140	до 150	до 150	до 148	до 150
- повітряних цілей	до 120	до 310	до 350	до 350	до 370	до 380
Дальність виявлення цілей (ЕПР 3 м^2), км:	до 100	до 310	до 350	до 350	до 370	до 380
Кількість супроводжуваних цілей (одночасно)	10	15	15	14	15	20
Кількість атакованих цілей	1	4	8	6	8	8

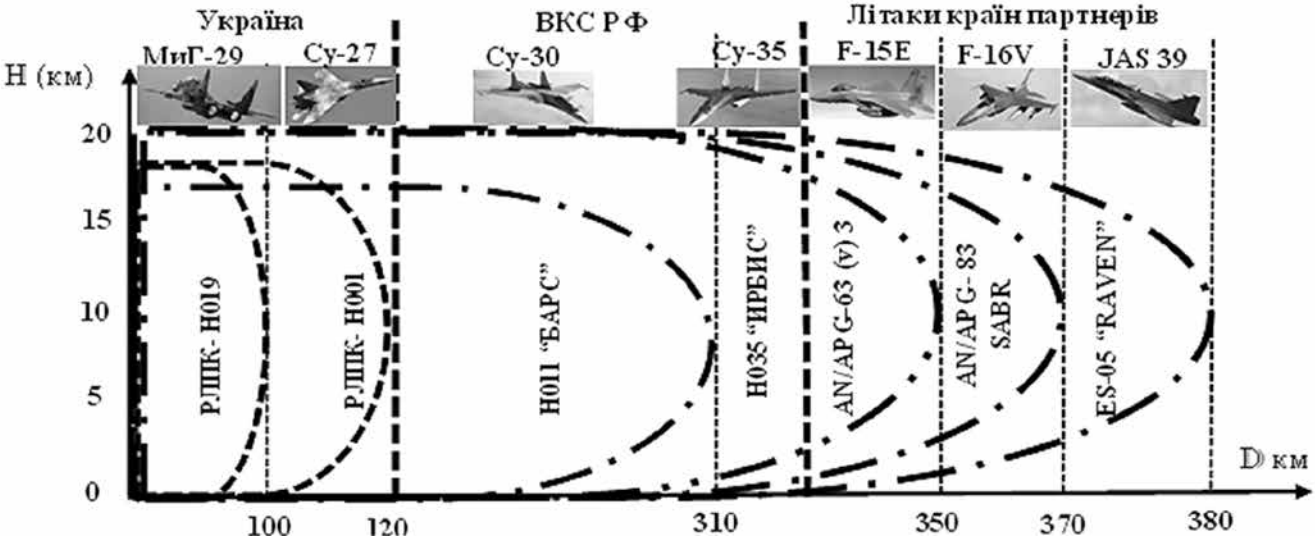


Рис. 8. Порівняльна характеристика показників дальності виявлення повітряних цілей з урахуванням ЄПР ≈ 3м^2

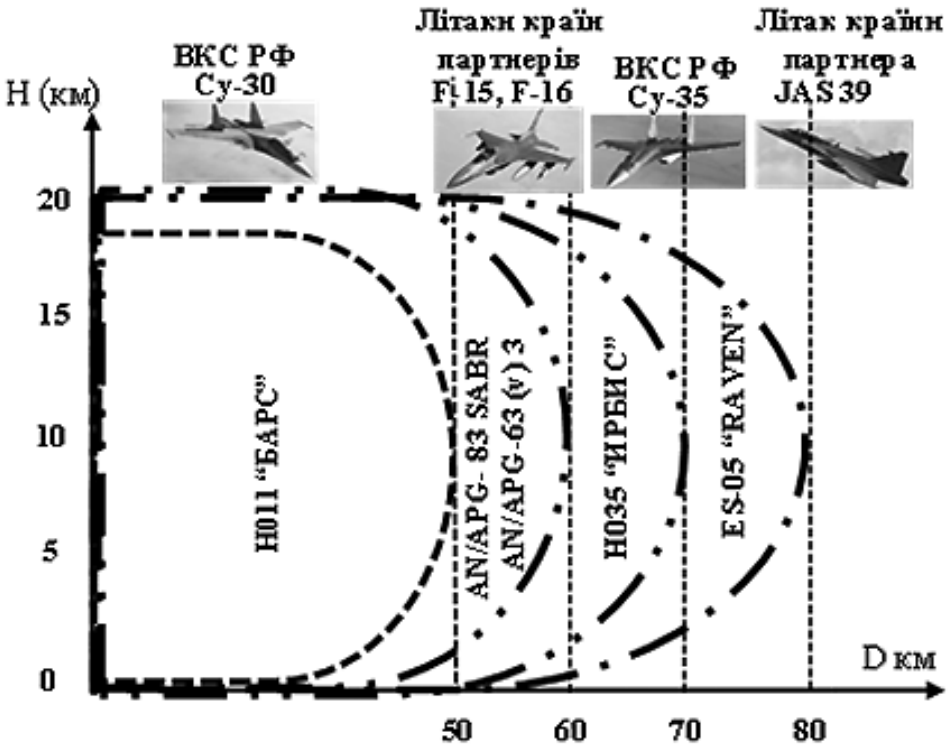


Рис. 9. Порівняльна характеристика показників дальності виявлення наземних цілей типу група танків*

*Під групою танків розуміється взвод зосередженої броньованої техніки.

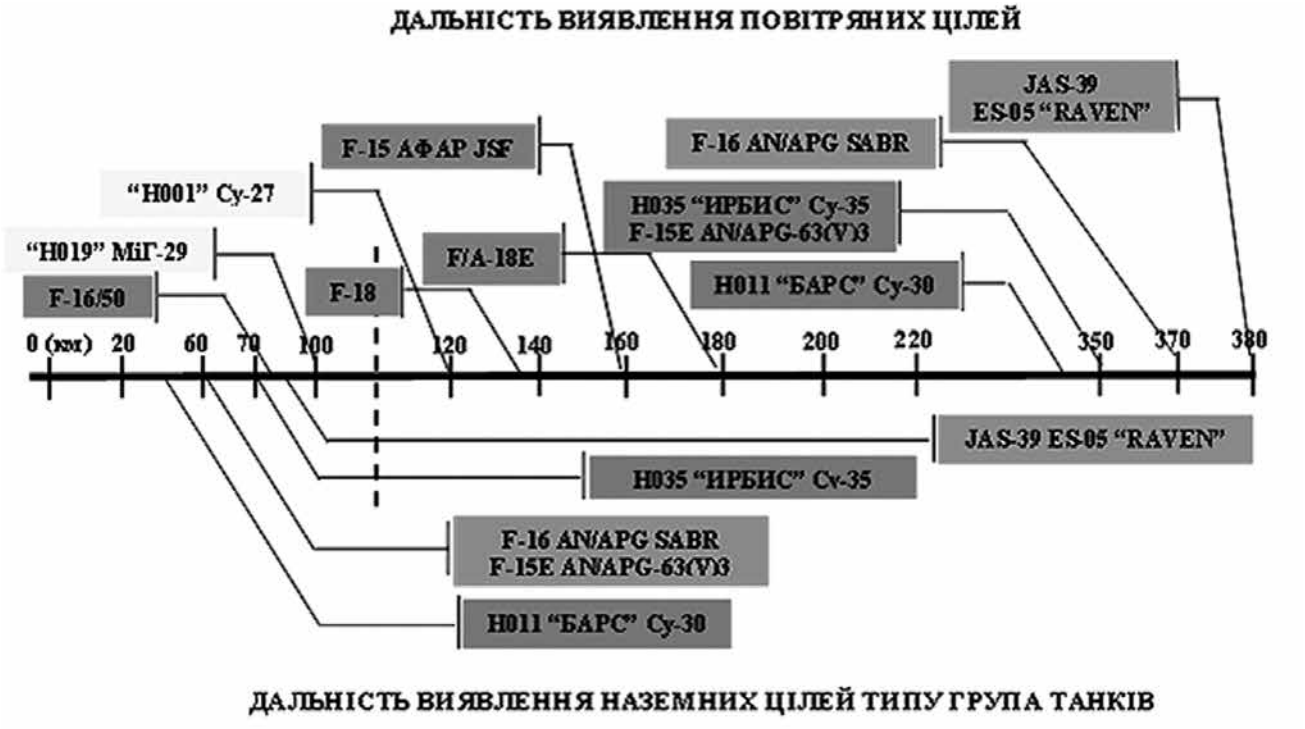


Рис. 10. Узагальнена дальність виявлення цілей БРЛС винищувачів

необхідно відмітити суттєву перевагу літаків ВПС рФ над літаками ПС ЗСУ в частині дальності виявлення повітряних цілей, їх РЛПК («БАРС», «ИРБИС») забезпечують дальності виявлення та супроводження у 1,5 − 2 рази більші ніж РЛПК літаків Су-27, МиГ-29, що перебувають на озброєнні ПС ЗСУ. Можливість виявлення наземних цілей РЛПК літаків Су-27, МиГ-29 ПС ЗСУ відсутня.

На літаках F-15E, F-16V, JAS 39 Gripen велика дальність виявлення як наземних, так і повітряних цілей забезпечується за рахунок використання сучасних авіаційних бортових радіолокаційних систем.

Варіанти оснащення ракетно-бомбовим озброєнням літаків наведено в табл. 3.

Бойове навантаження літаків рФ та західних країн партнерів (табл. 3) включає широку номенклатуру керованого

Таблиця 3. Варіанти ракетно-бомбового озброєння бойових літаків

Тип, варіанти озброєння	ЗС України	ВПС рф		Бойові літаки країн партнерів		
	Су-27	Су-30	Су-35	F-15E	F-16V	JAS 39 Gripen
Артилерійський боєкомплект	ГШ-301/150	ГШ-301/150	ГШ-30-1/150	М-61 А1 «Vulcan»/940	М-61 А1 «Vulcan»/511	Mauser BK-27/120
Маса баєвого навантаження	6т	8 т	8 т	11 т	9,5 т	5,5 т
Ракетно-бомбове	**Ракети** «П-П» 6×Р-27 6×Р-77 6×Р-73 **Не керов.** 80×С-8 20 С-13 4 С-25 **Бомби** 32×ФАБ-250 16×ФАБ-500	**Ракети «П-П»** 6×Р-27 6×Р-77 6×Р-73 **Ракети «П-З»** 6×Х-29Т 6×Х-25 6×Х-31 2хХ-59МЭ **Не керов.** 80×С-8 20×С-13 4×С-25Л **Бомби** 6×КМГУ 32×ОФАБ-100-120 28×ФАБ-250 8×ФАБ-500 6хКАБ-500КР 6хКАБ-500ОД 3хКАБ-1500КР 3хКАБ-1500Л 8хРБК-500	**Ракети** «П-П» 2хР-27 12хР-77-1 6×Р-73 4×Р-37М **Ракети** «П-З» 6×Х-31 6×Х-35У 2×Х-59М 6×Х-29Т 6×Х-38М 5хХ-59МК **Не керов.** 120×С-8 30×С-13 6×С-25Л **Бомби** 8×КАБ-500КР 8×КАБ-500ОД 3хКАБ-1500КР 3хКАБ-1500ЛГ	**Ракети** «П-П» 4xAIM-7 (9) 8xAIM-120C(D) **Ракети** «П-З» AGM-65 Maverick, AGM-154JSOW, AGM-130, AGM-84H/K SLAM-ER, AGM-84 Harpoon, AGM-158 JASSM, 2×Taurus KEPD 350 **Бомби** Mark 82 (84) CBU-87 CBU-89 Gator CBU-103 CEM CBU-104 Gator CBU-97 CBU-105 SFW CBU-107 Pw II	**Ракети** «П-П» 4xAIM-7 6xAIM-9 6xAIM-120C(D) 6xAIM-132 6xPython 3(4) 6xDerby 6xSky Flash 6xMagic 2 **Ракети** «П-З» 6xAGM-65A/B/D 6xAGM-45 2xAGM-84 4xAGM-88 4xAGM-154 4xAGM-158 4xPenguin Mk.3 **Бомби** 4xGBU-10 10xGBU-12 6xGBU-15(22) 6xGBU-24(27)	**Ракети** «П-П» 6×AIM-9 SideWinder або IRIS-T; 4×AIM-120 AMRAAM; 4×MBDA Meteor; IRIS-T, A-Darter **Ракети** «П-З» 4×AGM-65 Maverick; 2×Taurus KEPD 350 2×RBS-15 **Бомби** GBU-10 Pw III, GBU-12; GBU-16, GBU-22 Pw III, GBU-24 Pw III

Pw (Paveway) – системи наведення прецензійної дії;
SFW (Sensor Fuzed Weapon) – сенсорна зброя.

та некерованого АЗУ. Треба зазначити, що західні літаки можна характеризувати, як більш багатофункціональні ніж рФ, до їх номенклатури входить велика кількість ракет класу «повітря − повітря», «повітря − поверхня» (у таблиці П-П, П-З відповідно), коригованих авіаційних засобів ураження, авіаційних плануючих бомб з лазерним наведенням, у тому числі прецензійної дії та ін.

Таким чином, за дальністю пуску: ракет класу П-П тактичні літаки ПС ЗСУ суттєво поступаються тактичним літакам ВПС рФ (рис. 11, 12), які за рахунок обладнання літака Су-35 ракетою Р-37М (РВВ-ДД) за цим показником не поступаються західним зразкам; ракет класу П-З західні зразки мають перевагу із показником до 500 − 600 км. Треба зауважити, що такі дальності забезпечуються за рахунок пуску за межами дальності бортових РЛС по цілям із заздалегідь відомими координатами. При цьому, деякими джерелами [8] наводиться інформація про можливість тактичних літаків ВПС рФ застосовувати ракети типу Калібр-А, що мають дальність пуску більш 1000 км, проте достовірних даних про застосування таких АЗУ наразі немає.

Як приклад одних з кращих на сьогодні АЗУ тактичних багатофункціональних літаків, що можна розглядати у ролі еталонів у відповідних класах, можна навести такі:

авіаційна ракета класу «повітря-повітря» MBDA Meteor (носії літаки типів: JAS 39 Gripen; Eurofighter; Dassault Rafale) має дальність пуску за різними джерелами більш 250 – 300 км та швидкість польоту до 4,5 М (Max);

авіаційна ракета «повітря − поверхня» Taurus KEPD 350 (носії літаки типів: JAS 39 Gripen; F-15E;), призначена для високоточних ударів та ураження захищених і заглиблених цілей без заходу літака-носія у зону ураження вогневих засобів протиповітряної оборони противника.

Таблиця 4. Максимальні дальності пуску авіаційних засобів ураження

Технічні характеристики дальності пуску ракет	Бойові літаки ЗС України	Бойові літаки ВПС рф		Бойові літаки країн партнерів		
	Су-27	Су-30	Су-35	F-15	F-16	JAS 39
Максимальна дальність пуску ракети «П-П», км	110	130	260	180	180	280
Максимальна дальність пуску ракети «П-З», км	-	285	285	560	560	600

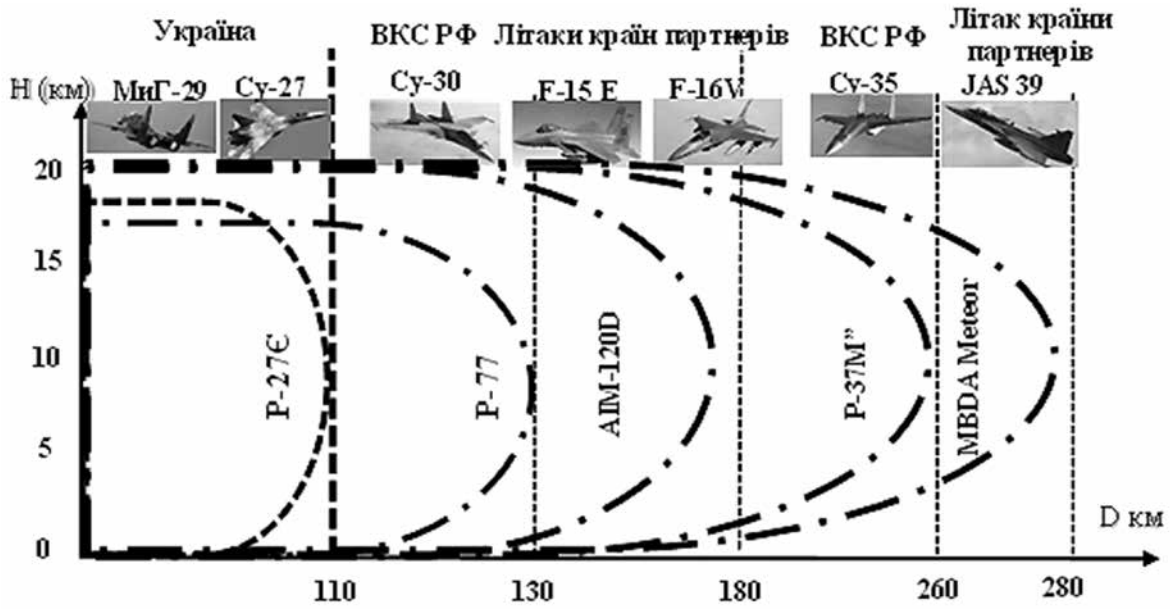


Рис. 11. Порівняльна характеристика щодо дальності пуску авіаційних засобів ураження класу «повітря − повітря»

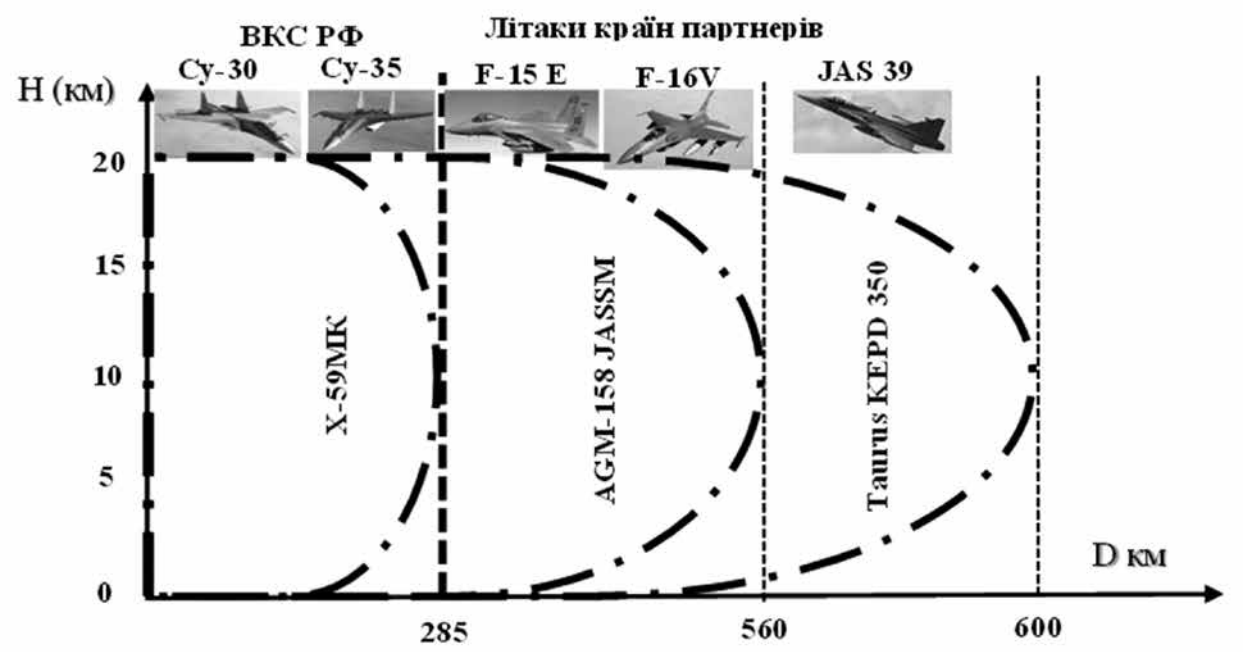


Рис. 12. Порівняльна характеристика щодо дальності пуску авіаційних засобів ураження класу «повітря − поверхня»

Ракета обладнана автономною інерційною системою з корекцією за даними радіовисотоміра (TRN), з оптико-електронною системою (IBN) та з приймачем GPS. Має інфрачервону головку самонаведення із сенсором високої роздільної здатності та автоматичним розпізнаванням цілей. Здійснює низьковисотний політ на 30 м, з огинанням рельєфу місцевості. Дальність польоту до 1000 км [9].

Узагальнене співвідношення тактичних літаків за обраними показниками наведено на рис. 13.

Я видно з рис. 13, розглянуті літаки ПС ЗСУ суттєво поступаються літакам ВПС рФ та літакам країн партнерів в частині щодо дальності виявлення повітряних цілей, а можливість виявлення наземних цілей відсутня. Літаки F-15E, SaabJAS 39 Gripen, F-16V є більш багатофункціональні ніж літаки ВПС рФ, що характеризується їх більшими дальностями виявлення та ураження як повітряних, так і наземних цілей.

При цьому, треба зазначити, що за досвідом бойових дій, у початковий період війни, можна констатувати успішне протистояння ПС ЗСУ наявними засобами переважаючим силам противника. Так, з офіційних зведень ходу ведення бойових дій (Зведення ГШ ЗС України) відомо про значні втрати у тактичній авіації противника, у тому числі внаслідок повітряних боїв. Таке положення можна пояснити значним розтягуванням наземних сил противника, що намагалися максимально глибоко просунутися

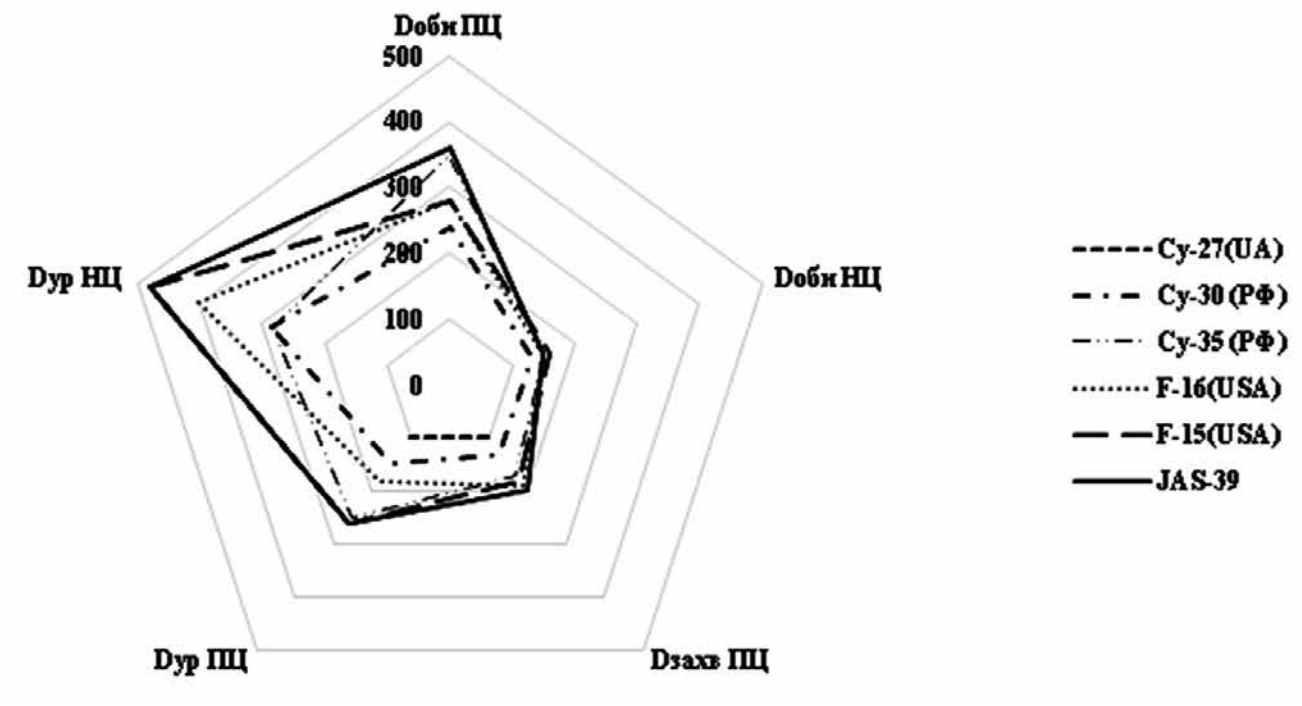


Рис. 13. Порівняння параметрів систем управління озброєнням

територією України. Для прикриття своїх наземних сил авіація противника була вимушена працювати глибоко над територією, контрольованою ППО ЗСУ, без прикриття власної ППО та РЕБ. Повітряні бої при цьому відбувались, як правило, на ближніх та середніх дистанціях [10, 11].

У подальшому, при відході наземних сил противника, переході до позиційного характеру бойових дій з вирівнюванням лінії бойового зіткнення змінилась ситуація і у повітрі, авіація противника почала діяти більш скоординовано з власними ППО та РЕБ, бої почали відбуватись на середніх та дальніх дистанціях, де тактичні літаки ВПС рФ мають значну перевагу у дальності виявлення, супроводження та ураження.

Таким чином, для забезпечення підтримання необхідно рівня бойової ефективності тактичної авіації у ситуації, що склалась, та у в умовах часових обмежень необхідним є найскоріше вирішення питання надання військово-технічної допомоги за даним напрямом.

У випадку розгляду військової допомоги слід враховувати, що БРЛС AN/APG-63 (v)2, AN/APG-66, які встановлені на закордонних літаках ранніх випусків, зокрема: F-15A(B), F-16A(B), на сьогодні є технічно застарілими. За своїми технічними характеристиками в частині виявлення повітряних цілей знаходяться на рівні РЛПК–Н001 літака Су-27. З метою забезпечення виявлення повітряних та наземних цілей на значних відстанях необхідно розглянути літаки іноземного виробництва більш пізніх модифікацій, зокрема типів F-16D, F-15E, SAAB JAS 39 Gripen, які за основними характеристиками не поступаються, або переважають сучасні тактичні літаки ВПС рФ [12].

Крім наведених вище показників та властивостей літаків тактичної авіації слід враховувати і стійкість бортових радіоелектронних засобів до впливу засобів РЕБ противника.

Так, ще з 2014 року, противником застосовується широка номенклатуру засобів РЕБ, у тому числі, для протидії тактичній та безпілотній авіації.

До типових комплексів РЕБ, які застосовуються в збройній агресії проти України, відносяться:

комплекс Р-330М1П «Диабазол», який призначений для радіорозвідки та радіоелектронного придушення рухомої УКХ, сотового, транкового та супутникового зв'язку;

комплекс «Красуха-4», який призначений для придушення РЛС повітряного базування (бортових РЛС, висотомірів, радіолокаційних головок самонаведення) противника. За наявними даними, комплекси РЕБ «Красуха-5» спроможні ефективно подавляти бортові радіолокаційні станції розвідувальних літаків Е-8 «JointStar», БпЛА «GlobalHawk», «Predator» та «Reaper», БРЛС літаків Су-27, МиГ-29 Збройних Сил України;

комплекс АСП Р-ЗЗОЖ «Житель», який призначений для ведення радіорозвідки та придушення радіозв'язку в діапазонах: 800…960; 1227,6; 1575,42; 1500…1700 та 1700…1900 МГц, подавляти сигнали навігаційної супутникової системи «NAVSTAR» (GPS) з повітряних засобів на відстані до 50 км, з наземних засобах − до 25 км;

багатофункціональний комплекс радіоелектронної боротьби/придушення (РЕБ/РЕП) авіаційного базування «Хібіни». Комплекс РЕП забезпечує захист літака від протиповітряних та авіаційних засобів ураження.

До складу комплексу типу «Хібіни» входить:

система РЕР «Проран» або сучасніша;

система постановки активних перешкод «Регата» або сучасніша (в контейнері або в планері літака);

система постановки активних перешкод групового захисту (у контейнері);

широкосмуговий блок точного запам'ятовування частоти;

Таблиця 5

Діапазон робочих частот апаратури радіотехнічної розвідки, ГГц	1,2...40
Діапазон робочих частот апаратури постановки активних завад, ГГц	4...18
Діапазон робочих частот контейнерів активних завад групового захисту, ГГц	1...4

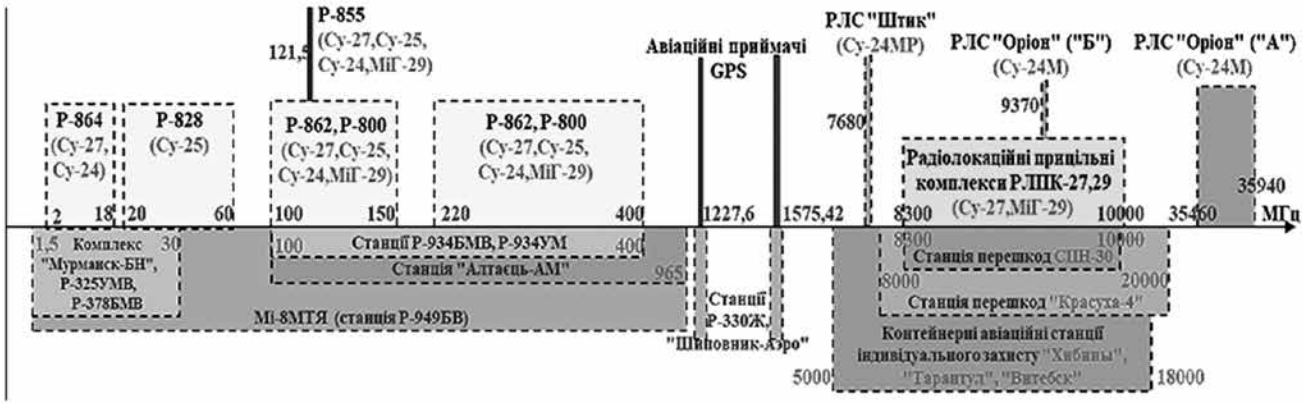


Рис. 14. Порівняльна характеристика діапазонів роботи засобів РЕБ рФ та авіаційних радіоелектронних засобів Повітряних Сил Збройних Сил України

обчислювальна багатопроцесорна підсистема.

Основні технічні характеристики комплексу РЕБ «Хібіни» наведено у табл. 5.

Відомі такі модифікації комплексу:

комплекс «Хібін-10В» / Л-175В / Л-175ВЕ − комплекс РЕБ для літаків Т-10В / Су-34;

комплекс «Хібіни»/КС-418Е − проєкт комплексу РЕБ для експортних літаків Су-24МК/Су-24МК2;

комплекс РЕБ «Хібіни-М» Л-265/Л-265М10 − комплекс РЕБ літака Су-35С з контейнерним розташуванням на закінцівках крила;

комплекс РЕБ «Хібін-У» − удосконалений варіант комплексу для літаків Су-30СМ.

Крім того, відомо про подальший розвиток цієї системи, що реалізується у новому комплексі «Тарантул».

На рис. 14 наведено співвідношення характеристик (частотних діапазонів) БРЛС (ПрНК) літаків ПСЗСУ літаків та засобів РЕБ противника.

Необхідно відмітити, що засоби РЕБ противника охоплюють широкий спектр частот, а саме діапазони: VHF; UHF;L; S; C; X; Ku, що фактично при інтенсивному їх застосуванні унеможливлює безперешкодне використання бортових засобів зв'язку, навігації, бортових РЛПК літаків, коригованих за GPS засобів ураження. До найбільш небезпечних комплексів РЕБ можна віднести: АСП Р-ЗЗОЖ «Житель», «Красуха-4», «Хібіни», станція перешкод СПН-30, станція Р-949 БВ.

ВИСНОВКИ

Проведений у статті аналіз вказує на неможливість, на теперішній час, симетричного протистояння авіації ПС ЗСУ створеному авіаційному угрупованню противника, особливо, у разі масованого застосування авіації противником.

Крім значної кількісної переваги задіяного угруповання літаків тактичної авіації рФ літаки ПС ЗС України за своїм основними бойовими властивостями суттєво поступаються літакам ВПС рФ. В першу чергу це стосується дальності виявлення повітряних цілей (1,5 − 2 рази) та дальності пуску АЗУ на середніх та дальніх дистанціях. Також, більшість застосованих літаків тактичної авіації противника мають властивості багатофункціональності, що надає їм перевагу у вирішенні більш широкого кола задач.

Таким чином, при використанні наявного парку тактичної авіації виникає необхідність комплексних несиметричних підходів, що передбачає:

- нав'язування вигідних для ПС ЗСУ умов ведення бойових дій у повітрі, високу ступень взаємодії із силами та засобами ППО всіх рівнів для взаємного прикриття;

- нав'язування противнику ведення бойових дії у повітрі на близьких відстанях невеликими групами, поза зоною дії вогневих засобів ППО та РЕБ противника;

- широке застосування безпілотної авіації, у тому числі оперативно-тактичного рівнів (II клас БпАК), у тому числі у координації з пілотованою авіацією;

- застосування нових принципів нанесення авіаційних ударів за допомогою АЗУ зі збільшеною дальністю пуску (скидання), у тому числі на малих висотах з інтенсивним маневруванням в режимі кабрирування [7].

При вирішенні питання надання матеріально-технічної допомоги слід зосередити увагу на постачанні багатофункціональних тактичних винищувачів нових модифікацій, а також АЗУ, у тому числі таких, що можуть бути адаптовані для застосування з наявних тактичних бойових літаків ПС ЗСУ, з мінімальними витратами фінансового та часового ресурсів для їх адаптації.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. World Air Forces 2022. [Електронний ресурс] − Режим доступу: https://www.flightglobal.com/.
2. Бонин А.С. Основные положения методических подходов к оценке боевых потенциалов и боевых возможностей авиационных формирований. Военная мысль. 2008. № 1. С. 43—47.

3. Семон Б.Й., Леонтьєв О.Б., Котов О.Б. Сучасний метод бойових потенціалів в прикладних задачах планування розвитку та застосування тактичної авіації: монографія. Київ: Нац. акад. оборони України. 2009. 336 с.
4. О военном потенциале россии и Украины на фоне войны на Донбассе. [Електронний ресурс] − Режим доступу: https://www.aa.com.tr/ru.
5. Скільки бойових літаків має рФ та якими є перспективи російської військової авіації. [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://defence-ua.com/.
6. Россия использует для авиаударов по Украине около 40 аэродромов, в том числе в Беларуси и Крыму. [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://nv.ua.
7. Кушнір С.В., Сілков В.І., Зірка А.Л. Кравчук І.С. Удосконалення бомбометання з кабрирування як засіб підвищення ефективності бойового застосування ударного літального апарату. Озброєння та військова техніка. Київ: ЦНДІ ОВТ ЗС України. 2021. № 3(31). С. 67—71.
8. Gripen E-series. [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://www.saab.com/products/gripen-e-series.
9. Передовые АФАР-радары для строевых и перспективных «МиГов»: невиданный ранее потенциал обновления ВПС (ч. 1). [Електронний ресурс]. − Режим доступу: https://topwar.ru/108640-peredovye-afar-radary-dlya-stroevyh-i-perspektivnyh-migov-nevidannyy-ranee-potencial-obnovleniya-vks-chast-1.html.
10. Программа модернизации тактического истребителя «Грипен». [Електронний ресурс] − Режим доступу: http://factmil.com/publ/strana/shvecija/programma_modernizacii_takticheskogo_istrebitelja_gripen_2016/49-1-0-994.
11. Многоцелевой истребитель Су-30. [Електронний ресурс] − Режим доступу: https://structure.mil.ru/structure/forces/air/weapons/aviation/more.htm.
12. Истребитель Су-35 − ТТХ, фото с полным вооружением. [Електронний ресурс] − Режим доступу: https://aviakatastrofa.net/samolety/istrebitel-su-35-tth-foto-s-polnym-vooruzheniem.html.

REFERENCES

1. World Air Forces 2022. Available at: https://www.flightglobal.com/.
2. Bonyn, A.S. (2008) "Osnovnye polozhenyia metodycheskykh podkhodov k otsenke boevykh potentsialov i boevykh vozmozhnostei aviatsyonnykh formyrovanii" [The main provisions of methodological approaches to assessing the combat potentials and combat capabilities of aviation formations], Voennaia mysl, № 1. Pp. 43—47.
3. Semon, B.I., Leontiev, O.B. & Kotov, O.B. (2009). "Suchasnyi metod boiovykh potentsialiv v prykladnykh zadachakh planuvannia rozvytku ta zastosuvannia taktychnoi aviatsii: monohrafiia" [The modern method of combat potentials in applied tasks of planning the development and application of tactical aviation: a monograph], Nats. akad. oborony Ukrainy. K.: NAOU. 336 p.
4. "O voennom potentsiale rossii i Ukrainy na fone voiny na Donbasse" [On the military potential of russia and Ukraine against the backdrop of the war in the Donbass]. Available at: https://www.aa.com.tr/ru
5. "Skilky boiovykh litakiv mae rF ta yakymy ye perspektyvy rosiiskoi viiskovoi aviatsii" [How many combat aircraft does the russian Federation have and what are the prospects of russian military aviation]. Available at: https://defence-ua.com/.
6. "rossyia ispolzuet dlia aviaudarov po Ukraine okolo 40 aerodromov, v tom chysle v Belarusy i Krymu" [Russia uses about 40 airfields for airstrikes in Ukraine, including in Belarus and Crimea]. Available at: https://nv.ua.
7. Kushnir, S.V., Silkov, V.I., Zirka, A.L. & Kravchuk, I.S. (2021). "Udoskonalennia bombometannia z kabryruvannia yak zasib pidvyshchennia efektyvnosti boiovoho zastosuvannia udarnoho litalnopo aparatu" [Improvement of bombing from a cab as a means of increasing the effectiveness of the combat use of an attack aircraft], Ozbroiennia ta viiskova tekhnika. № 3(31). K.: TsNDI OVT ZS Ukrainy. Pp. 67—71.
8. GripenE-series. Available at: https://www.saab.com/products/gripen-e-series.
9. "Peredovie AFAR-radary dlia stroevykh i perspektivnykh «MiGov»: nevidannyi ranee potentsial obnovleniia VKS (ch. 1)" [Advanced AFAR-radars for combatant and advanced MiGs: the never-before-seen potential for updating the Air Force (P. 1)]. Available at: https://topwar.ru/108640-peredovye-afar-radary-dlya-stroevyh-i-perspektivnyh-migov-nevidannyy-ranee-potencial-obnovleniya-vks-chast-1.html.
10. "Programma modernizatsii takticheskoho istrebitelia «Hrypen»". [The modernization program of the tactical fighter «Gripen»]. Available at: http://factmil.com/publ/strana/shvecija/programma_modernizacii_takticheskogo_istrebitelja_gripen_2016/49-1-0-994.
11. "Mnogotselevoi istrebitel Su-30" [Multipurpose fighter Su-30]. Available at: https://structure.mil.ru/structure/forces/air/weapons/aviation/more.html.
12. "Istrebitel Su-35 − TTKh, foto z polnym vooruzheniem" [Fighter Su-35 − performance characteristics, photo with full armament]. Available at: https://aviakatastrofa.net/samolety/istrebitel-su-35-tth-foto-s-polnym-vooruzheniem.html

Zirka A., Kozlov V.

ASSESSMENT OF THE COMBAT CAPABILITIES OF TACTICAL AVIATION AIRCRAFT OF THE RUSSIAN FEDERATION IN THE WAR WITH UKRAINE

The article presents the results of the analysis of the tactical aviation group formed by the russian Federation in the operational zones around the border with Ukraine. The qualitative ratio of the tactical aviation parks of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine and the involved group of the Air Force of the Air Force of the russian Federation was studied. The main factors in the operational-tactical environment that affect the course of hostilities with the use of aviation and are contained in the air have been established. The main parameters of the tactical and technical characteristics of tactical aircraft, which have the greatest influence on air superiority in real combat conditions, have been determined. The individual characteristics of certain types of tactical aircraft of the Western partner countries were studied, the means of radio-electronic warfare used by the enemy to suppress the radio-electronic means of tactical aviation of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine were analyzed. The main directions for tactical and technical approaches to increase the effectiveness of the use of tactical aircraft in operations against air and ground targets have been determined.

Keywords: *tactical aviation, combat aircraft, combat effectiveness, complex indicators, electronic warfare complex, active interference.*

Відомості про авторів:

Зірка Андрій Леонідович
докторант науково-організаційного відділу
Центрального науково-дослідного інституту озброєння
та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
http://orcid.orl/0000-0001-5304-2894
e-mail: alzirka@ukr.net

Козлов Вадим Геннадійович
заступник начальника науково-дослідного відділу
розвитку авіаційно-космічних систем (комплексів)
Центрального науково-дослідного інституту озброєння
та військової техніки Збройних Сил України
м. Київ, Україна
http://orcid.org/0000-0002-7708-6143
e-mail: kozlovvadim@ukr.net

Information about the authors:

Andrii Zirka, Candidate of Technical Sciences
doctoral student of the scientific and organizational
department of Central Scientific Research Institute
of Armament and Military Equipment of Armed Forces
of Ukraine
Kyiv, Ukraine
http://orcid.orl/0000-0001-5304-2894
e-mail: alzirka@ukr.net

Vadim Kozlov, Candidate of Technical Sciences
Deputy head of the research department of the
development of aviation and space systems (complexes)
of Central Scientific Research Institute of Armament
and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine
Kyiv, Ukraine
http://orcid.org/0000-0002-7708-6143
e-mail: kozlovvadim@ukr.net

УДК 623.4.083.2
https://doi.org/1034169/2414-0651.2022.1(33).121-130

В. А. СЛОБОДЯНИК, *кандидат технічних наук, старший науковий співробітник*
https://orcid.org/0000-0001-5901-873X

І. М. ШВЕЦЬ, *магістр*
https://orcid.org/0000-0002-2447-6412
(Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ)

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ РОСІЇ ПО ЛОКАЛЬНОМУ ЗАСТОСУВАННЮ ТАКТИЧНОЇ ЯДЕРНОЇ ЗБРОЇ

В статті проведено аналіз арсеналу тактичної ядерної зброї росії та проведено оцінки масштабів і наслідків в разі її локального застосування.

Сьогодні реально існують загрози, які пов'язані з міжнародним тероризмом та, особливо, з заволодінням і використанням систем ядерної (Запорізька АЕС), хімічної й біологічної зброї (підприємства та лабораторії на тимчасово окупованих територіях) або окремих її елементів (Севастопольський та Харківський реактор) під час ведення бойових дій на території України. Аналіз зазначених обставин свідчить, що питання хімічного, біологічного, радіаційного, ядерного захисту збройних сил і населення у сучасних умовах залишається досить актуальним та вимагає швидкого та об'єктивного оцінювання обстановки, проведення в обмежені терміни ліквідації наслідків можливого застосування противником хімічної, біологічної, радіаційної, ядерної зброї, руйнувань потенційно небезпечних об'єктів, поновлення боєздатності військ і здійснення широкого маневру збереженими силами і засобами.

Ключові слова: *ядерна зброя, зброя масового ураження, тактична ядерна зброя, ядерний удар, ядерні боєголовки, ядерний боєзаряд, потужності ядерного вибуху, моделювання наслідків.*

ВСТУП

Загроза повномасштабного вторгнення росії на територію України змусила керівництво більшості країн світу не тільки визнати реальність і серйозність загрози застосування зброї масового ураження (ЗМУ), небезпеки хімічного, біологічного, радіаційного, ядерного (ХБРЯ) зараження внаслідок руйнування потенційно небезпечних об'єктів (далі ПНО), але й робити конкретні кроки у напрямку протидії цим викликам національній безпеці.

Розвиток подій у світі за останнє десятиліття показує стійку тенденцію до того, що ЗМУ стає все більш важливим воєнним, політичним, економічним та правовим чинником (це показали наслідки спалаху епідемії вірусу COVID-19, джерело якого до цієї пори не ідентифіковано). Не дивлячись на приклад України, інші країни світу не тільки не відмовились від ЗМУ, а і активно продовжують її розвивати. Клуб ядерних держав постійно розширюється, не зважаючи на санкції світової спільноти. Військові доктрини багатьох держав допускають застосування ЗМУ проти країн, що не володіють цією зброєю. Захист від ЗМУ входить до пріоритетних напрямків розвитку озброєння та військової техніки країн-членів НАТО.

В разі застосування ЗМУ військам прийдеться діяти в умовах радіоактивного, хімічного, а можливо, і біологічного зараження, проводити заходити ХБРЯ розвідки, спеціальної обробки та інші, застосовувати засоби захисту. Безумовно, це вплине на характер ведення бойових дій. І це необхідно враховувати.

Разом з тим, в нових геополітичних реаліях, зброя масового ураження, зокрема ядерна, в руках росії перетворилась зі зброї стримування інших ядерних та неядерних держав в зброю шантажу та залякування цивілізованого світу. З такими реаліями світ ще не стикався.

Таким чином постає важлива прикладна наукова задача аналізу можливостей росії по застосуванню ядерної зброї, зокрема тактичної, в тому числі у вимірі так званої «обмеженої ядерної війни», а також можливих масштабів та наслідків застосування цієї зброї.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Питаннями аналізу арсеналу ядерної зброї росії займалися та займаються такі вчені, як I. Sutyagin, H. Kristensen, A. Arbatov, N. Sokov, M. Korda та інші, а питаннями моделювання масштабів та наслідків застосування цієї зброї – W. Daugherty, B. Levi, F. VonHippel, W. Arkin, R. Fieldhouse та ін. Разом з тим, існує розбіжність між цими дослідженнями. Дослідники арсеналу ЗМУ, маючи численний обсяг інформації щодо тактико-технічних характеристик, складу та кількості ядерної зброї, як правило, не моделюють масштаби і наслідки її застосування. В той же час, фахівці з питань моделювання не завжди коректно оцінюють вхідні дані щодо ТТХ ядерної зброї, не завжди коектно беруть до уваги можливі сценарії її застосування, характеристики цілей атаки та обмежуються масованими або точковими варіантами її застосування. Питання моделювання масштабів та наслідків локального застосування ЗМУ з прив'язкою до реального арсеналу країн, що володіють цією зброєю, у науковій літературі все ще досить слабо розкриті.

Метою цієї роботи є оцінка можливостей росії з локального застосування тактичної ядерної зброї, а також можливі масштаби і наслідки такого застосування з врахуванням реального стану ядерного арсеналу цієї країни.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Зброя масового ураження (ядерна, хімічна, біологічна) являє собою складну, розгалужену мережу різноманітних функціональних елементів, які в сукупності і формують можливості щодо застосування такої зброї. Вона потребує спеціальних сховищ для зберігання (з суворими вимогами до безпечності, захищеності та кліматичних умов), системи ремонту, обслуговування та контролю працездатності цієї зброї, спеціальних протоколів по приведенню її в бойове положення, підготовленого особового складу для її застосування, засобів доставки, системи автоматики та власне спеціальних бойових частин для створення відповідних до тактико-технічних характеристик вражаючих факторів.

Весь комплекс заходів щодо розробки, виробництва та утримування зброї масового ураження є дуже затратним, тому без істотного зниження добробуту населення володіти цією зброєю, а тим паче всіма видами цієї зброї, можуть тільки дуже заможні країни.

Існують різноманітні підходи до класифікації ядерної зброї, проте загальноприйнятої системи такої класифікації не існує до сих пір [1, 6, 8, 12]. Для зручності в нашій роботі будемо користуватися робочим варіантом такої класифікації (рис. 1), який не претендує на універсальність.

На рис. 1 позначено через РВСН – ракетні війська стратегічного призначення; ВКС – військово-космічні сили; ВМФ – військово-морський флот; СВ – сухопутні війська. Під оцінками потужності боєзаряду слід розуміти: надмалий <1 Кт; малий 1 – 10 Кт; середній 10 – 100 Кт; великий 100 – 1000 Кт; надвеликий >1000Кт.

В науковій літературі розглядаються різноманітні варіанти можливого «обмеженого» застосування ядерної зброї. Теоретичне обґрунтування обмеженого (локального) ядерного удару знайшло своє відображення в роботах Г. Канна, Р. Леппа, Ф. Мікше, Г. Кісінджера, Р. Осгуда, К. Грея, М. Макгвайра, П. Моргана, С. Іванова, В. Кулікова, В. Павловського та ін. Разом з тим, слід врахувати, що чіткої межі між масованим, локальним (обмеженим) та точковим застосуванням ядерної зброї немає. Проте під масованим найчастіше розуміється застосування зброї масового ураження, зокрема ядерної, по всім ключовим об'єктам на території ворожої країни. Локальне застосування обмежується одним або кількома районами, а точкове – якимось одним об'єктом. Відповідні райони можуть знаходитися безпосередньо в районі лінії зіткнення сторін (застосування безпосередньо по військам супротивника), в місцях розташування ключових військових об'єктів (штабів, складів зберігання ПММ, боєприпасів, техніки, військових резервів, місцях розташування пускових установок оперативно-тактичних ракет, далекобійних систем залпового вогню, систем ППО та ПРО, авіабаз, військово-морських баз), а також в глибокому тилу території супротивника (ключові міста,

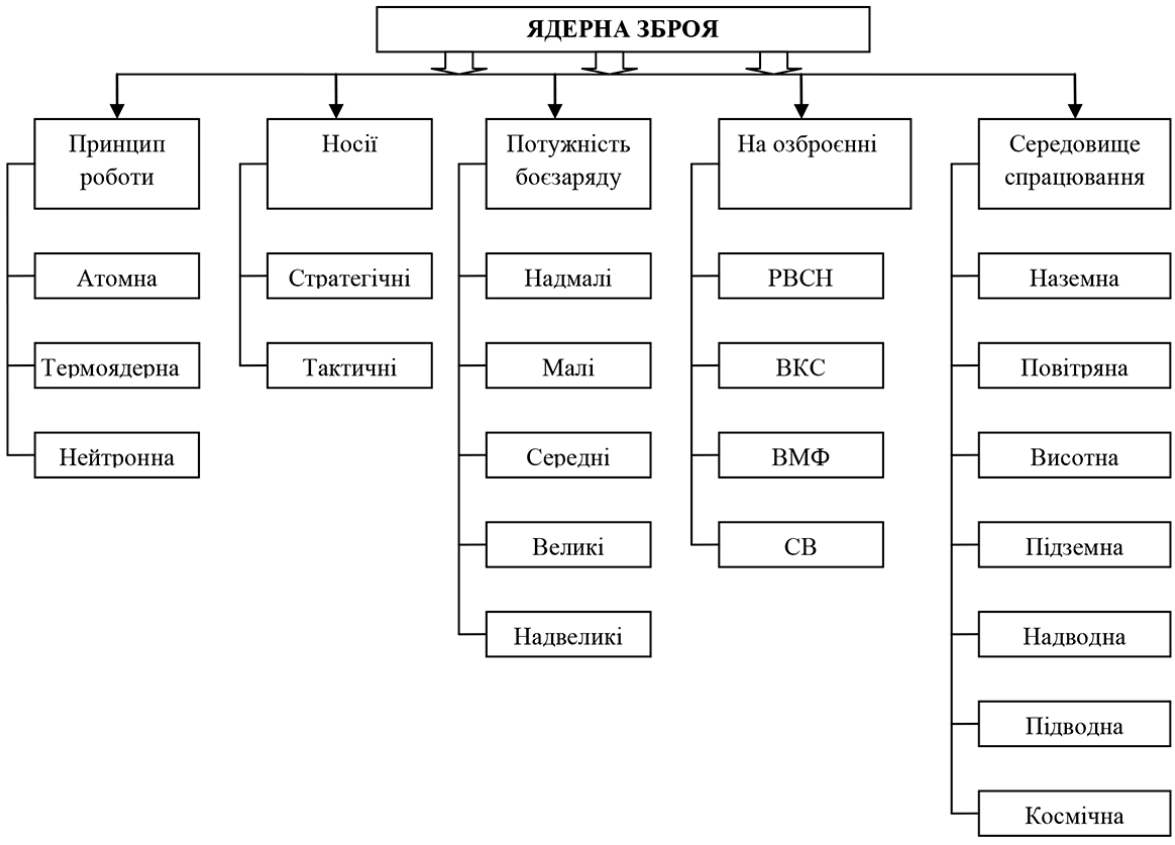


Рис. 1. Робочий варіант показників для класифікації ядерної зброї росії

центри промисловості, ключові об'єкти інфраструктури, центри прийняття рішень). Перші два випадки застосування є чисто військовими, в той час як останній слід скоріш класифікувати, як застосування зброї проти мирного населення.

Коли ми розглядаємо варіант локального застосування зброї масового ураження, ми повинні врахувати певні обмеження, виходячи з призначення та функціональних можливостей різних видів цієї зброї. Виходячи з масштабів та наслідків застосування, ми повинні відсікти ту зброю, яка не пристосована для ураження якихось окремих об'єктів або локальних районів. До такої зброї, на нашу думку, слід віднести стратегічну ядерну зброю, контагіозну та високо контагіозну біологічну зброю, а також хімічну та біологічну зброю, що може доставлятися носіями стратегічного рівня (балістичними ракетами середньої та великої дальності, підводними атомними човнами, важкими бомбардувальниками). Таким чином для локального застосування будемо вважати придатною тактичну ядерну зброю, хімічну та не контагіозну біологічну зброю, що може доставлятися не стратегічними носіями.

Тепер перейдемо до оцінки можливостей росії із застосування тактичної ядерної зброї. Під тактичною ядерною зброєю в цій роботі ми будемо розуміти зброю, яка не підпадає під жодні міжнародні договори про скорочення та ліквідацію ядерної зброї. Таким чином, під поняття тактичної у нас підпадає досить широкий клас ядерних боєголовок.

Згідно заяв офіційних осіб росії, станом на 2021 рік вона мала 6257 ядерних боєголовок різних типів, з яких 1456 знаходилися на бойовому чергуванні. Крім того, на 2021 рік росія задекларувала наступні можливості носіїв стратегічної ядерної зброї: 1189 ядерних зарядів на міжконтинентальних балістичних ракетах, 816 – на атомних підводних човнах та 580 – на стратегічних бомбардувальниках. Всього за один залп маємо 2585 ядерних боєголовок. Різні джерела вказують різну кількість стратегічних ядерних боєголовок, що знаходяться на бойовому чергуванні. Проте їх оцінки лежать в основному у межах 1200–1600 шт. [3–5].

Таким чином, в резерві у росії може знаходитися приблизно така ж кількість ядерних боєголовок (два бойових комплекти), тобто до 50 %. Залишається ще приблизно 3057–3857 ядерних боєголовок. З них більша частина – це тактична ядерна зброя, плюс певна кількість боєзарядів, що зняті з озброєння та зберігаються для подальшого демонтажу.

Кількість тактичної ядерної зброї, що знаходиться у рф, ніколи офіційно не оприлюднювалася. Оцінки різних експертів дуже сильно різняться. Проте, слід врахувати, що і межа поділу на стратегічну та тактичну ядерну зброю є сильно розмитою [2, 3, 7, 10]. Тому деякі ядерні заряди, що у одній країні можуть вважатися стратегічними, у іншій будуть класифікуватися, як тактичні. Наведемо оцінки кількості тактичних ядерних боєприпасів деяких дослідницьких організацій: ~4000 (дослідницька служба конгресу США), ~2000 (федерація американських вчених), 1040 (Королівський інститут оборонних досліджень), 1000–2000 (ЦРУ), до 2000 (Міністерство оборони США). Дехто взагалі вважає, що рф має тільки кілька тисяч одиниць тактичних ядерних боєприпасів, що списані та підлягають демонтажу. На думку більшості дослідників (H. Kristensen, N. Sokov, R. Ashley та інші) ближче до істини цифра у 2000 ядерних боєзарядів.

Ще більш складним є питання розподілу тактичних ядерних боєприпасів відповідно до їх призначення за засобами доставки. У табл. 1 приводяться оцінки деяких організацій дослідників та журналістів стосовно розподілу тактичних ядерних боєприпасів [4, 5, 9, 12].

Слід брати до уваги, що у 90-ті роки росія брала на себе односторонні зобов'язання зі зменшення тактичної ядерної зброї: знищити всі артилерійські боєприпаси і міни – до 2000 року, 50 % зенітних ядерних ракет – до 1996 року, до 33 % ракет морського базування – до 1995 року, та до 50 % ядерної зброї повітряного базування до 1996 року. При цьому були заяви військових про виведення з бойового складу (але не знищення!) всіх ядерних артилерійських снарядів та мін. Останнє питання залишається відкритим. Разом з тим, наявна інформація, що протягом 90-х років були зняті з озброєння ядерні артилерійські снаряди та ядерні фугаси, зокрема 152-мм ЗВБ3 – у 1991 році, 203-мм ЗВБ2 – у 1997 році. Відповідні боєприпаси були найбільш поширеними (1–2 тис. шт.) в категорії ядерних боєголовок надмалої та малої потужності (до 10 Кт). Відомо також, що термін зберігання цих боєприпасів складає 10–15 років, після

Таблиця 1. Оцінки розподілу тактичних ядерних боєприпасів по видах, родах військ росії, призначених для їх застосування

До яких видів, родів військ приписані	Оцінка кількості тактичних ядерних боєголовок				
	Стокгольмський міжнародний інститут дослідження миру	Федерація дослідників ядерної зброї США	Іван Січень, український журналіст	Олексій Фененко, Інститут проблем міжнародної безпеки РАН	Ігор Сутягін, Королівський Інститут оборонних досліджень
ВКС	650	500	800	800 (з них 300 – морська авіація)	334
ВМФ	730	935	500	500 (з них 250 – крилаті ракети)	330
ППО, ПРО	425	380	600	630	68–166
СВ	140	70	1000		128–201
Загалом	1945	1885	2900	1930	860–1031

чого ймовірність їх не спрацювання істотно зростає, тому вони потребують або утилізації, або планомірних робіт з продовження ресурсу. Носії до цих боєприпасів (табл. 2) до цієї пори знаходяться на озброєнні армії росії та використовують звичайні боєприпаси. Також у неї є вдосталь збройового плутонію, з якого за потреби, в разі збереження виробничої потужності, можливо у стислі терміни приступити до виробництва нових ядерних боєприпасів до цих носіїв. Все це вказує на те, що скоріш за все до 2010 року росія позбулася цих боєприпасів, віддавши перевагу більш потужним тактичним боєголовкам повітряного та морського базування, а також оперативно-тактичним та тактичним ракетним комплексам.

З проведеного аналізу слід зробити висновок, що еволюція тактичної ядерної зброї росії проводилася за рахунок зменшення кількості ядерних боєголовок, і в той же час підвищення їх надійності, керованості та збільшення потужності. Якщо відкинути ядерні боєприпаси надмалої та малої потужності (до 10 Кт), які росія відповідно до її зобов'язань повинна була знищити, то на озброєнні у неї залишилися боєприпаси, які тільки умовно можливо назвати тактичними, так як вони не підпадають під жодні міжнародні договори про скорочення та ліквідацію ядерної зброї. Як визнають самі росіяни, ці боєприпаси за своєю потужністю слід віднести до стратегічних, які розміщуються на тактичних носіях. Особливо це стосується ОТКР «Калібр» та ракет Х-22, Х-32, розміщених на бомбардувальниках Ту-22М3.

При оцінці масштабів і наслідків застосування зброї масового ураження слід звернути увагу перш за все на ядерну зброю, як таку, що росія гарантовано має у своєму арсеналі і відкрито декларує про можливість її застосування за певних умов. Відповідна оцінка потребуватиме деяких пояснень, уточнень і припущень.

По-перше, стратегічна і тактична ядерна зброя істотно відрізняються за своїм призначенням. Стратегічна ядерна зброя розглядається країнами, що нею володіють, як засіб стримування інших ядерних держав. Відповідно до призначення вона і розроблялася (в тому числі для знищення шахтних пускових установок стратегічних ракет,

Таблиця 2. Наявні на озброєнні носії тактичних ядерних боєприпасів росії (без засобів ППО, ПРО)

Засіб доставки	Наближена кількість	Штатний ядерний боєприпас	Потужність ядерного боєприпасу, Кт	Дальність, км
Артилерія, 152 мм				
2С3 Акація	800	3ВБ3	2,5	17,4
2С19 Мста-С	300	3ВБ3	2,5	17,4
2С5 Гіацинт	100	3ВБ3	2,5	17,4
Мста-Б	150	3ВБ3	2,5	17,4
Д-20	на зберіганні	3ВБ3	2,5	17,4
Артилерія, 203 мм				
2С7 Малка	60	3БВ2	2	18
Міномети, 240 мм				
2С4 Тюльпан	40	*3БВ4*	2	9,5
		3ВБ11	2	18
Авіація				
Міг-29, Су-27	~300	РН-40	30	
Су-24М	80	ТN1000 ТN1200	45 45	
Су-34	110	ТN1000 ТN1200	45 45	
Міг-31К	10	ТN1000 ТN1200	45 45	
Ту-22М3	60	Х-22, Х-32	350	300
Тактичні ракетні комплекси				
Точка-У	24	Ракета з ядерною БЧ 9Н39	10	120
		Ракета з ядерною БЧ 9Н64	100	120
ОТРК Іскандер	140	Ракета типу 9М729 (до 60) ОКР Калібр	50 ~200	500 2600
Засоби морського базування	9 (48 ОКР)	ОКР Калібр	~200	2600

Примітка: засоби доставки пристосовані до застосування тактичної ядерної зброї тільки в разі дообладнання відповідними засобами для її активації. Таким чином, в таблиці указано тільки число потенційних носіїв тактичної ядерної зброї.

аеродромів, військово-морських баз, де дислокуються носії ядерної зброї, а також місць складування і зберігання ядерних боєзарядів). Україна, як відомо, не розробляє, не виготовляє та не зберігає ядерну зброю. Таким чином, ймовірність застосування проти неї стратегічної ядерної зброї вкрай низька.

Щоб оцінити можливі масштаби та наслідки застосування тактичної ядерної зброї, необхідно вказати: скільки ядерних боєголовок доступно для застосування; скільки доступно носіїв; скільки з цього числа носіїв і ядерних боєголовок можливо застосувати; по яким об'єктам; який кількісний розподіл ядерних боєприпасів, що плануються до застосування за потужностями та носіями ядерної зброї; яка сумарна потужність запланованого ядерного удару.

Тактична ядерна зброя − це умовно зброя поля бою підвищеної потужності. Разом з тим, деякі ядерні боєприпаси, наприклад ракети з ядерним боєзарядом зенітно-ракетних військ, можемо вважати чисто оборонною зброєю, які не пристосовані для нанесення ударів по наземних цілях. Аналогічно більшість ядерних боєприпасів флоту (ракети, торпеди, міни) розроблялася для протидії кораблям противника та його військово-морським базам. В Україні практично немає цілей для такої зброї. Виключення складають крилаті ракети морського базування, які втім призначені для ураження важливих цілей в тилу противника, а не на полі бою. Отже при впливі на наші війська реалістично оцінювати ризик від застосування тактичної ядерної зброї носіями наземного та повітряного базування.

По-друге, не вся тактична ядерна зброя буде застосована, навіть у разі прийняття рішення на таке застосування. Є недоторкані запаси, які не будуть використовуватися. Є ядерні боєприпаси, що зарезервовані на випадок широкомасштабних бойових дій супроти інших держав. Так, зокрема за оцінками багатьох аналітиків, до 50 % тактичної ядерної зброї росії зарезервовані для стримування Китаю. При цьому з 12 центральних баз зберігання ядерних боєголовок росії 5 знаходяться на Уралі або за Уралом. Таким чином, для різних сценаріїв у нас залишаються доступними приблизно 445 тактичних ядерних боєприпасів (250 – ВКС, 125 – ВМФ, 70 – СВ). Для України з 12 центральних баз зберігання особливу небезпеку з точки зору логістики становлять Білгород-22, Воронеж-45, Брянськ-18, що розташовані порівняно близько до наших кордонів.

По-третє, певна кількість ядерних боєзарядів завжди знаходиться у резерві. Навіть при масованому ядерному ударі, в першій хвилі будуть задіяні не більше 50 % виділених на такий удар боєприпасів. Тобто в нашому випадку мова може йти про максимум 223 ядерних боєприпаси (125 – ВКС, 63 – ВМФ, 35 – СВ). Проте це в разі нанесення масованого ядерного удару.

З відкритих джерел інформації відомо, що в ході навчань, при моделюванні масштабів та наслідків застосування тактичної ядерної зброї з боку росії, кількість ядерних боєголовок у першому ударі вимірювалася сотнями. Так в ході навчань НАТО «Карт Бланш» (1995 рік) мова йшла про 268 тактичних ядерних боєприпасів, в моделі Прінстонського університету (2019 рік) – 300 одиниць, а доктор медичних наук А. Хелфанд у своїх роботах вів мову про 250 боєголовок. Але це на всю Європу в ході масованого ядерного удару!

Кількість боєприпасів до застосування (наряд на застосування) буде залежати від мети застосування, плану та можливих цілей для нанесення ядерного удару. Для локального ядерного удару кількість ядерних боєголовок буде істотно нижчою і буде вимірюватися не сотнями, а максимум кількома десятками. Ми можемо припустити, що ця цифра складе максимум – 10 % від числа боєголовок для масованого ядерного удару, тобто приблизно 22 одиниці. Пропорції для ВКС, ВМФ, СВ при цьому будуть істотно різнитися в залежності від мети і цілей для їх застосування. Так, для нанесення удару по військам в районі ведення бойових дій можуть бути задіяні менш потужні боєголовки (щоб мінімізувати шкоду своїм військам) із застосуванням авіації та носіїв тактичних ракет Точка-У. А от для знищення промислового потенціалу та об'єктів інфраструктури – крилаті ракети, бомбардувальна авіація (Су-24М, Ту-22М3, та

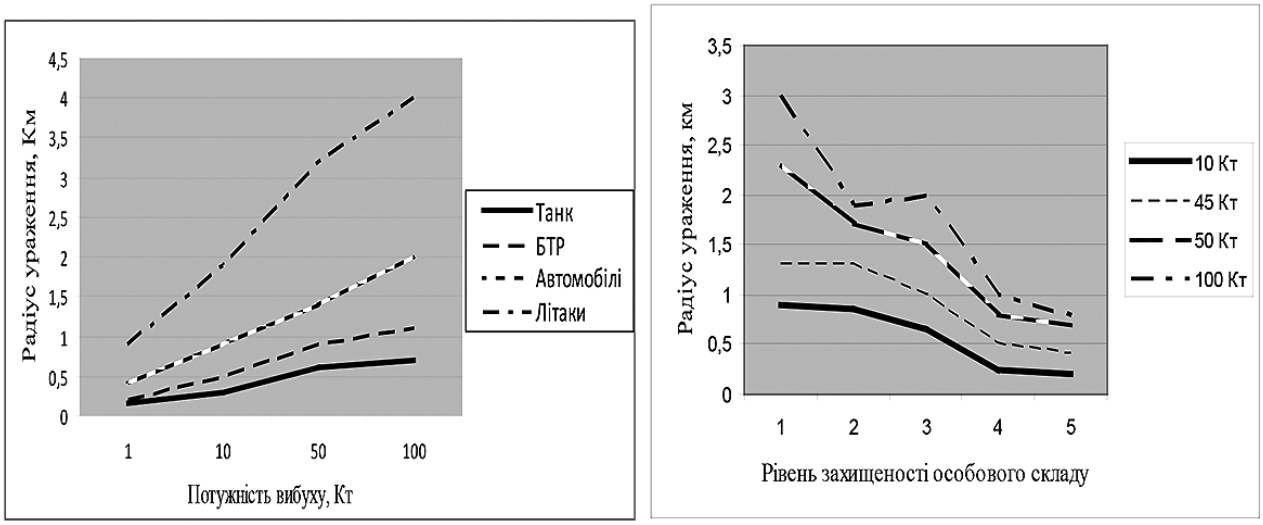


Рис. 2. Радіуси ураження особового складу та техніки в залежності від потужності ядерного вибуху

ін.), ОТРК «Іскандер» з більш потужними ядерними боєголовками.

Так як потужність тактичних ядерних боєприпасів для застосування по військовим цілям лежить у межах 10–100 Кт, то скоріш за все будуть застосовуватися атомні (однофазні) боєприпаси, де вражаючі фактори будуть комбіновані з переважанням ударної хвилі для наземних та світлового випромінювання для повітряних вибухів. На рис. 2 зображено основні залежності радіуса ураження особового складу в залежності від рівня його захищеності (5 – легке сховище, 4 – бліндаж, 3 – окоп, 2 – бронеавтомобіль, 1 – відкрита місцевість) та потужності ядерного вибуху, а також радіуси середніх ушкоджень техніки в залежності від потужності ядерного вибуху.

На основі даних, зображених на рис. 2, а також викладених в табл. 2, обраховано ймовірні втрати наших військ в обороні та наступі, в разі застосування росією проти них тактичної ядерної зброї. При цьому, відповідні втрати від ядерного удару однотипними боєголовками однакової потужності запропоновано обраховувати за формулою:

$$M_j = \sum_i \frac{k_j S_{ij}}{S} N_i, \qquad (1)$$

де M_j – втрати особового складу від локального удару ядерними боєголовками j-ї потужності; k_j – кількість ядерних боєголовок j-ї потужності; S_{ij}– площа ураження від ядерних боєголовок *j*-ї потужності особового складу, що має *i*-й рівень захисту; S – площа, яку займає військовий підрозділ; N_i – кількість особового складу підрозділу, що має і-й рівень захисту. Розглядаються наступні рівні захисту: особовий склад на відкритій місцевості, в окопах, бліндажах, легко броньованій техніці, автомобілях, танках.

Для комбінованого ядерного удару боєголовками різної потужності формулу (1) слід переписати у вигляді:

$$M = \sum_j \sum_i \frac{k_j S_{ij}}{S} N_i . \qquad (2)$$

В формулах (1) і (2) зроблено припущення, що площі зон ураження від різних ядерних боєголовок не перетинаються, а особовий склад рівномірно розподілений по площі, яку займає підрозділ. Таким чином, ці формули дають максимально можливий вихід зі строю особового складу від локального застосування ядерної зброї. За відповідними формулами проведено моделювання локального ядерного удару для військ в обороні з розрахунку 20 % особового складу – на відкритій місцевості, 10 % – в бліндажах, 50 % – в окопах, 10 % – в спорудах, 10 % – в легко броньованій техніці. Результати моделювання наведено в табл. 3.

Результати моделювання ймовірних втрат для військ в наступі з розрахунку 2 % особового складу − в танках, 25 % − в легко броньованій техніці, 73 % − в автомобільній техніці та на відкритій місцевості в табл. 4.

Виходячи з задач, які може ставити супротивник, за умови, що він намагається мінімізувати вплив на свої війська, в разі оборони найбільш ймовірним є локальний повітряний ядерний удар. При цьому радіоактивне зараження місцевості буде мінімальним, що дозволить після нанесення удару досить швидко розвити наступ. І навпаки, в разі наступу наших військ найбільш ймовірним є наземний ядерний удар по частинах другого ешелону, або комбінований наземно-повітряний удар (з нанесенням повітряного ядерного удару боєприпасами малої потужності по частинам першого ешелону та наземний ядерний удар по частинах другого ешелону). При цьому досягається нанесення максимального ураження нашим

Таблиця 3. Можливі наслідки застосування тактичної ядерної зброї проти військ в обороні

Засіб доставки ядерного заряду	Потужність ядерного заряду, Кт	Кількість ядерних боєприпасів	Максимальна площа зони комбінованого ураження, км^2	Максимальний вихід зі строю особового складу, чол.
повітряний				
Точка-У	10	22	250	4673
наземний				
Точка-У	10	22	117	3033
наземний				
Авіація	45	22	334	6876

Таблиця 4. Можливі наслідки застосування тактичної ядерної зброї проти військ в наступі

Засіб доставки ядерного заряду	Потужність ядерного заряду, Кт	Кількість ядерних боєприпасів	Максимальна площа зони комбінованого ураження, км^2	Максимальний вихід зі строю особового складу, чол.
повітряний				
Точка-У	10	22	250	13274
наземний				
Точка-У	10	22	117	7252
наземний				
Авіація	45	22	334	18347

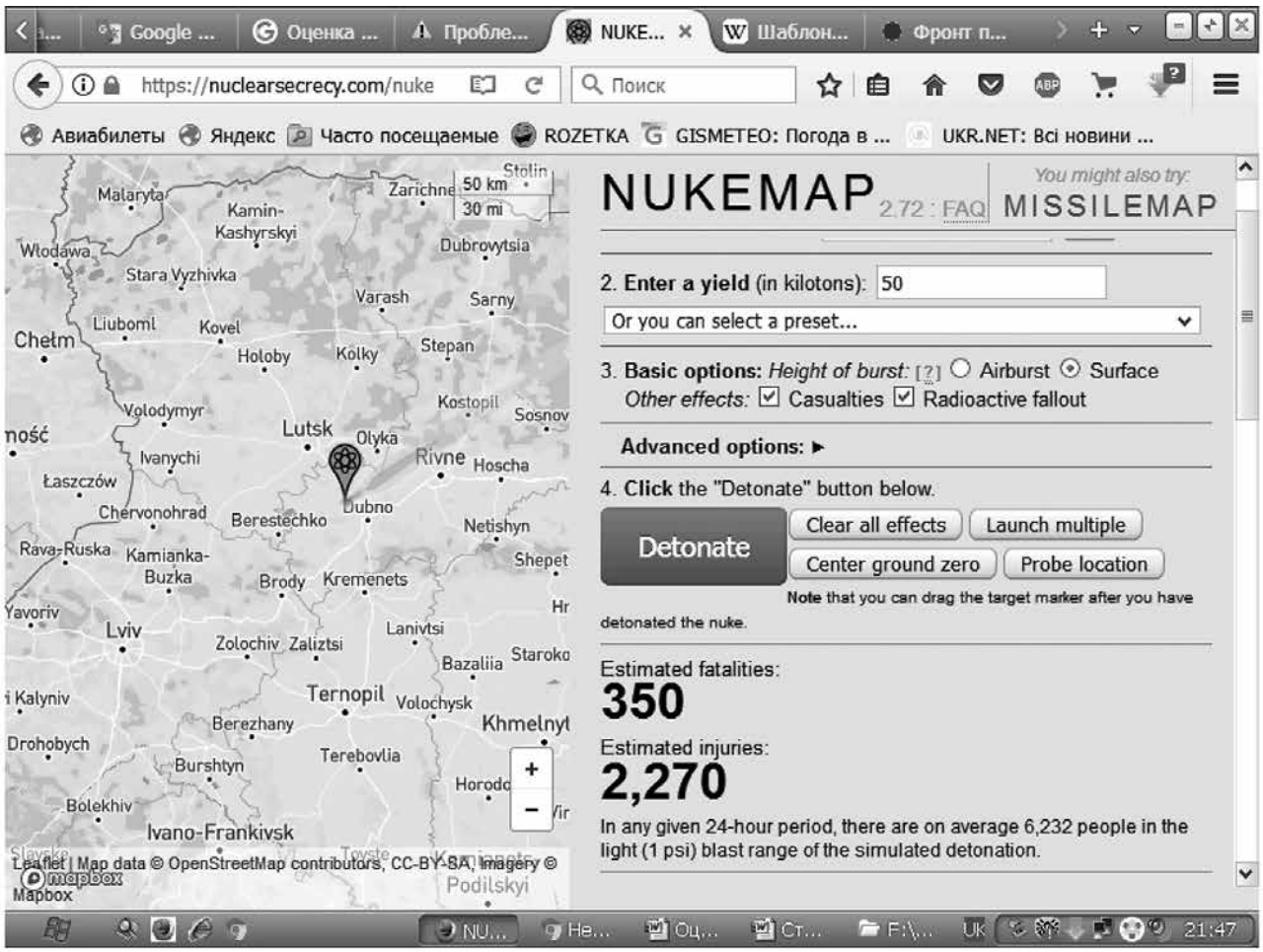


Рис. 3. Моделювання наслідків тактичного ядерного удару симулятором NukeMap

військам та сковується їх подальший рух за рахунок великих ділянок з радіоактивним зараженням місцевості.

Припустимо, що 22 тактичних ядерних боєприпаси будуть застосовані по 22 найбільшим українським містам (сценарій «війни на винищення»). Розподіл боєприпасів приймемо наступним: 7 одиниць – 350 Кт (носій – Ту-22М3), 7 одиниць – 200 Кт (ОКР Калібр морського базування), 8 одиниць – 50 Кт (ОТКР «Іскандер»). Епіцентри вибухів – випадкові, в межах міст. Оцінка можливих наслідків такого застосування проводилася за допомогою моделювання на симуляторі, розробленому Алексом Валленштайном − NUKEMAP (рис. 3 − 5).

Також за допомогою моделювання на симуляторі розглядаємо приклади застосування тактичної ядерної зброї по населеному пункту з населенням понад 430 тисяч людей. Потужність ядерної зброї залежить від цілого ряду факторів, у тому числі від розміру боєголовки, висоти, на якій вибухає ця боєголовка, та особливості місцевості, де застосовується ядерна зброя. За інформацією ВВС, у росії близько 2000 одиниць тактичної ядерної зброї. Зараз ці боєголовки знаходяться у сховищах, а не розгорнуті та готові до стрільби. Найменші з боєголовок можуть важити одну кілотонну або менше, а більші можуть досягати 100 кілотонн. Для порівняння: атомна бомба, яка забрала життя близько 146 000 людей у Хіросімі під час Другої світової війни, мала потужність 15 кілотонн, а найбільша стратегічна зброя росії становить не менше 800 кілотонн.

За допомогою ресурсу NUKEMAP, за ввідних даних створюються гіпотетичні ситуації у вибраному місті.

Таблиця 5. Можливі наслідки локального (обмеженого) тактичного ядерного удару по найбільшим містам України

Міста, тис. жителів	Тип носія	Потужність, Кт	Кількість боєприпасів	Можливі смертельні втрати серед населення, тис. чол.
>500	Ту-22М3	350	7	820,79
260−500	ОКР Калібр	200	7	593,00
215−260	ОТКР Іскандер	50	8	234,84
Всього		600	22	1648,61

Так, наприклад, якщо в центр міста з населенням 430 тисяч людей впаде бомба в 10 кілотонн, це призведе до смерті понад 11 тисяч людей, понад 30 тисяч отримають травми у вигляді опіків та поранень уламками. На карті показані умовні радіуси ураження залежно від тяжкості наслідків.

Жовтим кольором позначений умовний розмір ядерної вогняної кулі, його радіус — 200 метрів. Усе, що знаходиться всередині вогняної кулі, випаровується.

Зеленим кольором зображено умовний радіус випромінювання. В цьому випадку він становить 1,25 км (площа − 4,91 км²). Для всіх, хто знаходиться в цьому радіусі, можливий летальний кінець приблизно через 1 місяць; 15 % тих, хто вижив, зрештою помруть від раку. Втім, є факт, що спростовує цю версію, і навіть перебуваючи у цій зоні, є шанси не тільки вижити, а й прожити довге життя.

Темно-сірий колір − помірний радіус ураження вибухом, під час вибуху 10-кілотонної бомби радіус становить 0,99 км (площа − 3,06 км²). У цій зоні буде зруйновано більшість житлових будівель, смертельні випадки настають через дію вибухової хвилі. Виникає висока ймовірність виникнення пожежі в приміщеннях, а пошкоджені в такий спосіб будівлі, швидше за все, згорять. Цей радіус часто використовується як орієнтир для середньої шкоди в містах.

Помаранчевим кольором показаний радіус теплового випромінювання − 1,41 км (площа − 6,22 км²). Усі, хто знаходяться в цьому радіусі поза сховищами, отримають опіки третього ступеня. Вони поширюються на всі шари шкіри й часто безболісні, оскільки руйнують нервові закінчення. Такі опіки можуть спричинити серйозні рубці або навіть призвести до ампутації.

Світло-сірий колір − це радіус ураження «легким» вибухом, становить 2,53 км (площа − 20,2 км²). У цій зоні розіб'ються всі скляні вікна. Це може викликати безліч травм у тих, хто підходить до вікна, побачивши спалах ядерного вибуху. Часто використовується як орієнтир для легкої шкоди в містах.

Це гіпотетична ситуація вибуху повітряної ядерної бомби. У разі вибуху наземної ядерної бомби кожен із зазначених радіусів, за винятком ядерної кулі, виявиться приблизно вдвічі менше.

Поширення радіоактивного забруднення після вибуху

Радіоактивне зараження місцевих предметів, бойової техніки, кораблів та людей, що знаходяться поза укриттями, можливе в районі ядерного вибуху та на шляху руху радіоактивної хмари. Зараження відбувається в результаті випадання радіоактивних речовин, що утворилися під час вибуху. Радіоактивне випромінювання цих речовин, як і проникна радіація, шкідливо діє на організм людини. Вони не виявляються органами чуття людини, оскільки не мають ні запаху, ні кольору. Їхнє виявлення можливе лише за допомогою дозиметричних приладів − індикаторів радіоактивності, рентгенметрів або радіометрів. Рентгенметр дає змогу визначити рівень радіації на місцевості. Радіометр забезпечує визначення ступеня радіоактивного зараження людей, повітря, води та техніки.

Знову ж таки на прикладі міста з населенням більше 430 тисяч людей розглянемо, як далеко поширюється радіаційне зараження під час вибуху бомби в 1 кілотонну. Ми знаємо, що радіація поширюється вітром, у цьому разі він − північно-східний.

Червоний колір − контур випадання 100 рад на годину. Це ділянка довжиною 7,36 км і шириною 460 м. Перебуваючи в цій зоні годину, людина зазнає короткочасної стерилізації − це втрата здатності мати потомство. Можлива первинна променева хвороба: імунні хвороби, рак, катаракта, склеротичні процеси.

Помаранчевим кольором зафарбована область з випаданням 10 рад на годину, її довжина становить 27,5 км, а ширина − 2,27 км. Імовірність мутацій при такому опроміненні збільшується вдвічі. Втім, ця доза в 3 рази менша, ніж людина отримує під час рентгену шлунка.

Жовтим кольором позначено область з випаданням 1 рад на годину. Приблизно таку ж дозу опромінення отримує людина, яка задіяна в ядерній індустрії, яка цілий рік працювала з джерелом іонізуючого випромінювання.

Результати можливих наслідків застосування локального (обмеженого) ядерного удару тактичними ядерними боєприпасами загальною потужністю 4250 Кт представлені у табл. 5.

Як слідує з таблиці, внаслідок такого «обмеженого» тактичного ядерного удару сумарні смертельні втрати можуть становити більше 1,6 млн чоловік. Крім того, до 3 млн отримають поранення різного ступеню важкості, в тому числі опіки від «вогневого шторму», а також променеву хворобу. Це збільшить загальні втрати протягом наступних кількох місяців після нанесення ядерного удару. Загалом санітарні втрати від «обмеженого» тактичного ядерного удару по найбільшим містам України можуть скласти до 12 % населення України.

Для порівняння в моделі ядерної війни між НАТО і росією, змодельованої вченими Прінстонського університету (2019 рік), застосування 300 одиниць стратегічних ядерних боєприпасів по найбільшим містам може призвести до смертельних втрат в Європі та росії до 85,3 млн чоловік.

Разом з тим, моделювання застосування аналогічного за потужністю тактичного ядерного удару по сільській місцевості дає втрати до 37 тис. чоловік загиблими та близько 73 тис. тих, хто отримав поранення. Отже розосередження населення різко знижує втрати від застосування ядерної зброї

ВИСНОВКИ

На даний час, за різноманітними оцінками, росія володіє істотним арсеналом тактичних ядерних боєприпасів загальною кількістю близько 2 тисяч одиниць. За потужністю боєзаряду вони знаходяться в категоріях «середніх» та «великих» ядерних боєприпасів і мало чим відрізняються від стратегічних аналогів. Результати їх застосування будуть істотно залежати від розосередженості людей в епіцентрі вибуху, рівня їх захищеності та тренованості на випадок застосування ядерної зброї.

В разі низької підготовки військ, навіть локальне застосування тактичної ядерної зброї може призвести до зриву наступальної операції. А застосування цієї ж зброї

в густонаселених районах може взагалі призвести до катастрофічних наслідків. Виглядає цілком розумним та доречним, на випадок високих ризиків застосування проти України ядерної зброї, провести завчасну евакуацію населення з великих міст з його подальшим розосередженням в невеликих населених пунктах. Крім того, дуже важливо посилити інформаційну роботу, як серед військовослужбовців, так і серед населення стосовно правил поводження на випадок отримання інформації про загрозу застосування противником зброї масового ураження, зокрема ядерної зброї.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

1. Литвиненко В.И., Герасимов А.А. Защита войск от оружия массового поражения: учебное пособие. М.: КНОРУС. 2021. 278 с.
2. Kelleher, Catherine & Warren, Scott (2009). Getting to Zero Starts Here: Tactical Nuclear Weapons. Arms Control Association. Available at: https://web.archive.org/web/20220308000558/https://www.armscontrol.org/act /2009-10/getting-zero-starts-here-tactical-nuclear-weapons.
3. Amy F. Woolf. Nonstrategic Nuclear Weapons. Available at: https://web.archive.org/web/20060525195529/ http://www.fas.org/sgp/crs/nuke/RL32572.pdf.
4. Hans M. Kristensen & Matt Korda. Russian nuclear weapons. Bull. of the Atomic Scientists. 2022. Vol. 78. № 2. Pp. 98—121. Available at: https://doi.org/10.1080/00963402.2022.2038907.
5. СІПРІ 2015: щорічник: озброєння, роззброєння та міжнародна безпека: пер. з англ. Стокгольм. Міжнар. ін-т дослідження миру; Укр. центр екон. і політ. досліджень ім. О. Разумкова; редкол. укр. вид.: Л. Шангіна (гол. ред.) та ін. Київ: Заповіт. 2016. 688 с.
6. Дуркалец Я. Договору о нераспространении ядерного оружия пятьдесят лет: кризис среднего возраста. Вестн. НАТО. 2018. [Електронний ресурс] − Режим доступу: https://www.nato.int/docu/review/ru/articles/2018/06/29/dogovoru-o-nerasprostraneniiyadernogo-oruyoiya-pyat-desyat-let-krizis-srednegovozrasta/index.html.
7. Лоссовський І.Є. Будапештські «гарантії» України як фактор ерозії. Проблеми ядерної безпеки сучасного світу і Україна. 2016. 140 с.
8. Меморандум про гарантії безпеки у зв'язку з приєднанням України до Договору про нерозповсюдження ядерної зброї. Україна, російська федерація, Великобританія [...]. Меморандум, Міжнародний документ від 05.12.1994. Зібрання чинних міжнар. договорів України. 2004. № 4. Ст. 1034.
9. Михайленко Е.Б. Ядерный мир: новые вызовы режиму ядерного нераспространения. М-во образования и науки рос. федерации. Урал. федер. ун-т. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та. 2017. 432 с. [Електронний ресурс] − Режим доступу: http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/52556/1/978-5-7996-2225-1_2017.pdf.
10. Официальный отчет Генеральной Ассамблеи ООН. 34 пленарное заседание от 9 ноября 2018 года. Доклад МАГАТЭ. [Електронний ресурс] − Режим доступу: https://undocs.org/pdf?symbol=ru/A/73/PV.34.
11. Услиста Ю.А., Ольвінська Ю.О. Використання ядерної зброї: ілюзія миру. Статистика – інструмент соціально-економічних досліджень: зб. наук. студ. пр. 2016. Вип. 2. Одеса: ОНЕУ. С. 148—155.
12. Устав МАГАТЕ. [Електронний ресурс] − Режим доступу: https://www.iaea.org/sites/default/files/statute_rus.pdf.

REFERENCES

1. Lytvynenko, V.I. & Gerasimov, A.A. (2021). "Zashchita voisk ot oruzhiia massovogo porazheniia: uchebnoe posobie" [Defence of troops from weapons of mass destruction: textbook], KNORUS. M. 278 p.
2. Kelleher, Catherine & Warren, Scott (2009). Getting to Zero Starts Here: Tactical Nuclear Weapons. Arms Control Association. Available at: https://web.archive.org/web/20220308000558/https://www.armscontrol.org/act /2009-10/getting-zero-starts-here-tactical-nuclear-weapons.
3. Amy F. Woolf. Nonstrategic Nuclear Weapons. Available at: https://web.archive.org/web/20060525195529/ http://www.fas.org/sgp/crs/nuke/RL32572.pdf.
4. Hans M. Kristensen & Matt Korda. Russian nuclear weapons. Bull. of the Atomic Scientists. 2022. Vol. 78. № 2. Pp. 98—121. Available at: https://doi.org/10.1080/00963402.2022.2038907.
5. "SIPRI 2015: shchorichnyk: ozbroennia, rozzbroennia ta mizhnarodna bezpeka: per. z angl. Stokgolm. Mizhnar. in-t doslidzhennia myru; Ukr. tsentr ekon. i polit. doslidzhen im. O. Razumkova; redkol. ukr. vyd.: L. Shangina (gol. red.) ta in." [SIPRI 2015: yearbook: arms, disarmament and international security: trans. from English. Stockholm. Intern. Inst. of Technology peace research; Ukraine center of economy and flight research named after O. Razumkov; Redcol. Ukrainian ed.: L. Shangina (chief editor) and others], Zapovit. K. 2016. 688 p.
6. Ya. Durkalets. "Dogovoru o nerasprostranenii yadernogo oruzhiia piatdesiat let: krizis srednego vozrasta" [Five Years of the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons: A Midlife Crisis.], NATO Herald 2018. Available at: https://www.nato.int/docu/review/ru/articles/2018/06/29/dogovoru-o-nerasprostraneniiyadernogo-oruyoiya-pyat-desyat-let-krizis-srednegovozrasta/index.html.
7. Lossovskii, I.E. (2016). "Budapeshtski «garantii» Ukrainy yak factor erozii. Problemy yadernoi bezpeky suchasnogo svitu i Ukraina" [Budapest «guarantees» of Ukraine as a factor of erosion. Nuclear safety problems of the modern world and Ukraine]. 140 p.
8. "Memorandum pro garantii bezpeku u zviazku z pryednanniam Ukrainy do Dogovoru pro nerozpovsiudzhennia yadernoi zbroi. Ukraina, rosiiska federatsiia, Velykobrytania [...]. Memorandum. Mizhnar. Dokum. vid 05.12.1994" [Memorandum on security guarantees in connect on with the accession of Ukraine to the

Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons Ukraine, the russian Federation, Great Britain [...]. Memorandum: Intern. document dated 05.12.1994], coll. of current intern. treaties of Ukraine. 2004. No. 4. Art. 1034.
9. Mykhaylenko, E.B. (2018). "Yadernyi mir: novye vyzovy rezhymu yadernogo nerasprostraneniia. M-vo obrazovaniia i nauki ros. Federatsii. Ural. Feder. Un-t" [Nuclear peace: new challenges to the nuclear on-proliferation regime. russian Ministry of Education and Science. Urals. Feder Univ], izd-vo Ural. Univ. Ekaterinburg. 432 p. Available at: http://elar.urfu.ru/bitstream/10995/52556/1/978-5-7996-2225-1_2017.pdf.
10. "Ofitsialnyi otchet Generalnoi Assamblei OON. 34 plenarnoe zasedanie ot 9 noiabria 2018 goda" [Official report of the UN General Assembly. 34th plenary session on November 9], Report of the IAEA. Available at: https://undocs.org/pdf?symbol=ru/A/73/PV.34.
11. Uslista, Yu.A. & Olvinska, Yu.O. (2016). "Vykorystannia yadernoi zbroi: iliuziia myru. Statystyka – instrument sotsialno-ekonomichnykh doslidzhen: zb. nauk. stud. pr. Vyp. 2" [The use of nuclear weapons: the illusion of peace. Statistics – a tool for socio-economic research: coll. of scientific student works. Iss. 2]. ONEU, Odesa. Pp. 148—155.
12. "Ustav MAGATE" [Statute of the IAEA]. Available at: https://www.iaea.org/sites/default/files/ statute_rus.pdf.

Slobodianik V., Shvets I.

ANALYSIS OF RUSSIA'S OPPORTUNITIES FOR LOCAL USE OF TACTICAL NUCLEAR WEAPONS

The atricle analyses the arsenal of tactical nuclear weapons of russia and assesses the scope and consequences in case fits localise, options for localise of weapons of mass destruction, issues of modelling the scale and consequences of localise of weapons of mass destruction including with the real russian arsenal.

Today, there are real threats associated with international terrorism and, especially, with the possession and use of systems of nuclear (Zaporizka nuclear power plant), chemical and biological weapons (enterprises and laboratories in the temporarily occupied territories) or their individual elements (Sevastopol and Kharkovreactor) during hostilities on the territory of Ukraine. The analysis of the specified circumstances shows that the issue of chemical, biological, radiation, nuclear protection of the armed forces and the population in modern conditions remains quite relevant and requires a quick and objective assessment of the situation from commanders (chiefs), staffs, chiefs of military branches, special forces and services, carrying out in a limited time the elimination of the consequences of the possible use of chemical, biological, radiation, nuclear weapons by the enemy, the destruction of a potentially dangerous object, the renewal of the combat capability of the troops and the implementation of a wide manoeuvre with the preserved forces and means.

During this period, the troops will have to operate in conditions of radioactive, chemical and possibly biological contamination, carry out chemical, biological radiation, nuclear reconnaissance, special processing and other methods, use protective equipment, this will certainly affect the nature of the conduct of hostilities. And this must be taken into account. In the conditions of destruction, a potentially dangerous object, if safety measures are not taken, may suffer large losses of troops (power).

Keywords: *nuclear weapons, weapons of mass destruction, tactical nuclear weapons, potentially dangerous objects, nuclear strike, nuclear warheads, nuclear warhead, power of nuclear explosion, simulation of consequences.*

Відомості про авторів:
Слободяник Володимир Анатолійович
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу розвитку засобів інженерного озброєння та РХБ захисту науково-дослідного управління розвитку озброєння та військової техніки спеціальних військ Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0001-5901-873X

Швець Ігор Миколайович
магістр, ад'юнкт науково-організаційного відділу Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України, м. Київ, Україна
https://orcid.org/0000-0002-2447-6412

Information about the authors:
Volodymyr Slobodyanik
Candidate of Technical Sciences, Senior Research Associate, leading research of the research department of the development of engineering weapons and RCB defence of the research department of the development of weapons and military equipment of the special forces of the Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0001-5901-873X

Ihor Shvets
master, adjunct of the scientific and organizational department of the Central Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment of Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-2447-6412