

**ВІЙСЬКОВИЙ ІНСТИТУТ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**ВІЙСЬКОВОГО ІНСТИТУТУ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Виходить 4 рази на рік

№ 87

Згідно з наказом МОН №1188 від 24.09.2020, п. №156 Додатку 5 «Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка» включено до категорії «Б» за спеціальностями:

- F4 Системний аналіз та наука про дані (124);
- F6 Інформаційні системи і технології (126);
- K6 Забезпечення військ (сил) (254);
- K7 Озброєння та військова техніка (255).

**MILITARY INSTITUTE OF TARAS SHEVCHENKO NATIONAL
UNIVERSITY OF KYIV**

COLLECTION OF SCIENTIFIC WORKS

**OF THE MILITARY INSTITUTE OF TARAS SHEVCHENKO
NATIONAL UNIVERSITY OF KYIV**

It comes out 4 times a year

№ 87

According to the Order of the Ministry of Education and Science No. 1188 from 09/24/2020, item No. 156 of Appendix 5 «Collection of scientific works of the Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv» is included in category «B» by specialties:

F4 System analysis and date scsence (124);

F6 Information systems and technologies (126);

K6 Supply of troops (forces) (254);

K7 Armament and military equipment (255).

KYIV – 2025

УДК 621.43

ББК 32-26.8-68.49

Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. К.: ВІКНУ, 2025. № 87. 152 с.

Голова редакційної колегії:

Лєнков С.В.

доктор технічних наук, професор, ВІКНУ;

Члени редакційної колегії:

Анісімов А.В.

доктор фізико-математичних наук, професор, член-кор. НАНУ, КНУ;

Барабаш О.В.

доктор технічних наук, професор, НТУУ КПІ;

Гунченко Ю.О.

доктор технічних наук, професор, ОНУ;

Жиров Г.Б.

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, КНУ;

Заславський В.А.

доктор технічних наук, професор, КНУ;

Карпінський М.П.

доктор технічних наук, професор, УНТ, Краків (Польща)

Лепіх Я.І.

доктор фізико-математичних наук, професор, ОНУ;

Петров О.С.

доктор технічних наук, професор, УНТ, Краків (Польща);

Погорілий С.Д.

доктор технічних наук, професор, КНУ;

Толок І.В.

кандидат педагогічних наук, доцент, НУЦЗУ;

Хайрова Н.Ф.

доктор технічних наук, професор, Університет Умеа (Швеція);

Хлапонін Ю.І.

доктор технічних наук, професор, КНУБА;

Шаронова Н.В.

доктор технічних наук, професор, НТУ ХП.

Редакційна колегія прагне до покращення змісту та якості оформлення видання і буде вдячна авторам та читачам за висловлювання зауважень і побажань.

Зареєстровано Міністерством юстиції України, свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації – серія КВ № 11541 – 413Р від 21.07.2006 р.

Відповідно до наказу МОН України від 24.09.2020 № 1188 «Збірник наукових праць ВІКНУ імені Тараса Шевченка» внесено до категорії «Б» (технічні науки).

Затверджено на засіданні Вченої ради ВІКНУ від 17.07.25 р., протокол № 13.

Відповідальна за макет:
Зарицька А.І.

Відповідальність за новизну і достовірність наведених результатів, тактико-технічних та економічних показників і коректність висловлювань несуть автори. Точка зору редколегії не завжди збігається з позицією авторів. Усі матеріали надруковані в авторській редакції.

Усі статті, що публікуються в збірнику, проходять обов'язкове рецензування, яке здійснюється за анонімною формою як для авторів, так і для рецензентів. Незважаючи на перевірку статей на антиплагіат, остаточну відповідальність за плагіат несуть автори.

Видання безкоштовне.

Примірники збірників знаходяться у: Національній бібліотеці України ім. В.І. Вернадського, науковій бібліотеці ім. М. Максимовича, бібліотеці Військового інституту та в наукових бібліотеках України згідно зі списком МОН. Електронна версія збірника розміщена на відповідних сайтах.

Видання індексується Google Scholar.

ом

Адреса редакції: 03189, м. Київ, вул. Ю. Здановської, 81, тел./факс +38 (044) 521 – 33 – 82

Наклад 50 прим. Ел. адреса редактора: lenkov_s@ukr.net

Офіційний сайт журналу: <http://miljournals.knu.ua>

UDC 621.43
LBC 32-26.8-68.49

Collection of scientific works of the Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv. K.: VIKNU, 2025. № 87. 152 p.

Chairman of the editorial board:

Lienkov S.V. doctor of technical sciences, professor, VIKNU;

Members of the editorial board:

Anisimov A.V. doctor of physics and mathematics, professor, corresponding member of. NASU, KNU;
Barabash O.V. doctor of technical sciences, professor, NTUU KPI;
Gunchenko Yu.O. doctor of technical sciences, professor, ONU;
Zhyrov G.B. candidate of technical sciences, senior researcher, KNU;
Zaslavsky V.A. doctor of technical sciences, professor, KNU;
Karpinski M.P. doctor of technical sciences, professor, UNT, Krakow (Poland)
Lepikh Ya.I. doctor of physics and mathematics, professor, ONU;
Petrov O.S. doctor of technical sciences, professor, UNT, Krakow (Poland);
Pogorilyy S.D. doctor of technical sciences, professor, KNU;
Tolok I.V. candidate of pedagogical sciences, docent, NUCP
Khairova N.F. doctor of technical sciences, profecor, Umea University (Sweden);
Khlaponin Yu.I. doctor of technical sciences, professor, KNUBA;
Sharonova N.V. doctor of technical sciences, professor, NTU KhPI.

The editorial board strives to improve the content and quality of the publication and will be grateful to the authors and readers for their comments and wishes.

Registered by the Ministry of Justice of Ukraine, certificate of state registration of printed mass media – KV series No. 11541 – 413P from 07/21/2006.

In accordance with the Order of the Ministry of Education and Science of Ukraine from September 24, 2020 No. 1188, «Collection of Scientific Works of the Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv» is included in category «B» (technical sciences).

Approved at the meeting of the Scientific Council of VIKNU from 17.07.2025, prot. NO13.

Responsible for the layout:
Zaritsky A.

The authors are responsible for the novelty and reliability of the given results, tactical-technical and economic indicators and the correctness of statements. The point of view of the editorial board does not always coincide with the position of the authors. All the materials are printed in the author's edition.

All articles published in the collection undergo a mandatory review, which is carried out anonymously for both authors and reviewers. Despite checking the articles for anti-plagiarism, the final responsibility for plagiarism lies with the authors.

The publication is free.

Copies of the collections are in the National Library of Ukraine named after V.I. Vernadsky, in the scientific library named after M. Maksymovych, in the library of the Military Institute and in the scientific libraries of Ukraine according to the list of the Ministry of Education and Science. The electronic version of the collection is posted on the relevant websites.

The publication is indexed by Google Scholar.

Address of the editorial office: 03189, Kyiv, str. Y. Zdanovska, 81, phone/fax +38(044) 521 – 33 – 82 Edition of 50 copies. E-mail address of the editor: lenkov_s@ukr.net
Official website of the journal: <http://miljournals.knu.ua>

ЗМІСТ

ВІЙСЬКОВА ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЇ ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Адамов Ю.І., Завальнюк В. В. Віддалене десантування вантажів за допомогою БпЛА для логістичного забезпечення підрозділів ЗС України	7
Бабій Ю.О., Поліщук В.В., Якимчук А.В., Демчишин В.С., Зарицька А.І., Сервило Т.Я. Умовні позначення як компонент протидії гібридним загрозам у оперативно-службовій діяльності Державної прикордонної служби України: адаптація до євроатлантичних стандартів	18
Зайцев І.П., Кольцов Р.Ю., Кучер А.О. Протидія штурмовим групам противника, які діють на малогабаритній швидкісній техніці із застосуванням стрілецької зброї	31
Кравчук О. І. Уражаюча дія низькошвидкісних осколкових полів радіально-осьових осколково-фугасних снарядів	42
Луцишин А.М., Ленков С.В. Пропозиції щодо удосконалення методики підготовки штурмових груп для дій в урбанізованій місцевості з застосуванням стрілецької зброї іноземного виробництва	48
Нікул С. О. Аналіз процесу фрагментації радіально-осьових осколково-фугасних мін	57
Петрушенко М.М. Оцінка чутливості радіально-осьових осколково-фугасних снарядів до навантажень при пострілі	64

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Haisha O.O., Lienkov S.V., Haisha O.O. Algorithm and software tool for solving the problem of local passenger traffic	70
Давиденко А.М., Азарний Д.І. Хроніка наукових досліджень у сфері дідфейків: аналіз публікацій, тенденцій та використаних датасетів	80
Маміч В.В., Максименко Ю.А., Дідик В.О., Шаршаткін Д. Ю., Задорожний С. М. Аналіз процесу декомпозиції та візуалізації в аналітичній роботі розвідника	88
Погребняк Л.М., Лукіна К.В. Аналіз засобів моніторингу електронних комунікаційних мереж	94

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ

Андрущенко І.С., Ставісюк Р.Л., Сінько В.В., Остапчук О.М. Принципи впровадження проблемного навчання в підготовку майбутніх офіцерів під час ведення війни	106
Бойко А.А., Ткач М.Я. Міжнародні стандарти та західні практики: пошук шляхів розвитку системи внутрішнього контролю	113
Зайцев Д.В., Зборчий А.С., Мельник Я.І. Основи військового лідерства. Сучасні підходи до розвитку військових лідерів у військовому інституті. Проблемні питання	131

Дані про авторів	140
Алфавітний покажчик	142
Редакційна політика та етичні норми	143
Якісні показники членів редакційної колегії. Перелік спеціальностей збірника та пропозиції щодо його вдосконалення з 01.01.26	145
Порядок подання і оформлення статей до «Збірника наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка»	147

CONTENTS

MILITARY EQUIPMENT AND TWO-DESTINATION TECHNOLOGIESc

Adamov Y.I., Zavalniuk V.V. Remote cargo airdrop systems for logistical support of the armed forces of Ukraine	7
Babiy Yu.O., Polishchuk V.V., Yakymchuk A.V., Demchyshyn V. S., Zarytska A.I., Servilo T. Ya. Symbolism as a component of countering hybrid threats in the operational and service activities of the State border service of Ukraine: adaptation to euro-atlantic standards	18
Zaitsev I.P., Koltsov R.U. Counteraction against enemy assault groups operating on small-sized high-speed vehicles using small arms	31
Kravchuk O.I. The stunning effect of low-velocity fragment fields of radial-axial high-explosive fragmentation mills	42
Lutsyshyn A.M., Lienkov S.V. Proposals for improving training methodology for assault groups operating in urbanized areas using foreign-made small arms	48
Nikul D.S. discussion of the fragmentation process of radial-axial high-explastic fragmentation mines	57
Petrushenko M.M. Assessment of the sensitivity of radial-axial high-explosive fragmentation projectile to loads during firing	64

INFORMATION TECHNOLOGIES

Haisha O.O., Lienkov S.V., Haisha O.O. Algorithm and software tool for solving the problem of local passenger traffic	70
Davydenko A.M., Azarnyi D.I. Chronicle of dipfeyk scientific research: analysis	80
Mamich V.V., Maksimenko Yu.A., Didyk V.O., Sharshatkin D.Y., Korol D.A. Analysis of the process of decomposition and visualization in the analytical work of the intelligent	88
Pogrebniak L.M., Lukina K.V. Analysis of monitoring means of electronic communication networks	94

GENERAL QUESTIONS

Andrushchenko I.S., Ph.D. Stavisiuk R.L., Ph.D. Sinko V.V., Ostapchuk O.M. Principles of implementing problem-based learning in the training of future officers during warfare	106
Boiko A.A., Tkach M.Ia. International standards and western practices: search for ways to develop an internal control system	113
Zaitsev D.V., Zborchyi A.S., Melnyk Y.I. Fundamentals of military leadership. modern approaches to the development of military leaders in the military institute. problem issues	131

Data on Authors	140
Alphabetical Index	142
Editorial policy and ethical standard	143
The order of submission and registration of articles to the "Collection of scientific works of the Military Institute of the Taras Shevchenko National University of Kyiv "	147

ВІЙСЬКОВА ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЇ ПОДВІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

УДК 623(062.552)

Адамов Ю.І. (ВА м. Одеса)
к. ф.-м. н. Завальнюк В.В. (ВА м. Одеса)

DOI: <http://doi.org/10.17721/2519-481X/2025/87-01>

ВІДДАЛЕНЕ ДЕСАНТУВАННЯ ВАНТАЖІВ ЗА ДОПОМОГОЮ БПЛА ДЛЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПІДРОЗДІЛІВ ЗС УКРАЇНИ

У статті розглянуто актуальну проблему забезпечення боєприпасами та військовим майном підрозділів Збройних Сил України, які виконують бойові завдання у відриві від основних сил у важкодоступних районах або у глибині оборони противника. Проаналізовано сучасний досвід застосування безпілотних авіаційних комплексів для логістичного забезпечення військ і визначено основні загрози для таких операцій у вигляді вогневих засобів підрозділів протиповітряної оборони та засобів радіоелектронної боротьби противника. Запропоновано інноваційний підхід до вирішення цієї проблеми шляхом застосування систем віддаленого десантування вантажів з використанням автоматизованих парашутних систем, що скидаються з безпілотних літальних апаратів) у безпечній зоні.

У роботі представлено математичну модель руху парашутної системи під впливом горизонтального вітру та продемонстровано можливість значного горизонтального переміщення вантажу (з коефіцієнтом ефективності зносу від 5 і більше) залежно від висоти скидання, характеристик парашутної системи та метеорологічних умов. Обґрунтовано перспективність застосування автоматизованих керованих парашутних систем з інтегрованими сенсорами для підвищення точності доставки вантажів у складних метеорологічних умовах.

Результати дослідження дозволяють підвищити ефективність і безпечність логістичного забезпечення підрозділів ЗС України, зокрема морської піхоти та десантно-штурмових військ в умовах активної протидії противника.

Ключові слова: логістичне забезпечення, безпілотні літальні апарати, парашутні системи, віддалене десантування, показник Хеллмана, автоматизована система керування.

Вступ та постановка проблеми. Під час проведення операції (бойових дій) частинами (підрозділами) Сил Збройних Сил України у відриві від органів (джерел) постачання у віддалених і важкодоступних районах гостро виникає питання щодо підтримки та забезпечення боєприпасами та військовим майном за класами постачання (палива, продовольства, засобів зв'язку, медикаментів та інших засобів) підрозділів, які ведуть бій у глибині оборони противника.

Результати аналізу досвіду ведення оборонного бою після десантування (висадки) підрозділів морської піхоти Військово Морських Сил Збройних Сил України показує, що основним шляхом забезпечення боєприпасами та військовим майном були безпілотні авіаційні комплекси (далі – БпАК).

Застосування БпАК дозволяє швидко та ефективно доставляти необхідні боєприпаси та інше військове майно безпосередньо на позиції підрозділів за складної обстановки, коли не має можливості здійснити забезпечення звичайними логістичними шляхами.

Зрозуміло, що внаслідок широкого застосування БпАК дії противника будуть спрямованні на перешкоджання своєчасної доставки боєприпасів та військового майна застосовуванням вогневих засобів підрозділів ППО та засобів радіоелектронної боротьби.

Підрозділи ППО спроможні знищувати безпілотні літальні апарати (далі - БпЛА) тактичного призначення і БпЛА поля бою на відстанях від 0,8 км до 10 км і висотах від 10 м до 5 км під час своєчасного їх виявлення як на зустрічних курсах, так і навздогін.

Радіоелектронне подавлення повітряної та наземної складової БпЛА здійснюється у напрямку забезпечення гарантованого подавлення ліній зв'язку, систем управління і навігації БпЛА, наявної на його борту самонавідної на випромінювання або радіопідривної зброї, а також засобів розвідки БпЛА у відповідному діапазоні радіохвиль з урахуванням можливої протидії і різноманітних способів захисту від перешкод. Придушення каналу управління засобами радіоелектронної боротьби здатне, як мінімум, перешкодити виконанню завдання.

Отже, вогневі засоби підрозділів ППО та засоби радіоелектронної боротьби противника здатні знищити або здійснити подавлення повітряної та наземної складової БпЛА, і тим самим завадити виконанню завдання зі своєчасного забезпечення боєприпасами та військовим майном підрозділів ЗС України за допомогою БпЛА.

Підвищити спроможності зі своєчасного й безпечного забезпечення можливо за допомогою впровадження сучасних керованих систем точного повітряного десантування вантажів. При цьому десантування вантажів здійснюється з віддаленої від площадки приземлення точки із наступним горизонтальним зміщенням (дрейфом) вантажу без заходу літальних апаратів у зону дії засобів ППО.

Застосування віддаленого десантування зменшує ризик враження літального апарату (найдорожчого компонента системи) засобами ППО противника та значно ускладнює виявлення моменту скидання вантажів [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних умовах БпЛА активно використовуються в арміях НАТО як під час ведення бойових дій, так і для здійснення логістичного забезпечення.

Останнім часом питання логістичного забезпечення за допомогою БпЛА почало розглядатись значною кількістю військових і цивільних спеціалістів, з'явилося чимало наукових публікацій за цим напрямком.

У багатьох країнах, зокрема і в Україні, ведеться робота зі створення системи високоточного повітряного десантування вантажів. В іноземній літературі ці системи отримали загальне найменування: системи точної наведеної повітряної доставки вантажів — “Guided Precision Aerial Delivery System” (GPADS) [2,3].

На підставі наявного досвіду використання вантажних БпЛА арміями США та НАТО у сучасних збройних конфліктах і все більш зростаючої тенденції необхідності їх застосування для потреб логістичного забезпечення частин (підрозділів) [1,4] ЗС України.

Проведений аналіз щодо використання БпЛА [2] у ході здійснення логістичного забезпечення, яке має не тільки високу економічну ефективність, але й знижує втрати особового складу підрозділів логістичного забезпечення при виконанні покладених на нього завдань за призначенням у ході ведення операцій (бойових дій). Проаналізувавши сучасний стан та міжнародний досвід у галузі використання БпЛА у сфері логістичного забезпечення військ, можна стверджувати, що потреби щодо використання БпЛА будуть тільки зростати.

Аналіз використання БпЛА для транспортування МтЗ у системах забезпечення потреб частин (підрозділів) армій провідних країн світу свідчить про доцільність застосування БпЛА, сконструйованих на базі гелікоптерів (вертольотів), апаратів з вертикальним зльотом та засобів планерного типу [5–8].

Що стосується віддаленого десантування вантажів, у роботі [1] розглядаються питання визначення характеристик процесу десантування у тому числі й важкої техніки з використанням парашутно-реактивної системи та пропонується спосіб віддаленого десантування з великої висоти, що не дає вразити літак системами ППО противника в момент десантування [1].

Використання сучасних аеродинамічних парашутів дозволяє безпечно здійснювати десантування з великої висоти та на значні відстані [1].

Використовуючи глобальні навігаційні системи позиціонування (GPS) разом і інерційними системами та навігацією за рельєфом місцевості було досягнуто високої точності спуску вантажів, на цей момент кругове імовірне відхилення становить не більше 100 м. [1].

Також варто підкреслити, що проблема подавлення повітряної та наземної складової БпАК вогневыми засобами підрозділів ППО та засобами радіоелектронної боротьби противника на такій великій відстані, яка пропонується для систем віддаленого десантування, наразі є відкритою, і жодна з провідних армій світу не демонструвала помітних успіхів у цьому напрямку у відкритих джерелах.

Метою статті є: розгляд окремих питань та можливих шляхів часткового розв'язання проблеми уникнення наземних загроз (вогневих засобів підрозділів ППО та засобів радіоелектронної боротьби противника) при здійсненні забезпечення за допомогою БпЛА боєприпасами та військовим майном частин (підрозділів) у важко доступних або небезпечних районах, де традиційні методи постачання можуть бути занадто дорогими, ризикованими або неможливими.

Також ці питань можуть виявитися корисними для подальших досліджень і розробки методів віддаленого десантування.

Виклад основного матеріалу. У сучасних збройних конфліктах, при виконанні завдань логістичного забезпечення частин (підрозділів) застосування БпЛА у порівнянні з авіаційною технікою має переваги значні переваги тими як: збереження льотного складу під час бойового застосування; зменшення витрат на обслуговування та експлуатацію; малопомітність під час виконання бойових завдань, що ускладнює виявлення його противником; підвищення живучості апарату завдяки кращій маневреності та меншим розмірам; відсутність пілота також дозволяє зняти ряд конструктивних обмежень, наслідком чого є менші маса і вартість апарату та вища надійність [1].

Крім того, через закінчення призначеного ресурсу або календарного терміну служби авіаційної техніки у найближчі роки в ЗС України відбудеться значне скорочення парку літаків і вертольотів.

Доставка МтЗ до місць розміщення частин (підрозділів), віддалених від органів постачання, з нерозвинутою інфраструктурою чи складними географічними умовами можливо здійснити за допомогою БпЛА.

У сучасних збройних конфліктах все більш зростає тенденція необхідності застосування БпЛА для потреб логістичного забезпечення ЗС України.

Отже, використання БпЛА в сфері логістики на сучасному етапі розвитку ЗС України стає пріоритетним завданням.

Впровадження безпілотних авіаційних технологій у процес логістичного забезпечення дозволить підвищити оперативність і безпечність доставки МтЗ частинам (підрозділам).

Для вирішення цієї проблеми необхідні різні за типами і призначенням вантажні БпЛА, що відповідають визначеним показникам – способу зльоту і посадки (літакового або вертолітного типу), вантажопідйомності та способу розміщення вантажу (на зовнішній підвісці або у вантажному відсіку), дальністю використання до 1000 км, висотою польоту до 8000 м, швидкістю польоту від 150 до 800 км/год і можливістю перевозити понад 200 кг вантажу [1].

На сьогодні лідерами світового ринку транспортних БпЛА є компанії Boeing, Elbit Systems Ltd, Israel Aerospace Industries, General Atomics і Northrop Grumman.

Провідні країни світу для забезпечення потреб МтЗ частин і підрозділів застосовують як БпЛА планерного типу, так і апарати з вертикальним зльотом типу гелікоптерів [5–8].

Наприклад, рятувальний БпЛА Personnel Recovery/ Transport Vehicle (США) може працювати навіть в умовах порівняно розрідженого повітря (високогір'я з висотою 1200 метрів над рівнем моря при температурі повітря 35°C), маючи бойовий радіус дії не менше 180 км при швидкості польоту понад 185 км/год.

Безпілотник DP-14 Hawk (США) – двомоторний літальний апарат, призначений для доставки вантажів у “гарячі точки” і пошуково-рятувальних операцій, здатний перевозити понад 200 кг вантажу усередині фюзеляжу або одну людину у лежачому положенні на крейсерській швидкості 120 км/год при тривалості польоту біля 2,5 годин [9].

Світовий досвід доставки вантажів і різної продукції (пошти, ліків, продуктів харчування одягу тощо пересічним громадянам) у віддалені чи важкодоступні регіони за допомогою БпЛА підкріплює висновок щодо доцільності використання цієї технології безпосередньо при забезпеченні МтЗ частин (підрозділів) [10,11, С. 8–9; 23; С. 35–36].

Стрімке вдосконаленням технічних характеристик БпЛА та систем управління ними свідчать про те, що доцільність і актуальність їх впровадження в сферу доставки вантажів у найближчі роки тільки зростатиме.

Проте під час застосування вантажних БпЛА у зоні бойових дій чи безпосередньо біля неї виникає проблема забезпечення їх виживання в умовах сильної протидії систем ППО, РЕБ, мобільних вогневих груп тощо.

Одним з потенційних шляхів радикального подолання цієї проблеми із одночасним забезпеченням підвищення надійності доставки вантажів на об'єкти, відрізані от основних сил, є застосування БпЛА разом із автоматизованими парашутними системами, скидання яких відбувається ще у безпечній зоні, після чого БпЛА повертається на базу за наступною партією вантажів, а подальша доставка вантажа шляхом планування перекладається на парашутну систему.

Цей підхід є доцільний у тих випадках, коли ймовірність враження БпЛА протягом його пересування до точки розташування цільового підрозділу є порівняно високою, а ризики, пов'язані з потраплянням вантажа у руки супротивника, не є критичними. Основні переваги цієї схеми полягають у наступному:

- істотно зменшується ризик втрати високовартісних літальних апаратів;
- зменшується кількість БпЛА, необхідних для забезпечення доставки певної кількості вантажів;
- парашутна система із вантажем є значно дешевшою за БпЛА та менш помітною ціллю для систем ППО, а також менш вразливою для дії систем РЕБ (або невразлива взагалі, залежно від наявності та типу системи керування парашутом) та стрілецької зброї.

Основним недоліком цього підходу є більш висока залежність від погодних умов та потенційно менша точність доставки вантажів (порівняно із випадком доставки за допомогою безпосередньо БпЛА в умовах відсутності будь-якої протидії супротивника), проте сучасні технології дозволяють у значній мірі компенсувати цей недолік.

Найпростішим шляхом десантування вантажів без необхідності безпосереднього прольоту транспортного літального апарату над визначеною площадкою приземлення є використання впливу горизонтального вітру на поведінку парашутної системи (далі – ПС) протягом зниження.

Детальний математичний розгляд цього питання можна знайти у статті [1], де розглядався вплив вітру на горизонтальне зміщення ПРС, та враховувалися як характеристики самої парашутної системи, які визначають вертикальну швидкість її зниження у нерухомому повітрі, так і зміна стану повітря з висотою та вертикальний градієнт горизонтальної компоненти швидкості вітру.

За відсутності вітру зниження звичайної купольної ПС (без спеціальних прорізів у куполі, призначених для надання ПС горизонтальної компоненти швидкості) відбувається уздовж вертикальної лінії. Однак наявність горизонтального вітру призводить до відповідного зносу ПС, величина якого визначається переважно трьома параметрами: висотою десантування, швидкістю вітру і швидкістю зниження ПС. Варто зазначити, що як швидкість вітру, так і швидкість зниження ПС істотно зростають зі збільшенням висоти над рівнем моря, однак ці залежності у значній мірі компенсують одна одну коли мова йде про їхній загальний вплив на величину горизонтального зносу ПС. І ключовим фактором у цьому питанні є те, наскільки швидко горизонтальна компонента швидкості ПС “адаптується” до змін горизонтальної швидкості повітря, крізь яке вона рухається.

Чим повільніше знижується ПРС, тим швидше горизонтальна компонента її швидкості прямує до горизонтальної швидкості руху повітряних мас. Так для парашутно-реактивних

систем (ПРС) із типовою швидкістю зниження 15-20 м/с (наприклад, ПРСМ-915) тривалість встановлення горизонтальної швидкості ПС може становити від 4 до 6 с залежно від величини зміни швидкості вітру, для звичайних систем зі швидкістю зниження біля 5 м/с цей процес відбувається за 2 – 3 с, а для систем із ще меншою швидкістю можна з достатньо великою точністю вважати, що горизонтальна швидкість їхнього зносу є рівною швидкості вітру.

У роботі [1] продемонстровано, що з урахуванням певних емпіричних наближень повна величина горизонтального зносу Δx_{h_0} парашутної системи внаслідок дії вітру може бути оцінена за наступною формулою:

$$\Delta x_{h_0} = \frac{w_{\text{ref}}}{h_{\text{ref}}^\alpha} \sqrt{\frac{c_d A}{2mg}} \int_0^{h_0} h^\alpha \sqrt{\rho(h)} dh, \quad (1)$$

де $\rho(h)$ – густина повітря на висоті h над поверхнею Землі (яка може бути обчислена за допомогою однієї із загальноприйнятих моделей атмосфери, адаптованої до кліматичних особливостей певного регіону), w_{ref} – швидкість вітру на висоті h_{ref} , α – показник Хеллмана стабільності повітря, c_d і A – аеродинамічний коефіцієнт і ефективна площа куполу парашутної системи, m – її повна маса, $g \approx 9.81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння.

З формули (1) випливає, що величина зносу в застосованому наближенні є пропорційною швидкості горизонтального вітру і зростає зі збільшенням стабільності повітряних потоків (параметр α) та/або зменшенням середньої швидкості зниження парашутної системи (яка визначається головним чином параметрами купола і повною масою ПС з вантажем, а також температурою повітря). За типових погодних умов залежність величини зносу вітром від висоти десантування має приблизно лінійний характер внаслідок взаємної компенсації впливу висоти на швидкість зниження ПС і швидкість вітру протягом більшої частини зниження.

Показник Хеллмана є найменш очевидним параметром моделі, який істотно залежить не лише від типу рельєфу, рослинності і забудови, але й від пори року та часу доби, що може і має бути використаним при плануванні десантування. Типовою закономірністю є зменшення значення α у теплі пори року і зранку/вдень, та збільшення у холодні пори року та вночі/ввечері, що пов'язано з температурною стратифікацією атмосфери та впливом температури повітря на типову турбулентність повітряних потоків. Окрім того, у певній місцевості показник Хеллмана може сильно залежати й від напрямку вітру, що пояснюється залежністю типової температури й вологості повітряних мас від напрямку, з якого вони надходять. Варто зазначити, що наявність відповідних даних на сьогодні різко зросла внаслідок їхньої важливості для моделювання погоди і прогнозування генерації вітряної енергетики [12], а визначення швидкості вітру у різних точках і на різних висотах є можливим практично у прямому ефірі за допомогою відповідно оснащених супутників чи, навіть, стаціонарних наземних чи бортових профайлерів вітру [13].

У випадку нейтрального чи стабільного стану повітря над типовою пересіченою сільськогосподарською місцевістю, лісистю місцевістю чи дрібною забудовою, що відповідає типовим умовам безпечного десантування, типовими значеннями показника Хеллмана є $\alpha = 0.15 - 0.25$ [14,15]. Наприклад, у регіоні Ботієвської ВЕС (Запорізька область) середньозважені значення α коливаються між 0.18 влітку і 0.23 взимку; при цьому середньозважене значення для денної частини доби у серпні може сягати 0.09, у той час як вночі у той же період зростати до 0.34 [12].

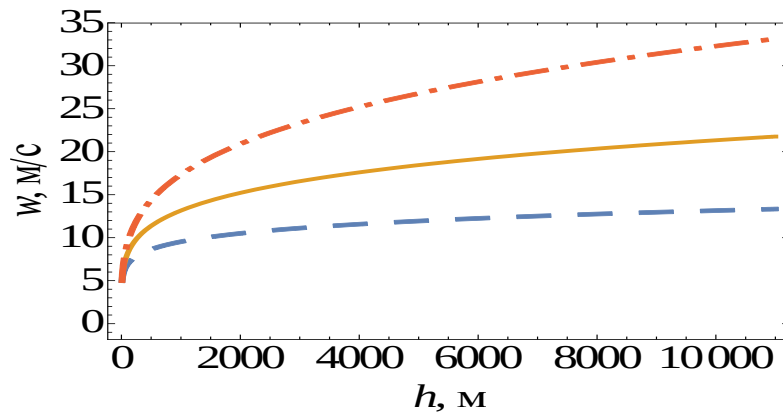


Рисунок 1 - Залежність швидкості горизонтального вітру від висоти над землею ($h_{ref} = 10$ м, $w_{ref} = 5$ м/с) при різних значеннях показника Хеллмана (типових для півдня Запорізької області [12]): $\alpha = 0.14$ (ранок/день влітку) – пунктирна, $\alpha = 0.21$ (середньозважене протягом року) – суцільна, $\alpha = 0.27$ (осінь/зима і вечір/ніч влітку) – штрихпунктирна.

Підкреслимо, що знання і грамотне використання зазначених варіацій стану повітря може бути ефективно застосоване для збільшення дальності зносу ПС і підвищення точності десантування.

На рис. 2 наведені результати обчислень залежності величини горизонтального зносу ПС під час десантування з різних висот від значення показника Хеллмана (при температурі повітря на рівні моря $T_{ref} = 17^\circ\text{C}$, швидкості вітру біля поверхні Землі $w_{ref} = 5$ м/с і характеристикам купола/вантажа ПС, розрахованим на швидкість приземлення $v_{пр} = 5$ м/с).

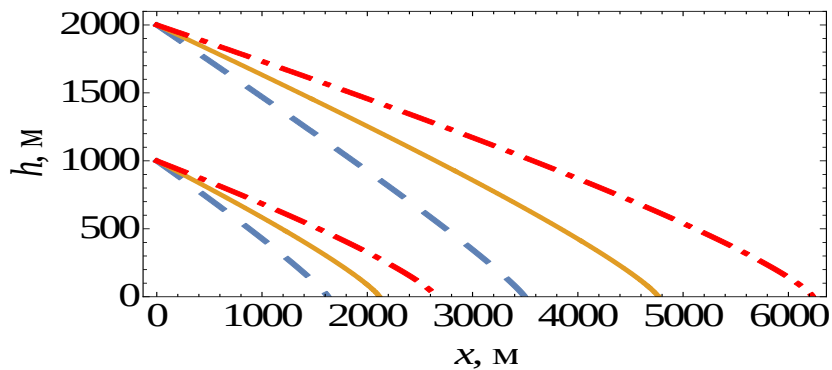


Рисунок 2 - Траєкторії зниження ПС у вертикальній площині, паралельній до напрямку горизонтального вітру при різних значеннях показника Хеллмана (аналогічно Рис. 1): $\alpha = 0.14$ – пунктирні, $\alpha = 0.21$ – суцільні, $\alpha = 0.27$ – штрихпунктирні. Швидкість вітру $w_{ref} = 5$ м/с на висоті $h_{ref} = 10$ м, швидкість приземлення ПС $v_{пр} = 5$ м/с)

На рис. 3 наведені траєкторії зниження парашутних систем із різними значеннями розрахункової швидкості приземлення (отже й різними миттєвими швидкостями зниження на кожній конкретній висоті) при десантуванні з різних висот за сталих погодних умов ($\alpha = 0.21$, $h_{ref} = 10$ м, $w_{ref} = 5$ м/с, $T_{ref} = 17^\circ\text{C}$). Бачимо, що величина зносу за цих умов є обернено пропорційною розрахунковій швидкості приземлення ПС, яка визначається її

масою та характеристиками купола. Цей факт відкриває додаткові можливості з автоматизованого керування ПС протягом польоту.

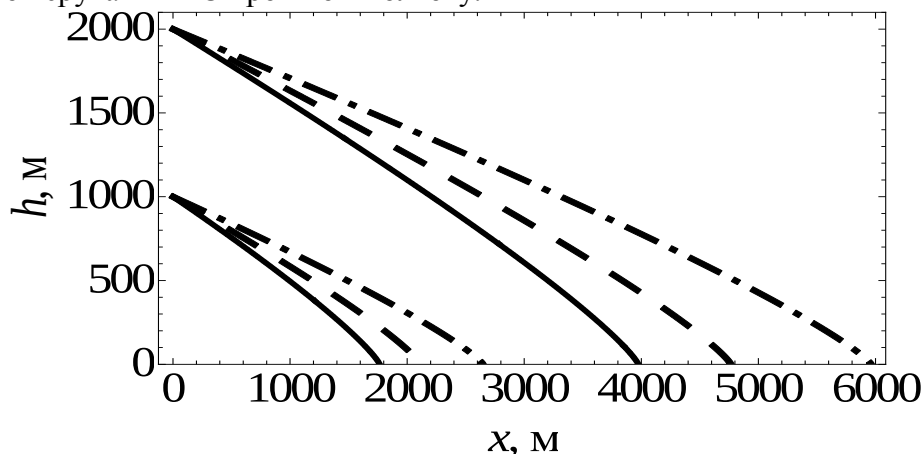


Рисунок 3 - Траєкторії зниження ПС у вертикальній площині, паралельній до напрямку горизонтального вітру, за різних значеннях висоти десантування (1000 м і 2000 м відповідно) та трьох значеннях розрахункової швидкості приземлення ПС: суцільні лінії – 6 м/с; штрихові лінії – 5 м/с; штрихпунктирні лінії – 4 м/с.
 $\alpha = 0.21$, $w_{ref} = 5$ м/с, $h_{ref} = 10$ м, $T_{ref} = 17^\circ\text{C}$

Окрім того, відношення величини горизонтального зносу до висоти десантування $\mathcal{E} = \Delta x_{h_0}/h_0$, яке визначає ефективність зносу, за вказаних умов дорівнює ≈ 2 навіть для ПС зі швидкістю приземлення $v_{пр} = 6$ м/с і зростає у півтора рази до ≈ 3 (завдяки збільшенню тривалості зниження) при аналогічному зменшенні $v_{пр}$ до 4 м/с незалежно від висоти десантування. За більш специфічних погодних умов (наприклад, $\alpha = 0.3$, $w_{ref} = 7.5$ м/с, $v_{пр} = 3$ м/с) значення $\mathcal{E}$ може сягати 10 і більше (рис. 4.).

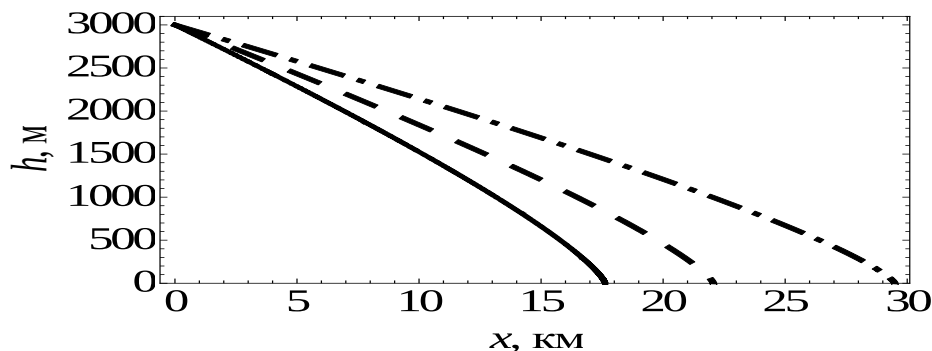


Рисунок 4 - Траєкторії зниження ПС за умови помірного вітру для різних значень $v_{пр}$: суцільна лінія – 5 м/с; штрихова лінія – 4 м/с; штрихпунктирна лінія 3 м/с $\alpha = 0.3$, $w_{ref} = 7.5$ м/с, $h_{ref} = 10$ м, $T_{ref} = 17^\circ\text{C}$

Наведені результати демонструють можливість ПС за рахунок ретельного підбору її характеристик і висоти скидання за відповідних погодних умов здійснювати горизонтальне переміщення до площадки приземлення на значному віддаленні від точки скидання, тобто далеко поза меж дії засобів РЕБ і портативних засобів ППО і зенітних гармат.

Головною складністю є неможливість розрахунку конкретної величини переміщення без точного знання багатьох параметрів, що впливають на швидкість зносу вітром (головним чином повітряних потоків, з якими зустрічається ПС, що можуть допомагати або заважати горизонтальному переміщенню). Це призводить до необхідності швидкого налаштування

парашутної системи на базі точних метеорологічних даних і проведення десантування до того, як ці дані втратять свою актуальність внаслідок природних змін стану атмосфери з плином часу. Тобто виникає потреба у наявності відповідного метеорологічного обладнання чи доступу до надійних і актуальних метеоданих, а також підготовці особового складу для роботи із цим обладнанням/даними.

Тим не менш, вказані проблеми можуть бути успішно вирішені за допомогою сучасних технологій доступу та обробки даних, навігації, автоматичного управління парашутною системою та математичного моделювання її подальшого руху за фактичних погодних умов, дозволяючи реалізацію багатьох інноваційних методів скидання вантажу.

На рисунках 5 наведений приклад десантування вантажу за допомогою парашутної системи з $v_{пр} = 5$ м/с за складних погодних умов в області десантування, при яких швидкість вітру на траєкторії ПС кілька разів непередбачувано змінювалася. Зображені три траєкторії: прогнозована траєкторія для ідеального випадку (суцільна лінія), реальна траєкторія у випадку некерованої ПС (пунктирна лінія) і реальна траєкторія для керованої ПС (штрихпунктирна лінія), оснащеної механізмом для зміни ефективної площі купола в межах $\pm 20\%$ шляхом керування натягом строп, яка приймає рішення виключно на основі відхилення фактичної висоти від передбачуваної, закладеної перед десантуванням.

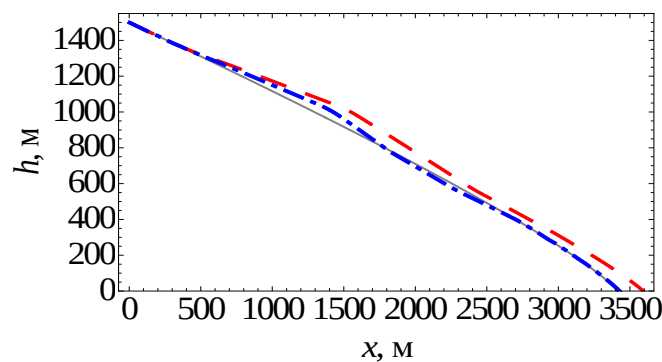


Рисунок 5 - Траєкторії зниження ПС ($v_{пр} = 5$ м/с) за умови помилок в оцінці стану атмосфери: суцільна лінія – прогнозована траєкторія; штрихова лінія – реальна траєкторія некерованої ПС; штрихпунктирна лінія – траєкторія польоту керованої ПС

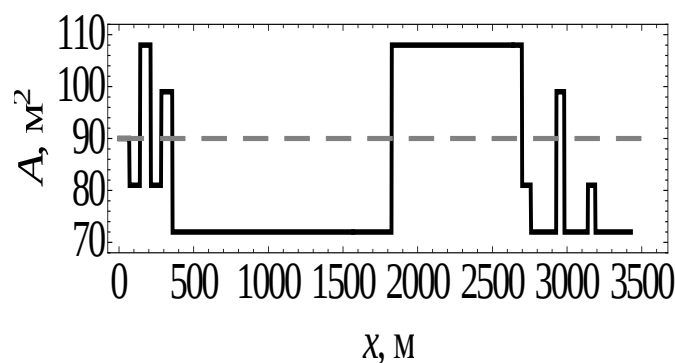


Рисунок 6 - Зміна ефективної площі купола ПС протягом зниження внаслідок дії системи керування

Бачимо, що вже така проста система дозволяє компенсувати промах у 200 м при загальній дальності горизонтального зносу у 3400 м. Результат дії системи керування (ефективна площа парашуту у кожній точці траєкторії) візуалізований на рис. 6, а на рис. 7 представлені прогнозований (ідеальний) і вертикальний профіль вітру та фактична швидкість вітру на різних висотах у точці прольоту ПС, для яких проводилося моделювання.

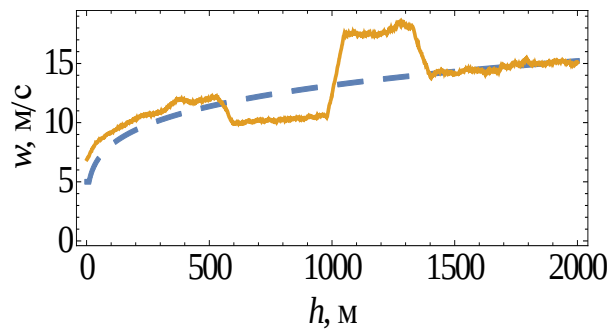


Рисунок 7. - Прогнозовані (пунктирна лінія) і фактичні (суцільна лінія) значення горизонтальної компоненти вітру протягом спуску парашутної системи.

Прогнозовані значення: $\alpha = 0.21$, $w_{ref} = 5$ м/с.

Зменшення впливу нерівномірності повітряних потоків на точність десантування можливе, наприклад, завдяки системам підвищення точності висотного скидання HARP (High-Altitude Release Point), які враховують системну балістику, динаміку руху повітря і поточний стан руху ПС. Допустима область скидання вантажу автоматизовано визначається шляхом комп'ютерного моделювання із урахуванням середніх балістичних характеристик певної парашутної системи, актуальних супутникових даних про стан атмосфери в усій області запланованого польоту парашутної системи, а також типових профілів повітряних потоків між точкою скидання і площадкою приземлення.

Після скидання бойової машини повітряні потоки впливають на напрямок її переміщення та тривалість падіння. Бортовий комп'ютер ПС розраховує фактичний вплив повітряних потоків, використовуючи данні про швидкість польоту, тиск і температуру з бортових датчиків та навігаційних сенсорів (включно, проте не обов'язково із застосуванням даних GPS для підвищення точності), виконує розрахунок подальшої траєкторії зниження та вносить необхідні корективи за допомогою системи автоматичного керування парашутом. Залежно від важливості місії та цінності вантажів системи керування можуть дооснащуватися різноманітними активними системами і датчиками, такими як доплерівські лазерні локатори ІК-діапазону, здатні точно вимірювати швидкості повітряних потоків на різних висотах і створювати у реальному часі 3D-карту вітрів в області руху парашутної системи, що дозволяє істотно збільшити точність розрахунку траєкторії руху ПС, та лідарні сканери, здатні також у реальному часі будувати деталізовану 3D-карту рельєфу, яка дозволяє (разом із попередньо внесеними у систему 3D-картами місцевості) визначати точні координати ПС без застосування значно більш вразливих систем GPS. Враховуючи високу складність протидії/глушення зазначених лазерних систем і високу точність і швидкість їх роботи, комбінація цих двох засобів дозволяє істотно підвищити загальну надійність та ефективність запропонованої схеми доставки вантажів через територію, контрольовану супротивником, незалежно від застосування ним традиційних систем протидії керованим БпЛА.

Висновки. Отже, у статті розглянуто окремі питання та можливі шляхи часткового розв'язання задачі логістичного забезпечення підрозділів, які ведуть бій у глибині оборони противника, за допомогою вантажних БпЛА.

За результатами досліджень запропоновано спосіб віддаленого десантування з вантажного БпЛА вантажу з використанням парашутно-реактивної системи, що дозволяє визначити найбільш слабкі властивості системи, оцінити її загальний рівень, який характеризується набором природно-кліматичних показників, зокрема швидкостей вітру на різних висотах, і розробити заходи для підвищення ефективності застосування систем за призначенням.

Використання результатів досліджень на практиці дозволить здійснювати своєчасне

логістичне забезпечення підрозділів морської піхоти Військово Морських Сил Збройних Сил України та Десантно-штурмових військ після десантування (висадки).

ЛІТЕРАТУРА:

1. Адамов Ю.І., Завальнюк В.В. Методика визначення характеристик віддаленого десантування парашутно-реактивної системи. Збірник наукових праць Військового інституту Київського Національного Університету імені Тараса Шевченка. 2024. № 83. С. 17-27.
2. БпЛА планерного типу Silent Arrow GD-2000. Silent Arrow: в США тестують “Безпілотник-транспортник” для спецназу. Defense Express: веб-сайт. URL: https://defence-ua.com/news/silent_arrow_v_sshi_testujut_bezpilotnik_transportnik_dlja_spetsnazu-3639.html (дата звернення 05.01.2022).
3. БЛА Фрегат. Avia: веб-сайт. URL: <https://avia.pro/blog/fregat-tehnicheskie-harakteristiki-foto>.
4. Леках А.А., Гурін О.М., Старцев В.В., Гурін І.О., Просяник В.В. Особливості застосування безпілотних літальних апаратів при виконанні завдань логістичного забезпечення військ в сучасних збройних конфліктах. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків №1(71). 2022. С. 49-56.
5. Американский беспилотный вертолет K-MAX. Building-tech: веб-сайт. URL: <http://surl.li/cbdqh> (дата звернення 05.01.2022).
6. БпЛА планерного типу Silent Arrow GD-2000. Silent Arrow: в США тестують “безпілотник-транспортник” для спецназу. DefenseExpress: веб-сайт. URL: https://defence-ua.com/news/silent_arrow_v_sshi_testujut_bezpilotnik_transportnik_dlja_spetsnazu-3639.html (дата звернення 05.01.2022).
7. БЛА Фрегат. Avia : веб-сайт. URL: <https://avia.pro/blog/fregat-tehnicheskie-harakteristiki-foto>.
8. Американский беспилотный вертолет K-MAX. Building-tech: веб-сайт. URL: <http://surl.li/cbdqh> (дата звернення 05.01.2022).
9. БПЛА DP-14 Hawk для эвакуации раненых. Познавательный журнал: веб-сайт. URL: <https://udachnyj-enot.com.ua/bpla-dp-14-hawk-dlya-evakuatsii-ranenyh/> (дата звернення 04.01.2022).
10. Unmanned Aircraft Systems for Logistics Applications / By John E. and other. Santa Monica : RAND Corporation.
11. Мазур М., Вишневский А. Отчет РwC о коммерческом применении беспилотных летательных аппаратов в мире “Нам сверху видно все”. 2016. 46с. URL: <https://www.pwc.com/kz/en/services/drones-technologies/clarity-from-above-rus.pdf>. 2011.129 p. URL: <https://cutt.ly/NHBziev> (дата звернення 05.01.2022).
12. Petrenko, K., Kuznietsov, M., Ivanchenko, I., & Karmazin O. (2023). Seasonal and daily variability analysis of the wind shear coefficient. *Vidnovluvana Energetika*, 1 (72), p. 41-51. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2023.1\(72\).41-51](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2023.1(72).41-51)
13. Guo, J. and Liu, B. and Gong at al. Technical note: First comparison of wind observations from ESA's satellite mission Aeolus and ground-based radar wind profiler network of China (2021) *Atmospheric Chemistry and Physics* 21 (4) p. 2945-2958. <https://doi.org/10.5194/acp-21-2945-2021>
14. Bañuelos-Ruedas F., Angeles-Camacho C. Rios-Marcuello S. Methodologies Used in the Extrapolation of Wind Speed Data at Different Heights and Its Impact in the Wind Energy Resource Assessment in a Region, pp. 97-114, in *Wind Farm - Technical Regulations, Potential Estimation and Siting Assessment*, Ed. G.O. Suvire, 2011, 248p.
15. Hsu S., Meindl E., Gilhousen D. Determining the power-law wind-profile exponent under near-neutral stability conditions at sea, *J. Appl. Meteorol.*, Vol. 33, pp. 757-765, 1994.

REFERENCES:

1. Adamov Yu.I., Zavalnyuk V.V. Methodology for determining the characteristics of remote parachute-reactive system landing. Collection of scientific papers of the Military Institute of the Taras Shevchenko National University of Kyiv. 2024. No. 83. Pp. 17-27.
2. Silent Arrow GD-2000 planer-type UAV. Silent Arrow: The US is testing a “transport drone” for special forces. Defense Express: website. URL: https://defence-ua.com/news/silent_arrow_v_sshi_testujut_bezpilotnik_transportnik_dlja_spetsnazu-3639.html (accessed on 05.01.2022).

3. UAV Frigate. Avia: website. URL: <https://avia.pro/blog/fregat-tehnicheskie-harakteristiki-foto>.
4. Lekakh A.A., Gurin O.M., Startsev V.V., Gurin I.O., Prosyaniuk V.V. Features of the use of unmanned aerial vehicles in performing logistics support tasks for troops in modern armed conflicts. Collection of scientific papers of the I. Kozhedub National Air Force University, Kharkiv No. 1(71). 2022. P. 49-56.
5. American unmanned helicopter K-MAX. Building-tech: website. URL: <http://surl.li/cbdqhq> (accessed on 05.01.2022).
6. Silent Arrow GD-2000 glider-type UAV. Silent Arrow: US tests “unmanned transport aircraft” for special forces. DefenseExpress: website. URL: https://defence-ua.com/news/silent_arrow_v_sshi_testujut_bezpilotnik_transportnik_dlja_spetsnazu-3639.html (accessed on 05.01.2022).
7. Frigate UAV. Avia: website. URL: <https://avia.pro/blog/fregat-tehnicheskie-harakteristiki-foto>.
8. American unmanned helicopter K-MAX. Building-tech: website. URL: <http://surl.li/cbdqhq> (accessed on 05.01.2022).
9. UAV DP-14 Hawk for evacuation of the wounded. Educational magazine: website. URL: <https://udachnyj-enot.com.ua/bpla-dp-14-hawk-dlya-evakuatsii-ranenih/> (date of publication 04.01.2022).
10. Unmanned Aircraft Systems for Logistics Applications / By John E. and other. Santa Monica : RAND Corporation.
11. Мазур М., Вишневский А. Отчет РвС о коммерческом применении беспилотных летательных аппаратов в мире “Нам сверху видно все”. 2016. 46с. URL: <https://www.pwc.com/kz/en/services/drones-technologies/clarity-from-above-rus.pdf>. 2011.129 p. URL: <https://cutt.ly/NHBziev> (дата звернення 05.01.2022).
12. Petrenko, K., Kuznietsov, M., Ivanchenko, I., & Karmazin O. (2023). Seasonal and daily variability analysis of the wind shear coefficient. *Vidnovluvana Energetika*, 1 (72), p. 41-51. [https://doi.org/10.36296/1819-8058.2023.1\(72\).41-51](https://doi.org/10.36296/1819-8058.2023.1(72).41-51)
13. Guo, J. and Liu, B. and Gong et al. Technical note: First comparison of wind observations from ESA's satellite mission Aeolus and ground-based radar wind profiler network of China (2021) *Atmospheric Chemistry and Physics* 21 (4) p. 2945-2958. <https://doi.org/10.5194/acp-21-2945-2021>
14. Bañuelos-Ruedas F., Angeles-Camacho C. Rios-Marcuello S. Methodologies Used in the Extrapolation of Wind Speed Data at Different Heights and Its Impact in the Wind Energy Resource Assessment in a Region, pp. 97-114, in *Wind Farm - Technical Regulations, Potential Estimation and Siting Assessment*, Ed. G.O. Suvire, 2011, 248p.
15. Hsu S., Meindl E., Gilhousen D. Determining the power-law wind-profile exponent under near-neutral stability conditions at sea, *J. Appl. Meteorol.*, Vol. 33, pp. 757-765, 1994.

Adamov Y.V., Ph.D. Zavalniuk V.V.

REMOTE CARGO AIRDROP SYSTEMS FOR LOGISTICAL SUPPORT OF THE ARMED FORCES OF UKRAINE

The article addresses the critical issue of supplying ammunition and military equipment to units of the Armed Forces of Ukraine conducting combat operations in isolation from the main forces in hard-to-reach areas or in the depth of enemy defense. The paper analyzes current experience in using unmanned aerial systems (UAS) for logistical support of troops and identifies the main threats to such operations in the form of enemy anti-aircraft defense systems and electronic warfare means.

An innovative approach to solving this problem is proposed through the application of remote cargo dropping systems using automated parachute systems released from unmanned aerial vehicles (UAVs) in a safe zone. The paper presents a mathematical model of parachute system movement under the influence of horizontal wind and demonstrates the possibility of significant horizontal displacement of cargo (with a drift efficiency coefficient of up to 5 or more) depending on the drop height, characteristics of the parachute system, and meteorological conditions. The research substantiates the promising nature of using automated guided parachute systems with integrated sensors to improve the accuracy of cargo delivery in complex meteorological conditions.

The results of the study allow for increasing the efficiency and safety of logistical support for Ukrainian Armed Forces units, particularly marine infantry and airborne assault troops, under conditions of active enemy countermeasures.

Keywords: logistical support, unmanned aerial vehicles, parachute systems, remote cargo dropping, Hellmann exponent, automated control system.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ ЯК КОМПОНЕНТ ПРОТИДІЇ ГІБРИДНИМ ЗАГРОЗАМ В ОПЕРАТИВНО-СЛУЖБОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ДЕРЖАВНОЇ ПРИКОРДОННОЇ СЛУЖБИ УКРАЇНИ: АДАПТАЦІЯ ДО ЄВРОАТЛАНТИЧНИХ СТАНДАРТІВ

У статті розглядається процес розробки та впровадження уніфікованої системи тактичних умовних позначень, призначеної для використання в оперативно-службовій діяльності Державної прикордонної служби України з урахуванням сумісності зі стандартами НАТО, зокрема APP-6 та STANAG 2019.

В умовах зростання гібридних загроз, терористичних викликів та поглиблення співпраці з партнерами по Північноатлантичному альянсу, актуальність впровадження єдиної системи символів значно зростає. Відсутність уніфікованої тактичної символіки ускладнює взаємодію між підрозділами, знижує оперативність прийняття рішень і унеможливорює повноцінне використання цифрових картографічних систем, мобільних застосунків та автоматизованих систем управління.

У роботі здійснено аналіз наявних міжнародних стандартів щодо тактичної символіки, виявлено основні проблеми адаптації їх до специфіки завдань прикордонної служби, а також запропоновано методологію побудови нової системи умовних позначень.

Основні принципи створення системи включають: уніфікованість, однозначність, читабельність, відповідність міжнародним вимогам та можливість інтеграції у цифрові середовища (наприклад, ArcGIS, QGIS, бойові карти, мобільні застосунки).

У статті представлено практичні приклади символів: для позначення мобільних груп, прикордонних нарядів, зон виявлення безпілотних літальних апаратів, підозрілих об'єктів тощо. Особливу увагу приділено впливу нової системи на ефективність міжвідомчої координації та на здатність підрозділів здійснювати оперативне реагування у випадках терористичних загроз або надзвичайних ситуацій.

Запропонована система умовних позначень є важливим етапом у цифровій трансформації прикордонної служби та підвищенні її спроможності у сфері національної безпеки, протидії тероризму та інтеграції у спільні оборонні ініціативи Північноатлантичного Альянсу.

Ключові слова: тактичні символи, Державна прикордонна служба України, стандарти НАТО, APP-6, STANAG 2019, боротьба з тероризмом, гібридна війна, інтероперабельність, мобільний застосунок, Delta.

Вступ та постановка проблеми. Сучасна прикордонна безпека та оборона вимагають чітких, стандартизованих методів ситуаційної обізнаності та координації підрозділів. Система символів виступає візуальною мовою військових операцій. Наразі в Державній прикордонній службі України (ДПСУ) відсутня єдина система умовних позначень, сумісна зі стандартами НАТО, що обмежує інтероперабельність та знижує ефективність управління. У цій роботі представлено структурований підхід до вирішення цієї проблеми.

Об'єктом дослідження є візуальні системи відображення оперативної обстановки у підрозділах охорони державного кордону. Предмет дослідження – методи уніфікації, класифікації та цифрової реалізації умовних позначень для підрозділів ДПСУ в паперовому та електронному вигляді.

Метою статті є: створення уніфікованої, взаємосумісної з НАТО системи умовних

позначень, адаптованої до потреб оперативно-службової діяльності прикордонних підрозділів та інтегрованої в інформаційні системи управління.

До основних завдань дослідження слід віднести: здійснення аналізу міжнародних стандартів військової символіки (STANAG 2019 / APP-06); дослідження особливостей оперативно-службової діяльності підрозділів ДПСУ, що потребують візуального подання; розробка класифікатора і каталогу умовних позначень; створення графічної бібліотеки символів для інтеграції в ГІС, планшети, безпілотні літальні апарати (БПЛА) та командні системи; розробка методики практичного застосування та впровадження в оперативно-службову діяльність ДПСУ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У сучасних умовах гібридної війни та ескалації терористичних загроз на державному кордоні України зростає необхідність у впровадженні уніфікованої системи умовних позначень, що відповідатиме стандартам НАТО і забезпечуватиме ефективну міжвідомчу взаємодію та оперативне управління [1]. Останні міжнародні та вітчизняні дослідження підтверджують важливість такої системи саме у сфері протидії тероризму.

Ситуаційна обізнаність як ключовий фактор боротьби з тероризмом вказують, що однією з основ оперативного управління є графічне відображення обстановки через стандартизовані символи [2]. Зокрема, APP-6 дозволяє уніфіковано позначати об'єкти терористичної загрози, диверсійні групи, маршрути втечі, контрольовані території. Для ДПСУ це критично при моніторингу та ідентифікації об'єктів потенційного ризику на кордоні.

Міжвідомча сумісність наголошує, що ефективна боротьба з тероризмом можлива лише за умови стандартизації методів передачі оперативної інформації [3]. Використання єдиної системи умовних позначень забезпечує узгодженість між підрозділами ДПСУ, СБУ, Нацполіції та ЗСУ, що вже показала ефективність у рамках спільних антитерористичних навчань, зокрема зразка «Northern Challenge».

Цифрові технології як основа оперативного реагування, а також досвід українських СА-систем типу «Delta» демонструють, що символіка повинна бути адаптована для інтеграції в системи типу COP, ArcGIS, QGIS, а також у мобільні додатки тактичного рівня [4]. Позначення підозрілих об'єктів, зон радіоелектронного впливу або перетин кордону дронами має бути уніфікованим і таким, що легко читається на полі бою.

Освітня та тренувальна компоненти за даними, наявності стандартизованих позначень значно покращує підготовку персоналу до дій у надзвичайних ситуаціях [5]. Впровадження єдиної системи символів у програми навчання персоналу ДПСУ дозволить відпрацьовувати дії в умовах загроз терористичного характеру: штурм КПП, підлив критичної інфраструктури, незаконне застосування БПЛА.

Стандартизовані умовні позначення дозволяють створювати карти подій, що мають юридичну силу в судових та оперативно-розшукових справах згідно з Антитерористичною концепцією СБУ (2023), важливо забезпечити єдиний підхід до візуалізації даних під час фіксації терактів [6].

Розширення символіки під нові виклики необхідно впроваджувати умовні позначення для новітніх загроз, таких як кібератаки, безпілотні розвідники, зброя масового ураження [7]. В умовах російсько-української війни актуальним стає включення в систему символів таких об'єктів, як «група безпілотних цілей», «передбачуваний ворожий напрямок проникнення», «загроза CBRN».

Аналіз останніх публікацій та стандартів НАТО вказує, що впровадження системи умовних позначень у ДПСУ не лише підвищує ефективність бойового управління, а й суттєво зміцнює здатність прикордонників до виявлення, ідентифікації, локалізації та документування терористичних загроз. Така система є основою ситуаційної обізнаності, цифрового аналізу та оперативного планування в умовах війни та терористичних викликів.

Виклад основного матеріалу. STANAG 2019 (Standardization Agreement 2019) – це

базова угода НАТО, яка регламентує використання військових умовних позначень (Military Symbols for Land Based Systems) у бойовому, оперативному та навчальному середовищі. Її практичне втілення здійснюється через документ APP-6(D/E) (Allied Procedural Publication), який надає візуальні стандарти символів, що можуть бути нанесені на електронні або паперові карти, плани операцій, тактичні схеми. Ці символи слугують «візуальною мовою» для командирів, аналітиків, операторів і штабів.

APP-6 систематизує умовні позначення за функціональним призначенням:

- військові підрозділи (роти, батальйони, бригади, штаби, інженерні війська, сили спеціальних операцій тощо);
- інфраструктура та об'єкти (мости, дороги, КПП, об'єкти енергетики, лікарні, штаби тощо);
- тактичні інциденти (засідки, вогневі контакти, вибухи, зараження, виявлення ворожих груп);
- інженерні перешкоди (мінні поля, загородження, бар'єри, протитанкові рови);
- спостереження та розвідка (зони видимості, місця встановлення засобів РЕР/РЕБ, вежі);
- повітряні, морські та кібер-компоненти (БПЛА, літаки, підводні дрони, загрози з кіберпростору – згідно з [7]).

Кожен символ у НАТО-стандарті складається з кількох компонентів:

- форма рамки (квадрат, коло, ромб тощо – вказує на тип суб'єкта);
- колір (блакитний – свої, червоний – ворог, зелений – нейтральні/цивільні, жовтий – підозрілі);
- ідентифікатор функції (графічний індикатор всередині рамки – наприклад, хрест для медичних підрозділів, стрілка для маневрування, антена для зв'язку тощо);
- текстовий маркер (додатковий номер, код або назва);
- модифікатори (надбудови зверху/знизу для уточнення типу, рівня, статусу – наприклад, «рота зв'язку ВПС»).

Для того, щоб підрозділи з різних країн НАТО могли взаємодіяти ефективно, символіка має відповідати вимогам:

- єдиної структури кодування (NATO Joint Military Symbolology);
- уніфікації у цифрових форматах – застосування у C2/C4I-системах (Command & Control);
- сумісності з ПЗ та ГІС – ArcGIS, QGIS, COP (Common Operating Picture), JOCWatch; доступності для адаптації під національні особливості, в т.ч. для прикордонної служби.

Хоча роботи [1] і [7] схожі за структурою, APP-6 має більше можливостей адаптації для спільних операцій, тоді як MIL-STD більше використовується у внутрішніх командних мережах США. Обидва стандарти підтримуються в сучасних системах цифрової бойової графіки.

Упровадження системи умовних позначень на основі [1] і STANAG 2019: забезпечує уніфікацію бойової графіки, покращує взаємодію з союзниками, спрощує цифрове картографування, і є критично необхідним для протидії сучасним загрозам, зокрема тероризму, контрабанді, диверсійним групам та гібридним операціям.

Попри багаторічний досвід оперативно-службової діяльності, в ДПСУ відсутня уніфікована система умовних позначень, затверджена на національному рівні та сумісна з міжнародними стандартами, зокрема з NATO APP-6(D) [1] або MIL-STD-2525 [7]. Це створює низку оперативних, організаційних і технічних проблем у період ведення оборонних і спеціальних операцій.

На момент дослідження ДПСУ не має офіційно затвердженого електронного або друкованого довідника умовних позначень, що регламентував би візуальне відображення:

- мобільних підрозділів;
- технічних засобів (БПЛА, РЕБ, тепловізорів, радарних систем);

ситуацій бойового контакту або прикордонних інцидентів;

- зон контролю, моніторингу, ймовірних загроз тощо.

У кожному підрозділі трапляється використання локальних, інтуїтивних або «усно узгоджених» символів, що призводить до відмінностей навіть між сусідніми прикордонними загонами.

Під час спільного планування з підрозділами Збройних Сил України, Нацгвардії чи представниками міжнародних місій виявляється відсутність уніфікованої графічної мови:

- позначення одних і тих самих об'єктів має різне візуальне відображення;

- відсутність масштабованих SVG або SHP-символів у системах ArcGIS/QGIS;

- нестача цифрових шаблонів для створення оперативних карт або бойових схем.

Як наслідок, виникають помилки у трактуванні наказів, затримки у прийнятті рішень та зниження ефективності бойового управління.

Непослідовне використання умовних позначень у звітності призводить до:

- плутанини при передачі ситуаційної обстановки вищим органам управління;

- неможливості автоматизованої обробки картографічних даних;

- ускладнень під час спільних навчань із партнерами НАТО, які працюють виключно в межах APP-6D;

- затримок у реагуванні на загрози (особливо – у антитерористичних ситуаціях та при роботі з даними з БПЛА).

У цілому символічна несумісність залишається однією з ключових перешкод для ефективної реалізації принципів command and control (C2) та situational awareness (SA) в умовах війни.

Розроблення уніфікованої системи умовних позначень для оперативно-службової діяльності Державної прикордонної служби України (ДПСУ) базувалась на міждисциплінарному підході, який поєднує принципи військової графіки, інформаційного дизайну, міжнародної стандартизації (NATO STANAG) та цифрової інтеперабельності.

До базових принципів побудови системи відносять:

1. Уніфікованість – єдині позначення для всіх підрозділів ДПСУ на рівні райвідділів, загонів, мобільних груп і штабу.

2. Однозначність – кожен символ має єдине трактування, незалежно від географії, контексту чи ситуації.

3. Відповідність стандартам НАТО – орієнтація на APP-6(D) [1], STANAG 2019 [2] та MIL-STD-2525D [7], адаптовані до специфіки охорони державного кордону.

4. Простота візуального сприйняття – використання чітких форм, мінімалізму, контрастності та іконографіки, придатної для польових умов, нічного бачення, друку чи цифрового відображення.

Функціональна класифікація відображає роль об'єкта або підрозділу в загальній системі оперативної діяльності:

- розвідувальні підрозділи;

- інженерні групи;

- медичне забезпечення;

- мобільні групи спостереження;

- групи радіоелектронної боротьби;

- пости виявлення БПЛА.

Структурна класифікація позначає організаційний рівень або місце підрозділу в структурі ДПСУ, зокрема:

- відділ прикордонної служби (ВПС);

- відділення (ОРГ, ГЗП, КП);

- командний пункт;

- мобільна тактична група;

- центральний апарат.

Технічна класифікація відображає засоби, які використовуються в оперативній діяльності:

- БпЛА (розвідувальний, ударний, спостережний);
 - засоби радіолокаційного спостереження (постійні/мобільні);
 - радіоелектронні системи придушення;
 - вибухонебезпечні об'єкти або пристрої;
- перешкоди.

Усі символи розробляються в SVG-форматі, що забезпечує:

- масштабованість без втрати якості;
- підтримку в геоінформаційних системах (QGIS, ArcGIS, Delta [8]);
- легку інтеграцію в мобільні додатки.

Колірні маркери прив'язуються до рівнів загрози, функціонального призначення або належності до суб'єкта:

- синій – підрозділи ДПСУ;
- червоний – противник / ворожа активність;
- зелений – нейтральні або цивільні об'єкти;
- жовтий – інфраструктурні або технічні об'єкти;
- чорний – невизначена або підозріла активність.

До етапів розробки віднесемо:

- аналіз існуючих підходів НАТО (APP-6D [1], MIL-STD-2525 [7]);
- опитування експертів ДПСУ та бойових підрозділів;
- формування дерева категорій та атрибутів;
- дизайн та ітеративне тестування символів;
- створення цифрового каталогу (SVG, опис, шифр);
- розгортання бібліотеки у навчальних, бойових та цифрових системах.

Запропонована система умовних позначень була апробована в умовах навчальних тренувань, у процесі підготовки тактичних карт, а також у формуванні оперативних планів підрозділів ДПСУ. Наведені нижче приклади демонструють потенціал її застосування в різних сферах оперативно-службової діяльності.

У межах експериментального впровадження у бойових загонах було створено набір цифрових тактичних карт, що використовують векторизовані символи (SVG) для:

- нанесення маршрутів патрулювання;
- відображення розташування ворожих БпЛА, диверсійно-розвідувальних груп (далі – ДРГ), замаскованих таборів;
- маркування зон мінування, технічних перешкод, спостережних пунктів.

Кarti були інтегровані до QGIS та ArcGIS, а також збережені у форматі GeoPDF для роботи в умовах обмеженого зв'язку. В умовах бойового чергування ці матеріали слугували основою для ситуаційної обізнаності командирів відділів і мобільних груп.

Нову систему символіки було включено до навчальних програм Національної академії ДПСУ та регіональних центрів підготовки. Зокрема:

- створено електронний довідник позначень з поясненнями та прикладами;
- впроваджено симуляційне ПЗ, яке дозволяє курсантам вносити дані в оперативні карти у реальному часі;
- проведено курси підвищення кваліфікації для офіцерів штабного рівня щодо інтеграції символіки в системи COP / Delta / QGIS.

Це дало змогу уніфікувати підхід до тактичного моделювання та забезпечити швидке засвоєння інтернаціональних стандартів символіки під час взаємодії з підрозділами ЗСУ, НГУ, ДСНС та прикордонними силами країн-членів НАТО.

Підрозділи ДПСУ в південному та східному операційних районах використовували нову систему для формування:

- оперативних планів (у т.ч. «Плани посиленого прикриття державного кордону»);

добових бойових донесень, що містили ситуаційні схеми;

- наказів на спільні дії із ЗСУ та НГУ;

- планів реагування на терористичні акти (включаючи сценарії з використанням БПЛА).

Використання єдиної системи символів дозволило скоротити час підготовки графічної частини документації на 35–50 %, зменшити кількість помилок при розшифруванні бойових карт, а також забезпечити стандартизований обмін інформацією між штабами різного рівня.

Для забезпечення реального практичного застосування розробленої системи умовних позначень у бойових і штабних умовах особливого періоду, ключовим напрямком стала її інтеграція в інформаційні системи управління та геоінформаційні платформи, які використовуються в Державній прикордонній службі України (ДПСУ), ЗСУ та структурах безпеки.

Розроблені символи були адаптовані для впровадження в існуючі та перспективні АСУ тактичного рівня:

- системи ситуаційної обізнаності прикордонників (оперативно-тактичні планшети);

- системи моніторингу мобільних груп і засобів БПЛА;

- командно-штабні системи з доступом до спільних карт і оперативних схем у реальному часі.

Інтерфейси АСУ були модифіковані під SVG-рівень векторної графіки, що дозволило забезпечити:

- масштабованість і чистоту зображення на екранах різних розмірів;

- анімацію змін обстановки (рух техніки, зміна бойових статусів);

- інтеграцію в мобільні застосунки для командирів і груп швидкого реагування.

Створені символи були перетворені у формати SHP (shapefile) та SVG/PNG, що дозволяє:

- імпортувати їх до ArcGIS – для стратегічного картографування;

- використовувати у QGIS – для оперативного картографування та польових ситуацій;

- застосовувати у COP (Common Operational Picture) – багатонаціональній системі ситуаційної обізнаності, яка використовується НАТО та партнерами.

Використано також GeoJSON-адаптацію для розміщення символів у web-GIS-рішеннях.

Для забезпечення швидкого доступу та поширення серед підрозділів, було створено відкриту внутрішньовідомчу бібліотеку умовних позначень, що містить:

- понад 120 символів для основних та спеціалізованих підрозділів ДПСУ;

кольорові та монохромні варіанти;

- супровідні метадані (шифр, опис, категорія, функціональна група);

- шаблони для інтеграції у бойові карти, оперативні накази, симулятори навчання.

Бібліотека експортується у форматах SVG (для веб- і мобільного застосування), SHP (для GIS-систем) та PNG (для друкованої документації).

Також передбачено створення REST-інтерфейсу для підключення до зовнішніх інформаційних систем союзників через захищені протоколи.

Розроблена та апробована система умовних позначень продемонструвала значний позитивний вплив на підвищення ефективності управління та оперативного реагування в підрозділах ДПСУ. За результатами пілотного впровадження у низці оперативних районів, а також у навчальних центрах було зафіксовано низку конкретних якісних та кількісних показників поліпшення.

Використання єдиної системи символіки дозволило стандартизувати:

- оперативні карти та схеми дій підрозділів;

- плани прикриття державного кордону та антитерористичної протидії;

- добові бойові донесення та звіти про оперативну обстановку.

Це призвело до:

- скорочення часу підготовки бойових документів на 30–45%;

- зменшення кількості уточнень і помилок у процесі прийняття рішень на тактичному рівні;

- покращення розуміння командних рішень серед виконавців на різних рівнях — від мобільних груп до центрального штабу.

Що стосується взаємодії з Збройними силами України та силами НАТО, то запровадження символів, сумісних зі стандартами NATO APP-6(D) [1] та STANAG 2019 [2], дозволило:

- спростити участь прикордонників у спільних операціях із підрозділами ЗСУ;
- підвищити розуміння в багатонаціональному середовищі під час навчань із підрозділами країн-членів НАТО;
- інтегрувати дані ДПСУ в спільні системи командування (COP, Delta) без потреби додаткового перекодування чи візуального перекладу карт.

Це значно зміцнило інтероперабельність та оперативну інтеграцію прикордонних сил у спільні сценарії реагування на загрози.

Використання чітко структурованої символіки призвело до:

- зниження кількості неправильних трактувань бойових карт і схем на 60 % (за даними внутрішнього аудиту ДПСУ);
- уникнення дублювання або суперечностей при зведенні даних з декількох джерел;
- підвищення швидкості орієнтації нових співробітників та молодших офіцерів у бойовій обстановці.

Особливо важливим виявилось мінімізація людського фактору при інтенсивному навантаженні – у ситуаціях загострення на напрямках, де активно застосовуються БпЛА, ДРГ або боротьба з тероризмом.

Розроблення та впровадження уніфікованої системи умовних позначень для оперативно-службової діяльності ДПСУ засвідчило свою високу практичну ефективність у підвищенні інтероперабельності, зменшенні інформаційних втрат та оптимізації бойового планування в умовах гібридної війни та особливого періоду. Однак для повноцінної трансформації цієї системи у національний стандарт необхідно здійснити подальші стратегічні кроки.

Наразі система умовних позначень не має статусу обов'язкового стандарту у відомчих регламентуючих документах. Для забезпечення:

- юридичної сили використання символіки в офіційних документах і звітах;
- однозначності трактування на всіх рівнях командування;
- інституційної спадковості та збереження цілісності системи необхідно розробити та затвердити:
- проєкт Наказу Голови ДПСУ про впровадження системи;
- методичні рекомендації з використання умовних позначень в оперативно-службовій діяльності;
- каталог умовних позначень із додатками до внутрішніх інструкцій, програмного забезпечення та навчальних матеріалів.

З огляду на динамічні зміни в тактиці, озброєнні та цифрових технологіях, доцільно ініціювати створення Центру розвитку та супроводу тактичної символіки при Національній академії ДПСУ або НГУ, завданнями якого можуть стати:

- моніторинг міжнародних стандартів та оновлення національного каталогу;
- створення і підтримка цифрової бібліотеки SVG/SHP символів;
- організація тренінгів і кваліфікаційних курсів для офіцерів;
- інтеграція символіки у симуляційні тренажери, Delta, ArcGIS, QGIS тощо.

Такий центр стане постійною науково-методичною платформою для адаптації тактичної графіки до сучасних загроз – зокрема у сфері боротьби з тероризмом, розвідки та охорони державного кордону.

Для оперативного доступу до умовних позначень у польових умовах (навіть без інтернету) необхідна розробка мобільного застосунку, який:

- містить повний каталог із шифрами, категоріями, прикладами застосування;

- дозволяє швидкий пошук та фільтрацію символів за типом, кольором або функцією;
- підтримує інтеграцію з картографічними додатками (Delta, QGIS Mobile);
- може працювати в автономному режимі з оновленням через захищений сервер.

Технічне завдання на такий застосунок вже розроблено (див. попередні розділи), і він може стати частиною загальної цифрової екосистеми ситуаційної обізнаності сил безпеки.

Уніфікована система умовних позначень повинна стати структурним компонентом інформаційної інфраструктури оборони України, що дозволить не лише підвищити ефективність ДПСУ, а й зміцнити стратегічну сумісність зі збройними силами країн НАТО у сфері спільного реагування на загрози сучасної війни.

Можливі варіанти поєднання з мобільним додатком умовних позначень з:

1. Експорт/імпорт у форматі GeoJSON / KML / WMS

Мобільний додаток дозволяє наносити символи → експортувати карту у GeoJSON/KML → імпортувати у Delta. Актуально для польових груп ДПСУ, які працюють автономно.

2. REST API-синхронізація

Через захищений API мобільний застосунок може надсилати координати, об'єкти, підписи у Delta в режимі read/write. Наприклад, позначено «Підозрілий об'єкт» → миттєво з'являється в Delta для всіх сил сектору.

3. Спільна робота з COP (Common Operating Picture).

Обидві системи можуть бути джерелом для єдиного оперативного середовища (COP), в яке надходять усі позначки – від ДПСУ, ЗСУ, НГУ.

Умовні позначення у мобільному додатку – візуалізуються також у Delta.

Delta вже має внутрішні протоколи авторизації, передачі та верифікації даних.

При інтеграції необхідно дотримуватись вимог щодо шифрування (TLS), ідентифікації (OAuth2 / JWT) та журналювання подій.

Інтеграція мобільного застосунку з умовними позначеннями до системи Delta дозволить з'єднати тактичний рівень ДПСУ з оперативно-стратегічним рівнем ЗСУ та партнерських сил. Це підвищить точність, швидкість і якість ситуаційної обізнаності на фронті та державному кордоні.

Інтеграція системи умовних позначень у мобільний застосунок для оперативно-службової діяльності ДПСУ – це важливий етап цифровізації командно-контрольних процесів. Нижче описано ключові аспекти реалізації:

Створити мобільний застосунок для офіцерів ДПСУ, який дозволить:

- швидко переглядати та застосовувати умовні позначення під час виконання завдань;
- наносити символи на тактичні карти в режимі реального часу;
- передавати карту або ситуаційне зображення до штабу;
- інтегруватися з геолокацією та службовими месенджерами.

Архітектура мобільного застосунку (рис. 1) складається:

1. Клієнтська частина (мобільний інтерфейс):

- Головне меню: категорії позначень (оперативні, інженерні, технічні, загрози).
- Інтерактивна карта (основа на Google Maps або MapBox).
- Інструмент нанесення символів: вибір, масштаб, підпис, зміна кольору.
- Журнал дій: фіксація, експорт у PDF або PNG, надсилання до штабу.

2. Серверна частина:

- Бібліотека символів (таблиця 1) у форматі SVG/PNG, згрупованих за функціями.
- Синхронізація даних з центральною базою COP/ACU.
- API для обміну з внутрішніми порталами, ArcGIS/QGIS.

Візуальні компоненти мобільного застосунку
для оперативно-службової діяльності ДПСУ

Назва символу	Вигляд	Функція в мобільному застосунку
Patrol Unit (PU)	 квадрат з «PU»	Позначення патрульної групи
UAV Detection	 коло з радіусами	Зона виявлення БПЛА
Suspicious Object	 мітка з трикутником	Імовірний вибуховий об'єкт
Checkpoint (CP)	 квадрат з «CP»	КПП/блокпост
Mobile Team (MT)	 стрілка з номером	Рухома оперативна група

До ключових функцій відносять: геоприв'язку символів (автоматичне фіксування координат); додавання фото/відео до об'єкта; підпис до символу (наприклад, «правопорушник, 14:37, рух на південь»); офлайн-режим для роботи в умовах втрати зв'язку; синхронізація з єдиною тактичною картою на рівні загону.

До проблемних питань та викликів впровадження віднесемо:

- нерівномірне забезпечення мобільними пристроями у підрозділах;
- загрози кібербезпеці – необхідність використання захищеного каналу зв'язку (VPN/mesh);

- потребу в навчанні особового складу;

- технічна підтримка (оновлення бібліотек символів, виправлення помилок).

Перспективами подальших кроків є:

1. Розроблення MVP (minimum viable product) застосунку з базовим функціоналом.

2. Випробування у пілотному підрозділі (наприклад, 10 мобільних груп).

3. Збір зворотного зв'язку та оптимізація UX.

4. Інтеграція з платформами ДПСУ (автоматизовані системи управління, ситуаційні центри).

Мобільний застосунок призначений для нанесення, редагування та збереження тактичних умовних позначень на цифровій карті місцевості, що використовується в оперативно-службовій діяльності підрозділів ДПСУ, із можливістю геоприв'язки, фіксації ситуацій та експортом до командних структур.

2. Основний функціонал

- 2.1 Робота з картою:

Підключення до онлайн/офлайн-карт (Google Maps, MapBox, OpenStreetMap).

Режим перегляду топографічної або тактичної карти.

Відображення рельєфу, доріг, водойм, населених пунктів.

- 2.2 Символіка:

Каталоги умовних позначень згідно із STANAG 2019 / APP-6(D) [9–12].

Групування символів за функціоналом:

Оперативні (BP, CP, MT).

Загрози (Suspicious Object, UAV Detection).

Технічні / інженерні / медичні – в майбутніх релізах.

Можливість нанесення символу на карту з геолокацією.

Зміна розміру, кольору, підпису, напрямку руху (для мобільних об'єктів).

- 2.3 Інформаційне наповнення:

Додавання текстового опису до символу (до 256 знаків).

Прикріплення фото або відео з камери / галереї.

Встановлення часу і статусу об'єкта.

2.4 Обмін та збереження:

Збереження карти з нанесеними символами у форматах PNG, PDF, GeoJSON.

Надсилання через захищений канал (VPN / HTTPS) у штаб або до COP-системи.

Вивантаження у ArcGIS, QGIS або бойову карту.

3. Інтерфейс користувача:

Мова інтерфейсу: українська / англійська.

Навігаційні вкладки: «Оперативні», «Інженерні», «Загрози», «Обране».

Панель інструментів: «Нанести символ», «Повернути», «Зберегти», «Очистити».

Пошук: за назвою об'єкта або кодом.

Нижня панель – 4 найчастіші символи для швидкого доступу.

4. Технічні вимоги:

Платформи: Android (версія 10+), iOS (версія 13+).

Мінімальна роздільна здатність: 720x1280.

Пам'ять: не менше 300 Мб.

Інтеграція: REST API для взаємодії з внутрішніми сервісами ДПСУ.

Безпека: обов'язкове шифрування даних, захищене з'єднання, авторизація (OAuth 2.0 або ID-підпис).

5. Очікувані результати:

створення MVP прототипу за 30 днів;

пілотне тестування на у декількох підрозділах;

збір технічних і функціональних відгуків користувачів;

підготовка до сертифікації в системі захищених продуктів України.

Системна проблема фрагментації умовних позначень у ДПСУ становить серйозну перешкоду для оперативного управління, міжвідомчої координації та сумісності з союзницькими військами в умовах особливого періоду та гібридної війни. На основі аналізу стандартів NATO APP-6(D) [1], STANAG 2019 [2], MIL-STD-2525D [7], було сформовано концепцію уніфікованої тактичної символіки для потреб ДПСУ. Методологія розробки передбачає чітку класифікацію символів, принципи векторизації, кольорове кодування та адаптацію до цифрових середовищ (QGIS, ArcGIS, COP). Упровадження в АСУ, створення бібліотеки умовних позначень у форматах SVG/SHP/PNG та розробка мобільного застосунку-каталогу забезпечать цифрову стійкість і адаптивність системи. Перспективи подальшого розвитку включають нормативне закріплення системи, створення Центру тактичної символіки, розширення мобільних платформ і сумісність із сучасними засобами протидії загрозам. Символічна уніфікація виступає не лише технічним, а й організаційно-психологічним інструментом, що знижує когнітивне навантаження на особовий склад. Узгоджене графічне позначення даних є критичним у боротьбі з тероризмом – для маркування ДРГ, ВРД, дронів та об'єктів критичної інфраструктури. Міжвідомча інтеграція створює передумови для покращеної співпраці з іншими силовими структурами в спільних ситуаційних центрах та штабах. Гнучкість системи дозволить швидко адаптувати позначення під нові загрози та технології сучасного бою. Інноваційний потенціал – у стандартизації на міжнародному рівні, відкритому API, залученні ІТ-компаній. Наукова новизна полягає у створенні нових навчальних курсів, наукових публікацій та методичних розробок.

Висновки. У результаті проведеного дослідження сформовано концептуальну основу уніфікованої системи умовних позначень для потреб ДПСУ. Розроблені символи відображають специфіку оперативно-службової діяльності ДПСУ, сприяють підвищенню ефективності управління, забезпечують візуальну однозначність та адаптовані для застосування у цифрових середовищах.

Здійснено аналіз міжнародних стандартів (зокрема MIL-STD-2525 та APP-6), що дозволило розробити адаптовану систему з урахуванням принципів сумісності з

союзницькими структурами НАТО та ЄС. Запропоновано структуру бібліотеки умовних позначень у форматі SVG, SHP та PNG для подальшої інтеграції в автоматизовані системи управління та геоінформаційні платформи. Практична реалізація системи має значний потенціал для підвищення оперативної ефективності прикордонних підрозділів, покращення міжвідомчої взаємодії, зменшення помилок у бойовій документації та забезпечення високого рівня уніфікації під час міжнародних навчань та бойових операцій.

Перспективами подальших досліджень є: удосконалення класифікації та розширення набору позначень, зокрема для потреб спеціальних підрозділів, авіації, морських частин, мобільних груп та служби розвідки; інтеграція з ГІС та АСУ; забезпечення динамічного використання позначень у цифрових картографічних системах, створення програмних модулів для оперативного застосування на командних пунктах; розроблення мобільного застосунку-каталогу для використання в польових умовах з можливістю швидкого доступу до умовних позначень, створення шаблонів схем та маршрутів; нормативне оформлення – створення офіційних стандартів, наказів та методичних рекомендацій щодо впровадження й застосування умовних позначень у ДПСУ; упровадження в навчальний процес, зокрема адаптація матеріалів до системи підготовки офіцерів та сержантського складу, розроблення практичних курсів та електронних підручників; польове тестування та адаптація – апробація системи в реальних умовах служби, виявлення недоліків та подальшої оптимізації.

ЛІТЕРАТУРА:

1. NATO Standardization Office. APP-6(D): Military Symbols for Land Based Systems. Brussels NATO STANDARDIZATION OFFICE (NSO), 2020. P. 922. URL: https://litpolukrbrig.wp.mil.pl/u/APP-6D_JOINT_MILITARY_SYMBOLOGY._16_October_2017.pdf
2. NATO Science and Technology Organization. SAS-161: The Future of Situational Awareness and Interoperability in Hybrid Warfare. SCIENCE AND TECHNOLOGY. Brussels: NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, 2021. Vol. 1. P. 256. URL: <https://www.sto.nato.int/publications/STO%20Technical%20Reports/STO-TR-SAS-161-VOL-I/%24%24TR-SAS-161-Vol-I-ALL.pdf>
3. Border Security Measures Against Terrorism. Global Counterterrorism Forum. Geneva: NATO standardization (NSO), 2023. P. 26. URL: <https://www.thegctf.org/Portals/1/Documents/Framework%20Documents/2016%20and%20before/GCTF-Good-Practices%20BSM-ENG.pdf>
4. NATO Science and Technology Organization. STO-EN-IST-170. Cyber and Symbolic Mapping in Digital Battlefields. Brussels: NATO STANDARDIZATION OFFICE (NSO), 2021. P. 18. URL: <file:///C:/Users/yuobabii/Downloads/EN-IST-170-07.pdf>
5. Putrenko V., Pashynska N. Military Situation Awareness: Ukrainian Experience. NATO Training Mission. ACIG Journal. Military Training and Situation Monitoring. Brussels, 2022. Vol. 3, no. 1, 2024. Pp. 122–146. DOI: 10.60097/ ACIG/190341
6. Антитерористична концепція. Звіт. Київ: СБУ, 2023. URL: <https://ssu.gov.ua/ua/pages/antyterorystychnyi-tsentr>
7. United States Department of Defense. MIL-STD-2525D: Department of Defense Interface Standard – Joint Military Symbolology. Washington, D.C.: NATO STANDARDIZATION OFFICE (NSO), 2018. URL: https://assist.dla.mil/quicksearch/basic_profile.cfm?ident_number=36181
8. Military Situation Awareness in Ukraine: Delta System in Action. ACIG Journal. 2022. URL: <https://www.acig.org/ukraine-delta-awareness-2022.pdf>
9. Lanham M. Cyber Defence Planning: Operating on Unconventional Terrain. Army Communicator. Brussels, 2022. Pp. 7–12.
10. Jawhara I., Mohamedb N., Jameela Al-Jaroodic J., Agrawald D. and Zhang S. Communication and networking of UAV-based systems: Classification and associated architectures. Journal of Network and Computer Applications. 2017. Vol. 84. Pp. 93–108.
11. Winkelholz C. Cyber Defence – Visualizing and Analyzing Netflow Logfiles, Visualization for Analysis (NATO STO-TR-IST-110). 2018. Pp 67–75.

12. McCroskey E. D., Mock C. A. Operational Graphics for Cyberspace. Commentary. JFQ 85, 2nd Quarter, 2017. P. 85.

REFERENCES:

1. (2020). NATO Standardization Office. APP-6(D): Military Symbols for Land Based Systems. Brussels: NATO STANDARDIZATION OFFICE (NSO), p. 922. Retrieved from: https://litpolukrbrig.wp.mil.pl/u/APP-6D_JOINT_MILITARY_SYMBOLOGY_16_October_2017.pdf [in English]
2. (2021). NATO Science and Technology Organization. SAS-161 : The Future of Situational Awareness and Interoperability in Hybrid Warfare. SCIENCE AND TECHNOLOGY. Brussels: NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION, vol. 1, p. 256. Retrieved from: <https://www.sto.nato.int/publications/STO%20Technical%20Reports/STO-TR-SAS-161-VOL-I/%24%24TR-SAS-161-Vol-I-ALL.pdf> [in English]
3. (2023). Border Security Measures Against Terrorism. Global Counterterrorism Forum. Geneva: NATO STANDARDIZATION OFFICE (NSO), p. 26. Retrieved from: <https://www.thegctf.org/Portals/1/Documents/Framework%20Documents/2016%20and%20before/GCTF-Good-Practices%20-BSM-ENG.pdf> [in English]
4. (2021). NATO Science and Technology Organization. STO-EN-IST-170. Cyber and Symbolic Mapping in Digital Battlefields. Brussels: NATO STANDARDIZATION OFFICE (NSO), p. 18. Retrieved from: <file:///C:/Users/yuobabii/Downloads/EN-IST-170-07.pdf> [in English]
5. Putrenko V., Pashynska N. (2024). Military Situation Awareness: Ukrainian Experience. NATO Training Mission. ACIG Journal. Military Training and Situation Monitoring. Brussels, vol. 3, no. 1, pp. 122–146. DOI: 10.60097/ ACIG/190341 [in English]
6. (2023). Anti-terrorist concept. Report. Kyiv: SBU Retrieved from: <https://ssu.gov.ua/ua/pages/antyterorystychnyi-tsentr> [in Ukrainian]
7. (2018). United States Department of Defense. MIL-STD-2525D: Department of Defense Interface Standard – Joint Military Symbolology. Washington, D.C.: NATO STANDARDIZATION OFFICE (NSO). Retrieved from: https://assist.dla.mil/quicksearch/basic_profile.cfm?ident_number=36181 [in English]
8. (2022). Military Situation Awareness in Ukraine: Delta System in Action. ACIG Journal. 2022. Retrieved from: <https://www.acig.org/ukraine-delta-awareness-2022.pdf> [in English]
9. Lanham M. (2022). Cyber Defence Planning: Operating on Unconventional Terrain. Army Communicator. Brussels, pp. 7–12. [in English]
10. Jawhara I., Mohamedb N., Jameela Al-Jaroodic J., Agrawald D. and Zhang S. (2017). Communication and networking of UAV-based systems: Classification and associated architectures. Journal of Network and Computer Applications, vol. 84, pp. 93–108. [in English]
11. Winkelholz C. Cyber Defence – Visualizing and Analyzing Netflow Logfiles, Visualization for Analysis (NATO STO-TR-IST-110). 2018. Pp 67–75. [in English]
12. McCroskey E. D., Mock C. A. (2017). Operational Graphics for Cyberspace. Commentary. JFQ 85, 2nd Quarter 2017, p. 85. [in English]

**Dr. Tech. Sci. Babiy Yu. O., Ph.D. Polishchuk V. V., Ph.D., Yakymchuk A. V.,
Demchyshyn V. S., Zarytska A.I., Servilo T. Ya.**

SYMBOLISM AS A COMPONENT OF COUNTERING HYBRID THREATS IN THE OPERATIONAL AND SERVICE ACTIVITIES OF THE STATE BORDER SERVICE OF UKRAINE: ADAPTATION TO EURO-ATLANTIC STANDARDS

The article examines the process of developing and implementing a unified system of tactical symbols intended for use in the operational and service activities of the State Border Guard Service of Ukraine (hereinafter referred to as the State Border Guard Service of Ukraine) taking into account compatibility with NATO standards, in particular APP-6 and STANAG 2019. In the context of growing hybrid threats, terrorist challenges and deepening cooperation with partners in the North Atlantic Alliance, the relevance of implementing a single symbol system is significantly increasing. The lack of

unified tactical symbols complicates interaction between units, reduces the efficiency of decision-making and makes it impossible to fully use digital cartographic systems, mobile applications and automated control systems. The paper analyzes existing international standards for tactical symbols, identifies the main problems of adapting them to the specifics of the tasks of the border guard service, and also proposes a methodology for building a new system of symbols. The main principles of creating the system include: uniformity, unambiguousness, readability, compliance with international requirements and the possibility of integration into digital environments (for example, ArcGIS, QGIS, combat maps, mobile applications). The article presents practical examples of symbols: for designating mobile groups, border detachments, UAV detection zones, suspicious objects, etc. Special attention is paid to the impact of the new system on the effectiveness of interdepartmental coordination and on the ability of the State Border Guard Service units to respond promptly in cases of terrorist threats or emergencies. The proposed system of symbols is an important stage in the digital transformation of the border service and increasing its capabilities in the field of national security, counterterrorism and integration into joint defense initiatives of the North Atlantic Alliance.

Keywords: tactical symbols, State Border Guard Service of Ukraine, NATO standards, APP-6, STANAG 2019, counterterrorism, hybrid warfare, interoperability, mobile application, Delta.

ПРОТИДІЯ ШТУРМОВИМ ГРУПАМ ПРОТИВНИКА, ЯКІ ДІЮТЬ НА МАЛОГАБАРИТНІЙ ШВИДКІСНІЙ ТЕХНІЦІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ

У статті проаналізовано ключові аспекти ефективного використання стрілецької зброї для швидкої нейтралізації мобільних груп противника, що застосовують малогабаритну швидкісну техніку, таку як мотоцикли, електромотоцикли, багі тощо у контексті російсько-української війни. Особливий акцент зроблено на зростаючій ролі підготовки стрільців та стрілецького озброєння для вогневого ураження цих високоманеврених груп. Головна мета дослідження полягає у формуванні та обґрунтуванні практичних рекомендацій щодо протидії та вогневого знищення вказаних груп із залученням наявних зразків стрілецької зброї, які є на озброєнні у стрільців сил оборони.

Сучасні бойові дії характеризуються не лише високою динамікою, але й постійною еволюцією тактики та озброєння. Швидка зміна обстановки, зумовлена активним застосуванням новітніх технологій, вимагає від командування та стрільців миттєвої адаптації та здатності ефективно діяти в умовах невизначеності. Мобільні малогабаритні цілі, такі як мотоцикли, електромотоцикли, багі та інші подібні транспортні засоби, стали поширеним явищем на полі бою, являючи собою значну загрозу для підрозділів оборони. Їхня швидкість, маневреність та здатність проникати у важкодоступні місця рельєфу роблять їх ідеальними для проведення розвідувальних, диверсійних та штурмових операцій. Ефективне ураження таких цілей вимагає від стрільців не лише влучності, але й здатності швидко реагувати на їхню появу, приймати обґрунтовані рішення в умовах обмеженого часу та вести вогонь по швидкісних рухомих об'єктах з високою точністю. У зв'язку з цим, особливої актуальності набуває питання вдосконалення методів підготовки стрільців, розробки нових підходів до навчання та адаптації існуючих зразків стрілецької зброї до умов ведення бойових дій проти мобільних малогабаритних цілей.

Швидкоплинні умови ведення бойових дій у 2025 році, зумовлені активним розвитком і поширенням безпілотних літальних та наземних систем, а також дистанційного мінування, що призводить до необхідності перегляду традиційної тактики ведення бою та часткової відмови на окремих ділянках від використання значного зосередження важкої техніки та великих скупчень особового складу. Замість цього, спостерігається чітка тенденція до заміни великогабаритної військової техніки (типу танк, бойові машини піхоти тощо) на більш маневрену та швидкісну малогабаритну техніку, яка забезпечує підвищену мобільність, зменшену помітність та здатність до швидкого розгортання та передислокації. Ця тенденція особливо помітна у діях розвідувально-диверсійних груп, штурмових підрозділів та сил спеціальних операцій, які все частіше використовують мотоцикли, електромотоцикли, багі та інші подібні транспортні засоби для виконання точкових бойових завдань.

Ключові слова: малогабаритна швидкісна техніка, стрілецька зброя, штурмові дії, мішені, місця обмеженого руху стрільця.

Вступ та постановка проблеми. Російсько-українська війна стала повноштабним полігоном для випробування нових тактичних підходів та технологій, змушуючи протидіючі сторони постійно адаптуватися до мінливих умов бою. Однією з характерних рис цього конфлікту є активне використання противником цивільної техніки, зокрема мотоциклів, для виконання бойових завдань [1]. Ці маневрені та швидкісні транспортні засоби періодично дозволяють штурмовим групам противника оперативного переміщатися на мало контрольованих ділянках місцевості, здійснювати раптові напади та проникати в тил

оборони, створюючи значні загрози для підрозділів сил оборони [2]. Ефективна протидія таким мобільним групам вимагає від підрозділів оборони не лише високого рівня володіння стрілецькою зброєю, далекобійними вогневими засобами, але й здатності швидко реагувати на несподівані зміни в тактичній обстановці, приймати швидкі обґрунтовані рішення під вогнем противника та ефективно уражати швидкісні рухомі цілі на різних дистанціях. Однак, на сьогодні традиційні методи навчання стрільців зазвичай орієнтовані на ураження статичних цілей на відомих відстанях, часто виявляються недостатніми для успішного виконання бойових завдань в умовах динамічних зіткнень з мобільними групами на малогабаритній техніці. У зв'язку з цим, розробка та впровадження комплексної нестандартної системи підготовки стрільців адаптованої до специфіки протидії штурмовим групам противника на мотоциклах та інших подібних транспортних засобах є нагальною потребою. Така система повинна враховувати особливості тактики застосування цих бойових груп, включати в себе моделювання реалістичних бойових ситуацій, розвиток когнітивних та психологічних навичок стрільців, а також передбачати використання сучасних технологій навчання та засобів імітації бою. У цій публікації розглядається проблема недостатньої ефективності традиційних методів підготовки стрільців для протидії штурмовим групам противника, що діють на малогабаритній швидкісній техніці та обґрунтовується необхідність розробки та впровадження комплексної нестандартної системи підготовки, спрямованої на вирішення цієї проблеми.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Основні методи досліджень: є аналіз та порівняльний аналіз узагальненого бойового досвіду, що стосується появи нової тактики, та змін, які відбуваються у процесі підготовки стрільців. Дослідження в цій галузі аналізують та підкреслюють надзвичайну важливість щодо підготовки та застосування стрілецької зброї для швидкої ліквідації мобільних груп противника, які дедалі частіше використовують малогабаритну швидкісну техніку. Нова тактика застосування противником бойових груп має значні недоліки щодо додаткового захисту мотоциклістів від стрілецького вогню та осколків артилерії. Хоча використання цих груп противником дозволяє оперативно створити швидкісний, мобільний штурмовий підрозділ у визначеному районі на відносно невеликій відстані від оборонних позицій для виконання подальших штурмових дій [3], але їхнє виживання на напрямку головного удару залишається під питанням. Тому командний склад сил оборони під час виконання бойових завдань проявляє більш виважений підхід до збереження життя військовослужбовців, що відображає цінність особового складу та обмеженість ресурсів. На противагу цьому, російське командування готове до значних втрат заради досягнення незначних тактичних переваг (наприклад, заняття позиції в лісосмузі), що може вказувати на їхні необмежені людські резерви та, можливо, іншу систему пріоритетів. Важливим аспектом зазначеного питання є можливість використання результатів наукових досліджень для розробки контрзаходів або адаптації цієї незвичної тактики для сил оборони, якщо вона буде визнана ефективною. Недостатнє практичне осмислення вказує на брак досвіду її застосування та оцінки реальної дієвості на полі бою.

Метою статті є: аналіз викликів, пов'язаних з ураженням мобільних малогабаритних цілей та формування комплексу практичних рекомендацій для вдосконалення підготовки стрільців, адаптації наявних зразків стрілецької зброї та розробки ефективних методик протидії цим загрозам в умовах сучасного швидкоплинного бою.

Виклад основного матеріалу. Чинні військові настанови, зокрема Бойові статuti, визначають основні способи та форми ведення бойових дій для військових підрозділів. Склад сил і засобів таких військових формувань, як бригади, батальйони, роти, взводи та тактичні групи, варіюється залежно від характеру та обсягу бойових завдань серед яких: оборона ключових районів, рубежів та позицій, відбиття атак основних сил противника; прорив ворожої оборони, штурм і захоплення важливих об'єктів; форсування водних перешкод, облаштування плацдармів, переслідування відступаючого противника; проведення рейдових, обхідних, ізоляційних, блокувальних та розвідувально-ударних дій, а

також охорона важливих об'єктів і шляхів сполучення [4].

Але, як показав наглядний бойовий досвід російсько-української війни, виникли протиріччя між теорією та практикою щодо бойового застосування бойових підрозділів на полі бою. Масове використання безпілотних технологій докорінно змінило способи застосування бойових підрозділів, нерідко спричиняючи застосування нелогічних, а часом і необдуманих методів ведення війни. Одним із наслідків цього стало активне формування противником мобільних груп, що використовують малогабаритну швидкісну техніку, а саме: мотоцикли, електромотоцикли, багі (гідроцикли – на окремих напрямках) в умовах сучасної війни XXI століття. У зв'язку з цим постає нагальне питання: як ефективно протидіяти цьому новому явищу на полі бою та вчасно знищити ворога? Подальший аналіз буде присвячено вивченню основним тактичним прийомам **оперативних штурмових** груп противника для розробки дієвих методів протидії та їх вогневого ураження із застосуванням стрілецької зброї на різних дистанціях. Водночас слід зазначити наявність закономірного питання: Чому саме стрілецька зброя є основним засобом розгляду? Чому не артилерійський вогонь, озброєння бойових машин та інші вогневі системи?

Розглянемо типову загально прийнятну організаційно-штатну структуру штурмового підрозділу збройних сил наприклад до взводу (численність до 30 чел.), оснащеного легкими транспортними засобами, такими як мотоцикли (мотоцикли з бічним причепом – наприклад, "УРАЛ", "ДНЕПР") [5]. Як правило, така структура є одним із варіантів гнучкого ведення маневреної війни, що активно використовується противником, особливо на відкритій місцевості, для оперативного захоплення невеликих лісосмуг (позицій, рубежів) шляхом швидкого просування через поля. Їхньою основною тактикою є стрімке просування для вступу в маневрений та динамічний бій на значній дистанції з подальшою зачисткою, закріпленням та утриманням кругової оборони на невизначений термін. Окрім швидкості та маневреності, ці групи мають ще одну важливу перевагу – здатність безперешкодно долати мінні поля, що розраховані на зупинку важкої броньованої техніки.

На рис. 1 схематично показано типову тактику дій швидкісних груп противника.

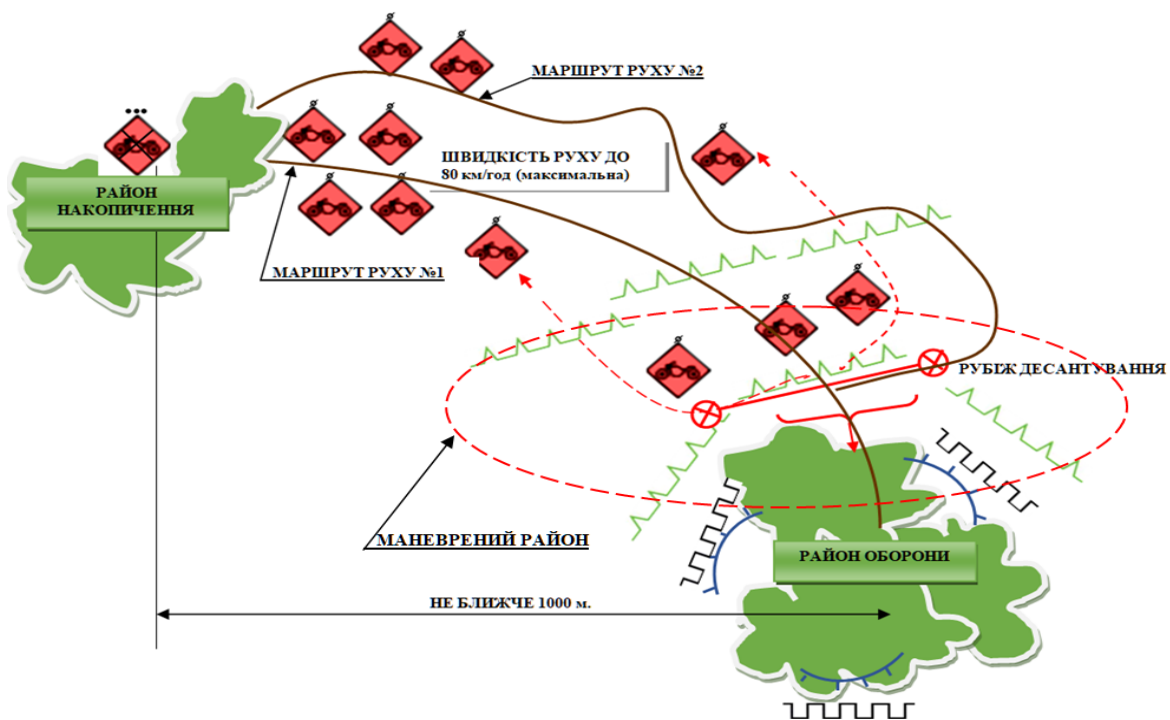


Рисунок 1 – Типова схема штурмових дій противника

На рис.1 ілюструється нетрадиційний підхід щодо ведення бойових дій на передбачуваному напрямку майбутнього головного удару, який умовно можна поділити на

такі етапи: накопичення боєприпасів та матеріально-технічних засобів; скритне зосередження особового складу та техніки; безпечне переміщення та висадка десанту; проведення комплексу штурмових заходів.

Аналізуючи етап – "Підготовка до штурмових дій", слід підкреслити, що його часова тривалість може становити до трьох діб. Одночасно з цим, противник проводить комплекс інженерно-фортифікаційних робіт на вихідних позиціях, що включають обладнання замаскованих одиночних окопів та "лисячих нір" [6]. Мотоцикли розміщуються в укриттях, що забезпечуються особливостями рельєфу місцевості, такими як пагорби, лісові насадження та яри, на відстані не менше ніж 1000 метрів від переднього краю сил оборони. Крім того, проводиться комплексна артилерійська підготовка до подальших наступальних дій із широким застосуванням FPV-дронів та залученням армійської та штурмової авіації по позиціях сил оборони на лінії зіткнення задля руйнування оборонних споруд та деморалізації особового складу. Як правило, після трьох діб безперервних виснажливих обстрілів позиції підрозділів сил оборони зазнають повного руйнування або стають непридатними для оборонних дій, що в подальшому призводить до їхнього відведення на інші ділянки або на додаткові позиції, а противник, користуючись цим, займає залишені позиції з мінімальним опором. Не типова тактика іноді успішно використовується противником у разі потреби проведення штурмових дій на віддалених позиціях, у разі невідповідного тактичного розташування або за відсутності прихованих шляхів підходу безпосередньо до позицій сил оборони. Перед початком руху штурмових груп на швидкісних малогабаритних засобах противником масово застосовується різноманітний комплекс наявних дронів, що наносять вогневе ураження по точках спостереження та чергових вогневих засобах (кулеметник). Ураження спостережних постів призводить не лише до фізичного знищення особового складу, але й до тимчасової втрати важливої інформації про дії противника, його пересування та розгортання в бойові порядки. Втрата кулеметних розрахунків призводить до зменшення щільності вогню на ділянках зосередженого вогню, ускладнює відбиття атак противника та підтримку власних штурмових дій. Результатом таких точкових ударів дронами створює тимчасовий ефект **"розгубленості"** або **"тимчасової сліпоті"** для особового складу сил оборони [7]. Раптові та точні удари по ключових елементах оборони викликають тимчасову дезорганізацію, паніку та знижують бойовий дух. Відсутність інформації про противника та втрата вогневої підтримки призводять до тимчасової нездатності адекватно оцінити ситуацію та приймати своєчасні рішення. У такому стані підрозділи стають більш вразливими до подальших атак, втрачають ініціативу та здатність ефективно вести оборонний бій.

Розглядаючи етап – "Безпечне переміщення та висадка десанту" встановлено, що після завершення артилерійських вогневих ударів противником, формуються до п'яти швидкісних мотоциклів, які утворюють так звані швидкісні штурмові групи на мотоциклах. Зазначені групи здійснюють одночасне висування паралельними маршрутами, що є показовим прикладом застосування маневреності та високої швидкості легкої техніки для введення противника в оману та проникнення в глибину його оборонних рубежів. Кожен мотоцикл рухається за індивідуальним, непередбачуваним маршрутом (лісосмуга, поле зі зміною напрямку, фланг оборонних позицій) із максимальною швидкістю, створюючи для підрозділів, що обороняються, складну ситуацію з кількома одночасно наближуваними цілями з різних напрямків [8, 9]. Пересування масових малорозмірних цілей на максимальній швидкості по зигзагоподібній траєкторії суттєво ускладнює наведення зброї та результативне вогневе ураження мотоциклів зі стрілецької зброї, особливо на середніх і великих відстанях. Нелінійний характер руху змушує стрільців безперервно коригувати приціл та переміщати вогонь, що призводить до зменшення влучності та перевитрати наявного боєкомплекту. Мінімальне використання стрілецької зброї противником під час руху вказує на те, що головним завданням на цьому етапі є не вступ у відкрите вогневе протистояння, а оперативне та непомітне просування вглиб оборони. Одинокі постріли можуть здійснюватися для

створення додаткового психологічного впливу, демонструючи наближення штурмової групи до вогневих позицій. Почергова висадка штурмовиків є ключовим елементом тактики мотоциклетних штурмових груп, спрямованим на максимальне приховування моменту безпосереднього штурму. Використання природних укриттів, таких як: лісосмуги, земляні вали або балки, дозволяє частково уникнути прямого вогневого контакту на етапі розгортання в бойові порядки. Подальші дії мотоцикліста можуть варіюватися залежно від конкретної тактичної ситуації та поставленого бойового завдання. Існує кілька основних подальших сценаріїв дій мотоцикліста: повернення мотоцикліста до визначеного району зосередження; залишення водія-мотоцикліста в якості штурмовика. Вибір конкретного сценарію залежить від багатьох факторів, включаючи чисельність штурмової групи, наявність інших транспортних засобів, характер місцевості, щільність оборони противника та поставлене бойове завдання. У будь-якому випадку, висадка в "маневреному районі" та подальше тактичне використання мотоциклів є важливими елементами раптовості та швидкості, які є ключовими перевагами мотоциклетних штурмових груп.

Досліджуючи етап – "Проведення комплексу штурмових заходів" встановлено, що на етапі закріплення та розвитку наступу противник оперативно займає та обладнує ключові вогневі позиції, одночасно здійснюючи корегування вогню за допомогою безпілотних літальних апаратів для порушення системи оборони підрозділів. Після цього противник розпочинає штурмові дії або утримує захоплені позиції (рубежі) до прибуття чергової хвилі атакуючих сил [10]. Важливо також відзначити функціональну спеціалізацію мотоциклістів у складі штурмових груп, а саме: мотоцикліст із засобами РЕБ (як правило діє в центрі бойового порядку); мотоцикліст-медик; мотоцикліст-інженер (можлива дія на багі); мотоцикліст-оператор димової установки; мотоцикліст-штурмовик.

Отже, виникає закономірне питання щодо забезпечення ефективної протидії масованим швидкісним набігам мотоциклетних підрозділів противника в умовах обмеженої видимості та дефіциту часу на реагування. Застосування артилерії для ураження таких цілей ускладнюється їхньою високою швидкістю та маневреністю, що потребує надзвичайно швидкого коригування вогню безпосередньо в ході бою. Таке швидке коригування часто є практично неможливим, особливо під час раптових атак на коротких дистанціях, коли час на розгортання вогневих засобів обмежений та противник знаходиться в районах оборони. Для підтвердження викладеного матеріалу, як наочний приклад, розглянемо часові показники одного із нормативів, а саме нормативу 7/М "Зміна дальності і напрямку стрільби" в яких відображено, що обслуга $\frac{2Б9 \text{ "Васильок"} }{82 \text{ мм М "Піднос"}}$ повинна виконати зазначений норматив в рамках наступних часових показників – відмінно $\frac{20 \text{ с.}}{25 \text{ с.}}$; добре $\frac{25 \text{ с.}}{30 \text{ с.}}$; задовільно $\frac{30 \text{ с.}}{40 \text{ с.}}$ [11]. Безумовно, зазначені часові показники суттєво відрізняються під час навчальних занять та при виконанні бойових завдань, але важливо врахувати, що мотоцикліст може легко змінити напрямок або швидкість руху протягом мінімального часу, що створює високодинамічну ситуацію, в якій традиційні методи ураження можуть бути малоефективними.

Застосування Безпілотних Авіаційних Комплексів (далі – БпАК) також стикається зі значними обмеженнями, оскільки мотоциклетні підрозділи ефективно використовують потужні засоби РЕБ, які можуть суттєво знизити ефективність БпАК або призвести до втрати управління ними. Крім того, операторам дронів потрібен час на підготовку до вильоту, висування до району застосування, підліт до цілі, їхню перезарядку між вильотами, а також постійний контроль за рівнем заряду акумуляторних батарей, що зменшує оперативність реагування підрозділів оборони в критичних ситуаціях. З огляду на високу швидкість та маневреність мотоциклетних підрозділів противника, значно ускладнюється їхнє своєчасне виявлення, ураження та нейтралізація штатними далекобійними вогневими засобами підрозділів, що робить їх серйозною загрозою під час ведення бойових дій. Для обґрунтування представленої інформації, як наочний приклад, розглянемо часові показники нормативу для БпАК "FPV" 1/БпАК "Приведення БпАК в бойове положення", в яких

відображено, що оператор FPV повинен виконати зазначений норматив у рамках наступних часових показників, а саме: відмінно – 10 хв.; добре – 15 хв.; задовільно – 20 хв. [12]. Слід зазначити, що за такий значний проміжок часу мотоцикліст може швидко та безперешкодно досягти району оборони та непомітно проникнути безпосередньо в траншеї у складі штурмових груп, **забезпечуючи раптовість атаки та дезорганізацію підрозділів оборони.**

Тому в цій публікації особлива увага приділяється підготовці стрільців і забезпеченню їх сучасними зразками стрілецької зброї. Це обґрунтовується тим, що стрілецька зброя є індивідуальною зброєю, завжди доступною для стрільців, час на підготовку до стрільби мінімальний, боєкомплект зазвичай знаходиться при стрільці, і, що важливо, ефективна дальність вогневого ураження становить до 1000 м. Важливо також пам'ятати, що мотоциклісти в бою часто діють у так званих мотоциклетних роях для досягнення поставленої мети.

На рис. 2 схематично показано ефективність стрілецької зброї у протидії мотоциклетним підрозділам.

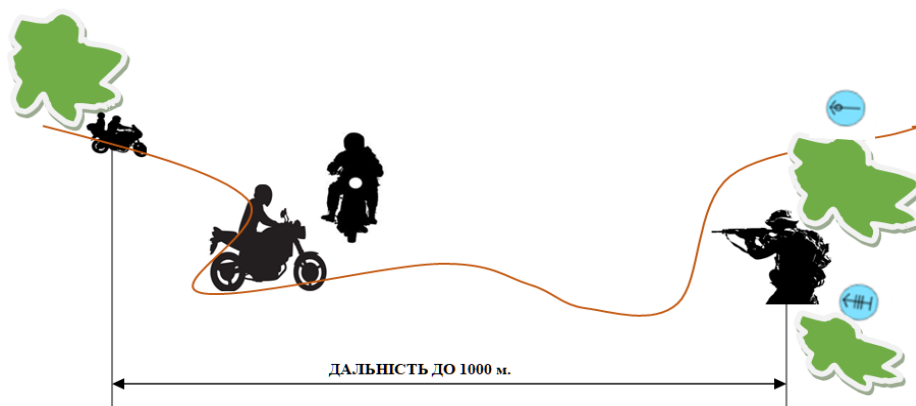


Рисунок 2 – Ефективність стрілецької зброї у протидії мотоциклетним підрозділам

Ефективна протидія швидкісній тактиці, яка діє на малогабаритну швидкісну техніку із застосуванням стрілецької зброї вимагає комплексного підходу, враховуючи недоліки даної тактики. До ключових слабкостей належить висока вразливість мотоциклів та багі до різноманітних вогневих засобів, таких як кулемети, гранатомети, а також обмежена ефективність при зустрічі з організованою та сильною обороною інженерного забезпечення на окремих ділянках проїзду техніки. Крім того, значна частина техніки в таких штурмових групах часто розглядається як витратний матеріал. Для ефективної протидії штурмовим групам рекомендується підготовка стрільців за програмами, що включають елементи практичної стрільби, адаптовані з цивільних методик, таких як IPSC (International Practical Shooting Confederation). Включення окремих елементів до загальних програм підготовки Збройних Сил України дозволить навчасим приймати обґрунтовані рішення в динамічних та непередбачуваних умовах сучасного бою. До таких стрілецьких основних елементів належать: ураження рухомих/нерухомих цілей із-за укриття праворуч та ліворуч, що передбачає зміну як стрілецької позиції, так і способу утримання зброї; ураження рухомих/нерухомих цілей через середній за висотою отвір, що унеможливорює стрільбу зі стандартної стійки, але не потребує переходу в положення стрільби з коліна; швидке переміщення на вогневих позиціях із елементами незначних перешкод (пусті ящики з під боєприпасів, каміння) на середні (до 5 метрів) та довгі (понад 5 метрів) дистанції, як з незарядженою, так і з зарядженою зброєю [13-14]; рух та ведення вогню зі стрілецької зброї (короткоствольної стрілецької зброї) із незручних стійок.

Крім того, важливо враховувати високу вогневу потужність автоматичних гранатометів таких, як МК-19 (Mark 19), АГС-17 (Плам'я) або УАГ-40, які є штатним озброєнням рот і взводів. Ці зразки зброї ефективно використовуються для ураження противника на ймовірних напрямках висування, у місцях можливої висадки піхоти та на маршрутах руху,

значно підвищуючи вогневу міць підрозділів в середній дальності до 2000 м. [15]. У контексті протидії мотоциклетним групам, їхня здатність швидко створювати щільний вогонь на великій площі робить їх особливо цінними для ураження мобільних цілей та перекриття шляхів їхнього просування. Враховуючи тактику мотоциклетних штурмових груп, яка часто ґрунтується на раптових атаках та швидкому прориві оборони, великокаліберні кулемети, такі як M2 "BROWNING", **FN BRG-15**, **XM806**, ДШК або НСВ "УТЬОС", набувають особливого значення, як засіб протидії. Зброя здатна швидко створювати середню зону щільного вогню до 3000 м. [16] ускладнюючи просування мотоциклетних груп та змушуючи їх змінювати маршрути або тактику дій. Використання комбінації озброєння, а саме автоматичних гранатометів та великокаліберних кулеметів є важливим елементом успішного застосування цієї зброї. При цьому гранатомети забезпечують ураження противника на ймовірних напрямках їхнього руху, а кулемети - створення зони вогню для стримування просування противника в глибину району оборони. Однак, слід враховувати, що зазначені зразки зброї не завжди можуть бути в наявності на вогневих позиціях через можливі технічні несправності, потребу в технічному обслуговуванні або нестачу боєприпасів, що робить ще більш важливою якісну підготовку стрільців для ефективного застосування індивідуальної зброї. У разі виникнення проблем щодо відсутності або поломки вищезазначених зразків крупнокаліберних кулеметів, можуть бути використані зразки 7,62, такі як ПК, ПКМ, **M240**, **MG3** або **легкі/ручні кулемети (аналоги РПК)**, **FN Minimi Mk3**, **Mk 48**. Ця підготовка повинна включати не лише влучну стрільбу, але й швидке перезаряджання, ведення вогню в русі з різних незручних положень, а також вміння швидко оцінювати ситуацію та приймати адекватні рішення щодо застосування зброї.

На сучасному полі бою немає неважливих засобів і методів, включаючи зброю, її належне обслуговування та бойове застосування. Проте, під час організації та ведення бою, важливо враховувати тактику нічних дій, зважаючи на ймовірне використання противником індивідуальних приладів нічного бачення, таких як AN/PVS-14, 1ПН63, 1ПН140 або систем нічного бачення, встановлених на транспортних засобах, що значно розширюють можливості ведення бойових дій в умовах обмеженої видимості, забезпечуючи противнику ефективне спостереження, пересування та ведення вогню вночі. Під час протидії мотоциклетним штурмовим групам інженерне забезпечення також відіграє важливу роль у зв'язку з їхньою високою мобільністю, швидкістю та здатністю до несподіваних нападів. Ефективне використання зонованого мінування та різноманітних інженерних засобів сприяє зниженню їхньої боєздатності, обмеженню свободи маневру та створенню перешкод для реалізації поставлених цілей.

Отже, якісна підготовка стрільців для ефективного ураження малогабаритних, високошвидкісних та маневрених цілей, яскравим прикладом яких є "мотоцикліст" у складі штурмової групи, є нагальною потребою сучасної війни. Вона має бути глибоко спеціалізованою та враховувати весь спектр особливостей загроз, що значно відрізняються від статичних або повільно рухомих об'єктів. Це вимагає кардинального перегляду стандартних методик підготовки, виходу за їхні усталені рамки та обов'язкової інтеграції новітніх підходів, технік і засобів навчання. Практика застосування, як індивідуальної (автомати, штурмові гвинтівки) так і групової зброї (кулемети, гранатомети) в бою наочно демонструє комплексні вимоги до озброєння в умовах динамічного бою, що включають в себе не лише абсолютну надійність в екстремальних умовах експлуатації та високу точність під час ведення вогню по статичних цілях, але й критично важливу здатність ефективно уражати швидкі та маневрені об'єкти. Для успішного виконання бойових завдань на полі бою підготовка стрільця може передбачати використання автоматичної зброї з підвищеною скорострільністю, що дозволяє збільшити ймовірність влучання в швидко рухомих цілей чергою. Оптичні приціли з широким полем зору та можливістю швидкого наведення на рухомі об'єкти такі, як коліматорні або голографічні приціли, стають незамінними

інструментами для швидкого реагування на раптову появу цілі. Крім того, глибоке розуміння балістичних характеристик боєприпасів під час стрільби по об'єктах, що швидко переміщуються, включаючи врахування випередження та впливу вітру, є одним із ключових елементів ефективного вогневого контролю.

Особливу увагу слід приділити м'язовій пам'яті у стрільців щодо навичок інстинктивної стрільби та швидкого прийняття рішень в умовах обмеженого часу. Тренування повинні моделювати ситуації раптової появи малогабаритних цілей на різних дистанціях та під різними кутами, вимагаючи від стрільців миттєвої реакції та точного вогню. Використання спеціалізованих мішеней, що імітують рух мотоциклістів, а також застосування засобів імітації бойових дій для створення динамічної навчальної обстановки є необхідними складовими такої підготовки. Відсутність спеціалізованих мішеней унеможливорює формування у стрільців необхідних навичок для ефективного ураження подібних загроз. Ці мішені повинні імітувати швидкість, маневреність та розміри мотоцикла з особовим складом, а також передбачати можливість ведення вогню по них на різних дистанціях та під різними кутами.

На рис. 3 показано варіанти спеціалізованих мішеней.

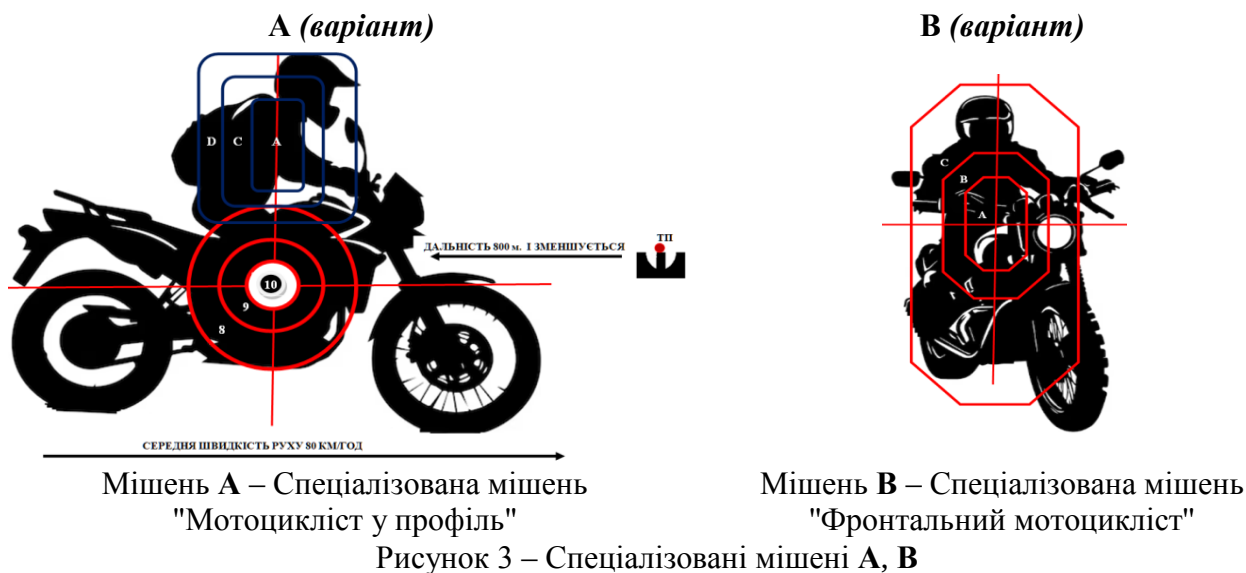


Рисунок 3 – Спеціалізовані мішені А, В

Вище запропоновані мішені А та В (варіант), спеціально розроблені для якісного навчання стрільби по рухомій малогабаритній цілі, що імітує мотоцикл, є важливим інструментом нестандартної підготовки стрільців. Різні зони ураження представлені балами в мішені А та літерними позначеннями в обох варіантах, відображають різний ступінь ефективності влучання. Центральні області (10 в мішені А та "А" в обох варіантах) є пріоритетними для виведення з ладу як самого мотоцикла (наприклад, двигуна чи паливної системи) так і водія, що призводить до втрати контролю та боєздатності. Важливо, що мішень А зображує мотоцикліста в профіль, що дозволяє тренувати стрільбу по цілі, яка рухається вздовж лінії фронту або намагається обійти позиції із фронту. Мішень В у профільній проекції фокусується на інших зонах ураження. Обидві мішені дають змогу оцінити точність стрільби окремо по мотоциклу та водію, що є цінним для розуміння наслідків влучань у різні частини цілі. Використання цих спеціалізованих мішеней у поєднанні із прицільною стрільбою та швидкісними змінами різноманітних вогневих позицій є ключовим для адаптації підготовки стрільців до сучасних загроз, особливо до ефективного ураження швидких та маневрених малогабаритних цілей. Систематичні вогневі тренування з використанням спеціалізованих мішеней у поєднанні з моделюванням різноманітних бойових сценаріїв, цілеспрямована адаптація навчальних програм для розвитку специфічних навичок стрільби по рухомих цілях, а також інтеграція елементів реалістичної бойової

обстановки [17] та застосування засобів імітації (страйкбол, пейнтбол, LaserTag тощо) значно підвищать боєздатність оборонних підрозділів в умовах обмежених ресурсів та зменшать ризики втрат при зустрічі з подібними загрозами в бою. Нехтування цими новими аспектами може суттєво знизити боєздатність підрозділів та призвести до невиправданих втрат при зіткненні з подібними загрозами на полі бою.

Висновки. Якісна підготовка стрільця є комплексним процесом щодо протидії штурмовим групам противника, які діють на малогабаритній швидкісній техніці із застосуванням стрілецької зброї, що охоплює не лише майстерне володіння зброєю в бою, а й розвиток когнітивних та психологічних якостей, формуючи фізично витривалу, скоординовану та вольову особистість з досконалою технікою виконання бойових завдань. Незважаючи на загальноприйняту практику тренувань, спрямованих на розвиток навичок пересування, швидкого зайняття вогневої позиції, оперативного ведення вогню, подолання перешкод та виконання спеціальних прийомів, на сьогодні відсутні спеціалізовані вогневі вправи з мішенями "МОТОЦИКЛІСТ", що підкреслює необхідність адаптації підготовки стрільців до сучасних загроз. У зв'язку з цим авторами пропонуються прості, але ефективні зразки мішеней для ведення вогню на різних дистанціях, що є важливим кроком до підвищення боєздатності підрозділів оборони в умовах обмежених ресурсів. Відсутність спеціалізованої підготовки проти таких мобільних загроз може суттєво знизити ефективність вогню та призвести до зайвих втрат. Тому проведення тренувань на штатних або тимчасових вогневих полігонах з використанням рухомих та статичних мішеней на різних дистанціях та з імітацією бойової обстановки є вкрай важливим етапом підготовки стрільців.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Будерацький Є. Брехня путіна про Курщину, Штурми на мотоциклах та «братська могила» для корейців | Кляті питання [Електронний ресурс] / Українська правда. 2025. Режим доступу: <https://youtu.be/Fgwy7y7jkKE?si=UNj5RBRhc8jbsnqh>
2. Крайник Л. В., Грубель М. Г., Кохан В. Ф. Легкі тактичні автомобілі / військові джипи: сучасна ситуація та еволюція розвитку. *Системи озброєння і військова техніка / Збірник наукових праць ХНУПС*. 2023. № 1(75). С. 27–36.
3. Бойовий статут десантно-штурмових військ ЗСУ ч. IV (взвод, відділення) : КДШВ ЗСУ-ДшБП 3-03.58(59). Вид. ВА Одеса, 2024. С. 166–171.
4. Сатаров В. С., Балуков Н. К. Розвиток форм і способів бойових дій Сухопутних військ США. *Зарубіжний військовий огляд*. 2012. № 1. С. 40–44.
5. Виступ російського солдата / гуманітарна допомога важких мотоциклів на СВО [Електронний ресурс]. 2025. Режим доступу: <https://youtube.com/shorts/hDuSf2YJikU?si=1P6gGPTksmj1fyXM>
6. Демідчик Ф., Харун О., Михайлишин О. Інженерна підтримка бойових дій військ: трансформація завдань. *Збірник наукових праць серія: військові та технічні науки НАДПС України*. 2024. № 1(94). С. 27–37.
7. Черногор Я., Радь П., Черниш А. Аналітичне дослідження, російські безпілотні системи: актуальний стан, перспективи виробництва і подальшого застосування / Міжнародний фонд відродження "Українська призма". 2024. С. 6–17.
8. Штурмові дії Збройних сил РФ [Електронний ресурс] / Матеріали досвіду російсько-української війни. 2023. С. 2–7. Режим доступу: https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2024/04/Штурмові-дії_ЗС_РФ.pdf
9. Сливенко П. До питання досвіду бойового застосування сил оборони при відсічі збройної агресії РФ / СБУ НАСБУ навчально-науковий тренінговий центр оперативно-бойової підготовки. *Оперативно-бойова діяльність сил сектору безпеки і оборони в умовах воєнного стану*. 2024. № 1. С. 153–157.
10. Watling Jack, Reynolds Nick. *Meatgrinder: Russian Tactics in the Second Year of Its Invasion of Ukraine* [Електронний ресурс] / Royal United Services Institute for Defence and Security Studies. 2023. С. 3–34. Режим доступу до журн.: <https://static.rusi.org/403-SR-Russian-Tactics-web-final.pdf>
11. Збірник нормативів з бойової підготовки для спеціалістів і підрозділів артилерії ТП 7-

00(07)01.01 : Затверджено наказом ГШ ЗСУ 03.01.2020 № 5. 46 с.

12. Збірник нормативів для військових частин та підрозділів БПаК ТП 7-00(46)307.55 : Затверджено НГШ ЗСУ 15.02.2024. 38 с.

13. Міжнародна конфедерація практичної стрільби (IPSC) : вправи стрільб IPSC (International Practical Shooting Confederation) [Електронний ресурс] / Курс стрільби IPSC. 2025. Режим доступу: <https://www.ipsc.org/ipsc-shooting-course/>

14. Програма “Базової загальновійськової підготовки” (для підготовки мобілізаційних ресурсів, версія 4) (термін навчання 1,5 місяці) ТП 7-00(206)246.63 : програма підготовки. 2024. С. 98–114.

15. Керівництво зі стрілецької справи 30-мм автоматичний гранатомет на станку (АГС-17) “Полум’я” (ВКДП 7-00(01).01) : керівництво зі стрілецької справи. 2020. 100 с.

Керівництво зі стрілецької справи 12,7-мм великокаліберного кулемету ДШКМ-ТК (ВКДП 7-00(03).01) : керівництво зі стрілецької справи. 2019. 108 с.

16. Базові положення та елементи основних видів підготовки за Бойовою армійською системою (БАрС). Частина 1 : [навч.-метод. посібник] / за ред. І. С. Овчарука. – Одеса : Військова академія, 2016. – 122 с.

REFERENCES:

1. Buderatskyi, Ye. (2025), “Brekhnia putina pro Kurshchynu, Shturmy na mototsyklakh ta «bratska mohyla» dlia koreitsiv | Kliati pytannia” [Putin's Lie about the Kursk Region, Motorcycle Assaults and a "Mass Grave" for Koreans|Cursed Questions], *Ukrainska pravda*. Available from: <https://youtu.be/Fgwy7y7jkKE?si=UNj5RBRhc8jbsng>

2. Krainyk, L.V., Grubel, M.H. and Kokhan, V.F. (2023), “Lehki taktychni avtomobili / viiskovi dzhyipy: suchasna sytuatsiia ta evoliutsiia rozvytku” [Light tactical vehicles / military jeeps: current situation and evolution of development], *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika / Zbirnyk naukovykh prats KhNUPS*, No. 1(75), pp. 27–36.

3. Boiovyi statut desantno-shturmovykh viisk ZSU ch. IV (vzvod, viddilennia) [Combat statute of the assault troops of the Armed Forces of Ukraine part IV (platoon, detachment)], *KDShV ZSU-DshBP 3-03.58(59)*, Vyd. VA Odesa, pp. 166–171.

4. Satarov, V.S. and Balukov, N.K. (2012), “Rozvytok form i sposobiv boiovykh dii Sukhoputnykh viisk SSHA” [Development of forms and methods of combat operations of the US Ground Forces], *Zarubizhnyi viiskovyi ohliad*, No. 1, pp. 40–44.

5. Vystup rosiiskoho soldata / humanitarna dopomoha vazhkykh mototsykliv na SVO [Russian soldier's speech / humanitarian aid of heavy motorcycles to the special military operation] (2025). Available from: <https://youtube.com/shorts/hDuSf2YJikU?si=1P6gGPTksmj1fyXM>

6. Demidchik, F., Kharun, O. and Mykhailishyn, O. (2024), “Inzhenerna pidtrymka boiovykh dii viisk: transformatsiia zavdan” [Engineering support of troops' combat operations: transformation of tasks], *Zbirnyk naukovykh prats seriia: viiskovi ta tekhnichni nauky NADPS Ukrainy*, No. 1(94), pp. 27–37.

7. Chornohor, Ya., Rad, P. and Chernysh, A. (2024), *Analychne doslidzhennia, rosiiski bezpilotni systemy: aktualnyi stan, perspektyvy vyrobnytstva i podalshoho zastosuvannia* [Analytical research, russian unmanned systems: current state, production prospects and further use], *Mizhnarodnyi fond vidrodzhennia "Ukrainska pryzma"*, pp. 6–17.

8. Shurmovi dii Zbroinykh syl RF [Assault actions of the Armed Forces of the Russian Federation] (2023), *Materialy dosvidu rosiisko-ukrainskoi viiny* [Materials of the experience of the Russian-Ukrainian war], pp. 2–7. Available from: https://sprotyvg7.com.ua/wp-content/uploads/2024/04/Shurmovi-dii_ZS_RF.pdf

9. Slyvenko, P. (2024), “Do pytannia dosvidu boiovoho zastosuvannia syl oborony pry vidsichi zbroinoi ahresii RF” [On the issue of combat experience of the defense forces in repelling the armed aggression of the Russian Federation], *Operatyvno-boiova diialnist syl sektoru bezpeky i oborony v umovakh voiennoho stanu*, No. 1, pp. 153–157.

10. Watling, J. and Reynolds, N. (2023), *Meatgrinder: Russian Tactics in the Second Year of Its Invasion of Ukraine*, Royal United Services Institute for Defence and Security Studies, pp. 3–34. Available from: <https://static.rusi.org/403-SR-Russian-Tactics-web-final.pdf>

11. Zbirnyk normatyviv z boiovoi pidhotovky dlia spetsialistiv i pidrozdiliv artylerii ТП 7-00(07)01.01 [Collection of standards for combat training for specialists and artillery units ТП 7-00(07)01.01] (2020), *Zatverdzheno nakazom HSh ZSU 03.01.2020 № 5* [Approved by order of the General Staff of the Armed Forces of Ukraine 03.01.2020 № 5], 46 p.

12. Zbirnyk normatyviv dlia viiskovykh chastyn ta pidrozdiliv BPaK ТП 7-00(46)307.55 [Collection

of standards for military units and UAV units TP 7-00(46)307.55] (2024), Zatverdzheno NHSh ZSU 15.02.2024 [Approved by the Chief of the General Staff of the Armed Forces of Ukraine 15.02.2024], 38 p.

13. Mizhnarodna konfederatsiia praktychnoi strilby (IPSC): vpravy strilb IPSC (International Practical Shooting Confederation) [International Confederation of Practical Shooting (IPSC): IPSC shooting exercises (International Practical Shooting Confederation)] (2025), Kurs strilby IPSC [IPSC shooting course]. Available from: <https://www.ipsc.org/ipsc-shooting-course/>

14. Prohrama "Bazovoi zahalnoviiskovoi pidhotovky" (dlia pidhotovky mobilizatsiinykh resursiv, versiia 4) (termin navchannia 1,5 misiatsi) TP 7-00(206)246.63 [Program of "Basic military training" (for the preparation of mobilization resources, version 4) (training period 1.5 months) TP 7-00(206)246.63] (2024), prohrama pidhotovky [training program], pp. 98–114.

15. Kerivnytstvo zi striletskoi spravy 30-mm avtomatychnyi hranatomet na stanku (AGS-17) "Polumia" (VKDP 7-00(01).01) [Manual on rifle affairs 30-mm automatic grenade launcher on a machine (AGS-17) "Flame" (VKDP 7-00(01).01)] (2020), kerivnytstvo zi striletskoi spravy [manual on rifle affairs], 100 p.

16. Kerivnytstvo zi striletskoi spravy 12,7-mm velykokalibernyi kulemetu DShKM-TK (VKDP 7-00(03).01) [Manual on rifle affairs 12.7-mm large-caliber machine gun DShKM-TK (VKDP 7-00(03).01)] (2019), kerivnytstvo zi striletskoi spravy [manual on rifle affairs], 108 p.

17. Ovcharuk, I.S. (ed.) (2016), Bazovi polozhennia ta elementy osnovnykh vydiv pidhotovky za Boiovoiu armiiskoiu systemoiu (BArS). Chastyna 1 [Basic provisions and elements of the main types of training according to the Combat Army System (BArS). Part 1], [navch.-metod. posibnyk] [teaching aid], Odesa: Viiskova akademiia, 122 p.

Ph.D. Zaitsev I.P., Ph.D. Koltsov R.U., Kucher A.O.

COUNTERACTION AGAINST ENEMY ASSAULT GROUPS OPERATING ON SMALL-SIZED HIGH-SPEED VEHICLES USING SMALL ARMS

The article analyzes key aspects of the effective use of small arms for the rapid neutralization of mobile enemy groups employing small-sized high-speed vehicles such as motorcycles, electric motorcycles, buggies, etc., in the context of the russian-ukrainian war. Particular emphasis is placed on the increasing role of shooter training and small arms for the fire engagement of these highly maneuverable groups. The main goal of the research is to formulate and substantiate practical recommendations for countering and fire destruction of these groups using available small arms models that are in service with the shooters of the defense forces.

Modern combat operations are characterized not only by high dynamics but also by the constant evolution of tactics and weaponry. The rapid change in the situation, driven by the active use of advanced technologies, requires commanders and shooters to adapt instantly and be able to operate effectively in conditions of uncertainty. Mobile small-sized targets, such as motorcycles, electric motorcycles, buggies, and other similar vehicles, have become a common occurrence on the battlefield, posing a significant threat to defense units. Their speed, maneuverability, and ability to penetrate difficult terrain make them ideal for conducting reconnaissance, sabotage, and assault operations. Effective engagement of such targets requires shooters not only to be accurate but also to be able to react quickly to their appearance, make informed decisions in limited time, and fire at high-speed moving objects with high precision. In this regard, the issue of improving shooter training methods, developing new approaches to instruction, and adapting existing small arms models to the conditions of combat operations against mobile small-sized targets becomes particularly relevant.

The rapid conditions of warfare in 2025, driven by the active development and proliferation of unmanned aerial and ground systems, as well as remote mining, necessitate a review of traditional combat tactics and a partial abandonment in certain areas of the use of significant concentrations of heavy equipment and large gatherings of personnel. Instead, there is a clear trend towards replacing large-sized military equipment (such as tanks, infantry fighting vehicles, etc.) with more maneuverable and high-speed small-sized vehicles, which provide increased mobility, reduced visibility, and the ability for rapid deployment and redeployment. This trend is particularly noticeable in the actions of reconnaissance and sabotage groups, assault units, and special operations forces, which are increasingly using motorcycles, electric motorcycles, buggies, and other similar vehicles to carry out precise combat missions.

Keywords: small-sized high-speed vehicles, small arms, assault actions, targets, confined spaces for shooter movement.

УРАЖАЮЧА ДІЯ НИЗЬКОШВИДКІСНИХ ОСКОЛКОВИХ ПОЛІВ РАДІАЛЬНО-ОСЬОВИХ ОСКОЛКОВО-ФУГАСНИХ СНАРЯДІВ

У статті проведено аналіз впливу низькошвидкісних осколкових полів осколкоутворюючих частин радіально-осьових осколково-фугасних снарядів на живу силу противника. У результаті чого представлено математичну модель, яка описує процес ураження живої сили низькошвидкісними осколковими полями осколкоутворюючих частин роздільно-осколкових осколково-фугасних снарядів.

Здійснено аналіз кінематичних та енергетичних характеристик осколків, швидкість яких не перевищує 300 м/с, включаючи розгляд їхньої кінетичної енергії та імпульсу при взаємодії з живою силою. Значну увагу акцентовано на ймовірісно-статистичному моделюванні просторового розподілу низькошвидкісних осколків для чого використано закон Пуассона, що дозволяє врахувати випадковий характер розльоту осколків у просторі та визначити ймовірність їхньої появи в певній точці.

Досліджено уражаючі можливості низькошвидкісних осколкових полів осколкоутворюючих частин радіально-осьових осколково-фугасних снарядів з урахуванням не лише енергетичних параметрів осколків, але й їхньої орієнтації в момент зіткнення з ціллю, а також характеристик засобів індивідуального бронезахисту, що суттєво впливати на ступінь ураження.

Представлено математичний опис ймовірності ураження живої сили противника шляхом урахування розподілу вразливих зон тіла піхотинця та ймовірності влучання осколків саме в ці зони відповідно до чого здійснено комплексну оцінку бойового потенціалу живої сили з урахуванням не лише самого факту ураження, але й ступеня його тяжкості.

Запропоновано математичну модель, яка відображає зниження боєздатності особового складу залежно від кількості та характеру отриманих поранень. Ця модель може бути використана для прогнозування боєздатності підрозділів після застосування осколкоутворюючих частин радіально-осьових осколково-фугасних снарядів.

Ключові слова: низькошвидкісні осколкові поля, радіально-осьові осколково-фугасні снаряди, кінетична енергія, просторовий розподіл осколків, закон розподілу Пуассон, кількісна оцінка ураження.

Вступ та постановка проблеми. Як показав досвід російсько-української війни та аналіз опрацьованих джерел, найбільш ефективними засобами ураження живої сили противника залишаються радіально-осьові осколково-фугасні (РООФ) снаряди. Адже цей тип снарядів один з небагатьох, який може ефективно уражати живу силу противника, індивідуальний бронезахист якої постійно покращується.

У статті запропоновано аналітичний вираз, який описується законом Пуассона. Це дає можливість охарактеризувати ймовірність ураження низькошвидкісними осколковими полями РООФ снарядів живої сили противника.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результат проведеного аналізу наукових праць засвідчує, що відповідно до проведених досліджень існуючих типів боєприпасів найбільш ймовірними засобами ураження живої сили противника є артилерійські системи. На сьогодні аспект цих питань достатньо вивчений. Значний внесок в вивчення характеру вибуху, дроблення оболонки на осколкові фракції зробили В. Яковенко Ю. Сидоренко, І. Чепков, М. Васьківський та інші., у тому числі в Трудах НУОУ та журналах ЦНДІ ОБТ Збройних сил України.

Метою статті є: наведення аналітичного виразу, застосування якого дозволить оцінити дію низькошвидкісних осколкових полів РООФ снарядів на живу силу противника, яка знаходиться в сучасних засобах бронезахисту.

Виклад основного матеріалу. Низькошвидкісні осколкові поля осколкоутворюючих частин радіально-осьових осколково-фугасних (далі РООФ) снарядів - це осколкові поля, абсолютна величина швидкості яких відповідає нерівності $|\vec{v}| = v \leq 300 \text{ м / с}$. Де вектор швидкості кожного осколка визначається як величиною, так і напрямком, що є критичним для аналізу кута зустрічі з ціллю та розподілу імпульсу. Кінетична енергія E_k осколка масою m , що є скалярною величиною, визначається класичним виразом кінетичної енергії [1]:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1)$$

З рівняння видно, що уражаюча можливість осколка має квадратичну залежність відносно його швидкості. Тому у випадку низькошвидкісного потоку осколків, відслідковується відносно невелика кінетична енергія, якої може бути недостатньо для пробиття сучасних засобів індивідуального бронезахисту. Тому дослідження уражаючих можливостей таких осколків можливо виразити через Вектор імпульсу $\vec{p}$ осколка, який є векторною величиною та визначається як [5,12].:

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (2)$$

При взаємодії осколка з ціллю відбувається передача імпульсу. У випадку непробиття бронезахисту, значний імпульс низькошвидкісного осколка може призвести до контузій, забоїв та інших не проникаючих травм, що також впливають на боєздатність особового складу.

Тому для більш точного енергетичного аналізу необхідно враховувати роботу сил опору при проникненні осколка в різні середовища (тканини тіла, елементи захисту), через визначення коефіцієнту корисної роботи W , виконаного силою $\vec{F}$ на шляху $d\vec{s}$, до цілі який можливо виразити через наступний вираз:

$$W = \int \vec{F} \cdot d\vec{s} \quad (3)$$

Де зміна кінетичної енергії осколка дорівнює виконаній роботі (теорема про кінетичну енергію). Оскільки при зіткненні осколка з елементом бронезахисту частина кінетичної енергії осколка витрачається на деформацію та пробиття бронезахисту, а також на подолання сил тертя підчас проходження осколка через засоби бронезахисту. То тоді ефективність ураження живої сили залежатиме від просторово-масового розподілу низько швидкісних осколкових полів осколкоутворюючої частини РООФ снаряду. У такому випадку потрапляння осколку в захищену чи не захищену частину тіла живої сили є випадковим процесом і може бути описаний функцією густини ймовірності $f(x,y,z)$, що визначає ймовірність влучання осколку в лінійні розміри однорідної живої сили яка перебуває в певній точці простору в межах корисної дії осколкового поля РООФ снаряду[3].

Для полегшення математичних розрахунків припустимо, що проєкція розподілу осколкових полів відносно площини буде перпендикулярна відносно напрямку поширення осколкових полів, тобто осколок уражатиме ціль під прямим кутом.

Тоді густина середньої осколків $\lambda_{\text{нш}}$, що потрапляють у площу S (живої сили), розміщену в радіусі дії осколкового поля відносно точки вибуху, залежить від інтегралута густини осколкового потоку $\rho_{\text{нш}}(r, \theta)$ спрямованого в площину цілі:

$$\lambda_{\text{нш}} \iint \rho_{\text{нш}}(r, \theta) dA, \quad (4)$$

де dA – частина площини, в яку спрямовано осколковий потік.

Тоді густина осколкового потоку залежатиме від багатьох факторів, включаючи кут розриву осколкоутворюючої частини РООФ снаряду відносно горизонту, конструкцію осколкоутворюючої частини, характеристики розривного заряду та умови детонації. Емпіричні дані, отримані в результаті полігонних випробувань, є основою для визначення функції $\rho_{\text{нш}}(r, \theta)$ [3,5].

За допомогою закону розподілу Пуассона проведемо апроксимацією для випадкової кількості незалежних подій (влучань осколків) за фіксований інтервал (площини поширення осколкових полів). Проте слід врахувати, що у реальних умовах можуть спостерігатися відхилення від цього закону через нерівномірність фрагментації корпусу та наявність зон підвищеної або зниженої щільності осколків ("згустки" та "розрідження"). Тому для більш точного моделювання можуть використовуватися складніші статистичні розподіли, такі як негативний біноміальний розподіл, який враховує можливу кластеризацію подій.

У такому разі ймовірність пробиття засобів індивідуального бронезахисту низькошвидкісним осколком залежить не тільки від його кінетичної енергії та маси, але й від його орієнтації в момент зіткнення. Кінетична енергія, що витрачається на пробиття, залежить від площі поперечного перерізу самого осколка, що контактує з цілю. Осколки природного дроблення залежно від форми можуть мати різну пробивну здатність залежно від того, якою стороною вони контактують з цілю. Тому для моделювання пробиття необхідно враховувати балістичну межу V_{50} матеріалу броні – швидкість, при якій ймовірність пробиття становить 50% для стандартного кулеподібного елемента. Для осколків нестандартної форми та низьких швидкостей, визначення порогової енергії пробиття $E_{\text{пор}}$ вимагає чисельного моделювання з використанням наступного виразу [6,10].

$$\rho_p(u_p^2 - Y_t) = \rho_t(u^2 - R_t), \quad (5)$$

де ρ_p , u_p – густина та швидкість осколкових потоків,

Y_t – динамічна межа текучості,

ρ_t , U – густина та швидкість проникнення цілі (броні),

R_t – опір проникненню цілі.

Для низькошвидкісних осколків, де u_p відносно мала, опір матеріалу броні R_t може відігравати більш значну роль у визначенні глибини проникнення або факту пробиття.

У такому разі при визначенні ймовірності ураження неоднорідної живої сили необхідно враховувати розподіл вразливих зон тіла та ймовірність влучання осколка в ці зони та ймовірність заподіяння летальних або нелетальних уражень залежно від кінетичної енергії та траєкторії осколка. Ймовірність влучання осколка в певну вразливу зону Z_i тіла може бути визначена як відношення площі проекції цієї зони на площину розльоту осколків до загальної площі тіла живої сили [7 - 9,11].

$$P\left(\text{влучання в } Z_i\right) = \frac{S_{\text{поекції}} Z_i}{S_{\text{тіла}}} \quad (6)$$

Тоді ймовірність ураження і-го військовослужбовця при влучанні k осколків може бути змодельована за розподілом Пуассона відносно кількості влучань як:

$$P_{\text{ур},i}(k) = 1 - \prod_{j=1}^k (1 - P_{\text{влучання},j} \cdot P_{\text{брз}} + P_{\text{безбрз}} \cdot P_{\text{бпробиття},j}), \quad (7)$$

де $P_{\text{влучання},j}$ та $P_{\text{бпробиття},j}$ – ймовірність влучання та пробиття для j -го осколка.

Тому для більш повної оцінки впливу низькошвидкісних осколкових полів на боєздатність живої сили необхідно враховувати не тільки факт ураження, але й ступінь його

тяжкості (легке поранення, тяжке поранення, смерть). Ймовірність отримання ураження певного ступеня тяжкості залежить від кінетичної енергії осколка, області влучання та наявності засобів захисту.

Можна ввести коефіцієнти, що відображають зниження боєздатності підрозділу внаслідок ураження певної кількості особового складу з різним ступенем тяжкості. Наприклад, легке поранення може тимчасово вивести з ладу військовослужбовця, тяжке поранення – на тривалий час, а смерть – безповоротно.

Математична модель бойового потенціалу підрозділу $B_{(t)}$ у момент часу t після ураження може бути виражена як:

$$B_{(t)} = B_0 \cdot \left(1 - \sum_s w_s \cdot N_s(t) / N_{\text{заг}} \right), \quad (8)$$

де B_0 – початковий бойовий потенціал,

w_s – коефіцієнт зниження боєздатності при ураженні ступеня s ,

$N_s(t)$ – кількість військовослужбовців, що отримали ураження ступеня s до моменту t ,

$N_{\text{заг}}$ – загальна чисельність підрозділу.

Для прогнозування $N_s(t)$ необхідно використовувати ймовірнісні моделі розподілу ступеня тяжкості уражень залежно від параметрів осколкового поля та захищеності особового складу.

Висновки. Отже сучасний рівень розвитку науки та техніки дає змогу дослідити ефективність осколкових полів РООФ та їх вплив на живу силу противника математичними методами. Математичне моделювання уражаючої дії низькошвидкісних осколкових полів РООФ снарядів є складним завданням, що вимагає врахування багатьох факторів, включаючи кінематичні параметри осколків, їхній просторовий розподіл, ймовірність пробиття засобів індивідуального бронезахисту та розподіл вразливих зон тіла. Використання ймовірнісно-статистичних методів, енергетичного аналізу та моделей проникнення дозволяє отримати кількісні оцінки ймовірності ураження та впливу на боєздатність підрозділів противника. Розроблення чи удосконалення існуючих наукових методів (методик) надасть можливості більш глибокого та детального дослідження структури осколкових полів РООФ снарядів.

Цей алгоритм розрахунків можна використати як для оцінки летальності низькошвидкісних осколкових полів, так і для оцінки вражаючої дії РООФ боєприпасів на живучість підрозділів противника, який знаходиться в сучасних засобах бронезахисту.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Catovic A., Zecevic B., Terzic J. Analysis of terminal effectiveness for several types of he projectiles and impact angles using coupled numerical - CAD technique. *New Trends in Research of Energetic Materials*, Pardubice, 9 April 2009. P. 455–472. URL: <https://www.researchgate.net> (accessed 24.04.2025).
2. Греков В. П., Журавльов О. О., Ткаченко Ю. А. Метод оцінки розміру приведеної площі осколкового ураження касетної бойової частини реактивного снаряду з осколково-фугасними бойовими елементами. *Системи озброєння і військова техніка*. 2019. № 1 (57). С. 77–84.
3. Метод аналітичної оцінки розмірів області розсіювання точок падіння бойових елементів після розкриття касетної бойової частини / В. Тарасов та ін. *Системи озброєння і військова техніка*. 2018. № 4 (56). С. 60–66.
4. Сук Д. О., Сидоренко Ю., Яковенко В. В. Загальний кут розльоту та швидкість руху осколкової маси осколкового поля 30 мм. вибухового пристрою. *Прогресивна техніка технологія та інженерна освіта. : матеріали міжнар. науково-техн. конф.*, м. Київ, 19–22 черв. 2018 р. Київ, 2018. С. 108–110.

5. Spiegel M. R. Schaum's outline of the theory and problems of statistics. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 1999. 538 p.
6. Army Combat Systems Test Activity Aberdeen Proving Ground MD. Static testing of high explosive munitions for obtaining fragment spatial distribution. 1993. 72 p.
7. Малишкін О. В., Босий О. Б., Григоренко С. А., Іванов Т. С., Галкін А. О. Рекомендації щодо підвищення бойової (вогневої) ефективності засобів ураження осколкової дії. Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса). 2021. Вип. 1(15). С. 107-114.
8. Сидоренко Ю. М. Особливості процесу вибухового метання осколкоутворюючих дисків, що входять до складу осколково-пучкового снаряда. *Зб. наук. праць Академії ВМ Сім. П.С. Нахімова*. 2012. № 1(19). С. 86–99.
9. Сидоренко Ю., Шленский П. Численное моделирование разлета продуктов детонации и распространения воздушных ударных волн при взрыве плоского заряда конечных размеров. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. 2011. № 62. С. 223–232.
10. Influencing parameters on HE projectiles with natural fragmentation / B. Zecevic et al. *New Trends in Research of Energetic Materials*, Pardubice, 19–21 April 2006. Pardubice, 2006. P. 780–795. URL: <https://www.researchgate.net> (accessed 05.2025).
11. Сидоренко Ю., Яковенко В. В. Про вплив кількості осколкоутворюючих дисків осколково-пучкового снаряда на значення параметрів осевого осколкового поля. *Військово-технічний збірник*. 2012. № 6. С. 79–86.
12. Analysis of influencing factors of mortar projectile reproduction process on fragment mass distribution / B. Zecevic et al. *13th Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials*, Pardubice, 21–23 April 2010. Pardubice, 2010. P. 783–795. URL: <https://www.researchgate.net> (accessed 24.04.2025).

REFERENCES:

1. Zecevic, B., Catovic, A., Terzic, T. та Kadic-Serdarevic, S., (2010). “Analysis of influencing factors of mortar projectile reproduction process on fragment mass distribution”. У: *13th Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials*, 21–23 квітня 2010, Pardubice, Czech Republic. Pardubice: University of Pardubice. pp. 783–795. Retrieved from URL: <https://www.researchgate.net> (accessed 24 April 2025).
2. Army Combat Systems Test Activity Aberdeen Proving Ground MD, (1993). Static testing of high explosive munitions for obtaining fragment spatial distribution. Technical Report.
3. Catovic, A., Zecevic, B. and Terzic, J., (2009). “Analysis of terminal effectiveness for several types of the projectiles and impact angles using coupled numerical -cad technique”. In: *New Trends in Research of Energetic Materials*, 1 April 2009, Pardubice, Czech Republic. pp. 455–472. Retrieved from URL: <https://www.researchgate.net> (accessed 24 April 2025).
4. Hrekov, V. P., Zhuravlov, O. O. and Tkachenko, Yu. A., (2019). “Metod otsinky rozmiru pryvedenoї ploshchi oskolkovoho urazhennia kasetnoi boiovoi chastyny reaktyvnogo snariadu z oskolkovo-fuhasnyimi boiovyimi elementami” [Method for estimating the size of the reduced area of fragmentation damage of a cluster warhead of a rocket projectile with high-explosive fragmentation warheads]. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*. No. 1 (57), pp. 77–84.
5. Tarasov, V., Zhuravlov, O., Iziunskyi, M. and Shyhimaha, N. V., (2018). “Metod analitychnoi otsinky rozmiriv oblasti rozsiuvannia tochok padinnia boiovykh elementiv pislia rozkryttia kasetnoi boiovoi chastyny” [Method for analytical estimation of the size of the dispersion area of the points of impact of combat elements after the opening of a cluster warhead]. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*, No.4 (56), pp. 60–66.
6. Sydorenko, Yu., (2012). “Osoblyvosti protsesu vybukhovoho metannia oskolkoutvoriuiuchykh dyskiv, shcho vkhodiat do skladu oskolkovo-puchkovoho snariada” [Features of the process of explosive throwing of fragmentation-forming disks that are part of a fragmentation-beam projectile]. *Zb. nauk. prats Akademii VM Sim. P.S. Nakhimova*, No. 1(19), pp. 86–99.
7. Sydorenko, Yu. and Yakovenko, V. V., (2012). “Pro vplyv kilkosti oskolkoutvoriuiuchykh dyskiv oskolkovo-puchkovoho snariada na znachennia parametriv osovoho oskolkovoho polia” [On the influence of the number of fragmentation disks of a fragmentation-beam projectile on the values of the parameters of the axial fragmentation field]. *Viiskovo-tekhnichniy zbirnyk*. No. 6, pp. 79–86.
8. Sydorenko, Yu. and Shlenskyi, P., (2011). “Chyslennoe modelirovanie razleta produktov detonatsii

i rasprostraneniia vozdushnykh udarnykh voln pry vzryve ploskogo zariada konechnykh razmerov” [Numerical modeling of the expansion of detonation products and the propagation of air shock waves during the explosion of a flat charge of finite dimensions]. Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy «Kyivskiy politekhnichnyi instytut». No. 62, pp. 223–232.

9. Suk, D. O., Sydorenko, Yu. and Yakovenko, V. V., (2018). “Zahalnyi kut rozlotu ta shvydkist rukhu oskolkovoi masy osovoho oskolkovoho polia 30 mm. vybukhovoho prystroiu” [The total angle of dispersion and the velocity of the fragment mass of the axial fragment field of a 30 mm explosive device]. In: Prohresyvna tekhnika tekhnolohiia ta inzhenerna osvita., 19–22 June 2018, Kyiv, Ukraine. Kyiv. pp. 108–110.

10. Malyshkin, O. V., Bosyi, O. B., Hryhorenko, S. A., Ivanov, T. S. and Halkin, A. O., (2021). “Rekomendatsii shchodo pidvyshchennia boiovoi (vohnevoi) efektyvnosti zasobiv urazhennia oskolochnoi dii” [Recommendations for increasing the combat (fire) effectiveness of fragmentation weapons.]. Zbirnyk naukovykh prats Viiskovoi akademii (m. Odesa). No. 1(15), pp. 107–114.

11. Spiegel, M. R., (1999). “Schaum's outline of theory and problems of statistics”. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.

12. Zecevic, B., Terzic, J., Catovic, A. and Serdarevic-Kadic, S., (2006). Influencing parameters on HE projectiles with natural fragmentation. In: New Trends in Research of Energetic Materials, 19–21 April 2006, Pardubice, Czech Republic [online]. Pardubice: University of Pardubice. pp. 780–795. Retrieved from URL: <https://www.researchgate.net> (accessed 1 May 2025)

Ph.D. O. Kravchuk

THE STUNNING EFFECT OF LOW-VELOCITY FRAGMENT FIELDS OF RADIAL-AXIAL HIGH-EXPLOSIVE FRAGMENTATION MILLS

The article analyzes the impact of low-velocity fragmentation fields of fragmentation-forming parts of radial-axial high-explosive fragmentation shells on enemy manpower. As a result, a mathematical model is presented that describes the process of defeating manpower by low-velocity fragmentation fields of fragmentation-forming parts of high-explosive fragmentation shells.

An analysis of the kinematic and energy characteristics of fragments with a speed not exceeding 300 m/s was carried out, including consideration of their kinetic energy and momentum when interacting with manpower. Considerable attention was paid to probabilistic and statistical modeling of spatial distribution of low-speed fragments, for which Poisson's law is used, which allows taking into account the random nature of the dispersion of fragments in space and determining the probability of their appearance at a certain point.

The striking capabilities of low-velocity fragmentation fields of fragmentation-forming parts of radial-axial high-explosive fragmentation shells were investigated, taking into account not only the energy parameters of the fragments, but also their orientation at the moment of collision with the target, as well as the characteristics of individual armor protection, which significantly affect the degree of damage.

A mathematical description of the probability of defeating enemy manpower is presented by taking into account the distribution of vulnerable zones of the human body and the probability of fragments hitting these zones, according to which a comprehensive assessment of the combat potential of manpower was carried out, taking into account not only the fact of defeat, but also the degree of its severity.

A mathematical model is proposed that reflects the reduction in combat capability of personnel depending on the number and nature of wounds received. This model can be used to predict the combat capability of units after the use of fragmentation parts of radial-axial high-explosive fragmentation shells.

Keywords: *low-velocity fragmentation fields, radial-axial high-explosive fragmentation shells, kinetic energy, spatial distribution of fragments, Poisson distribution law, quantitative assessment of damage.*

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПІДГОТОВКИ ШТУРМОВИХ ГРУП ДЛЯ ДІЙ В УРБАНІЗОВАНІЙ МІСЦЕВОСТІ З ЗАСТОСУВАННЯМ СТРІЛЕЦЬКОЇ ЗБРОЇ ІНОЗЕМНОГО ВИРОБНИЦТВА

У статті аналізуються особливості застосування стрілецької зброї іноземного виробництва в умовах прямого вогневого контакту в урбанізованій місцевості з урахуванням бойового досвіду російсько-української війни. В подальшому це надасть можливість здійснювати обґрунтований аналіз та цілеспрямований відбір зразків стрілецького озброєння, що пропонуються сучасним ринком озброєння, для конкретних умов бою штурмових підрозділів Сил оборони. Результатами дослідження підтверджують взаємозв'язок між ефективністю бойового застосування зразків стрілецької зброї та відповідних умов сучасного стрілецького бою. Основний акцент в статті зроблено на висвітлення організаційно-методичних підходах щодо організації підготовки стрільців. Висвічується актуальність на комбіноване застосування різних зразків стрілецького озброєння для підвищення ефективності ураження сил противника складом малих тактичних груп та проведення модернізації наявних зразків зброї у відповідності до стандартів НАТО. Обґрунтовано, що застосування новітніх зразків стрілецької зброї сприяє покращенню боєздатності штурмових підрозділів та результативності їх дій під час виконання комплексних вогневих завдань як на відкритих, так і в урбанізованій місцевості. Результатами проведеного дослідження визначається, що на підготовку військовослужбовців до ведення стрілецького бою з використанням сучасних стрілецьких систем впливає сукупність внутрішніх і зовнішніх чинників, що змінилися під впливом особливостей ведення бойових дій у ході російсько-української війни та потребують подальшого глибокого дослідження. Перспективні основні напрями подальших досліджень є способи модернізації наявних зразків стрілецького озброєння, оновлення арсеналу індивідуальної стрілецької зброї з спеціалізованим підбором її до специфічних (точкових) вогневих завдань окремих штурмових підрозділів, підрозділів розвідки та сил спеціальних операцій.

Ключові слова: стрілецька зброя; комбінованість застосування стрілецької зброї; новітні зразки стрілецької зброї; короткоствольна стрілецька зброя; підготовка стрільців; мішені штурмові дії.

Вступ та постановка проблеми. Дослідження бойового застосування стрілецької зброї бойовими підрозділами Збройних Сил України (Далі – ЗСУ) та іншими військовими формуваннями (Далі – ІВФ) у ході виконання бойових завдань у різних умовах обстановки є актуальним завданням для науковців. Актуальним питанням є дослідження напрямку підвищення ефективності дій штурмових підрозділів за рахунок удосконалення ефективності стрілецької зброї. Особливо зазначена проблематика набула актуальності для умов ведення боїв в урбанізованій місцевості або в промислових районах. Також на ефективність ведення штурмових дій безпосередньо впливає рівень підготовки стрільців, планування та управління веденням штурмових дій керівним складом штурмових підрозділів, штурмових груп. У цьому контексті для наукових досліджень є важливим проведення точного аналізу специфіки індивідуальної підготовки стрільців, підготовки підрозділів для спільних дій. Це дозволить обґрунтувати практичні рекомендації щодо, удосконалення методики проведення одиночної та спільної підготовки штурмових підрозділів з особливостями застосування стрілецької зброї іноземного виробництва в умовах бойових дій російсько-української війни.

Аналіз основних досліджень і публікацій. Аналіз наукової літератури за напрямом дослідження свідчить про те, що проблемні питання підготовки підрозділів та пошук шляхів її вирішення є важливою складовою розвитку військового навчання, що додатково акцентує

увагу значущості бойового застосування стрілецької зброї іноземного виробництва. По зазначеному питанні свої наукові роботи присвятили: Годзь С.В., Гневашева А.В., Романов Р.В., Біленко О.І., Сьома Б.Б., А.Ф. Бальва, І.С.Луценко та ін. Однак, незважаючи на змістовну та велику працю науковців, які зробили великий вклад в науку, дослідження щодо застосування стрілецької зброї іноземного виробництва у ЗСУ та ІВФ не в повній мірі відображають існуючий стан справ з причини великої динаміки зміни умов ведення стрілецьких боїв. Це стосується підвищення динаміки бою, використання новітніх засобів розвідки та відображення тактичної обстановки он-лайн. Зазначене вимагає від командира штурмової групи та стрільця високого рівня підготовки володіння зброєю та вміння планувати свої дії, підбирати стрілецьку зброю під визначене завдання, здійснювати управління підрозділом з використанням сучасних спеціалізованих програмних забезпечень, здійснювати взаємодію. Ці проблемні питання недостатньо відображені в наукових працях та публікаціях і потребують додаткового вивчення.

Метою статті є: проведення аналізу застосування стрілецької зброї іноземного виробництва ЗСУ та ІВФ під час підготовки та ведення штурмових дій в урбанізованій місцевості або в промислових зонах [1]. Викладення існуючих проблемних питань щодо дотримання основних принципів підготовки стрільців та можливих шляхів їх вирішення. На думку авторів, це дозволить досягти певної узгодженості існуючих принципів підготовки стрільців з тактикою ведення сучасних штурмових дій. Наприклад, шляхами вирішення проблемних питань можуть бути: збільшення терміну підготовки спеціалістів (стрільців), тим самим розширити існуючі програми підготовки стрільців з додаванням навчальних годин та відповідної тематики (ведення бойових дій в урбанізованій місцевості); запровадження комплексних форм та методів навчання і виховання особового складу за принципами підготовки фахівців НАТО; удосконалення підготовки командирів штурмових груп, впровадженням у навчальний процес систем імітаційного моделювання, навчання управління штурмовими підрозділами з використанням спеціалізованого програмного забезпечення та використання розвідданих БПЛА.

Виклад основного матеріалу. Із відкритих інформаційних джерел та широкого досвіду ведення бойових дій під час військового протистояння між росією та Україною, очевидно, що артилерійські та безпілотні літальні системи в теперішньому полі бою – є основними засобами вогневого ураження живої сили та техніки, але під час зближення протиборчих сил на лінії зіткнення (середні дистанції), штурмовими підрозділами активно застосовується особиста та індивідуальна стрілецька зброя різного калібру [2]. Під час вогневих дуелей на вуличних боях стрільці широко використовують стрілецьку зброю різних калібрів (9 мм, 5,45 мм, 5,56 мм, 7,62 мм). То ж, лімітні засоби вогневого ураження безпілотних ударних апаратів та вогневих ударів артилерії може випадково вразити свої підрозділи, що підлягає сумніву їх застосування в окремих випадках міських боїв.

Адекватно реагуючи на виклики сучасних умов ведення російсько-Української війни, на підставі аналізу досвіду бойових дій здійснюється постійне вдосконалення всіх складових Сил оборони. У тому числі це стосується до впровадження раціональних елементів стандартів підготовки, які прийняті у країнах-членах НАТО та поступовий перехід на зразки озброєння та військової техніки західного зраза. Одним із ключових аспектів цього процесу є поступове заміщення стрілецької зброї на платформі автомата Калашникова (різних модифікацій) на сучасні більш технологічні зразки штурмових гвинтівок та карабінів. Зазначене переозброєння має на меті суттєво підвищити живучість особового складу в умовах бойових дій та забезпечити ефективне вогневе ураження противника на різних дистанціях.

Високотехнологічна зброя, яка сконструйована із використанням передових технологій та новітніх матеріалів підвищує її ефективність застосування за рахунок наявної вогневої потужності. Покращення портативності та ергономічності дизайну дозволяє підвищити ефективність дій стрільця в різних умовах стрілецького бою, особливо в обмеженому

просторі, що характерно для штурмових дій у фортифікаційних спорудах, та урбанізованій місцевості. Одним з важливих процесів є підготовка військовослужбовців до застосування західних зразків стрілецької зброї у різних умовах контактного стрілецького бою. Основне навантаження буде покладатися на інструкторів вогневої підготовки та інструкторів з тактичної підготовки.

Навчальні місії інструкторів полягають у організації проведення навчального процесу у військових підрозділах, доведення теоретичної та практичної складової в підготовці воїнів різних родів військ з урахуванням отриманого бойового досвіду. В основу роботи інструкторів повинно бути покладено системний підхід, що забезпечує підготовку військовослужбовця, підрозділ до ведення стрілецького бою з спроможністю використання основних складових елементів таких як: тактична медицина, інженерній підготовка, тактика дій штурмових підрозділів, тактика дій (зачистки) в урбанізованій місцевості, особливості дій за елементами (етапами) штурмових дій – просування (підхід), атака та захоплення об'єкта атаки; утримання зайнятих позицій (об'єктів); проведення зачистки населених пунктів, будівель; організація та ведення оборони об'єкта [3].

Недотримання основних принципів підготовки бойових підрозділів миттєво спричиняє негативні наслідки, які пов'язані із недостатнім рівнем навченості стрільців та командного складу, що суттєво впливає на боєздатність частини, підрозділу в цілому.

Так, з 2022 року й дотепер підготовку пройшли тисячі оборонців України, які опанували різні стрілецькі системи, що прийняті на озброєння країн НАТО. Умови навчання максимально наближені до бойових з використанням отриманого бойового досвіду особливостей сучасної війни. Тренування відіграють важливу роль щодо досягнення відповідного рівня боєздатності підрозділу, малої тактичної групи та їх спроможності ефективно боротися з загарбниками на в сучасних умовах.

Враховуючи актуальні умови ведення стрілецьких боїв, специфіку штурмових дій, дій в урбанізованій місцевості, автори пропонують уточнити визначення принципів підготовки стрільців для їх підготовки щодо дій у міських забудовах:

Загальна індивідуальна підготовка стрільців на початкових рівнях підготовки (командир групи);

підготовка командирів груп щодо управління підрозділами як під час підготовки до конкретного завдання (TLP), так і у ході бою;

вміння командирів проводити оцінювання рівня підготовки (боєздатності) штурмової групи до виконання конкретного завдання;

зосередження зусиль на індивідуальній підготовці кожного стрільця в бойовому порядку штурмової групи під час дій у складі штурмового підрозділу малої тактичної групи (основний принцип).

Для максимального ефекту в процесі реалізації запропонованих принципів потрібно не забувати про фактори забезпечення навчального процесу що забезпечує необхідну підготовку особового складу - висока професійна підготовка інструкторів, наявність відповідної навчально-матеріальної бази, яка максимально наближена до обстановки реальних бойових дій.

Не викликає сумніву, що планування і ведення бойових операцій в урбанізованому просторі являється складними бойовими прийомами, тому що містобудівна зона характеризується так званими площинами або просторами, а саме: площина, яка знаходиться під землею; площина, яка знаходиться над землею; площина, яка знаходиться в глибині приміщення (будівлі), площина, яка знаходиться на висоті (зверху – багатопверхові будинки або висоти). Зазвичай житлова аглометрія має капітальні споруди, які спроектовані переважно в центрі населеного пункту, які представлені в якості: шкіл, дитячих садочків, міських (селищних) рад, лікарні, магазини або церкви. Зазначені нерухомі капітальні об'єкти (цегляні, бетонні споруди) під час ведення бойових дій широко використовуються протиборчими силами в якості основного вузла оборони. Слід зауважити, що в зазначених

об'єктах розташована значна кількість підземних укриттів (комунікацій). Площина, яка знаходиться під землею, на сьогодні є основним місцем, де можна знайти укриття як від ворожого вогневого ураження артилерійських систем, так і від авіації, розмістити живу силу, логістичне забезпечення, пункти збору поранених та створити пункти управління військами будь-якої ланки управління.

На сьогодні підрозділи оборони динамічно реагують на нові форми та методи ведення тактичних дій в міських забудовах із використанням безпілотних літальних систем у поєднанні зі стрілецькою зброєю. Підрозділи активно здійснюють переозброєння, переходячи на сучасні зразки стрілецької зброї калібру 5,56×45 мм НАТО замість застарілого калібру 5,45×39 мм. Цей важливий крок зумовлює впровадження новітніх тактичних підходів на полі бою, що базуються на бойовому застосуванні нових стрілецьких платформ. Паралельно з цим, у практику підготовки впроваджується методика оцінки ефективності стрілецької зброї, яка широко використовується у Збройних Силах Сполучених Штатів Америки. Суть цієї методики полягає в комплексному аналізі таких ключових параметрів, як часу на стрільбу, сумарному значенню близьких промахів та ймовірності ураження цілі [4]. На основі сукупності отриманих показників формується об'єктивний висновок щодо ефективності застосування стрілецької зброї залежно від типу встановленого прицільного пристрою. Такий підхід дозволяє в короткі терміни отримати кількісні дані для порівняння різних варіантів оснащення та оптимізації процесу вогневої підготовки.

Звісно, стрілецька зброя зразків НАТО помітно краща під час бойового застосування та у процесі обслуговування за рахунок: калібру, ергономічності, меншою довжиною ствола, наявності телескопічного прикладу, наявності штатних планок PICATINNY (кріплення прицільних приладів або інших аксесуарів відповідно до стандартів зброї), технічні характеристики деякої зброї дозволяють зробити заміну ствола, адаптація зброї до використання стрільцями-правшами та лівшами, виготовлення моделей із легких сплавів, безмежна кількість UPGRADE до стрілецької зброї (аксесуарів до зброї), що неодноразово засвідчує відсталість у технічному плані оборонного потенціалу РФ щодо впровадження нової стрілецької зброї на альтернативну платформу АК (різних модифікацій), можливість заміни калібр 5,45 мм, 7,62 мм АКМ (різних модифікацій) на інший.

Проведений аналіз свідчить, що зразки стрілецької зброї країн членів НАТО (автоматичні гвинтівки, карабіни, автомати), які знаходяться на озброєнні Сил оборони є сучасними та по деяким тактико-технічним характеристикам переважають аналогічні моделі M16 (AR-15), M16A1, M16A2, M4, A2, GROT C16, FN2000 тощо. В перелічених моделях зброї автомата зброї працює за рахунок відведення порохових газів із каналу ствола, особливостями автоматики у деяких зразків є відсутність штовхача або затворної рами з газовим поршнем, наявність важеля перемикача режиму вогню "BURST" (фіксовані черги по 3 патрона) [5], що дозволяє економити боєприпаси під час виконання вогневих задач, сучасні зразки стрілецької зброї в умілих руках стрільця залишає позаду платформу АК (різних модифікацій) у влучності, ергономічності і бойових можливостях. Зауважимо, що футуристичний вигляд автоматичного карабіну FN2000, який розроблений за схемою Bullpup. Така модель чудово підійде для стрільців, які не перебувають у прямому вогневому контакті з противником, наприклад, для груп аеророзвідки, як компактна зброя самооборони. Зазначена коротко ствольна зброя була розроблена для екіпажів вертольотів, бойових машин, обслуг техніки тощо, проте згодом удосконалену версію карабіну взяли на озброєння сили спеціального призначення армії США, що наглядно демонструє у зміні тактичного застосування зброї в сучасних умовах ведення бойових дій. Безумовно, типова штурмова група (група, відділення), яка оснащена стрілецькою зброєю на базі платформи "М" такою як M16A2, M4, A2 із коліматорним прицілом TRIJCON виробництва США, здатна оперативно виконувати вогневі завдання в бойових умовах з економним витрачанням боєприпасів та фізичних зусиль. Завдяки поєднанню ергономічної зброї та сучасного прицільного обладнання, досягається висока точність, вогнева потужність та швидкість ураження цілей.

Звісно, стрільці штурмових груп на полі бою крім легкої ручної зброї потребують додаткових вогневих засобів із кращими вогневими характеристиками (скорострільність зброї) ними зокрема є кулемети в тому ж калібрі що є і основна зброя стрільців (5,56×45 мм НАТО). В радянській (російській) армії таким зразком був(є) 5,45-мм ручний кулемет Калашникова РПК-74 (різних модифікацій), який успішно показує свою вогневу ефективність на відкритих ділянках місцевості але не виправдовує свою значимість в урбанізованій місцевості (в місцях обмеженого руху стрільця) у зв'язку із своїми габаритами, надмірною вогневою, потужністю кулі (кінетичною енергією кулі), яка рикошетить та значно задимлює кімнату пороховими газами, а в арміях НАТО із середини 80-х років став кулемет M240, M249. До основних технічних відмінностей кулемету відмічено його боєживлення, як зі стрічки, так і з стандартних магазинів STANAG, які також використовуються у M16 та M4. Це дозволяє кулеметнику використовувати стандартні автоматні магазини на випадок, якщо закінчатся стрічки із боєприпасами [6], це дуже зручно особливо в момент напруженого вогневого контакту коли немає можливості донести додатковий боєкомплект, достатньо просто приєднати магазин із боєприпасами 5,56 до кулемету.

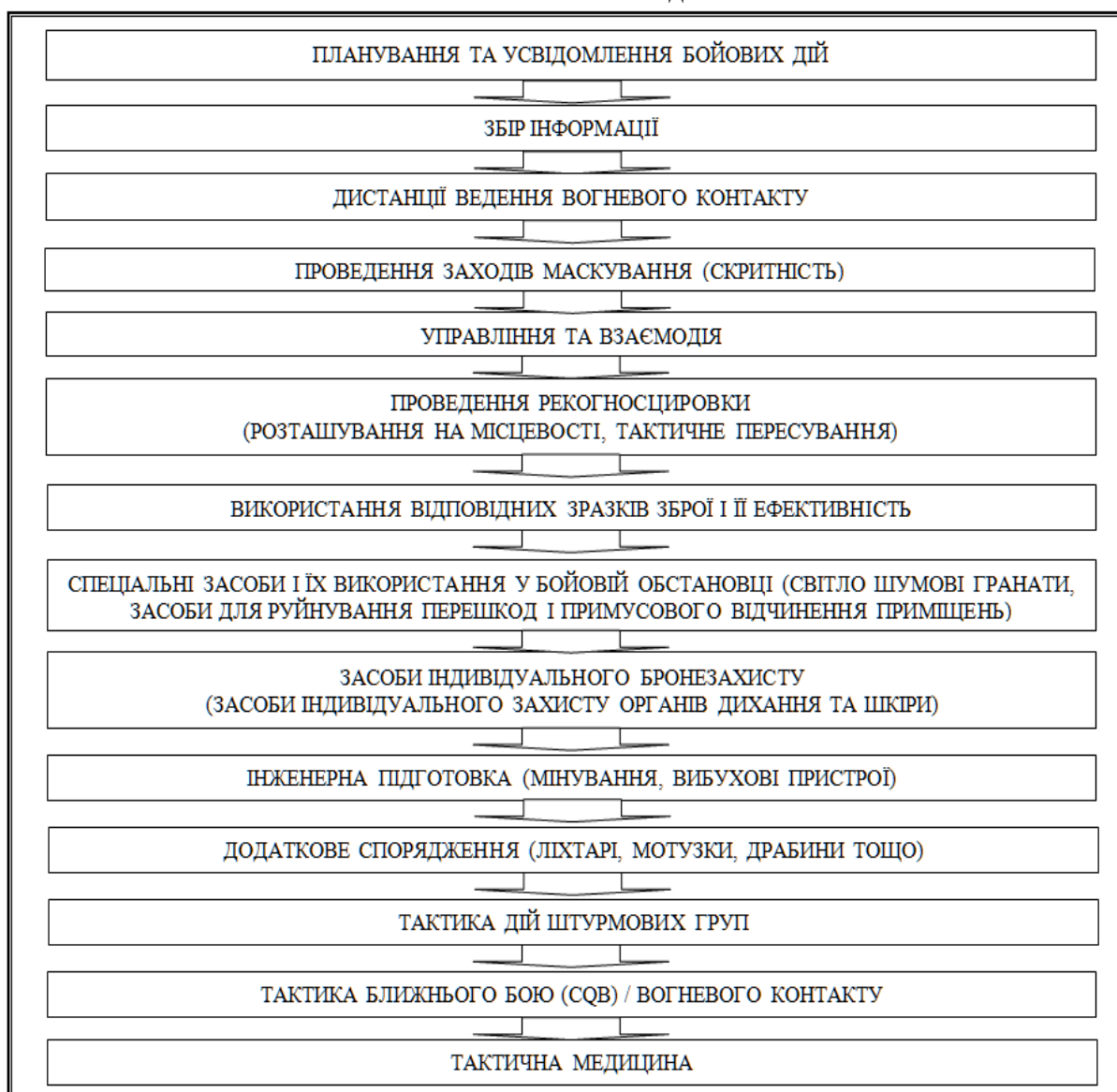
Хотілось би звернути увагу на наступну більш пізню модель кулемета – це 5,56 мм легкий кулемет PZD Mk24 (компанією FN Herstal в Бельгія), який об'єднує в собі ключові характеристики компактності та легкостю штурмової гвинтівки, що робить його проривом у сфері зброї (кулеметів). Автоматичний стрілецький апарат завдяки легкій, але міцній конструкції значно мінімізує віддачу, дозволяючи стрільцям точно та контрольовано ефективно вести вогонь по цілях на різних дистанціях. Зброя комплектується 16-дюймовими або 14-дюймовими стволами, при яких довжина зброї становить 919-1001 мм і 868-950 мм відповідно. Однією з головних переваг є зменшення ваги на 30% (вага 5,2 кг) порівняно з іншими аналогами кулемету цієї категорії. Однією з конструктивних особливостей зброї є наявність спускового механізму, що забезпечує можливість ведення вогню як одиночними пострілами, так і в автоматичному режимі [7].

Продовжуючи тему підготовки стрільців, слід зазначити, що вона є комплексним процесом, який охоплює не лише навчання особового складу, а й необхідність удосконалення матеріально-технічної бази. Зокрема, пропонується інтенсифікувати зусилля під час підготовки штурмових груп з удосконалення існуючих малорозмірних аерозольних генераторів та їхньої інтеграції в автоматизовані системи дистанційного керування димоутворенням [8]. Застосування таких нестандартних інноваційних підходів під час підготовки стрільців значно підвищить ефективність аерозольного маскування, забезпечуючи тривале та надійне приховування озброєння та військової техніки без втрати їхньої боєздатності. Однак, враховуючи реалії сучасної війни, де противник активно використовує передові розвідувальні технології для виявлення та подальшого знищення (ураження, придушення) цілей, наявні засоби аерозольного маскування часто виявляються недостатньо ефективними. Іншими словами, існуючі рішення не в повній мірі відповідають новим викликам, зумовленим стрімким розвитком розвідувальних та ударних можливостей безпілотних літальних апаратів (БпЛА).

Отже, якісна підготовка стрільців та ефективне використання стрілецької зброї в бою є нерозривно пов'язаним із тактичною підготовкою стрільців. Остання передбачає попереднє і ретельне опанування комплексу необхідних навичок [9], що охоплюють вогневу майстерність, спеціальну фізичну витривалість та психологічну стійкість. Саме поєднання цих елементів забезпечує успішне виконання бойових завдань. Авторами запропоновано поетапний алгоритм проведення комплексних практичних занять з вогневої та тактичної підготовки, який максимально відтворює умови безпосереднього зіткнення з противником. Цей алгоритм включає в себе наступні важливі складові, що наведено у Табл.1.

Таблиця 1.

Алгоритм проведення комплексних практичних занять
з вогневої та тактичної підготовки



Використання стрілецької зброї іноземного виробництва підрозділами оборони під час підготовки та проведення штурмових операцій у міській забудові [10], вимагає від стрільців високого рівня злагодженості та впевненості у своїх тактичних рішеннях. Особливо підкреслюється важливість підготовки, спрямованої на формування автоматизованих навичок швидкого та правильного реагування на виявлені цілі. Саме тому навчальний процес з вогневої підготовки на 90% складається з практичних тренувань.

Безперечно, теоретичні знання є важливою складовою навчання, проте в контексті вогневої підготовки головний акцент робиться на практичному відпрацюванні життєво необхідних умінь та навичок. Ключові розділи підготовки для набуття цих навичок детально представлені в Табл. 2.

Розділи підготовки стрільців

ТЕОРИТИЧНИЙ РОЗДІЛ ПІДГОТОВКИ	ПРАКТИЧНИЙ РОЗДІЛ ПІДГОТОВКИ
– вивчення заходів безпеки при поводженні зі зброєю – класифікація захисних споруд (види укриттів і їх використання) – фізичні фактори, що впливають на виконання влучного пострілу – вивчення умов утримання зброї для виконання точного пострілу	– приготування до стрільби, хват, виведення зброї в ціль, зміна магазину різними способами – усунення можливих затримок при стрільбі – швидкісна стрільба з перенесенням вогню з різних дистанцій і положень для стрільби – вогнева взаємодія при роботі декількох штурмових груп – дії стрільців в парах – тактичне пересування та стрільба в русі – стрільба із незручних вогневих позицій, обмеженого руху стрільця та в умовах поганої видимості – тестування

Висновки. Отже, наочно демонструється, що підготовка штурмових підрозділів повинна обов'язково включати навчання з використанням новітніх зразків стрілецької зброї, які враховують актуальні умови ведення бойових дій. Крім того, існує потреба у підвищенні кваліфікації стрільців у тактичному застосуванні зброї як у міській забудові, так і на відкритій місцевості, з акцентом на злагодженій взаємодії між окремими стрільцями та бойовими групами. Тому, для гарантування високої боєготовності та дієвості штурмових підрозділів потрібен комплексний, всебічний підхід до навчання стрільців. Авторами визначено ключові аспекти, які є вирішальними для успішного виконання бойових завдань у сучасних умовах війни: проведення систематичної комплексної підготовки з маскування та розосередження особового складу для запобігання виявленню ворожими безпілотними літальними апаратами, набуття стійких вмінь та навичок дій в умовах обмеженої видимості, таких як ніч, туман або димова завеса, систематичне відпрацювання стрілецьких навичок з різних видів вогнепальної зброї в умовах підвищеної складності (під час руху, вночі, при обмеженій видимості), організація регулярних тренувань в умовах, максимально наближених до реальних бойових ситуацій, вдосконалення тактичних маневрів штурмових груп на полі бою з урахуванням особливостей місцевості та потенційних загроз з боку противника.

Використання сучасних стрілецьких систем із комплексом тактичних прийомів надає командирів підрозділу ширший спектр можливостей для вибору найбільш ефективного плану дій. Це, в свою чергу, сприяє досягненню поставленої бойової мети з одночасним мінімізуванням втрат серед особового складу, озброєння та військової техніки. Різноманітність зразків озброєння дозволяє гнучкіше адаптуватися до конкретних бойових ситуацій.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Указ Президента України №121/2021 Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 25 березня 2021 року Про Стратегію воєнної безпеки України [Електронний ресурс] Указ Президента України №121/2021. Режим доступу до указу: <https://www.president.gov.ua/documents/1212021-37661>.

2. Гашенко С.В., Колдашов О.В., Брідня Є.О., Чалий М.Г. Особливості застосування стрілецької зброї Збройними Силами України / Юридичний науковий електронний журнал. Київ–2024. №5. С. 567–569.

3. Шульман О. кореспондент АрміяInform Особливості дій штурмових груп у населених пунктах: досвід воєнних конфліктів на Близькому Сході [Електронний ресурс] Особливості дій штурмових груп. Режим доступу до публікації: <https://armyinform.com.ua/2020/12/16/osoblyvosti-dij-shturmovyh-grup-u-naselenyh-punktah-dosvid-voyennyh-konfliktiv-na-blyzkomu-shodi/>.
4. Явтушенко В., Шевченко О., Козлов Д., Туленко М., Моргунова А., Моргунова А., Ефективність стрільби зі стрілецької зброї в залежності від типів прицільних пристроїв / Науковий збірник «ІнтерКонф». Прага, Чеська Республіка–2021. №87. С. 413–423.
5. Зброя російсько-української війни 2022-2023 років: Довідник-каталог основних зразків озброєння та військової техніки які застосовувалися протиборчими сторонами під час відсічі широкомасштабного вторгнення рф в Україну (24.02.2022 - 30.06.2023) / МОУ, Апарат Головнокомандувача ЗСУ, ГШ ЗСУ, Центр досліджень воєнної історії ЗСУ. Видавництво Ліра-К. Київ–2023. С. 36–39.
6. Застосування озброєння іноземного виробництва силами безпеки та оборони України (інструкції з використання) : Навч. посібник / Романов Р.В. Київ–2023. С. 15–67.
7. Global Defense News Чеська компанія DSS представила легкий кулемет PZD Mk24, який конкуруватиме з бельгійським FN Evolys. [Електронний ресурс] кулемет PZD Mk24. Режим доступу: <https://armyrecognition.com/news/army-news/army-news-2024/czech-company-dss-unveils-pzd-mk24-light-machine-gun-to-compete-with-belgian-fn-evolys>.
8. Радіаційний, хімічний, біологічний захист підрозділів / Під ред. Г.Б. Гишка. – Х.: ХУПС. Харків – 2007. С. 260.
9. Власенко І.В., Забора А.В. Підготовка поліцейських до дій в екстремальних умовах вогневого контакту / Інститут підготовки юридичних кадрів для СБУ НЮУ ім. Я. Мудрого. Актуальні питання забезпечення службово-бойової діяльності сил сектору безпеки і оборони: (матеріали III Всеукраїнської конференції). Харків 2024. Випуск 3. С. 24–26.
10. Ганс Фон Дах. Тактика бою, бій в населеному пункті та лісі. Боротьба за фортифікаційні споруди: Фундаментальний швейцарський посібник. / Ганс фон Дах. Видавництво Австралія–2022. Том 2/1. С.20– 58.

REFERENCES:

1. Decree of the President of Ukraine No. 121/2021 On the decision of the National Security and Defense Council of Ukraine dated March 25, 2021, On the Strategy of Military Security of Ukraine [Electronic resource] Decree of the President of Ukraine No. 121/2021. Access mode to the decree: <https://www.president.gov.ua/documents/1212021-37661>.
2. Hashenko S.V., Koldashov O.V., Bridnia Ye.O., Chalyi M.H. (2024), "Peculiarities of the use of small arms by the Armed Forces of Ukraine" / Legal Scientific Electronic Journal. No. 5. pp. 567–569.
3. Shulman O., correspondent of Army Inform. (2020), "Peculiarities of assault group actions in populated areas: experience of military conflicts in the Middle East" [Electronic resource] Peculiarities of assault group actions. Access mode to the publication: <https://armyinform.com.ua/2020/12/16/osoblyvosti-dij-shturmovyh-grup-u-naselenyh-punktah-dosvid-voyennyh-konfliktiv-na-blyzkomu-shodi/>.
4. Yavtushenko V., Shevchenko O., Kozlov D., Tulenko M., Morgunova A. (2021), "Morgunova A., Effectiveness of small arms fire depending on the types of aiming devices" / Scientific Collection «InterConf». Prague, Czech Republic. No. 87. pp. 413–423.
5. Weapons of the Russo-Ukrainian War 2022-2023. (2023), "Reference catalog of the main models of weapons and military equipment used by the opposing sides during the repulse of the full-scale Russian invasion of Ukraine (February 24, 2022 - June 30, 2023)" / Ministry of Defense of Ukraine, Office of the Commander-in-Chief of the Armed Forces of Ukraine, General Staff of the Armed Forces of Ukraine, Center for Military History Research of the Armed Forces of Ukraine. Lira-K Publishing House. pp. 36–39.
6. The Use of Foreign-Made Armaments by the Security and Defense Forces of Ukraine (Usage Instructions). (2023), Training manual / Romanov R.V. pp. 15–67.
7. Global Defense News Czech company DSS has unveiled the PZD Mk24 light machine gun, which will compete with the Belgian FN Evolys. [Electronic resource] PZD Mk24 machine gun. Access mode: <https://armyrecognition.com/news/army-news/army-news-2024/czech-company-dss-unveils-pzd-mk24-light-machine-gun-to-compete-with-belgian-fn-evolys>.
8. Radiation, Chemical, Biological Protection of Units. (2007), Edited by H.B. Hyshko. – Kh.: KhUPS. p. 260.

9. Vlasenko I.V., Zabora A.V. (2024), "Training of police officers for actions in extreme conditions of fire contact" / Institute of Training Legal Personnel for the SBU of the Yaroslav Mudryi National Law University. Topical issues of ensuring service and combat activities of the security and defense sector forces: (materials of the III All-Ukrainian Conference). Issue No. 3. pp. 24–26.

10. Hans von Dach. (2022), "Combat Tactics, Combat in Built-up Areas and Forests. Fighting for Fortified Structures." Fundamental Swiss Manual. / Hans von Dach. Publishing House Australia. Volume 2/1. pp. 20–58.

Ph.D. Lutsyshyn A.M., Dr. Tech. Sci., prof. Lienkov S.V.

PROPOSALS FOR IMPROVING TRAINING METHODOLOGY FOR ASSAULT GROUPS OPERATING IN URBANIZED AREAS USING FOREIGN-MADE SMALL ARMS

This article analyzes the specifics of using foreign-made small arms in direct fire contact in urbanized areas, considering the combat experience of the Russian-Ukrainian war. This will subsequently enable a substantiated analysis and targeted selection of small arms models available on the modern arms market, tailored for specific combat conditions faced by assault units of the Defense Forces. The research results confirm the correlation between the effectiveness of combat use of small arms models and the corresponding conditions of modern small arms combat. The article primarily focuses on outlining organizational and methodological approaches to organizing shooter training. It highlights the relevance of combined use of various small arms models to increase the effectiveness of engaging enemy forces as part of small tactical groups and the modernization of existing weapon models in accordance with NATO standards. It is substantiated that the use of the latest small arms models contributes to improving the combat readiness of assault units and the effectiveness of their actions during complex fire missions, both in open and urbanized areas. The results of the conducted research determine that the training of military personnel for small arms combat using modern small arms systems is influenced by a combination of internal and external factors. These factors have changed under the influence of the peculiarities of combat operations during the Russian-Ukrainian war and require further in-depth study. Promising main directions for further research include methods for modernizing existing small arms models, updating the arsenal of individual small arms with specialized selection for specific (point) fire missions of individual assault units, reconnaissance units, and special operations forces.

Keywords: small arms; combined use of small arms; latest models of small arms; short-barreled small arms; shooter training; targets; assault actions.

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ФРАГМЕНТАЦІЇ РАДІАЛЬНО-ОСЬОВИХ ОСКОЛКОВО-ФУГАСНИХ МІН

У статті представлено результати комплексного дослідження статистичної відтворюваності ключових параметрів процесу фрагментації радіально-осьових осколково-фугасних мін калібру 120, 82 та 60 мм.

Проведено аналіз кількісних та масових характеристик осколкових полів радіально-осьових осколково-фугасних мін калібру 120, 82 та 60 мм. Здійснено математичне моделювання емпіричного розподілу за кількістю та масою осколків за допомогою використання двопараметричної функції Гельда.

Надано статистичну оцінку варіативності параметрів фрагментації, що здійснювалася із застосуванням методів описової статистики та критеріїв статистичної значущості, зокрема за двовибірковим критерієм Стюдента для незалежних вибірок. Застосовано формули Генрі для оцінки початкових швидкостей осколків та методу визначення радіуса ефективності осколкових полів.

Проаналізовано емпіричні константи моделі Гельда та потенційні ендегенні (технологічні особливості виробництва, характеристики компонентів, зокрема варіації густини вибухової речовини) та екзогенні (методика експерименту, включаючи метод збору осколків, операторський фактор) чинники, що можуть впливати на стабільність процесу фрагментації. Розглянуто питання статистичної стійкості характеристик фрагментації радіально-осьових осколково-фугасних мін різних калібрів, що є важливим аспектом для прогнозування їхньої бойової ефективності. Аналіз охоплює не лише середні значення параметрів осколкових полів, але й оцінку їхньої варіативності, що дозволяє прогнозувати вражаючі можливості осколкових полів радіально-осьових осколково-фугасних мін калібру 120, 82 та 60 мм. Оскільки застосування математичного апарату, включаючи функцію Гельда та критерій Стюдента, забезпечує кількісну оцінку відтворюваності процесу фрагментації та виявлення потенційних факторів нестабільності.

Ключові слова: процес фрагментації, осколково-фугасний снаряд, статистичний аналіз, математичне моделювання розподілу мас осколків, осколкові поля, уражаючі можливості.

Вступ та постановка проблеми. Як показав досвід російсько-української війни та аналіз опрацьованих джерел, найбільш ефективними засобами ураження живої сили противника, яка перебуває в сучасних засобах бронезахисту, залишаються радіально-осьові осколково-фугасні снаряди.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З аналізу дослідження характеру впливу осколкових полів РООФ снарядів з'ясовано, що на сьогодні характер руйнування навантажених вибухом циліндричних оболонок достатньо вивчений. В роботах Вадима Яковенка та Юрія Сидоренка досліджено характер дії осколкових полів радіально-осьових та радіально-направлених осколково-фугасних снарядів. У роботах Ігоря Чепкова та Михайла Васьківського досліджено характер вибуху, дроблення оболонки на осколкові фракції, У роботах Алана Катівіка та Елдіна Кліно досліджено осколкові поля та їх летальні можливості як вітчизняних так і західних зразків [1 - 3].

Метою статті є: дослідження уражаючих можливостей осколкових полів осколкових полів мін калібру 120, 82 та 60 мм. Оцінка уражаючої дії осколкових полів мін калібру 120, 82 та 60 мм при впливі на живу силу противника, яка знаходиться в сучасних засобах бронезахисту чи напіввідкритих укриттях.

Виклад основного матеріалу. При детонації осколково-фугасної міни її корпус випадково фрагментується на велику кількість осколків. Характеристики цих осколків такі,

як форма, маса, кількість та їх просторовий розподіл, визначаються геометрією корпусу, механічними властивостями матеріалу (міцність, плинність, в'язкість, термічна обробка) та характеристиками вибухової речовини (густина, тиск та швидкість детонації). Тому прогнозування просторового розподілу осколків є складною задачею.

Просторовий розподіл осколків визначався за результатами існуючих експериментальних досліджень, що проводилися з використанням чотирьох секторів, кожен з яких представляв чверть кола міни, встановлювався вертикально, головною частиною донизу, на певній відстані від поверхні землі. Після детонації фіксувалася кількість влучень та пробивань дерев'яних щитів у кожному секторі, після чого розраховувалася щільність влучень та пробивань на квадратний метр.

Тому для прогнозування параметрів процесу природної фрагментації та комплексного аналізу отриманих результатів використовувалися результати експериментальних досліджень, аналітичні, чисельні та статистичні методи [9,11].

Швидкість осколка снаряда є векторною сумою початкової швидкості осколка, поступальної швидкості снаряда та його обертальної швидкості (за наявності обертання). Для мінометних снарядів характерна відсутність осьового обертання, тому початкову швидкість осколків можна наближено визначити за формулою Генрі за виразом:

$$v_{оск} = \sqrt{2ED \cdot \frac{C}{M}} + 0.5, \quad (1)$$

де $2E$ - константа Генрі, яку можна визначити за виразом $2E = 0.338 \cdot D$, де D - швидкість детонації, що залежить від типу та густини вибухової речовини.

M - маса металу корпусу снаряда,

C - маса вибухової речовини [2,10].

Константу Генрі можна наблизити виразом $2E = 0.338 \cdot D$, де D - швидкість детонації, що залежить від типу та густини вибухової речовини.

У результаті чого з'ясовано, що середня початкова швидкість осколків для мін калібру 120, 82 та 60 мм. становить близько 1100 м/с, проте швидкість залежить від співвідношення маси корпусу до маси вибухової речовини в кожному сегменті. Тому діапазон швидкостей становитиме від 600 м/с (для осколків з донної частини) до 1200 м/с (для осколків з головної та циліндричної частин). Такі швидкості осколків осколкових полів мін пояснюються меншими навантаженнями на їхній корпус під час руху по стволу порівняно з артилерійськими снарядами, що в поєднанні з більшими кутами падіння та меншим співвідношенням початкової швидкості осколків забезпечують кращі показники ефективності при ураженні живої сили, яка діє в сучасних засобах індивідуального бронезахисту.

Тоді густину осколкового поля в кожному з секторів, що розташовані на певній відстані від епіцентру вибуху, визначаємо за формулою:

$$d_i(R) = \frac{N_{проб}}{A_i}, \quad (2)$$

де $N_{проб}$ - кількість пробивань у дерев'яних панелях сектора,

A_i - площа сектора,

R - радіальна відстань від епіцентру вибуху до сектора.

Густина осколкового поля на квадратний метр, визначається методом інтерполяції. З урахуванням відстані від епіцентру вибуху до мішені, оскільки така відстань є радіусом ефективного ураження осколкових полів мін. Чим більший радіус ураження з задовільною густиною осколкового поля, тим вища ефективність міни.

Прогнозування розподілу маси осколків здійснюється за формулою Гельда з двома параметрами та загальною масою M_0 , яка добре описує розподіли мас осколків природного

дроблення [3,6,8]:

$$M(n) = M_n \cdot (1 - e^{-B \cdot n^\gamma}), \quad (3)$$

де B та γ - емпірично визначені константи (порядку 10^{-2} та $2/3$ відповідно [8]),
 M_n - кумулятивна маса осколків,

n - кумулятивна кількість осколків, починаючи з найважчого.

За гіпотезою Гельда, який зазначав, що для ефективних розрахунків необхідно виключити кілька найважчих осколків для отримання більш правдивих результатів. Тоді константи B та γ необхідно визначити шляхом математичних перетворень:

$$\frac{M_0 - M_{(n)}}{M_0} = -B \cdot n^\gamma$$

У такому разі наближену масу n -го осколка визначаємо за диференціюванням рівнянням [4,5,12]:

$$\ln \left[\frac{M_0 - M_{(n)}}{M_0} \right] = -B \cdot n^\gamma, \quad (4)$$

$$\ln \left(-\ln \left[\frac{M_0 - M_{(n)}}{M_0} \right] \right) = \ln(B) + \gamma \cdot \ln(n) \quad (5)$$

У залежність від щільності осколкового поля, яка залежить від відстані розраховується радіус ефективної зони ураження осколкового поля. У результаті чого з'ясовано, що радіус ефективності для *мін калібру 120, 82 та 60 мм.* становитиме близько 16,15 метрів, що вказує на високу ймовірність ураження живої сили противника в колі такого радіуса.

Аналіз розподілу маси осколків проводився за методом Гельда з використанням ітераційної процедури для визначення оптимальної загальної маси осколків $M_{0,onn}$ та констант B та λ . доводить що, за винятком невеликих відхилень для осколків масою менш ніж 1 г середні значення констант B та λ відповідали значенням (порядку 0,01 та 0,75).

З логарифмічного розподілу маси осколків визначаються константа B та показник γ з відповідним коефіцієнтом кореляції r^2 [1,4,5,10].

$$m(n) = \frac{dM(n)}{dn} = M_0 \cdot B \cdot \lambda \cdot n^{\gamma-1} \cdot e^{-B \cdot n^\gamma}, \quad (6)$$

де M_0 - задана загальна маса, вважається неоптимальною. Оптимальна маса $M_{0,onn}$ розраховується за формулою:

$$M_{0,onn} = M(n) \cdot (1 - e^{-B_b \cdot n^{\lambda_b}})^{-1} \quad (7)$$

Нові константи B_b та λ_b визначаються з використанням $M_{0,onn}$:

$$M(n) = M_{0,onn} (1 - e^{-B_b \cdot n^{\lambda_b}}) \quad (8)$$

Де процедура інтегрується до досягнення задовільного коефіцієнта кореляції, коли ($r^2 \geq 0.99$)

За допомогою використовувалися методи описової статистики для характеристики основних особливостей отриманих даних, зокрема зони розсіювання. Де середнє арифметичне значення N чисел осколків $X_1, X_2, X_3, \dots, X_N$ визначається як:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_N}{N} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad (9)$$

Тоді стандартне відхилення визначається як:

$$s = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}{N}, \quad (10)$$

де $X_i - \bar{X}$ - представляє відхилення кожного з чисел X_i від середнього значення $\bar{X}$.

Отже, s є середньоквадратичним відхиленням від середнього значення [9,10].

У результаті чого підтверджено, що статистичні гіпотези є твердженнями про розподіли ймовірностей. Оскільки для визначення статистичної значущості відмінностей між реальними та очікуваними результатами використовуються тести гіпотез, зокрема тести значущості та правила прийняття рішень. Максимальна ймовірність відхилення вірної нульової гіпотези називається рівнем значущості який зазвичай становить 0.05 або 0.01.

Тому, для аналізу результатів експериментальних випробувань застосовувався t -критерій Стюдента, що дозволяє оцінити статистичну значущість відмінностей між середніми значеннями двох груп. Для двох вибірок розміром N_1 та N_2 з середніми $\bar{X}_1$ та $\bar{X}_2$ і стандартними відхиленнями s_1 та s_2 , t -статистика розраховується за формулою[4,5].:

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{s\sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}, \quad (11)$$

де $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$ - стандартна похибка різниці середніх, яка обчислюється з урахуванням об'єднаного стандартного відхилення S_p :

$$s\sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}} = S_p \cdot \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}, \quad (12)$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(N_1 - 1)s_1^2 + (N_2 - 1)s_2^2}{N_1 + N_2 - 2}} \quad (13)$$

Де значення t може бути позитивним або негативним залежно від співвідношення середніх. Для оцінки значущості отриманого значення t воно порівнюється з критичним значенням $t_{крит}$ з таблиці розподілу Стюдента з відповідною кількістю ступенів свободи $df = N_1 + N_2 - 2$ та обраним рівнем значущості [7,11].

Використання метод представлення залежності кількості осколків від їхньої середньої маси, а також метод аналізу відношень N_i / N та m_i / m до середньої маси осколків у результаті чого підтверджено вплив кількості та маси дрібних осколків на значення константи B . Де основними факторами, що впливають на значення константи B та загальний розподіл маси осколків, визначено: методи проведення експерименту, способи збору осколків, людські помилки, варіації термічної обробки матеріалів корпусу, коливання процесів кування та відмінності у застосованих технологіях виробництва. Аналіз літературних даних також вказує на можливі варіації густини вибухової речовини до 5%, що також може впливати на фрагментацію.

У зв'язку зі складністю використання обладнання для вимірювання швидкості осколків, для прогнозування їх початкових швидкостей використовувалася формула Генрі [2]. Що дозволяє отримати дані про початкові швидкості осколків залежно від їхнього розташування.

Застосування t -критерію Стюдента мало на меті оцінити, чи є статистично значущі відмінності між середніми значеннями параметрів фрагментації різних випробувань. Було використано два підходи. У першому підході кожне окреме випробування порівнювалося із

середнім значенням усіх випробувань. У другому підході проводилося попарне порівняння всіх випробувань у межах кожного року.

Результати першого підходу показали, що максимальне значення t-статистики для кількості осколків становило 0,95, а для маси осколків - значно менші значення. Усі розраховані значення t були меншими за критичне значення (2,0555 для рівня значущості 0,05 та 26 ступенів свободи), що дозволило зробити висновок про відсутність статистично значущих відмінностей між окремими випробуваннями та середніми значеннями за відповідні роки з рівнем довіри 95%.

Другий підхід, що включав понад 700 попарних порівнянь, також не виявив статистично значущих відмінностей між окремими випробуваннями за всі роки. Максимальні значення t-статистики для кількості та маси осколків.

Висновки. У представленій роботі було проведено комплексний аналіз процесу відтворення характеристик фрагментації для *мін калібру 120, 82 та 60 мм* протягом декількох років експериментальних досліджень. У рамках дослідження було здійснено понад сорок експериментальних випробувань фрагментації в умовах закритого піщаного простору та на відкритому вимірювальному майданчику.

У результаті чого застосування формули Генрі дозволило визначити діапазон початкових швидкостей утворених осколків, який склав від 600 до 1200 за секунду, а також оцінити радіус ефективної дії ураження осколкових полів для *мін калібру 120, 82 та 60 мм*. становитиме близько 16,15 метрів. Проведено аналіз констант моделі Гельда, середні значення яких продемонстрували відповідність очікуваним теоретичним значенням. Було зроблено висновок щодо високої чутливості однієї з констант моделі до варіацій у кількості дрібних осколків, маса яких є меншою за 1 г, що, ймовірно, обумовлено особливостями організації експериментальних процедур та застосованими методами збору фрагментів.

Формули Гельда, в роботі було представлено в логарифмічному масштабі. Порівняльний аналіз результатів, отриманих при дослідженні констант моделі Гельда, залежність кількості осколків від їхньої середньої маси підтвердив припущення про можливу кореляційну залежність між збільшенням кількості та маси осколків.

Запропоновано новий метод експериментальних даних, що базується на представленні залежностей відносної кількості осколків та відносної маси осколків від середньої маси осколків. У рамках дослідження було ідентифіковано ключові фактори, що впливають на значення однієї з констант моделі Гельда, а саме: методологія проведення експерименту, способи збору утворених осколків, вплив людського фактору, варіації в процесі термічної обробки матеріалів корпусу боєприпасу, коливання технологічних параметрів процесів кування, а також відмінності в застосовуваних технологіях виробництва.

Застосування методів описової статистики виявило значні відхилення у кількості осколків, що належать до більших масових груп, а також у масі дрібних осколків.

Проведений аналіз можливих статистичних відмінностей між результатами окремих експериментальних випробувань із застосуванням статистичного критерію Стюдента не виявив статистично значущих розбіжностей між окремими випробуваннями та усередненими значеннями за відповідні роки проведення досліджень. Цей факт свідчить про відносну стабільність процесу фрагментації досліджуваних мін протягом усього періоду випробувань.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Army Combat Systems Test Activity Aberdeen Proving Ground MD. Static testing of high explosive munitions for obtaining fragment spatial distribution. 1993. 72 p.
2. Catovic A., Zecevic B., Terzic J. Analysis of terminal effectiveness for several types of he projectiles and impact angles using coupled numerical - CAD technique. *New Trends in Research of Energetic Materials*, Pardubice, 9 April 2009. P. 455–472. URL: <https://www.researchgate.net> (accessed 24.04.2025).
3. Zecevic B., Terzic J., Catovic A. Influence of warhead design on natural fragmentation

performances. *Annals of DAAAM: Proceedings of the 15th International DAAAM Symposium, Vienna*, 9 November 2004. URL: <https://www.researchgate.net> (accessed 26.01.2025).

4. Influencing parameters on HE projectiles with natural fragmentation / B. Zecevic et al. *New Trends in Research of Energetic Materials*, Pardubice, 19–21 April 2006. Pardubice, 2006. P. 780–795. URL: <https://www.researchgate.net> (accessed 05.2025). Spiegel M. R. *Schaum's outline of the theory and problems of statistics*. 3rd ed. New York : McGraw-Hill, 1999. 538 p

5. Греков В. П., Журавльов О. О., Ткаченко Ю. А. Метод оцінки розміру приведеної площі осколкового ураження касетної бойової частини реактивного снаряду з осколково-фугасними бойовими елементами. *Системи озброєння і військова техніка*. 2019. № 1 (57). С. 77–84.

6. Малишкін О. В., Босий О. Б., Григоренко С. А., Іванов Т. С., Галкін А. О. Рекомендації щодо підвищення бойової (вогневої) ефективності засобів ураження осколочної дії. *Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса)*. 2021. Вип. 1(15). С. 107-114.

7. Сидоренко Ю. М. Особливості процесу вибухового метання осколкоутворюючих дисків, що входять до складу осколково-пучкового снаряда. *Зб. наук. праць Академії ВМ Сім. П.С. Нахімова*. 2012. № 1(19). С. 86–99.

8. Analysis of influencing factors of mortar projectile reproduction process on fragment mass distribution / B. Zecevic et al. *13th Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials*, Pardubice, 21–23 April 2010. Pardubice, 2010. P. 783–795. URL: <https://www.researchgate.net> (accessed 24.04.2025).

9. Метод аналітичної оцінки розмірів області розсіювання точок падіння бойових елементів після розкриття касетної бойової частини / В. Тарасов та ін. *Системи озброєння і військова техніка*. 2018. № 4 (56). С. 60–66.

10. Сидоренко Ю., Яковенко В. В. Про вплив кількості осколкоутворюючих дисків осколково-пучкового снаряда на значення параметрів осового осколкового поля. *Військово-технічний збірник*. 2012. № 6. С. 79–86.

11. Сидоренко Ю., Шленский П. Численное моделирование разлета продуктов детонации и распространения воздушных ударных волн при взрыве плоского заряда конечных размеров. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»*. 2011. № 62. С. 223–232.

12. Spiegel M. R. *Schaum's outline of theory and problems of statistics*. 3rd ed. New York : McGraw-Hill, 1999. 538 p.

REFERENCES:

1. Army Combat Systems Test Activity Aberdeen Proving Ground MD, (1993). Static testing of high explosive munitions for obtaining fragment spatial distribution. Technical Report.

2. Catovic, A., Zecevic, B. and Terzic, J., (2009). “Analysis of terminal effectiveness for several types of the projectiles and impact angles using coupled numerical -cad technique”. In: *New Trends in Research of Energetic Materials*, 1 April 2009, Pardubice, Czech Republic. pp. 455–472. Retrieved from URL: <https://www.researchgate.net> (accessed 24 April 2025).

3. Zecevic, B., Terzic, J. and Catovic, A., (2004). “Influence of warhead design on natural fragmentation performances”. In: *Annals of DAAAM*, 9 November 2004, Vienna, Austria. Retrieved from URL: <https://www.researchgate.net> (accessed 26 January 2025).

4. Zecevic, B., Terzic, J., Catovic, A. and Serdarevic-Kadic, S., (2006). Influencing parameters on HE projectiles with natural fragmentation. In: *New Trends in Research of Energetic Materials*, 19–21 April 2006, Pardubice, Czech Republic [online]. Pardubice: University of Pardubice. pp. 780–795. Retrieved from URL: <https://www.researchgate.net> (accessed 1 May 2025) Spiegel, M. R., (1999). “*Schaum's outline of theory and problems of statistics*”. 3rd ed. New York: McGraw-Hill.

5. Hrekov, V. P., Zhuravlov, O. O. and Tkachenko, Yu. A., (2019). “Metod otsinky rozmiru pryvedenoi ploschchi oskolkovoho urazhennia kasetnoi boiovoi chastyny reaktyvnogo snariadu z oskolkovo-fugasnymi boiovyimi elementamy” [Method for estimating the size of the reduced area of fragmentation damage of a cluster warhead of a rocket projectile with high-explosive fragmentation warheads]. *Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika*. No. 1(57), pp. 77–84.

6. Malyshkin, O. V., Bosyi, O. B., Hryhorenko, S. A., Ivanov, T. S. and Halkin, A. O., (2021). “Rekomendatsii shchodo pidvyshchennia boiovoi (vohnevoi) efektyvnosti zasobiv urazhennia oskolochnoi dii” [Recommendations for increasing the combat (fire) effectiveness of fragmentation weapons.]. *Zbirnyk naukovykh prats Viiskovoi akademii (m. Odesa)*. No.1(15), pp.107–114.

7. Sydorenko, Yu., (2012). "Osoblyvosti protsesu vybukhovoho mettannia oskolkoutvoriuiuchykh dyskiv, shcho vkhodiat do skladu oskolkovo-puchkovoho snariada" [Features of the process of explosive throwing of fragmentation-forming disks that are part of a fragmentation-beam projectile]. Zb. nauk. prats Akademii VM Sim. P.S. Nakhimova, No. 1(19), pp. 86–99.

8. Zecevic, B., Catovic, A., Terzic, T. та Kadic-Serdarevic, S., (2010). "Analysis of influencing factors of mortar projectile reproduction process on fragment mass distribution". V: 13th Seminar on New Trends in Research of Energetic Materials, 21–23 квітня 2010, Pardubice, Czech Republic. Pardubice: University of Pardubice. pp. 783–795. Retrieved from URL: <https://www.researchgate.net> (accessed 24 April 2025).

9. Tarasov, V., Zhuravlov, O., Iziumskyi, M. and Shyhimaha, N. V., (2018). "Metod analitychnoi otsinky rozmiriv oblasti rozsiuvannia tochk padinnia boiovykh elementiv pislia rozkryttia kasetnoi boiovoi chastyny" [Method for analytical estimation of the size of the dispersion area of the points of impact of combat elements after the opening of a cluster warhead]. Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika, No. 4 (56), pp. 60–66.

10. Sydorenko, Yu. and Yakovenko, V. V., (2012). "Pro vplyv kilkosti oskolkoutvoriuiuchykh dyskiv oskolkovo-puchkovoho snariada na znachennia parametriv osovoho oskolkovoho polia" [On the influence of the number of fragmentation disks of a fragmentation-beam projectile on the values of the parameters of the axial fragmentation field]. Viiskovo-tekhnichniy zbirnyk. No. 6, pp. 79–86.

11. Sydorenko, Yu. and Shlenskyi, P., (2011). "Chislennoe modelyrovannia rozleta produktov detonatsii i rasprostraneniia vozdushnykh udarnykh voln pry vzryve ploskogo zariada konechnykh razmerov" [Numerical modeling of the expansion of detonation products and the propagation of air shock waves during the explosion of a flat charge of finite dimensions]. Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu Ukrainy «Kyivskyi politekhnichnyi instytut». No. 62, pp. 223–232.

12. Spiegel, M. R., (1999). "Schaum's outline of theory and problems of statistics". 3rd ed. New York: McGraw-Hill.

Ph. D. Nikul S.O.

DISCUSSION OF THE FRAGMENTATION PROCESS OF RADIAL-AXIAL HIGH-EXPLASTIC FRAGMENTATION MINES

The article analyzes the impact of low-velocity fragmentation fields of fragmentation-forming parts of radial-axial high-explosive fragmentation shells on enemy manpower. As a result, a mathematical model is presented that describes the process of defeating manpower by low-velocity fragmentation fields of fragmentation-forming parts of high-explosive fragmentation shells.

An analysis of the kinematic and energy characteristics of fragments with a speed not exceeding 300 m/s was carried out, including consideration of their kinetic energy and momentum when interacting with manpower. Considerable attention was paid to probabilistic and statistical modeling of spatial distribution of low-speed fragments, for which Poisson's law is used, which allows taking into account the random nature of the dispersion of fragments in space and determining the probability of their appearance at a certain point.

The striking capabilities of low-velocity fragmentation fields of fragmentation-forming parts of radial-axial high-explosive fragmentation shells were investigated, taking into account not only the energy parameters of the fragments, but also their orientation at the moment of collision with the target, as well as the characteristics of individual armor protection, which significantly affect the degree of damage.

A mathematical description of the probability of defeating enemy manpower is presented by taking into account the distribution of vulnerable zones of the human body and the probability of fragments hitting these zones, according to which a comprehensive assessment of the combat potential of manpower was carried out, taking into account not only the fact of defeat, but also the degree of its severity.

A mathematical model is proposed that reflects the reduction in combat capability of personnel depending on the number and nature of wounds received. This model can be used to predict the combat capability of units after the use of fragmentation parts of radial-axial high-explosive fragmentation shells.

Keywords: fragmentation process, high-explosive fragmentation projectile, statistical analysis, mathematical modeling of fragment mass distribution, fragment fields, striking capabilities.

ОЦІНКА ЧУТЛИВОСТІ РАДІАЛЬНО-ОСЬОВИХ ОСКОЛКОВО-ФУГАСНИХ СНАРЯДІВ ДО НАВАНТАЖЕНЬ ПРИ ПОСТРІЛІ

Стаття присвячена актуальній проблемі підвищення точності ведення вогню радіально-осьовими снарядами та їх чутливості до комплексу збурюючих навантажень, які виникають у процесі пострілу. Значну увагу акцентовано на дослідженні впливу непрямолінійності осі каналу ствола гармати як одного з ключових факторів. Запропоновано якісний метод оцінки чутливості радіально-осьових снарядів до комплексу збурюючих навантажень, які неминуче виникають у процесі пострілу. Метод дослідження полягає у детальному порівнянні власних частот коливань радіально-осьових снарядів зі спектром частот тих збурюючих навантажень, що діють на снаряд у момент пострілу та його руху каналом ствола, що дозволяє ідентифікувати потенційні резонансні явища та оцінити ступінь впливу динамічних процесів стабільності снаряду.

Проведений аналіз впливу співвідношення між власними частотами снаряду та збурюючими навантаженнями, що впливають на інтенсивність розвитку коливальних процесів снаряду під час руху каналом ствола. Для кількісної оцінки впливу введено критерій – коефіцієнт динамічності. Розглянуто аспекти застосування запропонованого методу для всебічної оцінки існуючих конструкцій радіально-осьових снарядів різних типів, також визначено рівень їхньої відносної чутливості до навантажень, зумовлених непрямолінійністю осі каналу ствола.

Представлено результати розрахунків коефіцієнтів динамічності для різних видів коливань радіально-осьових снарядів, що виникають як у вертикальній, так і в горизонтальній площинах. Також, наведено статистичні дані у вигляді відсоткових показників для вибірки стволів танкових гармат, які характеризуються інтенсивними режимами коливань різних типів радіально-осьових снарядів під час пострілу. тим самим з запропоновано методуку якісної оцінки динамічної чутливості радіально-осьових снарядів, що поєднує характеристики зовнішнього впливу з балістичними параметрами снаряда.

Ключові слова: радіально-осьовий снаряд,осколок, чутливість до навантажень, непрямолінійність каналу ствола, власні частоти коливань, коефіцієнт динамічності, точність стрільби.

Вступ та постановка проблеми. Як показав досвід російсько-української війни та аналіз опрацьованих джерел, найбільш ефективними засобами ураження живої сили противника залишаються радіально-осьові снаряди, оскільки дані зразки не піддаються жодним зовнішнім впливам технічних засобів застосованих противником. Адже цей тип снарядів один з небагатьох, який може ефективно уражати живу силу та бойове техніку противника на досить великих відстанях. У статті запропоновано метод для всебічної оцінки існуючих конструкцій радіально-осьових снарядів різних типів, визначено рівень їхньої відносної чутливості до навантажень, зумовлених непрямолінійністю осі каналу ствола.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Результат проведеного аналізу наукових джерел та праць показали, що різні конструкції радіально-осьові снаряди демонструють схильність до коливальних процесів за різними координатами під впливом збурюючих сил, що має значний вплив на ефективність ураження ними живої сили та легкоброньованої бойової техніки. На сьогодні характер руйнування навантажених вибухом циліндричних оболонок достатньо вивчений. Значний внесок в вивчення характеру вибуху, дроблення оболонки на осколкові фракції крім іноземних авторів [1] зробили. Селіванов В.В [2], Ткаченко А. [3], Сидоренко Ю.М [4,5], Літвінчук Р. В., Левченко А. О. [6] та Кушнір О. [7] дослідили основні чинники, які визначають ймовірність ураження елементів моторного та

бойового відділення легкоброньованої техніки при впливі осколкових боєприпасів. Однак у своїй роботі вони недостатньо дослідили конструкцію радіально-осьових снарядів різних типів, не визначено рівень їхньої відносної чутливості до навантажень, зумовлених непрямолінійністю осі каналу ствола.

Метою статті є: проведення аналізу впливу співвідношення між власними частотами снаряда та частотами збурюючих навантажень на інтенсивність розвитку коливальних процесів. Розробка методу для всебічної оцінки існуючих конструкцій радіально-осьових снарядів різних типів, визначення рівня їхньої відносної чутливості до навантажень, зумовлених непрямолінійністю осі каналу ствола.

Виклад основного матеріалу. У військовій справі точність артилерійського вогню є критично важливим фактором. Оскільки на траєкторію радіально-осьових снарядів значний вплив мають збурюючі навантаження, що виникають під час пострілу. Одним із ключових джерел таких навантажень є непрямолінійність дійсної осі каналу ствола гармати.

Тому для якісної оцінки ступеня чутливості радіально-осьових снарядів до навантажень, зумовлених непрямолінійністю каналу ствола, може бути застосований метод порівняння власних частот коливань снаряда зі спектром частот збурюючих навантажень. Де з практичної точки зору, оптимальним є максимальна відмінність між цими частотами, оскільки це мінімізує резонансні явища та інтенсивність коливань. Такий підхід дозволяє кількісно оцінити ефективність конструктивних рішень, спрямованих на покращення характеристик радіально-осьових снарядів.

Згідно з теорією коливань, для повного усунення інтенсивних коливань мінімальна власна частота коливань радіально-осьових снарядів w_{msn} повинна щонайменше вдвічі перевищувати максимальну частоту збурюючого навантаження β_{max}

$$w_{msn} \geq 2\beta_{max} \quad (1)$$

Тому для кількісної оцінки інтенсивності коливального процесу використовується коефіцієнт динамічності K_d , який визначається за формулою:

$$K_d = \frac{1}{1 - \left(\frac{\beta}{w}\right)^2}, \quad (2)$$

де w – власна частота радіально-осьового снаряду,

β – домінуюча частота зовнішнього впливу.

Вирази (1) та (2) є взаємопов'язаними для оцінки чутливості радіально-осьових снарядів. Умова (1) відповідає допустимому значенню коефіцієнта динамічності $K_{дин} = 1,33$. Для мінімізації початкових збурень радіально-осьового снаряду на етапі проєктування необхідно забезпечити значення $K_d = 1,33$. В іншому випадку коливання снаряда перебуватиме в зоні резонансу, обмеженій відношеннями частот $\beta > 0,70$ при $w > 1,35$. Тоді $\beta/w < 1$, де коливання відбуваються у фазі зі збуренням, а при $\beta/w > 1$ – у протифазі.

Важливо зазначити, що перевищення $K_{дин} = 1,33$ не є безумовним критерієм для бракування ствола чи модернізації радіально-осьового снаряду. Однак це свідчить про підвищений рівень початкових збурень, які можуть варіюватися залежно від ступеня непрямолінійності конкретного ствола, що ускладнює приведення гармат до нормального бою.

Встановлене значення $K_{дин} = 1,33$ не є абсолютною величиною. Допускаючи певний рівень розкиду радіально-осьового снаряду, можна коригувати це значення. Таким чином,

задаючи допустимий коефіцієнт K_d , на етапі проектування можна адаптувати радіально-осьовий снаряд до існуючого рівня технології виготовлення гармат, щоб забезпечуючи при цьому розкид, що не перевищує заданого допуску. За допустимий рівень розкиду може бути прийнята, наприклад, похибка методів приведення гармат до нормального бою.

Рекомендована умова $K_{дин} = 1,33$ є досить жорсткою і спрямована на повне усунення інтенсивних коливань. На практиці, у разі потреби забезпечення певних характеристик радіально-осьових снарядів (наприклад, пробивна здатність осколкового поля), це обмеження може бути послаблене з допущенням деякого розкиду осколків у просторі.

Для оцінки чутливості різних радіально-осьових снарядів до збурюючих навантажень від непрямої стволів гармат було проведено серію розрахунків коефіцієнтів динамічності K_d для різних типів коливань. Усереднені результати цих розрахунків наведено в табл. 1, де $K_{ду}$ – коефіцієнт динамічності поперечних коливань, $K_{дв}$ – кутових коливань, $K_{д1}$ – першого тону згинальних коливань, а $K_{д2}$ – другого тону згинальних коливань.

Таблиця 1.

Середні значення коефіцієнтів динамічності	
Радіально-осьовий снаряд	Коефіцієнт динамічності
	$K_{ду}$
Вертикальна площина	
ЗБМ15	1,001
ЗБМ26	1,003
ЗБМ32	1,002
ЗБМ42	1,001
Горизонтальна площина	
ЗБМ15	1,001
ЗБМ26	1,004
ЗБМ32	1,002
ЗБМ42	1,002

Аналіз табл. 1 показує, що значення $K_{ду}$ та $K_{дв}$ для всіх розглянутих радіально-осьових снарядів близькі до одиниці. Це свідчить про те, що при розгляді радіально-осьових снарядів як твердого тіла, навантаження від непрямої стволів можна вважати статичними з похибкою менше ніж 5%.

Натомість, значення $K_{д1}$ значно перевищують одиницю для всіх радіально-осьових снарядів, що вказує на значний вплив непрямої стволів гармат на згинальні коливання снарядів. Це означає, що коливання радіально-осьового снаряду під час пострілу відбуваються в зоні дії динамічних збурень від непрямої стволів.

Таблиця 2.

Процентний склад стволів, що характеризуються інтенсивним режимом коливань радіально-осьових снарядів $K_{д1} = 1,33$

Радіально-осьовий снаряд	Процент стволів
	вертикальна площина
ЗБМ15	9,0
ЗБМ26	72,7
ЗБМ32	21,2
ЗБМ42	72,7

У табл. 2 представлено процентний склад стволів гармат, для яких характерний інтенсивний режим коливань радіально-осьових снарядів $K_{д1} = 1,33$. Аналіз цих даних демонструє, що 3БМ26 та 3БМ42 мають найвищу чутливість до непрямої стволів, тоді як 3БМ15 є найменш чутливим, що узгоджується з результатами експериментальних досліджень 3БМ32 займає проміжне положення за цим показником [1].

З наведеного аналізу випливає, що для повного усунення інтенсивних коливань необхідно, щоб домінуюча частота збурюючого навантаження була щонайменше вдвічі меншою за мінімальну власну частоту коливань радіально-осьових снарядів.

Сучасні конструкції гармат та рівень технологій їх виготовлення вимагають, щоб для уникнення інтенсивних коливань радіально-осьового снаряду частота основного тону згинальних коливань снаряда становила не менше 700 Гц. Однак існуючі зразки радіально-осьових снарядів характеризуються частотами в діапазоні 270...540 Гц.

Отже, пошук шляхів підвищення власних частот згинальних коливань радіально-осьових снарядів є актуальним завданням, що має важливе теоретичне та практичне значення. Вирішення цієї задачі на етапі проектування дозволить обґрунтовано підходити до формування необхідного спектра власних частот радіально-осьового снаряду.

Аналіз факторів, що впливають на власні частоти згинальних коливань, показує, що їх підвищення може бути досягнуто шляхом раціонального вибору типу, кількості та схеми розміщення ведучих поясів радіально-осьових снарядів вздовж його активної частини, а також застосуванням спеціальних конструктивних рішень.

На основі викладеного підходу розроблено методику якісної оцінки динамічної чутливості радіально-осьових снарядів до навантажень від непрямої каналу ствола, яка включає наступні етапи:

- Визначення домінуючих частот β функції впливу для конкретних мікропрофілів каналу ствола гармати та кожної конструкції радіально-осьового снаряду з різною залежністю переміщення від часу.

- Визначення спектрів власних частот коливань для кожної конструкції радіально-осьового снаряду.

- Розрахунок коефіцієнтів динамічності K_d за наведеними формулами та оцінка рівня динамічної чутливості радіально-осьових снарядів на їх основі.

Перевагою запропонованої методики є її здатність комплексно пов'язувати характеристики зовнішнього впливу на радіально-осьового снаряду з його балістичними та динамічними параметрами, що є важливим кроком у вдосконаленні артилерійських боєприпасів.

Висновки. Проведені дослідження надають можливість якісно оцінити чутливість радіально-осьових снарядів до збурюючих навантажень, що виникають під час пострілу, зокрема, до впливу непрямої осі каналу ствола. Запропонований метод, що базується на порівнянні власних частот коливань снарядів зі спектром частот збурень та аналізі коефіцієнта динамічності, показав свою ефективність у визначенні схильності різних конструкцій радіально-осьових снарядів до коливальних процесів.

Аналіз отриманих результатів для конкретних зразків радіально-осьових снарядів 3БМ15, 3БМ26, 3БМ32, 3БМ42 виявив значні відмінності в їхній чутливості до згинальних коливань, спричинених непрямої каналу ствола. Зокрема, 3БМ26 та 3БМ42 продемонстрували найвищу чутливість, що може негативно впливати на точність стрільби з гармат, що мають значну кривизну каналу ствола. Натомість, 3БМ15 виявився найменш чутливим до цього фактору.

Результати дослідження дають можливість здійснити урахування динамічних характеристик радіально-осьових снарядів на етапі проектування. Забезпечення значної відмінності між власними частотами коливань снаряда та домінуючими частотами

збурюючих навантажень є ключовим фактором для мінімізації початкових збурень та підвищення купчастості стрільби. Запропонована методика якісної оцінки може бути використана для обґрунтованого вибору конструктивних рішень, спрямованих на зниження чутливості радіально-осьових снарядів до зовнішніх динамічних впливів.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Army Combat Systems Test Activity Aberdeen Proving Ground MD. Static testing of high explosive munitions for obtaining fragment spatial distribution. 1993. 72 p.
2. Селіванов В.В. Засоби ураження та боєприпаси. Москва: МГТУ ім. М.Е. Баумана., 2008. 984 с.
3. Оцінка ефективності осколкового ураження одиночної цілі одним пострілом у випадку наземного підриву осколково-фугасного снаряду / А. Ткаченко та ін. Труді університету. 2016. № 3. С. 200–209.
4. Сидоренко Ю. М. Особливості процесу вибухового метання осколкоутворюючих дисків, що входять до складу осколково-пучкового снаряда. *Зб. наук. праць Академії ВМ Сім. П.С. Нахімова*. 2012. № 1(19). С. 86–99.
5. Сидоренко Ю. М. Компьютерное моделирование процесса взрывного метания разрезанного осколочнообразующего диска. *Озброєння та військова техніка*. 2014. № 1. С. 34–41.
6. Літвінчук Р. В., Левченко А. Графо-аналітичний метод визначення ймовірності ураження елементів моторного та бойового відділення легко броньованої техніки загальновійськових підрозділів. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2021. № 2(8). С. 63–71.
7. Кушнір О., Кушнір В. Дослідження властивостей високонадійної системи із захистом у випадку пуассонівського процесу відновлення. *Теорія ймовірностей та математична статистика*. 2017. № 96. С. 125–130.

REFERENCES:

1. Army Combat Systems Test Activity Aberdeen Proving Ground MD, (1993). Static testing of high explosive munitions for obtaining fragment spatial distribution. Technical Report.
2. Selivanov V.V., (2008), “Sredstva porazheniya i boepripasi” [Weapons of destruction and ammunition], MGTU im. N.E. Baum., Moskva, 984 p.
3. Tkachenko A.A., Soloviov V.I., Pavlenko A.H. and Kopashynskyi S.A., (2016) “Otsinka efektyvnosti oskolkovoho urazhennia odynochnoi tsili odnym postrilom u vypadku nazemnoho pidryvu oskolково-fugasnoho snariadu” [Evaluation of the effectiveness of fragmentation damage to a single target with a single shot in the case of ground-based detonation of a high-explosive fragmentation projectile], *Trudy universytetu*, No. 3, pp. 200-209.
4. Sydorenko Yu.M., (2012). “Osoblyvosti protsesu vybukhovoho metannia oskolkoutvoriuiuchykh dyskiv, shcho vkhodiat do skladu oskolkovovo-puchkovoho snariada” [Features of the process of explosive throwing of fragmentation-forming disks that are part of a fragmentation-beam projectile]. *Zb. nauk. prats Akademii VM Sim. P.S. Nakhimova*, No. 1(19), pp. 86–99.
5. Sidorenko Yu.M. (2014), “Kompyuternoe modelirovanie protsessa vzryvnogo metaniya razrezannogo oskolochnoobrazuyushchego diska” [Computer simulation of the process of explosive throwing of a cut fragment-forming disk.], *Ozbroennya ta viyskova tekhnika*, No. 1, pp. 34–41.
6. Litvinchuk R.V. and Levchenko A.O. (2021). “Hrafo-analitychnyi metod vyznachennia ymovirnosti urazhennia elementiv motornoho ta boiovoho viddilennia lehko bronovanoi tekhniki zahalnoviyskovykh pidrozdiliv” [A graph-analytical method of determining the probability of damage to the elements of the motor and combat department of lightly armored vehicles of the combined military units]. *Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnoho naukovo-doslidnoho instytutu vyprobuvan i sertyfikatsii ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki*, No. 2 (8), pp. 63 – 71.
7. Kushnir O., Kushnir V. Investigation of the properties of a high -reliable system with protection in the case of the Poissonic recovery process. *Probability theory and mathematical statistics*. 2017. № 96. P. 125–130.

ASSESSMENT OF THE SENSITIVITY OF RADIAL-AXIAL HIGH-EXPLOSIVE
FRAGMENTATION PROJECTILE TO LOADS DURING FIRING

The article is devoted to the urgent problem of increasing the accuracy of firing radial-axial shells and their sensitivity to the complex of disturbing loads that arise during the shot. Considerable attention is paid to the study of the influence of the non-linearity of the axis of the gun barrel as one of the key factors. A qualitative method for assessing the sensitivity of radial-axial projectiles to a complex of disturbing loads that inevitably arise during the firing process is proposed. The research method consists in a detailed comparison of the natural frequencies of oscillations of radial-axial projectiles with the frequency spectrum of those disturbing loads that act on the projectile at the moment of firing and its movement through the barrel, which allows identifying potential resonance phenomena and assessing the degree of influence of dynamic processes on the stability of projectiles.

An analysis of the influence of the ratio between the natural frequencies of the projectile and the frequencies of disturbing loads on the intensity of the development of oscillatory processes was carried out. A special criterion was introduced to quantitatively assess the influence - the dynamic coefficient. Aspects of the application of the proposed method for a comprehensive assessment of existing designs of radial-axial shells of various types are considered, and the level of their relative sensitivity to loads caused by the non-linearity of the axis of the barrel bore is determined.

The results of numerous calculations of dynamic coefficients for various types of radial-axial projectile vibrations occurring in both vertical and horizontal planes are presented. Also, statistical data in the form of percentages for a sample of tank gun barrels characterized by intense vibration modes of different types of radial-axial projectiles during firing. Thus, a method for qualitative assessment of the dynamic sensitivity of radial-axial projectiles is proposed, which combines the characteristics of external influences with the ballistic parameters of the projectile.

Keywords: radial-axial projectile, sensitivity to loads, non-linearity of the barrel bore, natural frequencies of oscillations, dynamic coefficient, accuracy of shooting, radial-axial projectile.

ALGORITHM AND SOFTWARE TOOL FOR SOLVING THE PROBLEM OF LOCAL PASSENGER TRAFFIC

In the context of contemporary urbanization and global environmental challenges, the optimization of passenger transportation systems has emerged as a significant area of research, particularly in the domain of energy conservation and ecological impact reduction. This study addresses a specific aspect of this broad issue: the efficient utilization of empty seats in private vehicles to increase transportation throughput without expanding road infrastructure. The central idea lies in the redistribution of passengers who share similar or overlapping routes with private car owners, leveraging modern information technologies to facilitate real-time matching and communication.

The work begins by outlining the conceptual foundation of the problem, emphasizing that numerous urban residents travel considerable distances daily, while the available transportation infrastructure remains constrained. In light of this, substantial transport efficiency gains can be achieved by utilizing vacant seats in private vehicles. While socio-economic and motivational factors such as environmental awareness, financial incentives, or altruistic behavior may drive such initiatives, the paper focuses solely on the technical and algorithmic aspects of the solution, deliberately excluding the subjective dimension of driver motivation.

A formal problem statement is constructed, modeling the city road network as a mathematical graph where intersections are represented as nodes and road segments (quarters) as edges. Each driver's and passenger's route is defined as a sequence of intersections, and the core condition for assigning a passenger to a driver is the full inclusion of the passenger's route within the driver's route. This constraint, referred to as the "Route Rigidity Rule" (3R), ensures that neither the driver alters his route nor the passenger deviates from his intended path.

The algorithm's architecture is centered on string processing techniques, where route sequences are encoded as strings and inclusion is checked using substring operations. A key function, $I(d, p)$, is introduced to quantify the number of overlapping quarters between a driver's route d and a passenger's route p . This function serves as the basis for verifying route compatibility and ultimately calculating the effectiveness of a particular distribution.

The effectiveness of the system is defined through an objective function E , representing the total number of passenger-quarters served. The optimization goal is to maximize E by efficiently assigning passenger requests to appropriate driver routes. The algorithm iteratively considers driver routes and selects the best-fitting passenger routes based on maximum inclusion, ensuring each route is used only once. An empirical example illustrates how different assignment strategies yield varying levels of effectiveness, measured in the total number of quarters fulfilled.

To operationalize this model, a software solution was developed featuring a user interface for inputting and processing route data. Furthermore, a methodology is proposed to estimate environmental benefits through fuel savings, translating the system's output into quantifiable ecological impact. Experimental results confirm the algorithm's stability and efficiency in handling thousands of routes, with the software consistently distributing passengers in accordance with defined constraints and maximizing the effectiveness metric.

Keywords: urban transportation optimization, ride-sharing algorithm, route matching, intelligent transport systems.

Introduction

In our globalized modern world newish challenges arise in front of the scientific society. One of the most important directions is saving of natural resources, protection of environment, and so on

– ecological researches in short. Ecological problems may be solved in different ways: emission cleaning, recycling, targeted technologies for the protection of certain species, etc. Important place is taken by such branches as energy and resource saving. One can economize everywhere, during any action and as the result it will help to save our nature and the entire planet in the end. The simplest way of economizing is to implement some organizing or legislative measures (basically, they differ only that in the first case their compliance is only recommended, and in the second one it is mandatory).

Coming closer to the concrete topic of this research it is possible to state hypothetical rule: “if you have empty places in your private car you **MUST** take some passengers with the likely routes to fulfill them”. Of course such claim violates driver’s rights and is completely unacceptable in democratic societies (although, in Cuba, for example, drivers of ANY state cars with empty places **MUST** drive any passenger, who asked it by the raised hand). In any case, it is possible to ask private drivers to do so, or just to propose such possibility, especially if the trip would be payable.

Let’s note that totally unimportant for us does passenger pay money for the trip or not. We will take into account the problem from the technical point of view, but the motivation of the driver is not important, we only know that some person wants to find passengers for the specified route.

Organization of all the process is not simple and for its maximal efficiency needs for the most modern technologies of communication and information processing (information technologies, or IT briefly). So, actual problem, which is considered in this work, arises [1]. To solve it, firstly we will develop an appropriate algorithm and then implement it in source codes (of some selected programming language) giving finally working program which will allow to perform investigation (using modeling) of all the system processes [2]. If to complement such module with mobile application that in real-time will collect all the needed input information and then to spread system’s decisions among drivers and passengers the product will have real wide introduction (so is very perspective) [3].

Problem statement

Modern city is the place where millions of people live. Completely natural situation that some people work near their homes, but most must go through tens of kilometers to reach job’s place or by other needs. Due to obvious reasons bandwidth of existing roads cannot be increased much more times, especially at old-planned European cities. So population, and correspondingly people’s flow, increases, but total increasing of moving transport vehicles is impossible.

So it is expedient to search for other ways to increase people’s flows intensity. One of some appropriate possibilities is to use empty seats in the personal private cars going by their own route [4]. Taking into account great number of other people who need transport it is possible to find some passengers those have the same destination (or nearby) as the private car driver [5].

The motivation of car driver may be of different type [6]:

- just financial, cause passengers will pay for the trip;
- including social considerations, cause people with small children or old people (sick or disabled, etc) often forced to spent much time while wait for public transport (and then forced to ride in not so comfortable conditions, like in the private car);
- taking into account ecological problems of our globalized world, in which every empty seat in the moving car bring closer the global warming;
- complicated reasons, other.

Using this way the only task is to find passengers and appropriate drivers and to get contact with them. It is very complicated task if do not using of modern information technologies (IT further), but with them such problem can be solved [7]. It may be broken down into some smaller subtasks [8]:

- passengers who do not have managed cars must inform some entity (some information center) of their needs, i.e. note source and destination points and desired departure time;
- practically the same thing must do car driver: note source and destination points and approximate departure time;

- such actions do many passengers and drivers and then computer algorithm distributes passengers among empty places in the cars.

So, for now we may start development of corresponding algorithm.

Main part

Firstly to develop any algorithm that take into account human interactions the priorities of persons must be established. At this case two questions about involved persons priority arises:

- if some passenger's route is less greater than driver's initial one would he change it and deliver the passenger to his final point?

- under the same conditions would passenger make last small section of route on foot?

To develop concrete algorithm we must answer both of these questions [9] and proposed variant is "no" (negative). So, all the routes are rigid and further we will call this thesis the "route rigidity rule" or "3R". It means that during trip planning all passenger routes must be included into driver ones or in other words appropriate driver's routes must be larger than passenger's. In future advanced versions of developed algorithm there may be taken into account readiness of driver and especially passengers to correct a little their route to satisfy each other, but for the moment, for the first simplest algorithm version we will accept situation described above (no changes to any routes: driver's or passenger's).

Next question is how to identify various routes and at a whole how to note any objects on the map? It is proposed to note anything using crossroads numbers. Firstly all the transport infrastructure of the city or maybe of its significant part is appeared as such mathematical object like graph – Fig.1. Then vertices of the graph are numbered using standard rule: starting from the upper left corner to the right and then going down. So all the intersections are numbered and therefore any route may be presented as consequence of such numbers. Here is another one else assumption of the algorithm that all the routes start from some intersection and finish at another one, so there are no start and finish points between the crossroads, but only exactly at them.

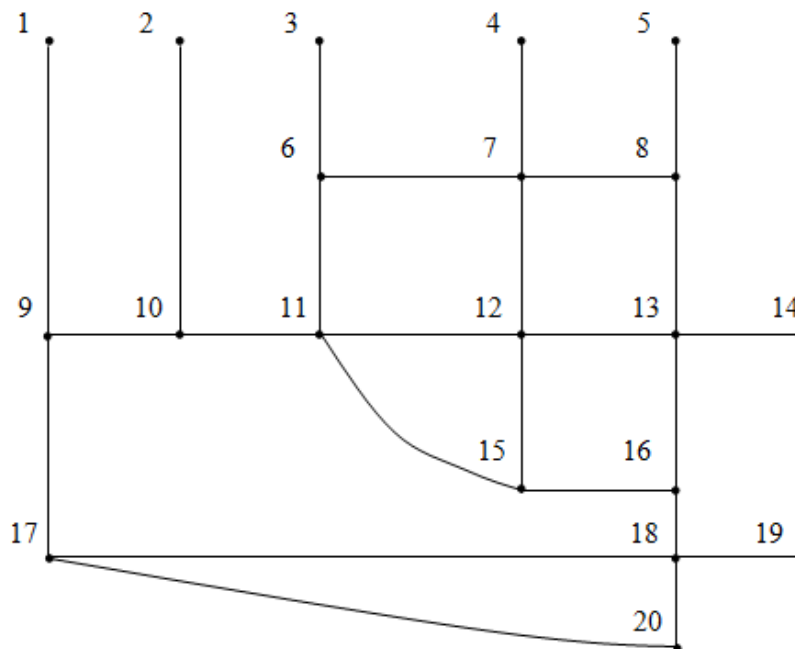


Figure1 - Part of some city transport structure presented as mathematical graph (intersections are numbered)

Logically the sequence of numbers may be presented by simple string, for example some driver's route (numbered by the system for example as i) may have next representation (using crossroads numbers):

$$d_i = \{3-6-11-10-9-17-20\} \quad (1)$$

If some passenger (numbered by the system as j) has the route like

$$p_j = \{6-11-10-9-17\} \quad (2)$$

then it is possible to say that

$$p_j \subseteq d_i \quad (3)$$

(where $\subseteq$ - is inclusion-or-equality sign) which corresponds to earlier formulated 3R-rule about rigidity of driver and passenger routes and as the result (3) may be named the mathematical form of 3R.

Later we will need the function $I(d, p)$ of two arguments (which are some driver route d and passenger route p) and which is equal to the number of common quarters presented in two these routes.

For example, if to take two routes (1) and (2) then this function would be equal:

$$I(d_i, p_j) = 4.$$

If two routes have no common quarters then:

$$I(d_i, p_j) = 0.$$

Further, if, as it was already told, to represent each route p_j (or d_i) we use simple string $STRp_j$ (or $STRd_i$ correspondingly) then relation between routes (3) causes the same relation (4) between strings:

$$STRp_j \subseteq STRd_i \quad (4)$$

Fact (4) means that we have the occurrence of one text string into another and it is simply verifiable with using of strings processing tools of modern programming languages like Java, PHP or C#, so (4) is convenient enough for our general task.

Another one technical (non-principled) question is how the information about planned drivers' routes and desired passenger ones will be delivered to designed information system. The most adequate way is to use specially designed mobile application for Android and/or iPhone with which people could apply for desired passenger routes and from the other side to process passenger requests by drivers offering planned car trips by the city. Also people who cannot or do not want to use mobile application may use personal computer (PC) software for the same purposes (but of course it is much less comfortable than using of mobile versions). So, the source of information for the system it is not the deal of this work, and we will imply that all necessary data already are in the system (and regularly updated).

So in a busy time of a day there will be much information about desired routes of the passengers (hundreds, thousands or maybe tens of thousands of requests) and comparable amount of route propositions from semi-empty cars' drivers. The task of developed algorithm is to distribute most of passengers by cars and to do it maximally effective [10]. So we have the optimization problem which generally may be solved with using different mathematical and/or programming methods and techniques.

But the first step of any optimization is to choose objective function of the system – this is the computable value which we must maximize (if we have maximization problem) or minimize (if this is minimization one). As it is well-known, minimization task elementary can be transformed to maximization one using next mathematical considerations:

$$x - ? : f(x) = \min \Leftrightarrow x - ? : -f(x) = \max$$

So while it is very simple to convert one type task into another, further we will speak only about one concrete task – the maximization problem. And returning to the question about objective function we may say that it is needed some positive value which may characterize the effectiveness of proposed distribution of passengers by cars: as greater is it, as more effective is the solution.

In this work we propose to use such indicator of effectiveness as total quantity of man-quarters which concrete distribution gives. Of course each quarter in any city has its own length, but if the trip consists of tens of quarters there will be no big error to use mean quarter length for estimation of all the trip distances [11]. That is why such characteristic as quarters quantity is more or less accurate and transparent (means understandable). Let's denote the number of quarters in route p_j (or d_i) by $q(p_j)$ (or $q(d_i)$). So optimization task can be formulated as:

$$E = \sum_{j'} q(p_{j'}) \rightarrow \max, \quad (5)$$

where the sum is calculated by all the passengers which were distributed by cars and got their places.

Using functions $q(p_j)$ and $I(d, p)$ it is possible to express formula (3) as follows:

$$I(d_i, p_j) = q(p_j), \quad (6)$$

or in other words: number of all quarters in some p_j is equal to the number of common quarters in p_j and some d_i – this is equivalent to thesis (3) that d_i includes (or equal to) p_j .

Relation (6) is the another form of 3R-rule, because all the quarters of passenger route p_j are common with driver route d_i , so p_j is included to d_i – (3).

Equality of two routes may be expressed as:

$$I(d_i, p_j) = q(p_j) = q(d_j). \quad (7)$$

Relation (7) is the condition of optimal distribution of passenger route p_j onto driver route d_j (complete match).

Natural situation in any transport system is that some passengers stayed without service and in our case they may use public transport, or go by feet (maybe change destination point or own plans and so on); it means that initial j is not equal to final j' , but they are close to each other (it realizes if the system is really efficient, and as closer as higher is its efficiency; ideally all the passengers are transported and $j = j'$) [12].

So let's take into account next small example. Let we have in the system 3 passenger routes and 2 planned driver's routes with 1 free place each (we imagine the simplest case for the initial example):

$$d_1 = \{3-6-11-10-9-17-20\}$$

$$d_2 = \{19-18-17-9-10-2\}$$

$$p_1 = \{6-11-10-9-17\}$$

$$p_2 = \{18-17-9-10-2\}$$

$$p_3 = \{9-17-20-21\}$$

It is possible to carry out two next variants of the passengers distribution among cars:

$$1) p_1 - d_1, p_2 - d_2$$

$$2) p_3 - d_1, p_2 - d_2$$

The efficiency (total number of quarters, which were passed by all the satisfied passengers) in the first case is:

$$E_1 = \sum_{j'} q(p_{j'}) = q(p_1) + q(p_2) = 4 + 4 = 8.$$

In the second one:

$$E_2 = \sum_{j'} q(p_{j'}) = q(p_2) + q(p_3) = 4 + 3 = 7.$$

So first proposed variant is $(8 - 7)/8 = 12,5\%$ more effective than the second one.

If the number of passengers and the number of drivers is not so big, making of the distribution is simple and all the variants may be composed by hand and calculated on the sheet of paper. Another situation is if we have at least some dozens of routes: to find the best distribution manually becomes impossible. In this case only automatic calculations can solve the problem.

So it is very actual task to develop algorithm and finally correctly working software to solve the problem of passenger distribution among cars with empty places.

Mathematical formulation of this problem may be carried out using the theory of sets formalism. Let D is the set of all driver's planned routes which are registered at the system for the moment :

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_M\},$$

where M – is total quantity of drivers' routes.

Analogically let P is the set of all passenger's desired routes, which are presented at the system:

$$P = \{p_1, p_2, \dots, p_N\},$$

where N – is total quantity of passengers' routes.

The task is to choose maximum number of elements p_j from P , each of which correspondingly to 3R-rule must be included as the part in some element d_i of D (and in the first approximation of our algorithm one d_i can contain only one p_j regardless of the ratio $q(d_i)/q(p_j)$ that shows some "local effectiveness" of concrete distribution of passenger route p_j to driver route d_i), and to achieve maximum value of objective function (effectiveness indicator) E .

As it well known optimization task with high number of degrees of freedom is very complex and it's far from always possible to get the best, optimal solution, so in many cases when solving optimization tasks then are satisfying with just good enough solution (which is not the best but is better than overwhelming majority of other answers).

So to get such "good" solution we may use brute force process, which can be carried out into two ways:

- taking concrete passenger and searching for an appropriate driver's route;
- to the contrary: taking concrete driver's route and searching for appropriate passengers.

Last way to our mind is some times better because if we have M driver's routes than they correspond to $M \cdot n_m$ passengers (which is ideally must be equal to the number N of passengers registered in the system), where n_m – mean number of empty seats in one registered car (we think that this value is close to 3, so in the following calculations $n_m = 3$).

So if we search drivers for each passenger it will take near N iterations and in another case it will be M iterations. Taking into account $N \sim M \cdot n_m$, it becomes obvious that search the passengers for concrete car is more efficient (but, of course, not exactly n_m times efficiently, because the procedure itself for 1 empty seat search is simpler than search for n_m passengers filling the car, but in general we think that less number of search iterations in outer cycle will give some benefits and this case would be better).

Using previously stated information it is possible to develop algorithm of passengers distribution among cars with empty places – Fig. 2.

Moving on to the specifics of constructing a software product that performs the actions considered, we can say that firstly we need some controls to input data about drivers' routes and passengers' routes. Taking into account this would be textual information, let it be two textareas (Fig.3): left for drivers, right – for passengers. At the left textarea except the route itself also is presented the number n_m of empty places in the car (separated by the semicolon). When all the input information is entered into these textareas, some control must be devoted to starting calculation process – let it be button "Go!" at the center of software window. Finally when all the output information is ready, it must be displayed for the user, using some controls. Let it be also two textareas in which routes are displayed structurally (not chaotically): at the left output textarea is displayed driver's route and to the right at the same level are displayed passengers' routes distributed to this driver's route.

Also it will be useful to get some statistical information about the whole process. It may be the value of efficiency indicator E (5), which is equal to the total number of quarters, passed by all the distributed passengers. Also it may be displayed the number of distributed passengers and its ratio to the total number of requests (so, the percent of satisfied passengers).

Using the total number of passed quarters Q it is possible to do some estimation of fuel saved with developed software. Firstly, let one quarter length be $150 \text{ m} = 0.15 \text{ km}$, then let one public vehicle can carry 90 passengers, and finally let the fuel consumption of such vehicle is 30 l per 100 km. So, the volume of saved fuel is about:

$$Q \cdot 0.15 / 90 / 100 \cdot 30 = 0.0005Q \quad (8)$$

So it is simple to estimate the usefulness (in liters of fuel saved) of the entire system taking total number of passed quarters and multiplying it by 0.0005.

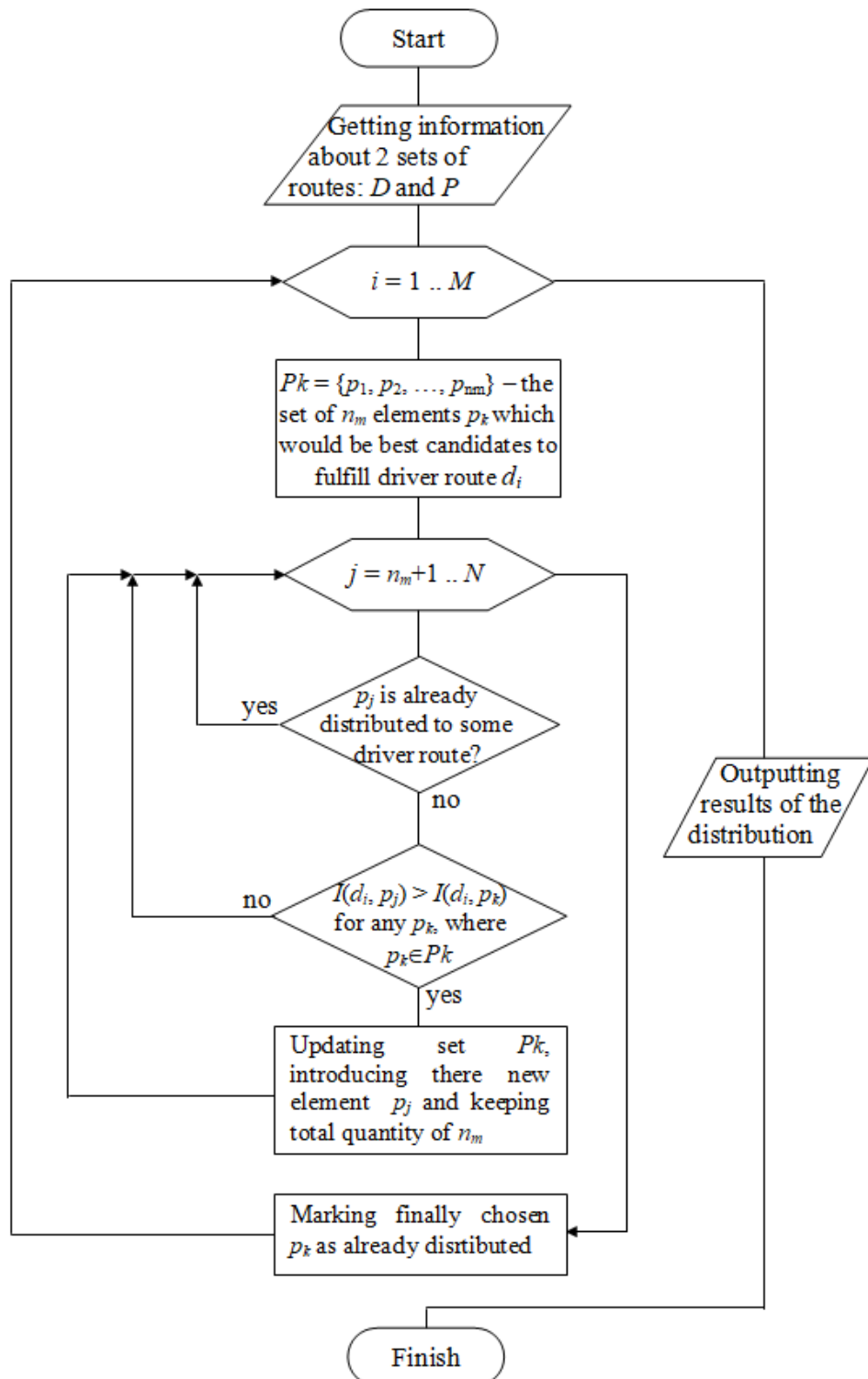


Figure 2 - Scheme of the algorithm to distribute passengers by cars

Next to the user interface design it is possible to take into account the structure of source codes. As object-oriented technology was accepted all the code is located inside the classes. For the complicated software development it may be useful to use classes for the routes:

- abstract class TRoute that is the ancestor of other classes;
- derived class TDRoute which describes driver's route;
- derived class TPRoute which describes passenger's route.

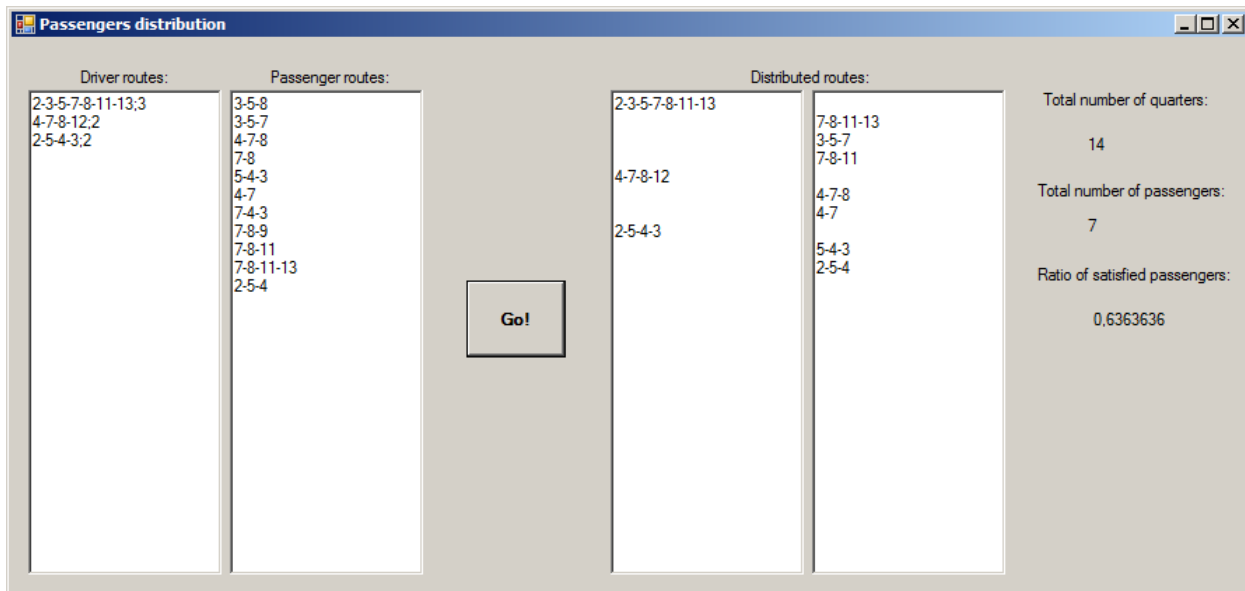


Figure 3 - User interface of developed program and example of its using

Testing was carried out for various transport system graphs and it shows that program works fast with hundreds of routes giving the solution instantly. Also number of passengers distributed by cars always equal to the n_m of the corresponding car. All drivers' and passengers' routes are used only once. If there are many appropriate passenger routes for the current driver route the best undistributed routes are chosen. Everything shows that software is adequate and stable and can be used for further researches.

Conclusion

In this work there is taken into account very important problem of transport flows intensification by using private cars of ordinary people (not taxi drivers) which has empty places and going about their own routes. Here was developed simple mathematical model of the process, which is based on the theory of sets. Basic element of any route is the quarter which is situated between two intersections; number of quarters is placed to the head of the corner (in the work widely used the function $q(p)$, which gives the number of quarters in route p) and the number of all the quarters passed by all the satisfied passengers is taken like objective function E of the system (or in other words its efficiency indicator). During passenger routes distribution among driver distributions it is used 3R-rule ("route rigidity rule", which means that driver will not change his route to satisfy any passengers, and the passenger will not go any part of his route by feet; as the result all passenger routes must be included into driver ones). Also it was proposed the function $I(d, p)$ of two arguments (which are some driver route d and passenger route p) and which is equal to the number of common quarters presented in two these routes.

Based on mentioned mathematical grounding it was developed the algorithm of passengers distribution among drivers' ones. Due to developed algorithm scheme it was carried out the implementation of it in software with convenient windowed user interface, which may use not only professionals of IT branch, but any PC user with medium skills.

To give developed software real application there must be improved the mechanism of getting input information for the system work (for now all the input data is typed on the keyboard) and delivering output solution to all the interested parties. It may be realized using an appropriate mobile application (for Android and/or iPhone), development of which is perspective task for future work. For now developed system may be used for modeling of passenger distributions among cars with empty places for scientific-research purposes.

REFERENCES:

1. Leandro do C. Martins, Rocio de la Torre, Canan G. Corlu, Angel A. Juan, Mohamed A. Masmoudi (2021). Optimizing ride-sharing operations in smart sustainable cities: Challenges and the need for agile algorithms. *Computers & Industrial Engineering*, V.153, 107080.
2. Aydin, O. F., Gokasar, I., & Kalan, O. (2020). Matching algorithm for improving ride-sharing by incorporating route splits and social factors. *PloS one*, 15(3), e0229674. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229674>
3. Ma, S., Zheng, Y., & Wolfson, O. (2013). T-Share: A Large-Scale Dynamic Taxi Ridesharing Service. *IEEE 29th International Conference on Data Engineering (ICDE)*, Brisbane, 410–421.
4. Zhou, Lunwei and Kang, Liujiang and Sun, Huijun and Bao, Yue and Lai, Qingying and Xu, Qianwen and Mashhoodi, Bardia and Ge, Ying-En. (2025) Real-Time Simultaneous Ride-Sharing Matching and Route Planning Based on Adjustable Passenger Pick-Up and Drop-Off Points. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=5225975> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5225975> .
5. Danassis, P., Sakota, M., Filos-Ratsikas, A. et al (2022). Putting ridesharing to the test: efficient and scalable solutions and the power of dynamic vehicle relocation. *Artif Intell Rev* 55, 5781–5844. <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10145-0>.
6. Cao, Y., Wang, S., & Li, J. (2021). The Optimization Model of Ride-Sharing Route for Ride Hailing Considering Both System Optimization and User Fairness. *Sustainability*, 13(10), 5610.
7. Connor Riley, Pascal Van Hentenryck, Enpeng Yuan (2020). Real-Time Dispatching of Large-Scale Ride-Sharing Systems: Integrating Optimization, Machine Learning, and Model Predictive Control. *INFORMS Journal on Computing*, 32(3), 530–547.
8. Md Tawhidur Rahman, Kakan Dey, David R. Martinelli, Sabya Mishra (2021). Modeling and evaluation of a ridesharing matching system from multi-stakeholders' perspective. *IET Intelligent Transport Systems*, 15(4), 369–377.
9. Shimamoto, H. (2025). A Matching Model for Ride-Sharing: A Non-Cooperative Game Approach Between Drivers and Riders. *Smart Cities*, 8(2), 40. <https://doi.org/10.3390/smartcities8020040>.
10. Hasan, Mohd. (2021). Ride-Sharing Optimization Algorithms for Urban Commuting. *Transportation Research Part B: Methodological*, 121, 145–161.
11. Guan, L., Pei, J., Liu, X., Zhou, Z., & Pardalos, P. M. (2020). Ridesharing in urban areas: multi-objective optimisation approach for ride-matching and routeing with commuters' dynamic mode choice. *International Journal of Production Research*, 60(5), 1439–1457. <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1859635>.
12. Dastani,Z., Koosha, H., Karimi, H. et al (2024). User preferences in ride-sharing mathematical models for enhanced matching. *Sci Rep* 14, 27338. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-78469-1>.

к.т.н. Гайша О.О., д.т.н., проф. Ленков С.В., Гайша О.О.

АЛГОРИТМ ТА ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ МІСЦЕВИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

У контексті сучасної урбанізації та глобальних екологічних проблем, оптимізація систем пасажирських перевезень стала важливою галуззю досліджень, особливо в галузі енергозбереження та зменшення впливу на навколишнє середовище. Це дослідження розглядає конкретний аспект цієї широкої проблеми: ефективне використання вільних місць у приватних транспортних засобах для збільшення пропускної здатності транспорту без розширення дорожньої інфраструктури. Центральна ідея полягає в перерозподілі пасажирів, які користуються схожими або перекриваючимися маршрутами з власниками приватних автомобілів, використовуючи сучасні інформаційні технології для полегшення зіставлення та комунікації в режимі реального часу.

Робота починається з викладу концептуальної основи проблеми, підкреслюючи, що численні міські жителі щодня долають значні відстані, тоді як доступна транспортна інфраструктура залишається обмеженою. З огляду на це, значного підвищення ефективності транспорту можна досягти, використовуючи вільні місця в приватних транспортних засобах. Хоча соціально-економічні та мотиваційні фактори, такі як екологічна обізнаність, фінансові

стимули або альтруїстична поведінка, можуть стимулювати такі ініціативи, стаття зосереджується виключно на технічних та алгоритмічних аспектах рішення, навмисно виключаючи суб'єктивний вимір мотивації водіїв.

Побудовано формальну постановку проблеми, яка моделює мережу міських доріг як математичний граф, де перехрестя представлені як вузли, а сегменти доріг (квартали) як ребра. Маршрут кожного водія та пасажирів визначається як послідовність перехресть, а основною умовою для призначення пасажирів водієві є повне включення маршруту пасажирів до маршруту водія. Це обмеження, яке називається «Правилом жорсткості маршруту» (3R), гарантує, що ні водій не змінює свій маршрут, ні пасажир не відхиляється від запланованого шляху.

Архітектура алгоритму зосереджена на методах обробки рядків, де послідовності маршрутів кодуються як рядки, а включення перевіряється за допомогою операцій з підрядками. Ключова функція $I(d, p)$ вводиться для кількісної оцінки кількості перекриваючих кварталів між маршрутом водія d та маршрутом пасажирів p . Ця функція служить основою для перевірки сумісності маршрутів та, зрештою, розрахунку ефективності певного розподілу.

Ефективність системи визначається цільовою функцією E , яка представляє загальну кількість обслуговуваних пасажирських кварталів. Метою оптимізації є максимізація E шляхом ефективного призначення запитів пасажирів відповідним маршрутам водіїв. Алгоритм ітеративно розглядає маршрути водіїв та вибирає найкращі пасажирські маршрути на основі максимального включення, гарантуючи, що кожен маршрут використовується лише один раз. Емпіричний приклад ілюструє, як різні стратегії призначення забезпечують різний рівень ефективності, що вимірюється загальною кількістю виконаних кварталів.

Для впровадження цієї моделі було розроблено програмне рішення з інтерфейсом користувача для введення та обробки даних про маршрут. Крім того, запропоновано методологію оцінки екологічних переваг за рахунок економії палива, перетворюючи результати системи на кількісно вимірний екологічний вплив. Експериментальні результати підтверджують стабільність та ефективність алгоритму в обробці тисяч маршрутів, при цьому програмне забезпечення послідовно розподіляє пасажирів відповідно до визначених обмежень та максимізує показник ефективності.

Ключові слова: оптимізація міського транспорту, алгоритм спільного використання поїздок, зіставлення маршрутів, інтелектуальні транспортні системи.

ХРОНІКА НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ У СФЕРІ ДІПФЕЙКІВ: АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ, ТЕНДЕНЦІЙ ТА ВИКОРИСТАНИХ ДАТАСЕТІВ

У статті здійснено системний огляд наукових досліджень з проблематики виявлення дівфейків у період з 2015 по 2025 рік. Показано, як зростання генеративних можливостей (від перших GAN до сучасних дифузійних моделей) стимулювало розвиток засобів детекції. Проаналізовано ключові архітектурні рішення: згорткові нейронні мережі, трансформери, мультимодальні моделі, а також self-supervised підходи. Значну увагу приділено відкритим датасетам, що стали рушієм прогресу у цій галузі: FaceForensics++, DFDC, Celeb-DF, ForgeryNet. Проведено кількісний аналіз динаміки наукових публікацій за даними Google Scholar — зокрема, відображено стрімке зростання інтересу до тематики після 2018 року. Зроблено спробу періодизації технологічного розвитку, яку подано у вигляді узагальненої таблиці трендів. Описано також сучасні виклики: поява реалістичних голосових фейків, ускладнення генераторів, атаки на детектори. У статті наведено графік приросту кількості наукових робіт з теми дівфейків за 2015–2024 роки, що демонструє динаміку експоненційного росту. Окремо акцентовано прикладні аспекти: використання детекції фейкових медіа в кібербезпеці, судовій експертизі, журналістиці та захисті персональних даних. Розглядаються перспективи створення єдиних стандартів цифрового маркування контенту, інтеграції методів розпізнавання в реальні системи зв'язку та попередження дезінформації в соціальних мережах. Підкреслюється важливість міжнародної координації у вирішенні проблеми дівфейків, а також активна участь наукової спільноти у розробці етичних принципів використання штучного інтелекту. Усе це підтверджує стратегічну актуальність теми дослідження не лише сьогодні, а й у найближчому майбутньому. Результати можуть бути використані як методична база для міждисциплінарних ініціатив.

Ключові слова: дівфейк, генеративні мережі, мультимодальна детекція, розпізнавання фейків, трансформери, нейромережі.

Вступ та постановка проблеми. Останнє десятиліття відзначилося стрімким розвитком технологій глибинного навчання, що відкрили нові горизонти у генерації фотореалістичного контенту. Одним з найбільш помітних явищ цього напрямку стали так звані «дівфейки» (deepfakes) – штучно створені зображення чи відео, які реалістично імітують обличчя, голос або поведінку людини. Попри потенційно корисного застосування (у розвагах, освіті, мистецтві), дівфейки несуть значні ризики: їх можуть використовувати для маніпуляцій, дискредитації, шантажу, підробки біометричних даних та поширення дезінформації. Особливо критичною є ця загроза для біометричних систем автентифікації: підроблене обличчя або голос можуть бути помилково прийняті за справжні, що відкриває шлях до шахрайства чи несанкціонованого доступу.

Проблема дівфейків викликала значний інтерес у науковців та практиків. Водночас швидкий прогрес генеративних моделей, які щороку стають реалістичнішими, створює постійні виклики для їх виявлення. Це вимагає аналізу сучасних тенденцій, методів і даних, що застосовуються для детекції дівфейків. Метою даної роботи є систематизація і аналіз еволюції наукової активності з тематики дівфейків у 2015–2025 роках на основі даних Google Scholar. Для цього проаналізовано кількість академічних публікацій за роками, визначено ключові тематичні напрями досліджень та зміни акцентів у науковому дискурсі протягом зазначеного періоду, а також розглянуто, які набори даних використовувалися дослідниками для навчання і тестування моделей. Результати дослідження дозволяють узагальнити поточний стан і тенденції розвитку теми дівфейків, що є підґрунтям для формування ефективної стратегії протидії фальсифікації візуальних даних у сферах розпізнавання облич, систем доступу та інформаційної безпеки.

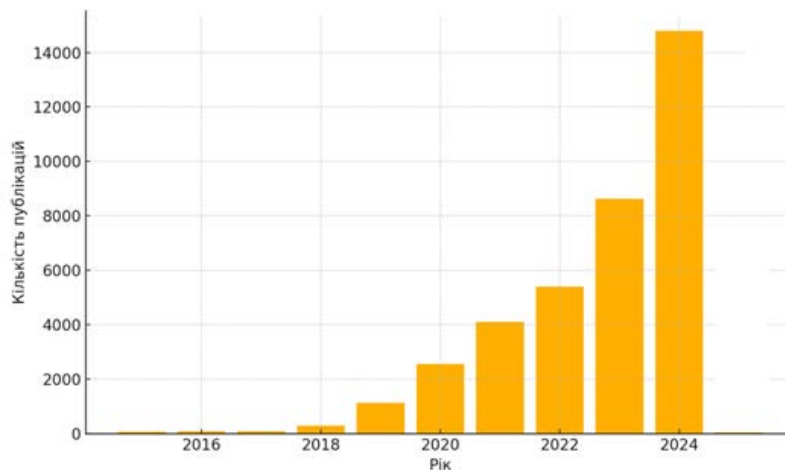


Рисунок 1 – Кількість публікацій по рокам у Google Scholar

У 2014 році було запропоновано генеративно-змагальні мережі (GAN) [1] – проривну технологію, яка заклала основу для реалістичного синтезу зображень і, згодом, облич. У наступні роки з'явилися перші демонстрації можливостей підміни облич (наприклад, проект Face2Face у 2016 році), однак сама проблема дипфейків ще не була усвідомлена науковою спільнотою. Дослідники того часу зосереджувалися на суміжних напрямках – розвитку глибинного навчання для обробки зображень та відео, а також на методах цифрової криміналістики для виявлення підробок (переважно традиційних фотомонтажів). Наприклад, у 2015 р. Агентство передових оборонних дослідницьких проєктів США (DARPA) ініціювало програму Media Forensics (MediFor) для розробки засобів автоматичного викриття цифрових маніпуляцій – фактично, це був один з перших кроків на шляху до боротьби з майбутніми дипфейками.

Термін «deepfake» з'явився наприкінці 2017 року після публікації анонімним користувачем на Reddit серії відео з підробленими обличчями знаменитостей. Цей інцидент привернув широку увагу громадськості та став поштовхом для дослідників активніше зайнятися новою загрозою. Вже у 2018 році з'явилися перші академічні роботи, присвячені дипфейкам. Ранні дослідження здебільшого описували потенційні ризики технології (зокрема для систем розпізнавання облич) і пропонували базові підходи до детекції фальсифікацій, зосереджені на пошуку характерних артефактів. Зокрема, було виявлено, що багато ранніх дипфейк-відео мають неприродно низьку частоту кліпання очей – ця ознака лягла в основу першого методу автоматичного викриття фейків [2]. Інші роботи аналізували візуальні артефакти на зображеннях обличчя (спотворення пропорцій, аномальні піксельні шумові патерни тощо). Отже, на кінець 2018 року проблематика дипфейків лише зароджувалася як окремий напрям, сформувалися перші методи її вирішення та відбулося первинне усвідомлення загроз. Наступні роки ознаменувалися вибуховим зростанням уваги до цієї тематики та бурхливим розвитком різноманітних підходів, що детально розглянуто далі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. 2015–2018: зародження досліджень дипфейків. До 2018 року кількість публікацій, присвячених дипфейкам, залишалася вкрай малою. Практично не фіксувалося академічних робіт з прямим використанням терміна «deepfake», що й не дивно – він увійшов у обіг лише наприкінці 2017-го. Лише у 2018-му з'явилися перші кілька десятків статей, безпосередньо присвячених виявленню та протидії дипфейкам (за даними Google Scholar, опубліковано до сотні праць за рік [3]). Це був якісний стрибок після нульових показників попередніх років.

Перші дослідження зосередились на пошуку явних ознак штучності у підробленому контенті. Так, було запропоновано методи, що виявляють невластиву живим людям

відсутність кліпання очей на відео або аналізують характерні спотворення обличчя, які виникають при його накладанні (геометричні викривлення, неприродні артефакти на межі вставки тощо). З'явилися й нові архітектурні рішення: приміром, компактна згорткова мережа MesoNet [4], оптимізована під аналіз “мезорівня” ознак обличчя, або перші спроби поєднання згорткових і рекурентних мереж (CNN+LSTM) для врахування динаміки відео. Для оцінки ефективності моделей у 2018 р. сформовано перші тестові набори даних із фейковими зображеннями та відео (наприклад, невеликий набір DeepfakeTIMIT).

У 2018 році проблематика дідфейків привернула широку увагу суспільства. Перші резонансні випадки (підроблені порновідео із знаменитостями, фейкові ролики політиків) продемонстрували небезпечний потенціал цієї технології. У відповідь соціальні мережі розпочали пошук рішень для автоматичного виявлення фейкового контенту, а уряди – обговорення юридичних кроків. Вже наприкінці 2018 р. у США був внесений перший законопроект, що пропонував криміналізувати зловмисне створення дідфейків. Отже, 2018 рік став точкою відліку наукового освоєння теми: були розроблені базові алгоритми детекції та вперше усвідомлено суспільну небезпеку дідфейків, хоча обсяг досліджень поки залишався невеликим.

2019–2020: стрімке зростання та розвиток методів. Помітно, що 2019 року роботи про дідфейки почали масово з'являтися на провідних наукових майданчиках (CVPR, ICCV, IEEE WIFS та ін.), а у 2020 тематику включено до порядку денного багатьох конференцій і воркшопів.

У 2019 році дослідницька активність у сфері дідфейків різко зросла. Кількість публікацій збільшилася в кілька разів порівняно з 2018-м, сягнувши кількох сотень на рік, що засвідчило справжній бум інтересу. 2020 року цей тренд продовжився – число нових робіт знову суттєво зросло [2], остаточно закріпивши deepfake-детекцію як один із провідних напрямів комп'ютерного зору.

У 2019-му спектр досліджуваних питань значно розширився. До базових ознак (як-от моргання) додалися нові підходи, спрямовані на підвищення універсальності детекторів. Постало питання переносу знань на інші типи фальсифікацій: виявилось, модель, навчена розпізнавати один вид фейку, може втратити ефективність на іншому. Тому дослідники почали застосовувати трансферне навчання – спершу тренувати мережу на великому та різноманітному масиві підробок, а потім донавчати під конкретний датасет. Такий підхід значно покращив здатність детекторів працювати в нових умовах.

Важливою віхою 2019 року стало створення перших масштабних наборів даних для тренування і тестування моделей. Дослідники презентували відеодатасет FaceForensics++ [5], що містив тисячі реальних і підроблених відео різних видів – він швидко став еталоном для оцінки методів. Компанія Facebook разом з партнерами анонсувала конкурс Deepfake Detection Challenge, підготувавши великий відкритий датасет для нього [6]. Наступного року (2020) був опублікований ще один відеодатасет Celeb-DF [7], який додатково розширив базу для навчання та оцінки детекторів. Наявність цих ресурсів залучила до проблеми ширше коло спеціалістів і дала змогу навчати глибокі моделі на якісно новому рівні.

Методично 2019–2020 рр. характеризувалися розмаїттям підходів. З одного боку, удосконалювалися глибинні нейромережі – застосовувалися все глибші CNN (нерідко архітектури, успішні в суміжних задачах, наприклад Xception), експериментували з рекурентними моделями для аналізу відео, впроваджували нові спеціалізовані шари (для врахування артефактів стиснення, шумів тощо). З іншого боку, частина робіт досліджувала гібридні рішення, поєднуючи традиційні ознаки (текстурні, спектральні, градієнтні) з сучасними класифікаторами (наприклад, на основі SVM). Випробовувалися й альтернативні архітектури – перші спроби застосувати капсульні мережі, ансамблі з кількох різнотипних моделей CNN+RNN тощо. До кінця 2019 стало зрозуміло, що генератори фейків теж стрімко прогресують – фактично розпочалася «гонка озброєнь», у якій детекторам доведеться ставати все потужнішими та гнучкішими.

На практиці у 2019–2020 роках тема дипфейків перетворилася з вузької академічної проблематики на об’єкт пильної уваги індустрії та держав. Після низки гучних інцидентів великі платформи (Facebook, Twitter, YouTube) почали активно співпрацювати з дослідниками, щоб інтегрувати алгоритми виявлення фейків у свої системи. Деякі країни ініціювали перші офіційні документи та законопроекти, спрямовані на моніторинг і протидію дипфейкам на державному рівні. У сфері біометрії проводилися конкурси з розпізнавання штучно згенерованих облич, а оборонні відомства розгортали програми з вивчення нової загрози. Отже, у цей період боротьба з deepfake стрімко вийшла за межі академії, набувши глобального прикладного значення.

Виклад основного матеріалу. 2021–2023: зрілість галузі та нові виклики. У 2021 році дослідження дипфейків продовжили зростати й стали більш різноплановими. З’явилося кілька принципово нових напрямів. Перш за все, у детекції почали застосовувати трансформери – архітектури Vision Transformer та гібриди CNN+ViT продемонстрували кращу здатність до узагальнення на невідомі дані завдяки механізму уваги. По-друге, активно розвивалися мультимодальні методи: почали випускатися датасети, що містять одночасно фейкове відео і аудіо (наприклад, FakeAVCeleb), а моделі навчилися перевіряти узгодженість між зображенням та звуком для виявлення підробки. По-третє, зросла цікавість до некерованого навчання детекторів – з’явилися перші підходи, де моделі вчать відрізняти фейк без явних міток, шукаючи внутрішні невідповідності в даних (self-supervised підходи) [11]. Також у 2021 р. дослідники продовжили пошук прихованіших артефактів: використовували частотний аналіз (Фур’є-перетворення) для виявлення малопомітних “шумових” слідів генераторів, враховували мікродинаміку (рух зіниць, мікровирази) для розрізнення реального та синтезованого відео. Останні вдалі спроби поєднати класичні ознаки з неймережами також припали на цей період – окремі гібридні рішення ще могли конкурувати в точності, але в цілому стало ясно, що домінують глибокі моделі. У 2021 році з’явилися також нові великі бенчмарки, наприклад ForgeryNet [8] (понад 2 млн зображень і 100 тис. відео), що підняло планку вимог до універсальності детекторів.

Протягом 2022 року масштаб досліджень досяг рекордного рівня. У кожній великій конференції з’явилися цілі секції, присвячені дипфейкам, а у провідних лабораторіях світу – спеціалізовані команди. Галузь увійшла в фазу зрілості: накопичено настільки багато методів, що виходять систематичні огляди і мета-аналізи, які узагальнюють період 2017–2021 рр. Водночас окреслилися нові виклики: генератори фейків знову ускладнилися. Зокрема, наприкінці 2022 р. набули популярності дифузійні моделі (Stable Diffusion тощо), здатні генерувати зображення надвисокої якості – їх поява вимагала пошуку спеціалізованих методів детекції. Серед тенденцій 2022 р. слід відзначити подальше поширення трансформерних рішень (ViT, Swin-Transformer, TimeSformer) та їх інтеграцію майже в кожену другу нову модель. Трансформери також дозволили будувати повноцінні мультимодальні архітектури: наприклад, було запропоновано об’єднати аналіз відео і звуку в єдиній моделі на основі self-attention, що дало змогу виявляти фейк одночасно за обома модальностями. Приділялася увага підвищенню стійкості детекторів: їх навчали на зашумлених, стиснених даних, застосовували adversarial training (коли детектор спеціально тренується проти генератора, який намагається його обдурити), щоб моделі менше піддавалися впливу контрзаходів зловмисників. Відбувся поступ до автоматизованої атрибуції фейків: з’явилися перші моделі, які намагаються визначити, яким саме інструментом (алгоритмом) було згенеровано підробку. Окрім того, 2022-й відзначився увагою до питань стандартизації: на тлі запуску ініціатив для маркування достовірності контенту (Coalition for Content Provenance and Authenticity, Adobe Content Authenticity Initiative) науковці досліджували, як такі «водяні знаки» можна використовувати в детекції фейків.

У 2023 році кількість нових робіт дещо стабілізувалася, проте залишалася дуже високою; вийшли спеціальні випуски журналів і мета-огляди, що узагальнили попередній

прогрес. Відбулося подальше зближення тематики дипфейків із ширшим полем генеративного ШІ. Генеративні моделі стали масово доступними – мільйони людей використовують сервіси на зразок Midjourney (створення зображень) чи ElevenLabs (синтез голосу). Це розмиває межі поняття «deepfake» і підвищує ризики зловживань. Відповідно, у 2023 р. зросла потреба в комплексних рішеннях перевірки достовірності медіа: антивірусні компанії почали розробляти модулі для виявлення штучного голосу в телефонних дзвінках, розробники генеративних моделей додають інструменти для розпізнавання згенерованого їхніми системами контенту. Законодавча база також розвивається: у Китаї набули чинності вимоги обов'язкового маркування AI-контенту, у ЄС погоджено проект Акта про ШІ, що відносить дипфейки до високоризикових технологій, у США обговорюються федеральні закони щодо біометричних фейків. Отже, детектори дипфейків у 2023 році перетворилися на необхідний елемент інформаційної безпеки.

Наукові дослідження 2023 року сфокусувалися на розв'язанні найскладніших завдань, виявлених у попередні роки. Активно розроблялися методи, здатні розпізнавати подробиці надвисокої якості або ті, що пройшли додаткову обробку (фільтри, перекодування). Запропоновано алгоритми, які спеціально націлені на фейки низької якості: вони моделюють, як могло б виглядати згенероване зображення до втрати деталей, а тоді аналізують «відновлене» обличчя – це дозволило підвищити точність на сильно стиснених відео. Подальшого розвитку набули просторово-часові підходи: моделі навчилися аналізувати відео на кількох часових масштабах, комбінуючи глобальний аналіз тривалих фрагментів з детальним аналізом сусідніх кадрів, щоб виявляти навіть ледь помітні артефакти нестабільності [9]. Також дослідники приділяли увагу пояснюваності роботи детекторів. Запропоновано підходи з використанням прототипів – модель виділяє типові патерни «реального» та «фейкового» зображення (наприклад, зразок реального ока vs синтетичного) і на основі їх наявності ухвалює рішення; це підвищує довіру до системи, дозволяючи зрозуміти, чим вона керується. Інший напрям – open-set детекція, тобто виявлення фейків, не схожих на ті, що були в тренуванні. Тут застосовували біометричні сигнали живого відео (напр., відстеження пульсу по мікроколиваннях кольору шкіри) та алгоритми виявлення аномалій (автоенкодери, які реконструюють лише справжні обличчя і «поміляються» на синтетичних). Паралельно сформувалася підгалузь досліджень, присвячена атакам на детектори та захисту від них. Показано, що шляхом додавання спеціально розрахованих непомітних змін до фейкового зображення можна суттєво знизити точність будь-якого фіксованого детектора. У відповідь запропоновано методи підвищення стійкості: від випадкового згладжування вхідних даних до тренування моделей, стійких до типових атак.

Отже, у 2021–2023 рр. технології виявлення дипфейків вийшли на зрілий рівень: розроблено широкий набір методів, досягнуто високу точність у багатьох сценаріях, а тематика перестала бути вузькоспеціалізованою. Водночас стало очевидно, що для остаточної перемоги над фейками необхідна не лише технічна досконалість алгоритмів, а і їх масштабне впровадження, поєднання з правовими та освітніми заходами. Глобально боротьба з дипфейками переросла у складову частину більш загальної проблеми – забезпечення довіри до цифрової інформації.

У 2024–2025 роках дослідження в галузі виявлення дипфейків досягли нового етапу зрілості. У цей період спостерігається не лише зростання кількості публікацій, а й значна зміна пріоритетів у методології. Основним трендом стає використання мультимодальних підходів, які поєднують зображення, звук, міміку, текстову інформацію та метадані для покращення точності класифікації. Важливою характеристикою цього періоду є перехід від «чорних ящиків» (black-box models) до інтерпретованих моделей. Все більше уваги приділяється поясненню рішень моделей, що стало критичним у юридичному та медіа-середовищі. Публікації у 2024 році активно обговорюють застосування attention-механізмів і heatmap-візуалізацій для ідентифікації підозрілих зон на обличчі або в аудіодоріжці. Також спостерігається розширення наборів даних: нові датасети містять синхронізовані відео й

аудіо, змонтовані діпфейками з високим ступенем реалістичності. Частина з них була згенерована моделями, що використовують diffusion-архітектури, які у 2024–2025 роках почали активно конкурувати з GAN-підходами.

На прикладному рівні детектори діпфейків вбудовуються у відеоплатформи, соціальні мережі та корпоративні системи кібербезпеки. Виникають API-сервіси для швидкої перевірки відео на предмет фальсифікацій у режимі реального часу. Такі рішення, зокрема, розробляються для Zoom, Microsoft Teams та платформ відеоспостереження. Крім технічних новацій, активно розвивається нормативно-правова база та дослідження в галузі цифрової етики [12]. Статті, опубліковані в цей період, аналізують юридичні виклики, пов’язані з використанням діпфейків у політичній пропаганді, шахрайстві, наклепах і створенні фальшивих доказів.

Окрему увагу привертає також оптимізація обчислювальних витрат: розробляються полегшені (lightweight) моделі для роботи на мобільних пристроях, а також ефективні рішення для edge-комп’ютингу [10]. Отже, період 2024–2025 років характеризується комплексним розвитком — від підвищення точності й інтерпретованості моделей до їхньої реальної інтеграції у повсякденні сервіси, що підкреслює зростання актуальності тематики діпфейків у сучасному інформаційному середовищі.

Ретроспективний аналіз досліджень у сфері виявлення діпфейків протягом 2015–2025 років демонструє чітку еволюцію як з точки зору технічних підходів, так і з позиції практичного застосування. Кожен часовий відрізок характеризується унікальними домінантами: від зародження технології генеративних змагальних мереж (GAN) до поширення мультимодальних моделей та впровадження інтерпретованих рішень у реальні сервіси. Змінюються й пріоритети в наукових дослідженнях: ранні спроби базувалися переважно на візуальних ознаках, тоді як сучасні системи враховують контекст, звук, метадані та часову динаміку. Така трансформація зумовлена не лише технологічним прогресом, але й зростанням потреб у кібербезпеці, регуляторному контролі та етичній відповідальності при використанні штучного інтелекту.

Для систематизації зазначених змін нижче представлено аналітичну таблицю, яка узагальнює провідні тренди, підходи, ключові архітектури та прикладні вектори, характерні для кожного із трьох основних етапів розвитку. Таблиця дозволяє наочно порівняти зміщення акцентів дослідницької спільноти, визначити логіку поступового вдосконалення методів детекції діпфейків і передбачити напрями майбутніх досліджень у цій сфері.

Таблиця 1.

Узагальнена таблиця трендів	
Період	Ключові тенденції розвитку
2015–2018	Поява перших фейкових відео. Обмежені набори даних. Простий аналіз.
2019–2020	Ріст публікацій. Поява датасетів FaceForensics++, DFDC. Поширення CNN.
2021–2023	Ускладнення методів. Трансформери, мультимодальність, впровадження в платформи.
2024–2025	Увага до генерації аудіо-відео фальсифікацій в реальному часі. Розробка інтегрованих систем розпізнавання в месенджерах і соцмережах. Адаптація моделей до нових типів атак.
Прогноз на 2026+	Інтеграція штучного інтелекту в засоби цифрової гігієни. Створення єдиних стандартів і баз знань діпфейків. Залучення юридичних інструментів у боротьбу з фейками.

Висновки. У цій роботі здійснено огляд еволюції наукових досліджень на тему діпфейків за період 2015–2025 років. Проаналізовано понад 45 000 публікацій за цими

Google Scholar, що дозволило виявити стійке зростання уваги до проблеми дипфейків, особливо після 2018 року (саме тоді технологія стала широко відомою громадськості). Відстежено зміну акцентів у науковому дискурсі: якщо на ранньому етапі (2018–2019) дослідники переважно констатували ризики та демонстрували принципову можливість детекції фейків, то починаючи з 2020 року, фокус змістився на вдосконалення моделей виявлення, їх стійкість, інтерпретацію результатів, а також етичні, правові та безпекові аспекти. Кожен період розвитку характеризувався своїми особливостями: ранні роботи описували загрози і пропонували прості ознаки фейків, з 2019 р. з'явилися глибокі нейромережеві детектори та великі датасети, а в 2021–2023 рр. галузь досягла зрілості з різноманітним методом та усвідомленням необхідності комплексного підходу. Отримані результати засвідчують, що проблема дипфейків має тенденцію до загострення: генеративні алгоритми стрімко прогресують, що у майбутньому ускладнить відрізнєння фейків від реального контенту. Водночас спільнота дослідників напрацювала значний арсенал засобів і стратегій для протидії – від потужних мультимодальних детекторів до стандартів підтвердження автентичності даних. Очікується, що у найближчі роки тема дипфейків залишатиметься в центрі уваги як науковців, так і практиків, адже її актуальність лише зростатиме. Станом на початок 2025 року спостерігається перехід від суто академічних досліджень до практичного впровадження напрацювань: великі платформи анонсують системи автоматичного маркування AI-контенту, уряди починають реалізовувати стандарти на кшталт C2PA. Отже, технології детекції дипфейків невдовзі працюватимуть у тісній взаємодії з правовими механізмами для стримування загроз. Боротьба з дипфейками поступово стає невід'ємною частиною забезпечення кібербезпеки та довіри до інформації у цифровому суспільстві.

Подальший розвиток технологій виявлення буде зосереджений на інтеграції великих універсальних AI-моделей, розробленні методів для нових типів синтетичного контенту (текст, звук, повністю генероване відео), а також на тісній взаємодії з правовою сферою для впровадження політик і стандартів, що мінімізують шкоду від дипфейків.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A. and Bengio, Y., 2014. Generative adversarial nets. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 27.
2. Li, Y., Chang, M. and Lyu, S., 2018. In icu oculi: Exposing AI generated fake face videos by detecting eye blinking. *arXiv preprint, arXiv:1806.02877*. <https://arxiv.org/abs/1806.02877>
3. Korshunov, P. and Marcel, S., 2018. Deepfakes: a new threat to face recognition? Assessment and detection. *arXiv preprint, arXiv:1812.08685*. <https://arxiv.org/abs/1812.08685>
4. Afchar, D., Nozick, V., Yamagishi, J. and Echizen, I., 2018. MesoNet: A compact facial video forgery detection network. In: *2018 IEEE International Workshop on Information Forensics and Security (WIFS)*. IEEE.
5. Rössler, A., Cozzolino, D., Verdoliva, L., Riess, C., Thies, J. and Nießner, M., 2019. FaceForensics++: Learning to detect manipulated facial images. In: *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)*. IEEE.
6. Dolhansky, B., Bitton, J., Pflaum, B., Lu, J., Howes, R., Wang, M. and Ferrer, C.C., 2019. The Deepfake Detection Challenge (DFDC) Preview Dataset. *arXiv preprint, arXiv:1910.08854*. <https://arxiv.org/abs/1910.08854>
7. Li, Y., Yang, X., Sun, P., Qi, H. and Lyu, S., 2020. Celeb-DF: A large-scale challenging dataset for deepfake forensics. In: *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. IEEE.
8. He, Y., Zhang, H., Chang, W., Chen, X., Liu, Z., Sun, Q. and Lyu, S., 2021. ForgeryNet: A versatile benchmark for comprehensive forgery analysis. In: *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. IEEE.
9. Zhang, D., Lin, F., Hua, Y., Wang, P., Zeng, D. and Ge, S., 2022. Deepfake Video Detection with Spatiotemporal Dropout Transformer. In: *Proceedings of the 30th ACM International Conference on Multimedia*.
10. Rahmouni, N., Nozick, V., Yamagishi, J. and Echizen, I., 2023. Compressed deepfake detection using a spatio-temporal approach. *Procedia Computer Science*, 219, pp. 436–444.
11. Nguyen, H.H., Yamagishi, J. and Echizen, I., 2023. Exploring self-supervised vision transformers for deepfake detection: a comparative analysis. *arXiv preprint, arXiv:2305.00000*.
12. Jain, A. and Bhushan, B., 2024. Ethics-aware artificial intelligence in the fight against deepfakes. *AI and Ethics*, 4(1), pp. 1–9.

REFERENCES:

1. Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A. and Bengio, Y., 2014. Generative adversarial nets. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 27.
2. Li, Y., Chang, M. and Lyu, S., 2018. In ictu oculi: Exposing AI generated fake face videos by detecting eye blinking. *arXiv preprint, arXiv:1806.02877*. <https://arxiv.org/abs/1806.02877>
3. Korshunov, P. and Marcel, S., 2018. Deepfakes: a new threat to face recognition? Assessment and detection. *arXiv preprint, arXiv:1812.08685*. <https://arxiv.org/abs/1812.08685>
4. Afchar, D., Nozick, V., Yamagishi, J. and Echizen, I., 2018. MesoNet: A compact facial video forgery detection network. In: *2018 IEEE International Workshop on Information Forensics and Security (WIFS)*. IEEE.
5. Rössler, A., Cozzolino, D., Verdoliva, L., Riess, C., Thies, J. and Nießner, M., 2019. FaceForensics++: Learning to detect manipulated facial images. In: *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision (ICCV)*. IEEE.
6. Dolhansky, B., Bitton, J., Pflaum, B., Lu, J., Howes, R., Wang, M. and Ferrer, C.C., 2019. The Deepfake Detection Challenge (DFDC) Preview Dataset. *arXiv preprint, arXiv:1910.08854*. <https://arxiv.org/abs/1910.08854>
7. Li, Y., Yang, X., Sun, P., Qi, H. and Lyu, S., 2020. Celeb-DF: A large-scale challenging dataset for deepfake forensics. In: *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. IEEE.
8. He, Y., Zhang, H., Chang, W., Chen, X., Liu, Z., Sun, Q. and Lyu, S., 2021. ForgeryNet: A versatile benchmark for comprehensive forgery analysis. In: *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*. IEEE.
9. Zhang, D., Lin, F., Hua, Y., Wang, P., Zeng, D. and Ge, S., 2022. Deepfake Video Detection with Spatiotemporal Dropout Transformer. In: *Proceedings of the 30th ACM International Conference on Multimedia*.
10. Rahmouni, N., Nozick, V., Yamagishi, J. and Echizen, I., 2023. Compressed deepfake detection using a spatio-temporal approach. *Procedia Computer Science*, 219, pp. 436–444.
11. Nguyen, H.H., Yamagishi, J. and Echizen, I., 2023. Exploring self-supervised vision transformers for deepfake detection: a comparative analysis. *arXiv preprint, arXiv:2305.00000*.
12. Jain, A. and Bhushan, B., 2024. Ethics-aware artificial intelligence in the fight against deepfakes. *AI and Ethics*, 4(1), pp. 1–9.

Doc. Tech. Sci., Prof. Davydenko A.M., Azarnyi D.I.

CHRONICL OF DIPFEYK SCIENTIFIC RESEARCH: ANALYSIS

The article provides a systematic review of scientific research on the issue of deepfake detection for the period from 2015 to 2025. It demonstrates how the growth of generative capabilities (from early GANs to modern diffusion models) stimulated the development of detection tools. Key architectural solutions are analyzed: convolutional neural networks, transformers, multimodal models, and self-supervised approaches. Considerable attention is paid to open datasets that became the driving force of progress in this field: FaceForensics++, DFDC, Celeb-DF, ForgeryNet. A quantitative analysis of the dynamics of scientific publications based on Google Scholar data is carried out — in particular, a sharp increase in interest in the topic after 2018 is shown. An attempt is made to periodize technological development, presented in the form of a generalized trend table. Current challenges are also described: the emergence of realistic voice fakes, increasing complexity of generators, and attacks on detectors. The article includes a chart of the increase in the number of scientific works on the topic of deepfakes during 2015–2024, which demonstrates exponential growth. Special attention is paid to applied aspects: the use of fake media detection in cybersecurity, forensic examination, journalism, and personal data protection. The prospects for creating unified standards for digital content labeling, integrating recognition methods into real communication systems, and countering disinformation in social networks are considered. The importance of international coordination in solving the deepfake problem and the active involvement of the scientific community in the development of ethical principles for the use of AI is emphasized. All of this confirms the strategic relevance of the research topic not only today but also in the near future. The results can be used as a methodological basis for interdisciplinary initiatives.

Keywords: deepfake, generative networks, multimodal detection, fake recognition, transformers.

к.т.н., доц. **Маміч В.В.** (ВА м. Одеса)
к.т.н., доц. **Максименко Ю.А.** (ВА м. Одеса)
док. філос. **Дідик В.О.** (ВА м. Одеса)
Шаршаткін Д.Ю. (ВА м. Одеса)
Задорожний С.М. (ВА м. Одеса)

DOI: <http://doi.org/10.17721/2519-481X/2025/87-10>

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ДЕКОМПОЗИЦІЇ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ У АНАЛІТИЧНІЙ РОБОТІ РОЗВІДНИКА

Одне з найочевидніших обмежень, з якими зіткнуться аналітики у своїй роботі, є обмеження на те, скільки інформації більшість людей можуть тримати в своїй свідомості і думати про неї одночасно. Уявіть, що вам потрібно прийняти важке рішення. Ви складаєте список плюсів і мінусів. Але, коли настане час прийняти рішення, списки можуть бути настільки довгими, що ви не зможете в одночасному порівнянні врахувати всі плюси та мінуси. В роботі відмічено, що при думці про рішення ви будите коливатися, спочатку зосереджуючись на плюсах, а потім на мінусах, спочатку вибираючи одне рішення, а потім інше. Тепер уявіть, наскільки важко було б просуватися через розуміння проблеми з інтелектуальною складністю, що має багато взаємодіючих змінних. Обмеження людського мислення робить його важким, якщо не неможливим, здійснити аналіз без допомоги зовнішнього представлення частин проблеми, над якою працюється. Особлива увага приділяється двом загальноприйнятим підходам до подолання цього обмеження робочої пам'яті. Це є декомпозиція – тобто розбиття проблеми або питання на складові частини, щоб кожен частину можна було розглядати окремо, та візуалізація – розташування всіх частин на папері або на екрані комп'ютера в якийсь організований спосіб, призначений для полегшення розуміння того, як різні частини взаємодіють. Насправді, всі структуровані аналітичні техніки використовують ці підходи, оскільки зовнішнє відображення свого мислення є частиною визначення структурованого аналізу. Для деяких основних технік, однак, розбиття проблеми для подання даних у впорядкованому вигляді, є основним внеском, який вони роблять у більш ефективний аналіз. Ці основні техніки будуть описані в цій статті. Будь-яка техніка, яка дозволяє вийняти складний процес мислення з голови аналітика та відобразити його на папері або екрані комп'ютера, може бути корисною. Використання навіть такої простої техніки, як чек-лист, може бути надзвичайно продуктивним.

Ключові слова: таксономія, візуалізація, декомпозиція, інтуїтивне розміркування, аналіз, мислення за аналогією, експертиза країни, структуровані аналітичні техніки, спектр, емпіричний аналіз проблеми.

Вступ та постановка проблеми. Досвід провідних вчених аналітиків показує, що процес декомпозиції та візуалізації при веденні розвідувальної інформаційної роботи значно підвищує її ефективність. Один з перших кроків у проведенні аналізу – визначити відповідну структуру для аналітичної проблеми, щоб потім можна було визначити різні складові частини і почати збирати інформацію про них. Оскільки існує багато різних видів аналітичних проблем, існує також багато різних способів структуризації аналізу. Основні техніки, які можуть бути поєднані, допомагають аналітикам у концептуалізації та запуску нового проєкту. Якщо аналітик може розпочати аналіз розвідувальної інформації у правильному напрямку і уникнути зміни курсу пізніше, можна зекономити багато часу. Однак аналітики все одно повинні бути готові змінювати курс, якщо їх дослідження цього вимагає. Як сказав Альберт Ейнштейн: «Якщо б ми знали, що ми робимо, це б не називалося дослідженням».

Аналіз останніх досліджень. Аналіз публікацій в області дослідження процесів декомпозиції та візуалізації при веденні розвідувальної інформаційної роботи, які значно підвищують її ефективність, дуже багато [1-3]. Процес декомпозиції та візуалізації при

ведення розвідувальної інформаційної роботи значно підвищує її ефективність. Один з найкращих прикладів досліджень, які відповідають цьому стандарту декомпозиції та візуалізації, це роботи майора-сержанта Роберта Д. Фолкера молодшого, Аналіз розвідки в центрах об'єднаної розвідки на рівні театру бойових дій: Експеримент у застосуванні структурованих методів (Вашингтон, округ Колумбія: Коледж об'єднаної військової розвідки, 2000 рік); Філіп Тетлок, Експертне політичне судження (Прінстон, Нью-Джерсі: Прінстонський університетський прес, 2005), 190–202. Ці судження були висловлені в публічних заявах і в особистих комунікаціях авторами. На думку військових вчених шлях вирішення проблеми впровадження процесів декомпозиції та візуалізації розвідувальної інформації під час ведення розвідувальної інформаційної роботи значно покращить її якість та підвищить ефективність. В роботах: Левченко О. В., Вінник В. В., Устименко О. В. Розвідка та іноземні армії; Інформаційна робота: навчальний посібник / — Київ: «КНТ», 2022; Військовий стандарт 01.101.004. Видання 2. Воєнна розвідка. Розвідувально-інформаційна діяльність; Терміни та визначення. – К.: Міністерство оборони України, 2015; Процеси розвідувальної діяльності. Стандарт НАТО. Союзна об'єднана настанова АJP–2.1 (видання В, варіант 1), теж розкриваються ці питання.

Метою статті є: проведення аналізу процесу декомпозиції та візуалізації у аналітичній роботі розвідника виявлено, що вона складається з багатьох технік. Мета статті полягає у дослідженні їх впливу на якість аналітичної роботи розвідників.

Виклад основного матеріалу. Протягом останніх років аналітичні техніки безпосередньо впливають на підвищення ефективності аналітичної роботи при цьому особливу увагу звертають на: хронології та графіки, які використовуються для організації даних про події або дії [1]. Вони використовуються в будь-яких випадках, коли важливо зрозуміти час і послідовність відповідних подій або визначити ключові події та прогалини; сортування – це базова техніка для організації даних таким чином, що часто призводить до нових висновків. Сортування ефективне, коли елементи інформації можуть бути розкриті на категорії або підкатегорії для порівняння за допомогою комп'ютерної програми, такої як електронна таблиця. Воно особливо ефективне під час початкового збору даних та генерації гіпотез; ранжування, оцінювання та визначення пріоритетів забезпечують інструкції щодо трьох різних методів ранжування – ранжування за оцінками, парне порівняння та зважене ранжування. Комбінування техніки генерації ідей, такої як Структурований Брейнстормінг, з технікою ранжування є ефективним способом для аналітика почати новий проект або створити фундамент для співпраці в межах офісу або між установами. Техніка генерації ідей використовується для розробки списків драйверів, змінних, індикаторів, можливих сценаріїв, важливих учасників, історичних прецедентів, джерел інформації, питань, що потребують відповіді тощо [2]. Такі списки стають ще кориснішими, коли їх ранжують, оцінюють або пріоритизують, щоб визначити, які пункти є найважливішими, найкориснішими, найімовірнішими або мають бути на вершині пріоритетного списку; матриці – це загальні аналітичні інструменти для сортування та організації даних таким чином, що полегшує порівняння та аналіз. Вони використовуються для аналізу взаємозв'язків між будь-якими двома наборами змінних або між зв'язків серед одного набору змінних. Матриця складається з сітки з такою кількістю комірок, яка потрібна для вирішення будь-якої проблеми, яка аналізується [3].

У ході візуалізації аналітичної роботи особливу увагу необхідно звертати на: аналіз Венна – це візуальна техніка, яку можна використовувати для дослідження логіки аргументів. Діаграми Венна часто використовуються для викладання теорії множин у математиці; їх також можна адаптувати для ілюстрації простих відносин між множинами в аналітичних аргументах, виявлення недоліків у мисленні та ідентифікації прогалин в даних; аналіз мережі широко використовується аналітиками з контр тероризму, контр наркотиків, контр проліферації, правоохоронних органів та військових для ідентифікації та моніторингу осіб, які можуть бути залучені до незаконної діяльності. Соціальний аналіз мережі

використовується для картографування та аналізу взаємозв'язків між людьми, групами, організаціями, комп'ютерами, веб-сайтами та будь-якими іншими сутностями обробки інформації [4]. Терміни «Аналіз мережі», «Аналіз асоціацій», «Аналіз зв'язків» та «Соціальний аналіз мережі» часто використовуються взаємозамінні; карти розуму та Концептуальні карти – це візуальні представлення того, як індивід або група думає про тему цікавості [5]. Такі діаграми мають два основні елементи – ідеї, які вважаються відповідними для теми, над якою ви думаєте, та лінії, які показують та коротко описують зв'язки між цими ідеями. Карти розуму та концептуальні карти використовуються індивідуальною особою або групою для того, щоб допомогти впоратися з власними думками або сприяти комунікації складного набору взаємозв'язків іншим, як у брифінгу або звіті розвідки. Карти розуму також можуть використовуватися для ідентифікації прогалин або стимулювання нових думок про тему; карти процесів та Ганта були розроблені для використання в бізнесі та військовій справі, але вони також корисні для аналітиків розвідки. Карти процесів – це техніка ідентифікації та діаграмування кожного кроку в складному процесі; до них входять графіки потоку подій, графіки потоку дій та графіки потоку товарів [6]. Ганта-графік – це конкретний тип карти процесів, який використовує матрицю для складання прогресії багатогранного процесу протягом конкретного періоду часу. Обидві техніки можуть використовуватися для відстеження ходу планів або проектів інтересів розвідки, які виконуються іншим урядом, злочинною або терористичною групою або будь-яким іншим недержавним суб'єктом – наприклад, відстеження розвитку збройної системи або підготовки до військової, терористичної або злочинної атаки. Інші порівняльні техніки для організації та представлення даних включають різні типи графіків, діаграм та дерев. Чек лист Початку Роботи – це простий інструмент, що допомагає аналітикам розпочати новий проєкт. За минулі досвіди показали, що значно можна зекономити час, якщо аналітик відведе кілька моментів на обдумування завдання перед тим, як кинутися в роботу. Багато аналізів виконуються в умовах обмеженого часу, і це часто впливає на якість кінцевого продукту, а також ефективність процесу дослідження та підготовки матеріалів. Аналітики повинні ставити Чек лист Початку Роботи приблизно так само, як пілот і обслуговувач ставляться до чек листу, який вони завжди ретельно перевіряють перед польотом на своєму літаку[7]. Це повинен бути автоматичний перший крок у підготовці аналізу і обов'язковий захист від майбутніх неприємних сюрпризів. Навіть якщо завдання полягає у підготовці брифінгу чи швидко реагуючої статті, витрачання хвилини на перегляд чек листа може заощадити важливий час, наприклад, нагадавши аналітику про ключове джерело, підбадьоривши його або її визначити ключового клієнта, або викликавши аналітика розглянути альтернативні пояснення перед прийняттям остаточного рішення. Починаючи з основ відразу на початку проєкту, аналітики можуть уникнути необхідності зміни курсу пізніше. Ця робота може заощадити аналітику – і рецензентам чернетки – багато часу і значно підвищити якість кінцевого продукту. Досвідчені аналітики будуть постійно пристосовувати чек лист до свого робочого середовища і потреб своїх конкретних клієнтів. Аналітики повинні відповісти на кілька питань на початку нового проєкту. Нижче наведено список рекомендованих стартових питань, але не існує єдиного найкращого способу початку. Інші списки можуть бути так само ефективними [8]. Що спонукало до необхідності проведення аналізу? Наприклад, це може бути новий звіт, новий розвідувальний звіт, новий розвиток, сприйняття змін або запит клієнта? Який ключовий запит розвідки, політики або бізнесу потребує відповіді? Чому це питання важливе, і як аналіз може зробити унікальний і значущий внесок? Чи було вже відповідно на це питання або схоже питання вами або кимось іншим, і що було сказано? Кому був адресований цей аналіз, і що змінилося з того часу? Хто є основними клієнтами? Чи розуміються їх потреби? Якщо ні, спробуйте отримати краще розуміння їхніх потреб та стилю звітності, яку вони б захотіли. Чи є інші зацікавлені сторони, які б могли зацікавитися відповіддю на це питання? Чи хотіли б деякі з них, щоб відповідалося на інше питання? Розгляньте зустрічі з іншими, які бачать це питання з іншої точки зору.

Які можливі відповіді на це питання [9]? Які альтернативні пояснення або результати слід враховувати, перш ніж приймати аналітичний висновок з питання? Чи зробить користь від використання структурованих аналітичних технік? Які потенційні джерела або потоки інформації будуть найбільш корисними – та ефективними – для використання для дізнання більше про цю тему або питання [10]? Де ми можемо звернутися за експертизою, інформацією або допомогою в межах нашої організації або поза межами нашої одиниці? Чи слід нам зібрати початкову сесію брейнштормінгу для визначення та оскарження ключових припущень, перевірки ключової інформації, визначення ключових факторів і важливих учасників, дослідження альтернативних пояснень та / або генерації альтернативних гіпотез? Який найкращий спосіб представлення моєї інформації та аналізу? Які частини моєї відповіді мають бути представлені графічно, у вигляді таблиць чи у матричному форматі? Інші техніки, які допомагають на початку проєкту, включають Чек лист Клієнта, Переформулювання Проблеми, Структурований Брейнштормінг, Розгалужене мислення, Ментальне Картування, Аналіз Венна, Перевірку Ключових Припущень та Генерацію Кількох Гіпотез. Цей список рекомендованих початкових питань був розроблений та уточнений в ході кількох навчальних сесій, проведених з аналітиками Департаменту Безпеки США [6].

Перед тим, як почати писати документ, аналітики повинні уникати спокуси зануритися і починати чернетку[11]. Замість цього їм потрібно відвести трохи часу на розгляд AIMS (аудиторія, проблема, повідомлення і сюжет) свого продукту. AIMS – це мнемоніка, яка означає Аудиторія, Питання або Розвідувальне Запитання, Повідомлення та Сюжет. Її мета – спонукати аналітика заздалегідь подумати, для кого пишеться документ, на яке ключове питання або питання він має відповісти, яке головне повідомлення повинен отримати читач, і як найкраще представити аналіз в переконливий спосіб. Якщо на ці чотири питання буде надано вичерпні та прямі відповіді, процес написання документа стає набагато легше. Досвідчений аналітик знає, що він може зекономити багато часу в майбутньому, якщо він візьме годину або більше, щоб визначити AIMS документа. Це можна зробити, працюючи самотужки або, за можливості, з невеликою групою. Корисно включити свого керівника в процес, або як частину короткого сеансу брейнштормінгу, або, попросивши керівника переглянути результати плану[12]. Для великих документів слід розглянути можливість викладення AIMS документа у більш формальному Концептуальному Документі або Умовах Посилання (TOR).

Висновки. Отже, в результаті аналізу процесу декомпозиції та візуалізації у аналітичній роботі необхідно відмітити, що концептуалізація продукту перед його чернеткою зазвичай визначає, чи задовольнить кінцевий продукт потреби ключових споживачів. Спрямовуючись на ці чотири елементи – Аудиторію, Питання або Розвідувальне запитання, Повідомлення та Сюжет – допомагає забезпечити, що замовник швидко засвоїть та скористається аналізом. Якщо AIMS статті або оцінки не розглядалися перед чернеткою, ймовірно, документ буде нецільовим і принесе роздратування читачу. Крім того, є ймовірність, що йому знадобиться більше часу для обробки через процес редагування та координації, що може зменшити його вчасність та актуальність для замовника. Першим кроком у процесі є визначення основної аудиторії. Для продукту. Чи пишите ви коротку, чітко зосереджену статтю для старшого клієнта, або довший матеріал з більшою деталізацією, який задовольнить менш стратегічного клієнта? Якщо ви визначили більше одного ключового клієнта для продукту, ми рекомендуємо писати кілька версій статей, при цьому кожен адаптувати до різних ключових клієнтів. Зазвичай найкращою стратегією є складання конспектів обох статей перед початком дослідження та написання. Тоді, коли ви почнете писати першу статтю, ви будете знати, яку інформацію слід зберегти і пізніше включити в другу статтю. Питання або розвідувальне запитання: Поставте собі питання, яка ключова проблема або питання, з якою бореться ваша цільова аудиторія або з якою їй доведеться боротися у майбутньому. Яка їхня найбільша стурбованість або найбільша

потреба на цей момент? Переконайтеся, що ключове питання чітко зосереджене, може бути вирішене практично і може бути відповідне кількома способами. Повідомлення - основна думка, яку ви хочете передати своєму ключовому клієнту або клієнтам? Яке «ліфтове повідомлення» або ключову думку ви б висловили клієнту, якщо б мали хвилину спілкування з ним або з нею між поверхами у ліфті? Повідомлення повинно бути сформульоване як коротке, чітке та пряме твердження перед початком написання вашої статті. Іноді легше зрозуміти повідомлення, якщо ви обговорюєте свою статтю з колегою або керівником і після цього записуєте основну тему або висновок, який впливає з цього розмови. Сюжет: Маючи на увазі ваше основне повідомлення, чи можете ви представити це повідомлення чітко, прямо та переконливо вашому клієнту? Чи маєте ви лаконічну лінію аргументації, яка легко і логічно протікає через статтю та розповідає цікаву історію? Чи можете ви проілюструвати цей сюжет так само переконливими картинками, відео або іншими графічними матеріалами?

ЛІТЕРАТУРА

1. "Ситуація бентежна": у ГУР назвали єдиний безпечний варіант для росіян в Криму. Анжеліка Байбак 17:29, 27 вересня 2023 р. https://24tv.ua/chornomorskiy-flot-sevastopoli-vibuhi-rozvidtsi-dali-poradu-rosiyanam_n2400724
2. Левченко О. В., Вінник В. В., Устименко О. В. Розвідка та іноземні армії. Інформаційна робота: навчальний посібник / — Київ: «КНТ», 2022. — 124 с.
3. bintel.org.ua/nukma/rozviduvalnij-proces-nato/
4. <https://www.nato.int/docu/review>
5. Військовий стандарт 01.101.004. Видання 2. Воєнна розвідка. Розвідувально-інформаційна діяльність. Терміни та визначення. — К.: Міністерство оборони України, 2015. — 26 с.
6. Процеси розвідувальної діяльності. Стандарт НАТО. Союзна інструкція АJP–2.1 (видання В, варіант 1)/ Управління стандартизації НАТО, 2016. — 80 с.
7. Сайт Принципів Прогнозування: www.forecastingprinciples.com/files/pdf/methodsselectsonchart.pdf.
8. Рассел У. Френске, «Таксономия для операционных исследований», Операционные исследования 19, № 1 (январь-февраль 1971).
9. Кай Р. Т. Ларсон, «Таксономия предпосылок успеха информационных систем: исследования переменных анализа», Журнал менеджмента информационных систем 20, № 2 (осень 2003).
10. Основи розвідувально-інформаційної діяльності: настанова Штабу розвідки Міністерства оборони Великобританії. — К.: ГУР МО України, 2015. — 51 с.
11. [/defpol.org.ua/index.php/produkty-tsentru/49-shliakh-ukrainy-do-nato/1084](http://defpol.org.ua/index.php/produkty-tsentru/49-shliakh-ukrainy-do-nato/1084)
12. Методичні рекомендації з розробки розвідувальних оцінок (за стандартами провідних країн-членів НАТО). — К.: ГУР МО України, 2018. — 118 с.

REFERENCES

1. "The situation is embarrassing": the State Government named the only safe option for Russians in Crimea. Anzhelika Baybak 17:29, September 27, 2023 https://24tv.ua/chornomorskiy-flot-sevastopoli-vibuhi-rozvidtsi-dali-poradu-rosiyanam_n2400724
2. Levchenko O. V., Vinnyk V. V., Ustymenko O. V. Intelligence and foreign armies. Information work: study guide / — Kyiv: "KNT", 2022. — 124 p.
3. bintel.org.ua/nukma/rozviduvalnij-proces-nato/
4. <https://www.nato.int/docu/review>
5. Military standard 01.101.004. Edition 2. Military intelligence. Intelligence and information activities. Terms and definitions. - K.: Ministry of Defense of Ukraine, 2015. - 26 p.
6. Intelligence activity processes. NATO standard. Allied Joint Instruction AJP–2.1 (edition B, version 1)/ NATO Standardization Office, 2016. — 80 p.
7. Forecasting Principles website: www.forecastingprinciples.com/files/pdf/methodsselectionchart.pdf.
8. Russell W. Franske, "Taxonomy for Operational Research," Operational Research 19, No. 1 (January-

February 1971).

9. Kai R. T. Larson, "Taxonomy of prerequisites for the success of information systems: research on variable analysis", Journal of Management of Information Systems 20, No. 2 (autumn 2003).

10. Basics of intelligence and information activities: instruction of the Intelligence Staff of the Ministry of Defense of Great Britain. – K.: GUR Ministry of Defense of Ukraine, 2015. – 51 p.

11. /defpol.org.ua/index.php/produkty-tsentru/49-shliakh-ukrainy-do-nato/1084

12. Methodological recommendations for the development of intelligence assessments (according to the standards of leading NATO member countries). – K.: GUR Ministry of Defense of Ukraine, 2018. – 118 p.

Ph.D. Mamich V.V., Ph.D. Maksimenko Yu.A., Ph.D. Didyk V.O.,
Sharshatkin D.Y., Korol D. A.

ANALYSIS OF THE PROCESS OF DECOMPOSITION AND VISUALIZATION IN THE ANALYTICAL WORK OF THE INTELLIGENT

One of the most obvious limitations that analysts will face in their work is the limit to how much information most people can hold in their minds and think about at once. Imagine that you have to make a difficult decision. You make a list of pros and cons. But when it comes time to make a decision, the lists can be so long that you won't be able to consider all the pros and cons in a simultaneous comparison. The paper notes that when thinking about a decision, you will vacillate, focusing first on the pros and then on the cons, first choosing one solution and then another. Now imagine how difficult it would be to progress through understanding a problem with intellectual complexity that has many interacting variables. The limitations of human thinking make it difficult, if not impossible, to perform analysis without the aid of an external representation of parts of the problem being worked on. Special attention is paid to two commonly accepted approaches to overcoming this working memory limitation. These are decomposition – that is, breaking a problem or question into its component parts so that each part can be considered separately, and visualization – arranging all the parts on paper or on a computer screen in some organized way designed to make it easier to understand how the different parts interact. In fact, all structured analytic techniques use these approaches, as external reflection of one's thinking is part of the definition of structured analysis. For some basic techniques, however, breaking down the problem to present the data in an orderly fashion is the main contribution they make to more efficient analysis. These basic techniques will be described in this article. Any technique that takes a complex thought process out of the analyst's head and onto paper or a computer screen can be helpful. Using even a simple technique like a checklist can be extremely productive.

Keywords: taxonomy, visualization, decomposition, intuitive thinking, analysis, thinking by analogy, country expertise, structured analytical techniques, spectrum, empirical analysis of the problem.

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ МОНІТОРИНГУ ЕЛЕКТРОННИХ КОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

У статті розглянуто актуальні питання моніторингу електронних комунікаційних мереж в умовах стрімкого розвитку інформаційних технологій, зростання кіберзагроз та особливостей функціонування мережевої інфраструктури під час воєнного стану.

Основну увагу приділено аналізу сучасних програмно-апаратних інструментів, що використовуються для контролю за працездатністю та безпекою електронних комунікаційних мереж, а також для оперативного виявлення перевантажень, збоїв, аномалій і потенційно небезпечної активності.

Проведено порівняльний аналіз сучасних інструментів мережевого моніторингу провідних виробників комунікаційного обладнання, зокрема Cisco, MikroTik, Juniper, Ubiquiti, Grandstream. Показано, що запропоновані ними інструменти забезпечують ефективний функціонал, автоматизацію оновлень, гнучкі засоби аналізу даних та підтримку, однак мають обмежені можливості інтеграції з пристроями інших виробників. Це ускладнює впровадження централізованих систем моніторингу в мережах зі змішаною структурою.

Розглянуто також незалежні універсальні системи моніторингу, такі як Zabbix, Nagios, NeDi, PRTG Network Monitor, Cacti, Wireshark, які мають змогу взаємодіяти з широким спектром різноманітного мережевого обладнання за допомогою відкритих протоколів (SNMP, HTTP/HTTPS API, ICMP). Показано переваги таких систем у контексті масштабованості, адаптивності та гнучкості конфігурації.

Обґрунтовано доцільність гібридного підходу до побудови систем моніторингу, який поєднує функціональні можливості вендорних і незалежних рішень, що дозволяє досягти високого рівня деталізації даних та їхню візуалізацію, здійснювати оперативну аналітику в реальному часі, формувати ефективну систему реагування на інциденти, а також забезпечити високу стійкість гетерогенної мережі до зовнішніх впливів і кіберзагроз.

Ключові слова: моніторинг, інструменти та системи моніторингу, управління мережею, сервіси, мережеві ресурси, безпека.

Вступ та постановка проблеми. В умовах воєнного стану електронні комунікаційні мережі (ЕКМ) відіграють ключову роль у забезпеченні функціонування державних органів та управлінні критичною інфраструктурою. Разом з тим суттєву загрозу національній безпеці та інформаційному просторі України становлять атаки на електронну комунікаційну мережу.

Ефективне функціонування державних органів як у військовий, так і в мирний час потребує постійного вдосконалення технологій та засобів ЕКМ. Стрімкий розвиток елементної бази, а відповідно і засобів побудови мереж, та наукові досягнення в області електронних комунікацій, що стимулюють швидкий розвиток технологій, ускладнюють процеси передачі інформації та вимагають удосконалення систем моніторингу та управління. Своєчасне виявлення та реагування на інциденти в ЕКМ дозволяє забезпечити допустиму якість зв'язку та підтримувати функціонування критичних сервісів навіть в умовах надзвичайних ситуацій, а також запобігти масштабним технічним збоям та витоку інформації, які в свою чергу сприяють підризу обороноздатності держави.

ЕКМ функціонують із використання обладнання різних фірм виробників, які мають різноманітні набори інструментів моніторингу, що стає на заваді здійсненню моніторингу мережі в цілому. Відповідно до переліку заходів "Стратегії розвитку сфери електронних комунікацій України на період до 2030 року" [1] триває процес розробки та впровадження універсальної комплексної системи моніторингу, тому аналіз існуючих інструментів

моніторингу фірм виробників основного комунікаційного обладнання та систем моніторингу є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В [2 - 5] сформульовано основні завдання, вимоги та підходи до моніторингу електронних комунікаційних мереж.

В [6,7] було здійснено дослідження методів активного та пасивного моніторингу, розглянуто декілька систем мережевого моніторингу (Zabbix, Wireshark).

В [8] розглянуто систему моніторингу Prometheus та запропоновано підходи до збору та аналізу метрик на базі цієї системи моніторингу.

В [9] розглянуто системи моніторингу PRTG, Nagios, Zabbix та можливість інтеграції їх в електронні комунікаційні мережі.

У результаті аналізу досліджень і публікацій встановлено, що проблема моніторингу електронних комунікаційних мереж (ЕКМ) залишається надзвичайно актуальною в умовах стрімкого зростання обсягів переданих даних, ускладнення мережевої інфраструктури, підвищення вимог до її надійності, продуктивності та кібербезпеки. Ці виклики додатково ускладнюються впровадженням новітніх мережевих архітектур, зокрема мереж, побудованих за концепціями програмно-орієнтованих мереж (SDN), віртуалізації мережевих функцій (NFV), хмарних рішень та мобільних мереж п'ятого покоління (5G), що вимагає принципово нових підходів до моніторингу та управління.

Існує широкий спектр програмних і апаратних засобів моніторингу, кожен з яких орієнтований на певні аспекти функціонування мережі – трафік, доступність, продуктивність, виявлення аномалій та кіберзагроз.

Отже, доцільним є детальний аналіз сучасних засобів моніторингу електронних комунікаційних мереж з метою виявлення їх функціональних можливостей, переваг, недоліків і потенціалу до інтеграції в складні багаторівневі мережеві інфраструктури. Це дозволить обґрунтувати вибір або розробку найбільш ефективних засобів моніторингу для конкретних умов експлуатації мереж.

Метою статті є: аналіз інструментів моніторингу різнотипного комунікаційного обладнання ЕКМ та систем моніторингу мережі.

Виклад основного матеріалу. Моніторинг електронних комунікаційних мереж є ключовим елементом забезпечення надійності, продуктивності та інформаційної безпеки в умовах зростання складності та масштабу сучасних інформаційно-комунікаційних систем. Він здійснюється із застосуванням спеціалізованого апаратного й програмного забезпечення та охоплює широкий спектр задач: контроль працездатності мережевого обладнання (інфраструктурний моніторинг); оцінювання ефективності функціонування веб-сервісів, хмарних платформ і прикладних компонентів (моніторинг продуктивності додатків); аналіз мережевого трафіку для виявлення аномальних активностей, перевантажень і збоїв (моніторинг трафіку); виявлення потенційних загроз, атак і несанкціонованих втручань (моніторинг безпеки).

Залежно від підходу до збору інформації, розрізняють активний та пасивний моніторинг. Активний моніторинг передбачає генерування контрольних (тестових) запитів до мережевих елементів (наприклад, ping, traceroute, SNMP-запити) для діагностики їхнього стану та вимірювання параметрів, таких як затримка, доступність і пропускну здатність. Пасивний моніторинг базується на неінвазивному аналізі реального мережевого трафіку для виявлення прихованих загроз, порушень політик безпеки, а також визначення характеру та інтенсивності навантаження на мережеву інфраструктуру.

За масштабом охоплення виділяють локальний моніторинг, який обмежується внутрішньою інфраструктурою організації, та глобальний моніторинг, що охоплює розподілені мережеві ресурси, включаючи хмарні обчислювальні середовища та мережі загального користування (рис.1).

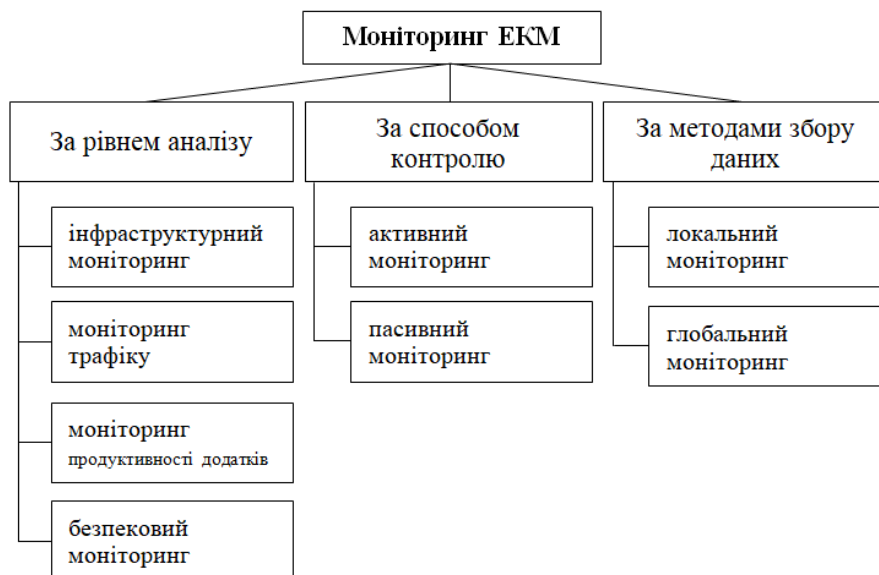


Рисунок 1 – Типи моніторингу в електронних комунікаційних мережах

Моніторинг ЕКМ може здійснюватися як за допомогою вбудованих інструментів моніторингу, що надаються виробниками обладнання, так і з використанням сторонніх систем керування мережею.

У випадку використання обладнання компанії Cisco [10], доступний широкий спектр інструментів для моніторингу, управління та аналітики мережевої інфраструктури, деякі з них представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Інструменти управління та моніторингу обладнання Cisco

Назва	Призначення	Переваги	Недоліки
Cisco Prime Infrastructure	комплексна платформа для управління мережами, яка включає функції моніторингу, управління конфігураціями, автоматизації та аналітики для пристроїв Cisco	– можливість автоматизації та конфігурації процесів налаштування мережі; – наявність інструментів для глибокого аналізу продуктивності; – зручний, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача.	– висока вартість (особливо для невеликих або середніх компаній); – складність налаштування; – підтримка лише пристроїв Cisco.
Cisco DNA Center	платформа для управління та автоматизації мережі на основі програмного забезпечення, яка включає функції моніторингу та аналізу продуктивності для мереж Cisco	– можливість автоматизації та конфігурації процесів налаштування мережі; – наявність інструментів для глибокого аналізу продуктивності; – зручний, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача; – інтеграція з іншими рішеннями Cisco (напр. Cisco Meraki).	– висока вартість (особливо для невеликих компаній); – складність налаштування та використання; – підтримка лише пристроїв Cisco (підтримка інших пристроїв дуже обмежена).
Cisco Meraki Dashboard	система для моніторингу та управління пристроями Meraki (які належать Cisco), таких як маршрутизатори, точки доступу Wi-Fi, комутатори тощо	– хмарне управління; – зручний, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача; – автоматичне оновлення програмного забезпечення на всіх пристроях; – можливість моніторингу мережі в реальному часі.	– обмежена гнучкість в порівнянні з іншими рішеннями Cisco; – залежність від Інтернету; – обмежена підтримка сторонніх пристроїв.

Назва	Призначення	Переваги	Недоліки
Cisco NetFlow Analyzer	інструмент для моніторингу та аналізу трафіку в мережах, який використовує технологію NetFlow для збору метрик трафіку	– глибокий аналіз трафіку; – масштабованість; – інтеграція з іншими рішеннями Cisco.	– складність налаштування; – підходить не для всіх типів мереж (найкраще працює для мереж, що підтримують Net Flow).

Для обладнання компанії Grandstream [11] застосовується низка інструментів моніторингу та централізованого управління, що забезпечують ефективне адміністрування мережевої інфраструктури, а також підвищують рівень доступності та безпеки сервісів (табл.2). Вибір інструменту залежить від типу обладнання та функціонального призначення:

Grandstream Device Management System (GDMS) – хмарна платформа, яка дозволяє централізовано керувати великою кількістю IP-телефонів, шлюзів та IP-АТС. Вона забезпечує віддалене налаштування, оновлення прошивок, моніторинг стану пристроїв у реальному часі та спрощене впровадження нових рішень у корпоративних мережах;

GWN Cloud / GWN Manager – інструменти управління для Wi-Fi точок доступу, маршрутизаторів та комутаторів серії GWN:

GWN Cloud – це безкоштовна хмарна система, яка дозволяє контролювати всю інфраструктуру з будь-якої точки світу через зручний веб-інтерфейс або мобільний застосунок;

GWN Manager – локальна альтернатива хмарному сервісу, яка надає аналогічний функціонал для організацій, що віддають перевагу розгортанню рішень у власному середовищі;

UCM Remote Connect – рішення для безпечного віддаленого доступу та адміністрування IP-АТС серії UCM6300. Інтегрується з GDMS та дозволяє здійснювати віддалену підтримку, моніторинг дзвінків, налаштування функцій зв'язку, маршрутизацію викликів та забезпечення резервування. Такий набір інструментів створює гнучку, масштабовану та безпечну екосистему для керування як невеликими локальними інсталяціями, так і складними багаторівневими мережевими структурами.

Таблиця 2

Інструменти управління та моніторингу обладнання Grandstream

Назва	Призначення	Переваги	Недоліки
Grandstream Device Management System	хмарна система керування та моніторингу для VoIP-пристроїв Grandstream, зокрема телефонів, шлюзів та IP-АТС.	– хмарне управління без потреби у локальному сервері; – центральне налаштування та оновлення пристроїв; – моніторинг статусу пристроїв у реальному часі, Push-сповіщення про збої в роботі та оновлення; – безкоштовний доступ.	– залежність від інтернет-з'єднання; – обмежена підтримка пристроїв (не всі моделі сумісні); – можливості порівняно з локальними рішеннями.
GWN Cloud	хмарний сервіс для управління мережевими пристроями Grandstream GWN (Wi-Fi точки доступу, комутатори, та маршрутизатори).	– центральне керування мережами з будь-якої точки світу – автоматичне оновлення прошивки – наявність інструментів для глибокої аналітики та звітності – безкоштовний сервіс	– відсутність локального резервного варіанту (окрім GWN Manager); – обмежений контроль у порівнянні з професійним рішеннями (наприклад, Cisco Meraki).

Назва	Призначення	Переваги	Недоліки
GWN Manager	локальне програмне забезпечення для управління мережею Wi-Fi Grandstream без потреби в хмарних сервісах.	– працює без підключення до інтернету; – вищий рівень безпеки; – можливість масштабування	– складність налаштування; – потрібен окремий сервер для роботи.
Grandstream UCM Remote Connect	хмарна система для безпечного підключення віддалених VoIP-користувачів до IP-ATC UCM6300.	– захищений тунель без складних VPN-налаштувань; – просте підключення віддалених телефонів; – інтеграція з GDMS.	– залежність від хмарної інфраструктури; – обмежена підтримка для старих моделей UCM.

В екосистемі MikroTik [12] реалізовано потужні інструменти для моніторингу та аналізу мережевої інфраструктури, які забезпечують гнучке керування та високу прозорість мережових процесів (табл.3):

Dude – інтелектуальна система централізованого моніторингу мережі, яка автоматично виявляє пристрої, створює візуальну топологію мережі та надає детальну інформацію про статус обладнання в режимі реального часу. Завдяки зручному графічному інтерфейсу адміністратор отримує повний контроль над структурою та станом мережі.

Traffic Flow – вбудований механізм для збору, аналізу та передачі статистики про мережовий трафік. Підтримує стандарти Net Flow, sFlow та інші формати, що дає змогу інтегрувати MikroTik з професійними системами аналізу трафіку та забезпечити глибоке розуміння навантаження на мережу, виявлення аномалій і оптимізацію її роботи.

Ці інструменти є невід’ємною частиною професійного середовища для адміністрування мультисервісних мереж на базі рішень MikroTik.

Таблиця 3

Інструменти управління та моніторингу обладнання MikroTik

Назва	Призначення	Переваги	Недоліки
Dude	система моніторингу, яка забезпечує автоматичне виявлення пристроїв мережі, має графічний інтерфейс для візуалізації мережі, здійснює моніторинг за допомогою SNMP, ICMP	– безкоштовний; – зручний графічний інтерфейс; – гнучка система сповіщень; – автоматичне виявлення пристроїв; – можливість моніторингу не тільки пристроїв MikroTik, але й SNMP-сумісних мережових пристроїв.	– працює тільки на Windows; – обмежена масштабованість; – негнучка система аналітики та звітів; – обмежені можливості збору метрик.
Traffic Flow	реалізація технології NetFlow, яка дозволяє здійснювати аналіз трафіку в мережі	– глибокий аналіз трафіку; – вбудований в RouterOS; – може працювати з PRTG та Wireshark.	– високе споживання ресурсу; – не використовується в малопотужних пристроях MikroTik (можуть бути затримки)

Компанія Juniper Networks надає широкий спектр програмних рішень для моніторингу, управління та аналітики мережевої інфраструктури, орієнтованих як на традиційні, так і на віртуалізовані середовища (табл.4) [13].

Таблиця 4

Інструменти управління та моніторингу обладнання Juniper

Назва	Призначення	Переваги	Недоліки
Junos OS	призначена для управління мережовим обладнанням.	– містить вбудовані інструменти для моніторингу та діагностики; – підтримує SNMP, що	– потребує певних знань для встановлення та роботи – висока вартість обладнання Juniper

Назва	Призначення	Переваги	Недоліки
		забезпечує можливість інтеграції з іншими системами моніторингу.	
J-Web GUI	веб-інтерфейс, призначений для управління мережевими обладнанням Juniper, працює в Junos OS	– веб-інтерфейс, який є альтернативою командному рядку; – інтуїтивно зрозумілий інтерфейс – легко впроваджуються зміни подачі інформації.	– обмежений функціонал порівняно з CLI, не всі можливості Junos OS доступні – відсутня підтримка всіх CLI-команд – не підходить для великих мереж.
Контролери управління безпроводовими мережами WLM	призначені для централізованого управління, моніторингу безпроводових мереж	– управління здійснюється через хмару; – здатність до масштабування; – можливість планувати, розгортати, оптимізувати та відстежувати бездротові мережі, для ефективного управління та моніторингу Wi-Fi мереж.	– не підходить для закритих систем та систем без інтернету; – висока вартість та витрати на обслуговування.

Основні інструменти управління та моніторингу обладнання Ubiquiti [14] наведено в табл. 5. Ці засоби охоплюють повний спектр функціональності для побудови, адміністрування, діагностики та масштабування як локальних, так і розподілених мережесистем. Програмні продукти компанії орієнтовані на спрощення процесів налаштування та централізованого управління, забезпечують інтеграцію з хмарними сервісами, а також підтримку автоматизованого виявлення несправностей і аналізу продуктивності. Вони адаптовані до різних типів обладнання – від точок доступу і маршрутизаторів серії UniFi до безпроводових операторських рішень на базі AirMAX і AirFiber, що дозволяє Ubiquiti залишатися одним із лідерів у сегменті доступних та ефективних мережесистем.

Таблиця 5

Інструменти управління та моніторингу обладнання Ubiquiti

Назва	Призначення	Переваги	Недоліки
UniFi Network Application	програмний комплекс для управління мережевими пристроями Ubiquiti UniFi	– гнучка система сповіщень – може працювати у хмарі; – наявність інструментів для глибокого моніторингу; – автоматичне виявлення пристроїв; – безкоштовна	– обмежена підтримка пристроїв; – немає інтеграції з SNMP; – не підходить для ISP; – для постійного моніторингу необхідний виділений сервер
UISP (Ubiquiti Internet Service Provider)	програмне рішення для використання інтернет-провайдером	– гнучка система сповіщень; – безкоштовна; – може працювати в хмарі; – наявність інструментів для глибокого аналізу мережі; – централізоване управління	– підтримка лише обладнання Ubiquiti; – для роботи необхідний окремий сервер

Отже, інструменти моніторингу, що розробляються безпосередньо виробниками комутаційного обладнання, безперечно є ефективними у межах відповідної екосистеми. Вони забезпечують глибоку інтеграцію з апаратною частиною, розширені функції керування, діагностики, автоматичного оновлення та підтримки. Проте, ключовим обмеженням таких рішень залишається їх вузька сумісність: більшість із них не підтримують повноцінну інтеграцію з обладнанням інших виробників або потребують складної адаптації для

забезпечення міжвендорної взаємодії. Це суттєво обмежує можливості централізованого моніторингу в гетерогенних мережах, де використовується обладнання різних брендів. Тому, у складних мультівендорних інфраструктурах доцільно застосовувати незалежні або універсальні системи моніторингу, що розроблені для роботи з широким спектром мережових пристроїв та забезпечують ширшу інтеграцію, гнучкість конфігурації та єдину точку контролю мережових процесів.

Такі системи не лише забезпечують сумісність на міжвендорному рівні, а й дозволяють працювати у режимі реального часу, виконувати аналіз журналів подій, здійснювати детальну візуалізацію трафіку, а також генерувати інтелектуальні сповіщення у разі виникнення критичних інцидентів. Однак, на відміну від вбудованих фірмових рішень, незалежні платформи – такі як *Zabbix*, *Nagios*, *NeDi*, *PRTG Network Monitor*, *Cacti*, *Wireshark* тощо – надають змогу здійснювати моніторинг і централізоване управління різнотипними пристроями мережі з єдиного інтерфейсу, що є особливо цінним для підтримки великих та різномірних інфраструктур.

Принцип взаємодії систем моніторингу з обладнанням різних виробників базується на використанні універсальних протоколів і стандартів передачі даних, які підтримуються більшістю сучасних мережових пристроїв. Найпоширенішими серед них є SNMP (Simple Network Management Protocol), HTTP/HTTPS API, ICMP (Internet Control Message Protocol), а також спеціалізовані експортуючі агенти та телеметричні сервіси, реалізовані в інфраструктурі окремих виробників. Завдяки цьому забезпечується ефективна взаємодія між мультівендорним обладнанням та незалежними системами моніторингу, навіть у складних і неоднорідних мережах.

Проведемо аналіз функціональних можливостей найбільш поширених універсальних системи моніторингу, які успішно використовуються для контролю та управління інфраструктурою в умовах технологічного різноманіття (табл. 6).

Таблиця 6

Функціональні можливості незалежних систем моніторингу

Тип моніторингу Система моніторингу	за рівнем аналізу				за методами збору даних				підтримка ОС	
	Інфраструктурний моніторинг	Моніторинг трафіку	Моніторинг продуктивності додатків	Безпековий моніторинг	Активний моніторинг	Пасивний моніторинг	Локальний моніторинг	Глобальний моніторинг	Windows	Linux
Zabbix	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nagios	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NeDi	–	–	+	+	+	+	+	–	+	+
Wireshark		+	–	+	–	+	–	–	+	+
PRTG	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–
Prometheus	+	–	+	–	+	+	+	–	+	+
Observium	+	–	–	–	+	+	–	–	+	+
Kismet	–	–	–	+	–	+	+	–	–	+
Cacti	+	+	–	–	–	+	+	–	+	+
Network Olympus	–	–	–	–	+	+	+	–	+	–

Примітка. Позначення: «+» – підтримує, «–» – не підтримує або не підтримує напряму, «+*» – підтримує при додаткових налаштуваннях.

Універсальна система моніторингу *Zabbix* забезпечує детальний контроль стану мережевого обладнання, серверів і додатків. Вона підтримує SNMP, IPMI, WMI та

агентський моніторинг. Zabbix має гнучку систему сповіщень, аналітику за рахунок збереження історії та можливість автоматизації типових завдань [9, 15-17].

Потужна система моніторингу Nagios дозволяє контролювати стан серверів, мережевого обладнання, додатків і служб. Підтримує агентний і безагентний методи збору даних, що дозволяє використовувати її в різних середовищах. Nagios може надсилати сповіщення адміністраторам у разі виявлення проблем, а також автоматично виконувати дії для їх усунення. Завдяки підтримці великої кількості плагінів система легко адаптується до специфічних потреб організацій [9, 18, 19].

Програмне забезпечення NeDi сканує мережу за MAC, IP та DNS адресами і створює власну базу даних. Дозволяє використовувати веб-інтерфейс для взаємодії з користувачем, що надає можливість здійснювати онлайн-моніторинг усіх фізичних пристроїв та їх розташування у вашій локальній мережі [20].

Рішення для комплексного моніторингу мережі PRTG Network Monitor сумісне з пристроями Windows, підтримує NetFlow, SNMP, WMI. Має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, вбудовані сенсори для моніторингу трафіку, серверів, сховищ даних та віртуальних машин. PRTG дозволяє створювати детальні графіки продуктивності, налаштовувати автоматичні сповіщення та аналізувати пропускну здатність мережі [9, 21].

Система моніторингу Cacti, яка підтримує SNMP, призначена для візуалізації стану обладнання та лінії зв'язку на різних рівнях мережі передачі даних за допомогою розвинутої системи побудови графіків для моніторингу параметрів. Cacti має повністю розподілену та стійку до збоїв структуру збору даних, розширені функції автоматизації на основі шаблонів для пристроїв та графіків, кілька методів збору даних, можливість розширення за допомогою плагінів функцій керування користувачами, групами та доменами на основі ролей [22].

Аналізатор мережевих пакетів Wireshark дозволяє перехоплювати та аналізувати мережевий трафік в режимі реального часу, здійснювати аналітику безпеки. Він не є повнофункціональною платформою моніторингу, яка збирає та аналізує дані в масштабі всієї мережі. Wireshark ідеально інтегрується з системами на базі *NIX, Windows та macOS [7].

Система моніторингу Observium працює з використанням протоколу SNMP та підтримує широкий спектр типів пристроїв, платформ і операційних систем, включаючи Windows, Linux, HP, Juniper, Cisco, Dell, FreeBSD та інші. Цей додаток дозволяє моніторити мережу в режимі реального часу, оцінити стан та продуктивність мережі та мережевого обладнання. В Observium доступні версії Community (безкоштовна) та Professional (платна) [15, 23].

Сучасна система моніторингу Prometheus, розроблена для збору метрик у хмарних середовищах та контейнеризованих інфраструктурах. Вона використовує базу даних time-series, що дозволяє зберігати та аналізувати збережені дані про продуктивність систем. Завдяки підтримки мови запитів PromQL Prometheus має можливість виконувати складний аналіз метрик, робити гнучкі запити та сповіщення в режимі реального часу. Для візуалізації даних Prometheus часто використовується разом із Grafana, що є ефективним рішенням для компаній, які працюють із мікросервісною архітектурою [24].

Система моніторингу мережі **Network Olympus** призначена для моніторингу стану пристроїв та служб, які потребують постійного контролю, що забезпечує працездатність системи, своєчасно виявляти потенційні проблеми та ефективно вирішувати їх, виконуючи різні сценарії та дії, надаючи докладні звіти про будь-які збої. Основною особливістю Network Olympus є наявність конструктора сценаріїв, який допомагає організувати схему моніторингу практично будь-якої складності для точного виявлення проблем та збоїв, а також автоматизувати їх усунення [15, 20].

Додаток Kismet який призначений для аналізу трафіку в безпроводових локальних мережах, а також дозволяє виявляти незаконні точки доступу, інші приховані пристрої [25, 26].

Більшість систем підтримує операційні системи Windows та Linux, принаймні через

SNMP чи інші протоколи. Для ОС Windows доцільніше використовувати Dude та PRTG, а для ОС Linux – Kismet, Network Olympus.

Значна частина систем моніторингу розповсюджуються з відкритим вихідним кодом і є безкоштовними. Однак, PRTG безкоштовний для незначної (до 10) кількості пристроїв, а масштабування мережі потребує використання платної версії системи. Observium доступний безкоштовно лише з обмеженим функціоналом, повний функціонал – платний. Складними системами моніторингу для налаштування та обслуговування вважаються Observium, Nedi, Kismet та Zabbix. Система Zabbix може здійснювати різні види моніторингу всієї інфраструктури, ефективно працювати при масштабуванні мережі. Вона розповсюджується безкоштовно, проте має складний інтерфейс, досить складна в налаштуванні та обслуговуванні. Окрім Zabbix, системи моніторингу Prometheus, Nagios, Observium та PRTG (платна версія) також гарно себе зарекомендували при роботі з великою кількістю мережових пристроїв.

Візуалізація процесів моніторингу представлена в усіх системах, але в Prometheus вона налаштовується досить складно.

Моніторинг в реальному часі (з затримками в кілька секунд) здійснюється Wireshark, Kismet, Network Olympus, NeDi, Dude та PRTG, з інтервалом до хвилини – Zabbix, Prometheus та Nagios, а з інтервалом до 5-10 хвилин – Cacti та Observium.

Більшість систем моніторингу функціонують з усією мережевою інфраструктурою, однак для здійснення пасивного аналізу трафіку безпроводових мереж Wi-Fi доцільно застосовувати Kismet, для активного аналізу – Wireshark. Для моніторингу систем з хмарною інфраструктурою необхідно застосовувати Prometheus, який підтримує моніторинг out-of-the-box.

Висновки. Моніторинг електронних комунікаційних мереж є критично важливою складовою забезпечення їх надійного, продуктивного та безпечного функціонування. Проведений аналіз інструментів моніторингу різнотипного комунікаційного обладнання ЕКМ та систем моніторингу мережі показав, що розмаїття технологічних рішень, представлених на ринку, дає змогу ефективно адаптувати системи моніторингу до різних масштабів і специфіки мережових інфраструктур – від локальних корпоративних мереж до розподілених хмарних середовищ.

Інструменти моніторингу фірм виробників комунікаційного обладнання та окремі рішення для мультивендерних мереж дозволяють здійснювати контроль за станом обладнання, виявляти перевантаження та несправності, аналізувати трафік, що забезпечує підвищення продуктивності, надійності та інформаційної безпеки. Показано, що найкращим рішенням є застосування комплексу інструментів та рішень моніторингу для попередження або виявлення проблем, що можуть виникнути під час роботи мережі, на самих ранніх стадіях.

Вибір конкретного рішення має ґрунтуватися на таких факторах, як: архітектура мережі, вимоги до безпеки, бюджет, технічна кваліфікація персоналу, наявність сумісного обладнання та необхідність підтримки сторонніх пристроїв.

Отже, для досягнення високого рівня керованості та надійності ЕКМ доцільно впроваджувати інтегровані системи моніторингу, які поєднують гнучкість налаштувань, можливість аналітики у реальному часі та підтримку сучасних стандартів збирання та обробки мережових даних. Надалі варто здійснити дослідження щодо побудови гібридних систем моніторингу із застосуванням методів штучного інтелекту та машинного навчання для автоматизованого виявлення аномалій та прогнозування збоїв у мережах.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Стратегія розвитку сфери електронних комунікацій України на період до 2030 року. Міністерство цифрової трансформації України.
<https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/Стратегія:15:05.pdf>

2. М.Г. Тренбов, А.Г. Прокопенко Основні принципи роботи та вимоги до створення структур перспективних систем моніторингу розподілених інформаційно-телекомунікаційних мереж / Телекомунікаційні та інформаційні технології, 2024. № 3(84), С.77-85, <https://doi.org/10.31673/2412-4338.2024.037785>
3. Контроль якості електронних комунікаційних послуг. Технології та процедури. Український державний центр радіочастот. <https://www.ucrf.gov.ua/pres-centr/news/kontrol-iaakosti-elektronnykh-komunikatsiinykh-posluh-tekhnohii-ta-protsedury>.
4. Сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку в Україні електронних адміністративних послуг Аналітична записка. / Інститут стратегічних досліджень. <https://www.niss.gov.ua/doslidzhennya/politika/suchasniy-stan-problemi-i-perspektivi-rozvitku-v-ukraini-elektronnikh>
5. П.Ю. Паталашко, Н.І. Кушніренко, Н.Г. Козаченко, Н.В. Бойко Розробка системи моніторингу подій інформаційної безпеки / Інформатика та математичні методи в моделюванні, 2023. Том13, № 3-4, С. 282-292. <https://DOI 10.15276/imms.v13.no3-4.282>
6. І.В. Касовська, О.Д. Шаповаленко, І.М. Луценко Програмні комплекси мережевого моніторингу для підвищення ефективності захисту мереж / Сучасний захист інформації, 2021. №1(45), С. 47-52. <https://DOI: 10.31673/2409-7292.2021.014757>
7. Jakub Svoboda, Ibrahim Ghafir and Vaclav Prenosil Network Monitoring Approaches: An Overview / International Journal of Advances in Computer Networks and Its Security – IJCSNS, 2015. Vol.5, issue 2, p. 88-93. https://www.researchgate.net/profile/Ibrahim_Ghafir/publication/305957483_Network_Monitoring_Approaches_An_Overview/links/57a75c9d08aefe6167bc1f91/Network-Monitoring-Approaches-An-Overview.pdf
8. Inna Stetsenko, Anton Myroniuk Software for collecting and analyzing metrics in the highly loaded applications based on the Prometheus monitoring system / *Information, Computing and Intelligent Systems*, 2024. № 5, p. 17–28. <https://doi.org/10.20535/2786-8729.5.2024.316366>
9. Atish Barhate Comparison of Network Monitoring Tools: PRTG, SolarWinds, Nagios, Zabbix, and Datadog [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.linkedin.com/pulse/comparison-network-monitoring-tools-prtg-solarwinds-nagios-atish-b-26bwf>
10. Офіційний сайт Cisco. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.cisco.com/c/uk_ua/index.html
11. Official website Grandstream.[Online]. Available: <https://www.grandstream.com/>
12. Official website MikroTik.[Online]. Available: <https://mikrotik.com/>
13. Official website Juniper.[Online]. Available: <https://www.juniper.net/>
14. Official website Ubiquiti. [Online]. Available: <https://uisp.com/us/uisp-overview>
15. О. Тарасенко, В. Христов, Д. Аксинін Адміністрування та моніторинг комп'ютерних мереж як метод вирішення сучасних проблем у фінансових системах. / Фінансово-кредитні системи: перспективи розвитку, 2021. № 3, С. 64-71. <https://doi.org/10.26565/2786-4995-2021-3-07>
16. Технології моніторингу та трафік-інжинірингу в телекомунікаційних мережах [Електронний ресурс] : підручник для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / П. В. Кучернюк. КПП ім. Ігоря Сікорського, 2021. 257 с. Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/cb5f54ef-a510-46f7-adbb-b5b3b28016a6/content>
17. Official website Zabbix. [Online]. Available: <https://www.zabbix.com/>
18. Official website Nagios. [Online]. <https://www.nagios.com/>.
19. Nagios Resource Library. [Online]. Available: <https://library.nagios.com/>
20. SoftinventivLab. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.softinventive.com.ua/best-network-monitoring-tools>
21. Official website PRTG. [Online]. Available: <https://www.paessler.com/prtg>
22. Official website Cacti. [Електронний ресурс]. <https://cacti.net/>
23. Official website Observium. <https://www.observium.org/>
24. Official website Prometheus. <https://prometheus.io/>
25. Official website Kismet. <https://www.kismetwireless.net/docs/readme/intro/kismet/>
26. Kismet: Wi-Fi, Bluetooth, RF, and more. <https://www.kismetwireless.net/>

REFERENCES:

1. “Strateghija rozvytku sfery elektronnykh komunikacij Ukrajiny na period do 2030 roku. Ministerstvo cyfrovoi transformaciji Ukrajiny” [Strategy for the Development of the Electronic Communications Sector of Ukraine for the Period Until 2030. Ministry of Digital Transformation of Ukraine.] <https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/Стратегія:15:05.pdf>
2. M.Gh. Trenjov and A.Gh. Prokopenko (2025), “Osnovni pryncypy roboty ta vymoghy do stvorennya struktur perspektyvnykh system monitorynghu rozpodilenykh informacijno-telekomunikacijnykh merezh” [Basic principles of operation and requirements for creating structures of promising monitoring systems for distributed information and telecommunication networks], *Telecommunications and information technologies*, № 3(84), pp.77-85. <https://doi.org/10.31673/2412-4338.2024.037785>
3. “Kontrolj yakosti elektronnykh komunikacijnykh poslugh. Tekhnologhiji ta procedury.” [Quality control of electronic communication services. Technologies and procedures.], Ukrainian State Center for Radio Frequencies. <https://www.ucrf.gov.ua/pres-centr/news/kontrol-iakosti-elektronnykh-komunikatsiinykh-poslugh-tekhnologhii-ta-protsedury>
4. “Suchasnyj stan, problemy i perspektyvy rozvytku v Ukraini elektronnykh administratyvnykh poslugh Analitychna zapyska.” [Current status, problems and prospects for the development of electronic administrative services in Ukraine. Analytical note.], Institute for Strategic Studies. <https://www.niss.gov.ua/doslidzhennya/politika/suchasnyj-stan-problemi-i-perspektivi-rozvitku-v-ukraini-elektronnykh>
5. P.Ju. Patalashko, N.I. Kushnirenko, N.Gh. Kozachenko and N.V. Bojko (2024) “Rozrobka systemy monitorynghu podij informacijnoji bezpeky” [Development of an information security event monitoring system], *Informatics and Mathematical Methods in Simulation*, Vol.14, No. 4, pp. 273-283. <https://DOI.10.15276/imms.v13.no3-4.282>
6. I.V. Kasovsjka, O.D. Shapovalenko and I.M. Lucenko (2021) “Proghramni komplekxy merezhvogho monitorynghu dlja pidvyshhennja efektyvnosti zakhystu merezh” [Network monitoring software packages to improve network protection efficiency], *Modern information protection*, №1(45), pp. 47-52. <https://DOI:10.31673/2409-7292.2021.014757>
7. Jakub Svoboda, Ibrahim Ghafir and Vaclav Prenosil (2015) *Network Monitoring Approaches: An Overview / International Journal of Advances in Computer Networks and Its Security*, Vol.5, issue 2, pp. 88-93. https://www.researchgate.net/profile/Ibrahim_Ghafir/publication/305957483_Network_Monitoring_Approaches_An_Overview/links/57a75c9d08aefe6167bc1f91/Network-Monitoring-Approaches-An-Overview.pdf
8. Inna Stetsenko and Anton Myroniuk (2024) Software for collecting and analyzing metrics in the highly loaded applications based on the Prometheus monitoring system / *Information, Computing and Intelligent Systems*, № 5, pp. 17–28. <https://doi.org/10.20535/2786-8729.5.2024.316366>
9. Atish Barhate Comparison of Network Monitoring Tools: PRTG, SolarWinds, Nagios, Zabbix, and Datadog. <https://www.linkedin.com/pulse/comparison-network-monitoring-tools-prtg-solarwinds-nagios-atish-b-26bwf>
10. Official website caйт Cisco. https://www.cisco.com/c/uk_ua/index.html
11. Official website Grandstream.[Online]. Available: <https://www.grandstream.com/>
12. Official website MikroTik.[Online]. Available: <https://mikrotik.com/>
13. Official website Juniper.[Online]. Available: <https://www.juniper.net/>
14. Official website Ubiquiti. [Online]. Available: <https://uisp.com/us/uisp-overview>
15. O. Tarasenko, V. Khrystoiev and D. Aksynin (2021)“Administruvannia ta monitorynh kompiuternykh merezh yak metod vyrishennia suchasnykh problem u finansovykh systemakh” [Administration and monitoring of computer networks as a method of solving modern problems in financial systems] *Financial and credit systems: development prospects*, № 3, pp. 64-71. <https://doi.org/10.26565/2786-4995-2021-3-07>
16. P. V. Kucherniuk (2021)“Tekhnologhii monitorynhu ta trafik-inzhynirynhu v telekomunikatsiinykh merezhakh” [Monitoring and traffic engineering technologies in telecommunication networks] 257 p. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/cb5f54ef-a510-46f7-adbb-b5b3b28016a6/content>
17. Official website Zabbix. [Online]. Available: <https://www.zabbix.com/>
18. Official website Nagios. [Online]. <https://www.nagios.com/>.

19. Nagios Resource Library. [Online]. Available: <https://library.nagios.com/>
20. SoftinventivLab. <https://www.softinventive.com.ua/best-network-monitoring-tools>
21. Official website PRTG. <https://www.paessler.com/prtg>
22. Official website Cacti. <https://cacti.net/>
23. Official website Observium. <https://www.observium.org/>
24. Official website Prometheus. <https://prometheus.io/>
25. Official website Kismet. <https://www.kismetwireless.net/docs/readme/intro/kismet/>
26. Kismet: Wi-Fi, Bluetooth, RF, and more. <https://www.kismetwireless.net/>

Ph.D. Pogrebniak L.M., Lukina K.V.

ANALYSIS OF MONITORING MEANS OF ELECTRONIC COMMUNICATION NETWORKS

The article considers current issues of monitoring electronic communication networks in the context of the rapid development of information technologies, the growth of cyber threats, and the peculiarities of the functioning of network infrastructure during martial law.

The main attention is paid to the analysis of modern software and hardware tools used to monitor the performance and security of electronic communication networks, as well as for the prompt detection of overloads, failures, anomalies, and potentially dangerous activity.

A comparative analysis of modern network monitoring tools from leading communication equipment manufacturers, including Cisco, MikroTik, Juniper, Ubiquiti and Grandstream, was conducted. It was shown that the tools they offer provide effective functionality, automated updates, flexible data analysis tools, and support, but have limited integration capabilities with devices from other manufacturers. This makes it difficult to implement centralized monitoring systems in networks with a mixed structure.

Independent universal monitoring systems, such as Zabbix, Nagios, NeDi, PRTG Network Monitor, Cacti, Wireshark, which are able to interact with a wide range of different types of network equipment using open protocols (SNMP, HTTP/HTTPS API, ICMP), are also considered. The advantages of such systems in the context of scalability, adaptability and configuration flexibility are shown.

The feasibility of a hybrid approach to building monitoring systems is substantiated, which combines the functionality of vendor and independent solutions, which allows achieving a high level of data detail and visualization, performing operational analytics in real time, forming an effective incident response system, and ensuring high resilience of a heterogeneous network to external influences and cyber threats.

Keywords: monitoring, monitoring tools and systems, network management, services, network resources, security.

ПРИНЦИПИ ВПРОВАДЖЕННЯ ПРОБЛЕМНОГО НАВЧАННЯ В ПІДГОТОВКУ МАЙБУТНІХ ОФІЦЕРІВ ПІД ЧАС ВЕДЕННЯ ВІЙНИ

Стаття присвячена загальній проблемі модернізації системи підготовки військових фахівців, зокрема за спеціальністю “Радіoeлектронна розвідка”, у вищих військових навчальних закладах України в умовах сучасних бойових дій. На сьогодні спостерігається швидке старіння знань та недостатність традиційних, переважно інформаційно-ілюстративних, методів навчання для формування компетенцій, необхідних для ефективної діяльності в динамічному, складному та невизначеному середовищі (концепція VUCA (volatility, uncertainty, complexity and ambiguity)). Обґрунтовано критичну важливість розвитку у майбутніх офіцерів не лише технічних навичок, а й гнучкості мислення, креативності, здатності до самостійного вирішення нестандартних завдань, критичного аналізу та безперервного навчання протягом усього періоду служби (lifelong learning).

У статті проаналізовано теоретичні засади та практичні аспекти впровадження PBL (Problem-Based Learning) в освітній процес вищих військових навчальних закладів. Розглянуто сутність PBL (Problem-Based Learning) як студент-центрованого підходу, що базується на вирішенні автентичних комплексних проблем. Детально досліджено механізм створення проблемної ситуації як рушійної сили навчання, що виникає на межі наявних знань та необхідності здобуття нових. Показано трансформацію ролі викладача від транслятора знань до фасилітатора освітнього процесу. Висвітлено різні рівні імплементації PBL: від проблемного викладу лекційного матеріалу, через організацію частково-пошукової діяльності на семінарах, практичних і лабораторних заняттях (із можливим використанням моделювання та симуляцій), до повної самостійної творчої діяльності курсантів у рамках науково-дослідної роботи й виконання кваліфікаційних проєктів. Наголошено на важливості системної інтеграції проблемного навчання (Problem-Based Learning) в освітню програму та адаптації методів оцінювання.

Стаття доводить, що цілеспрямоване впровадження PBL сприяє формуванню в курсантів ключових компетентностей: критичного та системного мислення, навичок самостійного пошуку й аналізу інформації, здатності до співпраці, ефективної комунікації, креативності в пошуку рішень, а також внутрішньої мотивації до навчання та професійного самовдосконалення. З’ясовано, що PBL (Problem-Based Learning) ефективно готує фахівців до дій в умовах невизначеності й інформаційної перевантаженості.

Проблемно-орієнтоване навчання розглянуто як невід’ємний та перспективний компонент сучасної системи військової освіти. Однак його успішна імплементація потребує комплексного підходу, що включає методичну підготовку викладачів, розробку якісних навчальних проблем, інституційну підтримку, гнучкість навчальних планів і гармонійне поєднання з іншими ефективними освітніми технологіями. Подальший розвиток та адаптація PBL (Problem-Based Learning) у вищих військових навчальних закладах є важливим кроком до підвищення обороноздатності України через підготовку висококваліфікованих, адаптивних та ініціативних офіцерських кадрів.

Ключові слова: проблема, проблемна ситуація, проблемне навчання, радіoeлектронна розвідка, військовий фахівець.

Вступ та постановка проблеми. В умовах сучасних бойових дій кваліфікація військового фахівця зазнає швидкого старіння. Навіть відмінна підготовка у вищому військовому навчальному закладі (далі – ВВНЗ) не гарантує довгострокової компетентності, якщо випускник не володіє навичками постійного самостійного оновлення знань [1]. Реалії служби щоденно зумовлюють перед спеціалістами виклики та ставлять нестандартні завдання, що потребують ефективних рішень. Ця вимога до безперервного професійного зростання знаходить своє відображення в концепції навчання протягом життя (lifelong learning), яка є особливо критичною для динамічних професій, зокрема у військовому секторі [2]. Здатність самостійно розв'язувати проблеми та поповнювати багаж знань і вмінь нерозривно пов'язана з креативним потенціалом особистості [3]. Відповідно, культивування творчих здібностей та підготовка до інноваційної діяльності стають об'єктивною вимогою, зумовленою як удосконаленням професійних стандартів, так і природою сучасних конфліктів, що характеризуються високою волатильністю, невизначеністю, складністю та неоднозначністю (концепція VUCA) [4].

З огляду на це першочерговим завданням сучасної вищої військової школи стає не стільки здобуття курсантами фіксованого обсягу знань чи формування конкретних навичок, скільки цілеспрямований розвиток їхнього творчого мислення та стимулювання пізнавальної активності [5]. Система військової освіти має формувати у майбутнього фахівця за спеціальністю “Радіoeлектронна розвідка” здатність до критичного аналізу, самостійного пошуку рішень та усвідомлену потребу в безперервному навчанні, що є життєво необхідним в умовах оборони України.

Серед педагогічних підходів, що сприяють формуванню творчого ставлення до виконання практичних завдань, особливе місце займає проблемно-орієнтоване навчання (Problem-Based Learning, далі – PBL) [6]. Його сутність полягає в конструюванні освітнього процесу навколо аналізу та розв'язання релевантних проблем. У рамках PBL викладач пропонує курсантам навчальні проблеми, над вирішенням яких вони працюють самостійно або у співпраці, за його фасилітаційної підтримки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасна педагогічна наука значно поглибила розуміння механізмів та ефективності PBL. Метааналітичні дослідження вказують на переваги цього підходу для розвитку навичок застосування знань та їх довготривалого утримання, хоча засвоєння фундаментальних понять на початковому етапі може вимагати інтеграції з іншими методами [7]. Ключову роль у PBL відіграють процеси самоспрямованого навчання (self-directed learning) [8] та формування здатності до критичного осмислення інформації [9].

Метою статті є: обґрунтування шляхів підвищення якості підготовки майбутніх офіцерів за спеціальністю “Радіoeлектронна розвідка” в умовах воєнного стану через імплементацію методології проблемно-орієнтованого навчання.

Виклад основного матеріалу. Термін “проблема” в освітньому контексті PBL позначає комплексне теоретичне чи практичне питання, що спонукає до дослідження та пошуку розв'язку [6]. У науковому дискурсі проблему часто розуміють як суперечливу ситуацію, що потребує розробки адекватної теоретичної моделі для пояснення певних феноменів. У вузчому (дидактичному) сенсі проблема – це завдання, що вимагає активного пошуку розв'язання. Ефективні навчальні проблеми для PBL характеризуються автентичністю (зв'язком із майбутньою професійною діяльністю), багатогранністю та відсутністю єдиного правильного шляху вирішення [10].

Застосування PBL на заняттях із військово-технічних дисциплін відкриває можливості для:

- індивідуалізації навчання: виявлення та розвитку унікальних схильностей курсантів;
- активізації когнітивних процесів: стимулювання допитливості, дослідницької поведінки та глибокого аналізу, адже готові відповіді відсутні [7];
- розвитку комунікативних навичок: формування вміння ефективно взаємодіяти в

команді, слухати та аргументовано обстоювати свою позицію [6];

підвищення мотивації: посилення інтересу до пізнання через практичну значущість проблем;

трансформації ролі викладача: перехід від функції контролера до фасилітатора, консультанта та партнера в освітньому процесі [11].

Навчальні проблеми, на відміну від реальних (ще не розв'язаних наукою чи практикою), мають відомі викладачу шляхи вирішення, але для курсанта вони постають як пізнавальний виклик.

Щоб навчальне завдання перетворилося на справжню проблему для курсанта, необхідне дотримання двох умов. По-перше, він повинен мати достатній базовий рівень знань для розуміння суті завдання (активація попереднього досвіду). По-друге, має усвідомити, що наявних знань та стандартних підходів недостатньо для розв'язання, це створює потребу в новій інформації та нових стратегіях (ідентифікація прогалини у знаннях) [12]. Саме цей стан когнітивного дисонансу, усвідомлена суперечність між відомим і невідомим, слугує потужним стимулом для навчання в рамках PBL [8]. Якщо ж завдання є надто простим або, навпаки, незрозумілим через брак базових знань, то проблемна ситуація не виникає.

Критично важливо, щоб проблеми, які порушують перед курсантами, були для них професійно значущими та пізнавально привабливими мотивами до пошуку рішення [10]. Це перегукується з реальною науковою та практичною діяльністю, де вирішуються лише актуальні завдання, у яких є нагальна потреба.

Усвідомлена та прийнята курсантом проблемна ситуація трансформується в проблему, яка доповнена конкретними параметрами та умовами, стає проблемним завданням. Як зазначається в педагогічній літературі, саме відчуття недостатності наявних знань у ході розв'язання зрозумілої задачі активізує розумову діяльність, спрямовану на подолання труднощів та набуття нових компетенцій (знань, умінь і навичок) [12].

Отже, конфігурація ефективних проблемних ситуацій вимагає від викладача глибокого розуміння рівня підготовленості курсантів та чіткого бачення навчальних цілей. Формулювання проблеми має бути таким, щоб зацікавити аудиторію, спонукати до самостійного пошуку та подолання інтелектуальних перешкод [11].

Навчальні проблеми мають органічно впливати з логіки дисципліни, відображаючи ключові аспекти досліджуваних процесів. Їх масштаб може варіюватися від окремого питання на занятті до наскрізної проблеми курсу. Фундаментальні проблеми дисципліни доцільно висвітлювати на вступних лекціях, а потім послідовно розкривати шляхи їх розв'язання протягом курсу, розбиваючи на менші підпроблеми.

Теоретичний виклад матеріалу в форматі PBL доповнюється практичними завданнями творчого характеру, що виконуються курсантами під час самостійної роботи, на семінарах, лабораторних та практичних заняттях. Курсові, бакалаврські та магістерські проекти також можуть бути сформульовані як комплексні навчальні проблеми. Важливо, щоб система оцінювання відповідала цілям PBL та фокусувалася не лише на знаннях, а й на процесі їх здобуття та застосування [13].

Типологія проблемних завдань може включати: пошук рішень за недостатніх вихідних даних, вибір оптимального варіанта з множини за повної чи неповної інформації, знаходження невідомих критеріїв для оптимізації, розв'язання задач за аналогією, аналіз ситуацій із суперечливими даними тощо. Виконання таких завдань активізує як індуктивне, так і дедуктивне мислення. Для майбутніх фахівців зі спеціальності "Радіоелектронна розвідка" особливої актуальності набуває використання комп'ютерного моделювання для аналізу проблемних ситуацій [14]. Застосування аналогії, екстраполяції та інших евристичних методів є невід'ємною частиною пошуку розв'язків.

Ключовим результатом PBL є формування в курсантів здатності до самостійного прийняття рішень, гнучкості мислення, вміння діяти в умовах обмеженого часу та

інформації, що розвиває творчу уяву та інтуїцію. Ці якості є надзвичайно цінними для офіцерів за спеціальністю “Радіоелектронна розвідка”, яким доводиться працювати в умовах високої невизначеності [4, 12].

Проблемно-орієнтоване навчання розглядається як педагогічна система, що через створення та вирішення проблемних ситуацій цілеспрямовано активізує мисленнєві процеси й поведінкові патерни тих, хто навчається. Його можна охарактеризувати як курсант-центрований підхід, коли знання здобуваються через активний досвід розв’язання відкритих, комплексних проблем [6, 11]. На відміну від традиційного навчання, де викладач є основним джерелом готової інформації, у PBL він є фасилітатором, що скеровує пошук, стимулює критичне мислення та допомагає курсантам самостійно конструювати знання й виробляти власну аргументовану позицію [9, 11].

Процес розв’язання проблеми в PBL зазвичай включає такі етапи, як: аналіз та усвідомлення проблемної ситуації, чітке формулювання проблеми, висування гіпотез, пошук та аналіз інформації, перевірка гіпотез та обґрунтування рішення, рефлексія процесу й результатів [11]. Цей ітеративний цикл сприяє глибокому засвоєнню матеріалу та розвитку метакогнітивних навичок.

Отже, PBL є не просто набором методів, а цілісною змістовно-методичною системою, що стимулює творчу активність і самостійність курсантів. Її цілеспрямоване застосування дозволяє суттєво підвищити ефективність підготовки майбутніх фахівців за спеціальністю “Радіоелектронна розвідка”.

Для постановки та вирішення навчальних проблем використовуються різноманітні дидактичні прийоми: аналіз кейсів, різноманітні тематичні дискусії, постановка дослідницьких завдань, що вимагають самостійного пошуку інформації [8], моделювання ситуацій з кількома варіантами рішень [10], інтеграція знань із суміжних дисциплін.

Рівень застосування PBL може варіюватися залежно від ступеня самостійності курсантів та ролі викладача [6]. Можна виділити три умовні рівні. Розглянемо їх детальніше.

Проблемний виклад. Викладач сам порушує проблему і демонструє логіку її вирішення, розкриваючи суперечності та шляхи їх подолання. Курсанти є переважно спостерігачами, але сам процес проблемного викладу активізує їхнє мислення. Цей рівень часто реалізується на лекціях, які структурують навколо ключової проблеми: аналіз вихідних даних → формулювання проблеми → пошук напрямків рішення → аналіз результатів.

Приклад. Під час вивчення радіотехнічної системи замість послідовного опису її компонентів та характеристик викладач може почати з аналізу тактико-технічних вимог, розглянути альтернативні варіанти технічних рішень, обґрунтувати вибір конкретної (часто компромісної) схеми, проаналізувати її переваги та недоліки і лише потім порівняти з реальним зразком, стимулюючи курсантів до роздумів про можливі шляхи вдосконалення. Така лекція перетворюється на спільне інтелектуальне дослідження [5].

Частково-пошукова діяльність. Курсанти отримують від викладача чітко сформульовану проблему, самостійно аналізують її, визначають необхідні знання та шляхи їх пошуку (література, експеримент, розрахунки). Вирішення проблеми відбувається за консультативної підтримки викладача-фасилітатора [11]. Цей рівень характерний для семінарів, практичних, лабораторних занять та самостійної роботи [8]. На семінарах це реалізується через дискусійні питання, аналіз різних поглядів, підготовку рефератів з елементами дослідження [9]. На практичних заняттях – через розв’язання завдань, що вимагають інтеграції знань та вибору оптимального рішення з кількох варіантів. Лабораторні роботи стають проблемно-орієнтованими, коли курсанти не просто виконують інструкцію, а самостійно планують експеримент, обирають обладнання, проводять дослідження та інтерпретують результати. Використання математичного моделювання й симуляторів також може бути ефективним інструментом на цьому рівні, особливо в технічних дисциплінах [14].

Самостійна творча діяльність. Курсанти можуть самостійно визначати проблему в рамках заданої теми або отримувати її від викладача. Увесь процес дослідження – від

планування до аналізу результатів – здійснюється максимально автономно. Роль викладача зводиться до консультування та загального контролю. Цей рівень реалізується під час виконання курсових, дипломних робіт, участі в науково-дослідній роботі, підготовки до конференцій, а також під час командно-штабних навчань і вирішення комплексних тактико-спеціальних завдань. Саме тут найповніше розвиваються навички самостійного навчання та експертного мислення [3, 8].

Навіть контрольні заходи (тести, заліки, іспити) доцільно проектувати так, щоб вони перевіряли не стільки пам'ять, скільки здатність аналізувати, синтезувати інформацію та застосовувати знання для вирішення нестандартних завдань [9, 13].

Фундаментальна відмінність PBL від традиційних підходів полягає у зміщенні акценту з передачі готових знань на формування в майбутніх фахівців методів самостійного пізнання та вирішення професійних завдань [6, 8]. Це вимагає змін не лише в методиці, а й у відборі та структуруванні змісту навчання.

Хоча навчальні плани та програми визначають обов'язковий обсяг знань і навичок, їх засвоєння можна організувати в рамках PBL. Це можливо через побудову ієрархічної системи навчальних проблем: від загальних проблем підготовки за фахом, що впливають із цільових настанов, до комплексних проблем, які інтегрують кілька дисциплін, а також фундаментальних проблем окремих дисциплін, які, у свою чергу, деталізуються до рівня тем і занять. Такий системний підхід забезпечує логічну послідовність та взаємозв'язок усього освітнього процесу, підвищує усвідомленість навчання, усуває дублювання та надлишковість інформації [13]. Навіть той матеріал, що має описовий чи фактологічний характер, подається не ізольовано, а як необхідний інструмент для вирішення конкретних проблем.

При цьому не обов'язково всі заняття проводити виключно у форматі PBL. Ефективним може бути поєднання різних методів (гібридні моделі), де традиційні лекції чи тренувальні вправи підпорядковані загальній логіці вирішення навчальних проблем [6].

Висновки. Повноцінна імплементація проблемно-орієнтованого навчання у ВВНЗ залишається актуальним викликом. Оскільки PBL має значний потенціал для вдосконалення підготовки майбутніх офіцерів за спеціальністю “Радіоелектронна розвідка”, то воно не може розглядатися ізольовано. Його слід інтегрувати як важливий компонент у загальну педагогічну систему закладу [13, 14]. Досягнення максимальної ефективності можливе лише за умови комплексного підходу, що гармонійно поєднує PBL з іншими перевіреними методами навчання та виховання, враховуючи специфіку підготовки військових фахівців у сучасних умовах та нагальну потребу у високоадаптивних спеціалістах, здатних ефективно діяти в складних і мінливих обставинах [2, 4]. Успішне впровадження PBL вимагає не лише розроблення відповідних методичних матеріалів, але й серйозної роботи з підготовки викладачів, інституційної підтримки та гнучкості в перебудові навчальних програм [5].

ЛІТЕРАТУРА:

1. Billett, S. (2009). Realising the educational worth of integrating work experiences in higher education. *Studies in Higher Education*, 34 (7), 827–843. <https://doi.org/10.1080/03075070802706561>.
2. Field, J. (2012). *Lifelong Learning and the New Educational Order* (3rd ed.). Trentham Books.
3. Scott, G., Leritz, L. E., & Mumford, M. D. (2004). The Effectiveness of Creativity Training: A Quantitative Review. *Creativity Research Journal*, 16(4), 361–388. https://doi.org/10.1207/s15326934crj1604_1.
4. Johansen, B. (2012). *Leaders Make the Future: Ten New Leadership Skills for an Uncertain World* (2nd ed.). [Електронний ресурс]. Berrett-Koehler Publishers. Режим доступу до журн.: https://www.bkconnection.com/static/Leaders_Make_the_Future_2nd_EXCERPT.pdf.
5. Graaff, E. de, & Kolmos, A. (Eds.). (2007). *Management of change: Implementation of problem-based and project-based learning in engineering*. Sense Publishers. URL: <https://brill.com/display/title/37235>.

6. Savery, J. R. (2015). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. In: Walker, A., Leary, H., Hmelo-Silver, C.E., Ertmer, P.A. (Eds.) *Essential Readings in Problem-Based Learning*. Purdue University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt6wq6fh>.
7. Strobel, J., & van Barneveld, A. (2009). When is PBL More Effective? A Meta-synthesis of Meta-analyses Comparing PBL to Conventional Classrooms. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 3(1), 44–58.
8. Loyens, S. M., Magda, J., & Rikers, R. M. (2008). Self-directed learning in problem-based learning and its relationships with study outcomes. *Educational Psychology Review*, 20(4), 411–427.
9. Tiwari, A., Lai, P., So, M., & Yuen, K. (2006). A comparison of the effects of problem-based learning and lecturing on the development of students' critical thinking. *Medical Education*, 40(6), 547–554. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16700770/>.
10. Sockalingam, N., & Schmidt, H. G. (2011). Characteristics of problems for problem-based learning: The students' perspective. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 5(1), 6–33. URL: <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1135&context=ijpbl>.
11. Yew, E. H., & Goh, K. (2016). Problem-Based Learning: An Overview of its Process and Impact on Learning. *Health Professions Education*, 2(2), 75–79. URL: <https://hpe.researchcommons.org/journal/vol2/iss2/3/>.
12. Schmidt, H. G., Van der Molen, H. T., Te Winkel, W. W., & Wijnen, W. H. (2009). Problem-based learning: Does it prepare students to deal with uncertainty? *Medical Teacher*, 31(6), 549–552.
13. Hung, W. (2011). Theory to reality: A few issues in implementing problem-based learning. *Educational Technology Research and Development*, 59(4), 529–552.
14. Uden, L., & Beaumont, C. (2006). *Technology and Problem-based Learning*. Information Science Publishing.

REFERENCES:

1. Billett, S. (2009). Realising the educational worth of integrating work experiences in higher education. *Studies in Higher Education*, 34(7), 827–843.
2. Field, J. (2012). *Lifelong Learning and the New Educational Order* (3rd ed.). Trentham Books.
3. Scott, G., Leritz, L. E., & Mumford, M. D. (2004). The effectiveness of creativity training: A quantitative review. *Creativity Research Journal*, 16(4), 361–388.
4. Johansen, B. (2012). *Leaders Make the Future: Ten New Leadership Skills for an Uncertain World* (2nd ed.). [Электронный ресурс]. Berrett-Koehler Publishers. Режим доступа до журн.: https://www.bkconnection.com/static/Leaders_Make_the_Future_2nd_EXCERPT.pdf.
5. Graaff, E. de, & Kolmos, A. (Eds.). (2007). *Management of change: Implementation of problem-based and project-based learning in engineering*. Sense Publishers. URL: <https://brill.com/display/title/37235>.
6. Savery, J. R. (2015). Overview of Problem-based Learning: Definitions and Distinctions. In: Walker, A., Leary, H., Hmelo-Silver, C.E., Ertmer, P.A. (Eds.) *Essential Readings in Problem-Based Learning*. Purdue University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctt6wq6fh>.
7. Strobel, J., & van Barneveld, A. (2009). When is PBL More Effective? A Meta-synthesis of Meta-analyses Comparing PBL to Conventional Classrooms. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 3(1), 44–58.
8. Loyens, S. M., Magda, J., & Rikers, R. M. (2008). Self-directed learning in problem-based learning and its relationships with study outcomes. *Educational Psychology Review*, 20(4), 411–427.
9. Tiwari, A., Lai, P., So, M., & Yuen, K. (2006). A comparison of the effects of problem-based learning and lecturing on the development of students' critical thinking. *Medical Education*, 40(6), 547–554. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16700770/>.
10. Sockalingam, N., & Schmidt, H. G. (2011). Characteristics of problems for problem-based learning: The students' perspective. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 5(1), 6–33. URL: <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1135&context=ijpbl>.
11. Yew, E. H., & Goh, K. (2016). Problem-Based Learning: An Overview of its Process and Impact on Learning. *Health Professions Education*, 2(2), 75–79. URL: <https://hpe.researchcommons.org/journal/vol2/iss2/3/>.
12. Schmidt, H. G., Van der Molen, H. T., Te Winkel, W. W., & Wijnen, W. H. (2009). Problem-based learning: Does it prepare students to deal with uncertainty? *Medical Teacher*, 31(6), 549–552.

13. Hung, W. (2011). Theory to reality: A few issues in implementing problem-based learning. *Educational Technology Research and Development*, 59(4), 529–552.

14. Uden, L., & Beaumont, C. (2006). *Technology and Problem-based Learning*. Information Science Publishing.

Andrushchenko I.S., Ph.D. Stavisiuk R.L., Ph.D. Sinko V.V., Ostapchuk O.M.

PRINCIPLES OF IMPLEMENTING PROBLEM-BASED LEARNING IN THE TRAINING OF FUTURE OFFICERS DURING WARFARE

The article is devoted to the urgent problem of modernizing the system of training military specialists, in particular in the specialty of “Electronic Intelligence”, in higher military educational institutions of Ukraine in the context of modern warfare. Today, there is a rapid obsolescence of knowledge and insufficiency of traditional, mainly informational and illustrative, teaching methods to develop the competencies necessary for effective operation in a dynamic, complex and uncertain environment (the concept of VUCA (volatility, uncertainty, complexity and ambiguity)). The author substantiates the critical importance of developing not only technical skills, but also flexibility of thinking, creativity, ability to independently solve non-standard tasks, critical analysis and continuous learning throughout the entire period of service (lifelong learning).

The article analyzes the theoretical foundations and practical aspects of implementing PBL (Problem-Based Learning) in the educational process of higher military educational institutions. The essence of PBL (Problem-Based Learning) as a student-centered approach based on solving authentic complex problems is considered. The mechanism of creating a problem situation as a driving force of learning, which arises on the verge of existing knowledge and the need to acquire new ones, is studied in detail. The transformation of the role of the teacher from a translator of knowledge to a facilitator of the educational process is shown. Different levels of PBL implementation are highlighted: from the problematic presentation of lecture material, through the organization of partially searching activities in seminars, practical and laboratory classes (with the possible use of modeling and simulations), to the full independent creative activity of cadets in the framework of research work and qualification projects. The importance of systematic integration of Problem-Based Learning into the educational program and adaptation of assessment methods is emphasized.

The article proves that the targeted implementation of PBL contributes to the formation of key competencies in cadets: critical and systematic thinking, skills of independent search and analysis of information, ability to cooperate, effective communication, creativity in finding solutions, as well as intrinsic motivation to learn and professional development. It has been found that PBL (Problem-Based Learning) effectively prepares specialists to act in conditions of uncertainty and information overload.

Problem-based learning is considered as an integral and promising component of the modern military education system. However, its successful implementation requires a comprehensive approach, including methodological training of teachers, development of quality learning problems, institutional support, flexibility of curricula and harmonious combination with other effective educational technologies.

The further development and adaptation of PBL (Problem-Based Learning) in higher military educational institutions is an important step towards improving Ukraine's defense capabilities through the training of highly qualified, adaptive and proactive officers.

Keywords: problem, problem situation, problem-based learning, electronic intelligence, military specialist.

МІЖНАРОДНІ СТАНДАРТИ ТА ЗАХІДНІ ПРАКТИКИ: ПОШУК ШЛЯХІВ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ВНУТРІШНЬОГО КОНТРОЛЮ

Стаття присвячена вивченню міжнародно визнаних публікацій Комітету спонсорських організацій (англ. Committee of Sponsoring Organizations – COSO) Національної комісії США з питань шахрайства в фінансовій звітності щодо організації системи внутрішнього контролю (модель COSO) та системи управління ризиками (концепція COSO ERM), інструкції Міжнародної організації вищих органів аудиту (англ. International Organization of Supreme Audit Institutions – INTOSAI) з питань внутрішнього контролю в державному секторі (стандарт INTOSAI 9100) та практик США, країн Європейського Союзу і Великої Британії щодо організації та ефективного функціонування системи внутрішнього контролю (СВК) і внутрішнього аудиту в установах державного сектору для виявлення шляхів удосконалення СВК в установах державного сектору України, реалізація яких, як очікується, призведе до підвищення ефективності СВК, зокрема у Міністерстві оборони України та підпорядкованих йому установах.

У статті висвітлено формування структури СВК за моделлю COSO та надано визначення її функцій, мети і критеріїв виміру рівня ефективності. Наведено порівняння СВК та критеріїв виміру рівня її ефективності за моделлю COSO та згідно з Основними засадами функціонування внутрішнього контролю у розпорядників бюджетних коштів, які визначають питання організації та функціонування СВК у державних органах України та установах (організаціях, підприємствах), що належать до сфери управління таких органів. Розкрито сутність системи управління ризиками (СУР) за концепцією COSO ERM та надано характеристику визначенню її ефективності. Представлено узагальнення положень стандарту INTOSAI 9100 і практики західних країн щодо організації та ефективного функціонування СВК в установах державного сектору. Показана роль та ефективність функціонування внутрішнього аудиту в структурах СВК і СУР.

За результатами проведеного дослідження сформовано обґрунтовані пропозиції щодо удосконалення вітчизняної нормативно-правової бази з питань внутрішнього контролю, організації та функціонування у державних органах України в рамках виконання бюджетних програм СУР, як підсистеми комплексної СВК, та запровадження у державних органах України щорічного оцінювання (у формі самооцінки) СВК, системи внутрішнього аудиту (СВА) та СУР, а також звітування про ефективність їх функціонування. Водночас зосереджено увагу на важливості розроблення у державних органах України такого механізму, який забезпечить належну взаємодію та максимальну незалежність функцій внутрішнього аудиту (з однієї сторони – в організаційних структурах державного органу та підпорядкованих такому органу установ, з іншої – в структурах СВК та СУР), що сприятиме підтриманню цілісності та ефективності функціонування СВА, як підсистеми комплексної СВК.

Ключові слова: COSO, INTOSAI, система внутрішнього контролю, управління ризиками, внутрішній аудит, установи державного сектору, Міністерство оборони України.

Вступ та постановка завдання. Створення та ефективне функціонування системи внутрішнього контролю (СВК) є запорукою успішності діяльності будь-якого суб'єкта господарювання та внутрішнім інструментарієм протидії шахрайству, пов'язаному з його активами та фінансовою звітністю. Адже зростання обсягів шахрайства (незаконне привласнення майна, хабарництво, корупція, спотворення обліку та звітності тощо) має дедалі більші негативні наслідки для вітчизняних суб'єктів господарювання [1].

На шляху до повноправного членства в Європейському Союзі Україною здійснюються заходи щодо забезпечення в установах державного сектору функціонування надійних СВК [2].

Згідно зі звітною інформацією Міністерства фінансів України, яке забезпечує формування та реалізацію державної політики у сфері державного внутрішнього фінансового контролю, СВК у державних органах враховує загальні рамки моделі внутрішнього контролю COSO [3]. Однак результати аудитів діяльності Міністерства оборони України (МОУ) та органів військового управління, військових частин, закладів Збройних Сил України, Державної служби спеціального транспорту (підпорядковані МОУ установи), проведених Рахунковою палатою, показали суттєві недоліки в організації та функціонуванні СВК, що створює підґрунтя для незаконного, неекономного, нерезультативного та непродуктивного використання бюджетних коштів, а також ризики прийняття неефективних управлінських рішень та порушень вимог законодавства [4, 5].

Значні проблеми у функціонуванні СВК також засвідчують “скандали щодо закупівель в Міноборони” такі, як “яйця по 17” та “хабар Гринкевича”, що негативно вплинули на отримання Україною балів в Індексі сприйняття корупції за 2024 рік [6].

На сьогодні, в умовах реформування державного внутрішнього фінансового контролю в Україні, основними викликами є створення в державних органах комплексної СВК, яка б функціонувала як цілісний процес [7], а також подальший розвиток внутрішнього контролю (ВК) та внутрішнього аудиту (ВА) шляхом гармонізації з міжнародно визнаними стандартами (методологіями) та кращими практиками у цій сфері [8].

З огляду на окреслені проблемні питання, для більшого наукового розуміння сутності та ефективності функціонування СВК, поняття управління ризиками та ролі внутрішнього аудиту, а також виявлення шляхів удосконалення СВК в установах державного сектору України, реалізація яких, як очікується, призведе до підвищення ефективності СВК у МОУ та підпорядкованих йому установах, необхідним є вивчення всесвітньо визнаних публікацій Комітету спонсорських організацій Національної комісії Сполучених Штатів Америки з питань шахрайства в фінансовій звітності “Внутрішній контроль – інтегрована структура” [9] (модель COSO) та “Управління ризиками підприємства – інтеграція зі стратегією та дієвістю” [10] (концепція COSO ERM), а також загальновизнаної розробки Міжнародної організації вищих органів аудиту (англ. *International Organization of Supreme Audit Institutions – INTOSAI*) “Інструкція до стандартів внутрішнього контролю в державному секторі” [11] (стандарт INTOSAI 9100) та практики Сполучених Штатів Америки (США), країн Європейського Союзу (ЄС), Сполученого Королівства Великої Британії та Північної Ірландії (Велика Британія) щодо організації та ефективного функціонування СВК в установах державного сектору.

Аналіз останніх нормативних документів, досліджень та публікацій. Нормативно-правова база, яка регламентує питання організації та функціонування ВК та ВА у державному органі України, а також в установах, організаціях та на підприємствах, що належать до сфери його управління, засновується на таких основних документах:

1. Бюджетний кодекс України від 08.07.2010 № 2456-VI. Визначає правові засади функціонування бюджетної системи України, її принципи, основи бюджетного процесу, міжбюджетних відносин та відповідальність за порушення бюджетного законодавства, зокрема контроль та аудит у бюджетному процесі, а також уповноважує Міністерство фінансів України здійснювати аналіз стану функціонування ВК та оцінку функціонування систем внутрішнього аудиту (СВА) у розпорядників бюджетних коштів [12].

2. Постанова Кабінету Міністрів України від 12.12.2018 № 1062 “Про затвердження Основних засад функціонування внутрішнього контролю у розпорядників бюджетних коштів та внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 28 вересня 2011 р. № 1001”. Визначає принципи та елементи ВК, питання організації і функціонування ВК у розпорядників бюджетних коштів та в установах (організаціях, підприємствах), що належать до сфери управління таких розпорядників бюджетних коштів [13].

3. Постанова Кабінету Міністрів України від 29.11.2024 № 1369 “Деякі питання Політики державної власності”. Визначає загальні принципи, засади управління державними

унітарними підприємствами та господарськими товариствами, у статутному капіталі яких є корпоративні права держави, зокрема ВК та ВА в корпоративному управлінні [14].

4. Постанова Кабінету Міністрів України від 28.09.2011 № 1001 “Деякі питання здійснення внутрішнього аудиту та утворення підрозділів внутрішнього аудиту”. Визначає механізм утворення структурних підрозділів ВА та питання їх діяльності [15].

5. Наказ Міністерства фінансів України від 04.10.2011 № 1247, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 20.10.2011 за № 1219/19957 “Про затвердження Стандартів внутрішнього аудиту”. Визначає єдині підходи до провадження діяльності з ВА в державних органах виконавчої влади, їх територіальних органах та бюджетних установах, що належать до сфери їх управління, а також оцінки якості такого аудиту [16].

Аналіз вказаних документів показав, що вітчизняна нормативно-правова база з питань ВК та ВА певним чином урегулює всі основні питання організації та функціонування СВК у державних органах України та в установах (організаціях, підприємствах), що належать до сфери їх управління, однак не дає чіткого розуміння щодо функцій, мети і поняття ефективності СВК, організації та функціонування в органах державної влади СВА. До цих пір на державному рівні не визначено єдиного загальноприйнятого набору основних критеріїв, за якими має характеризуватися та оцінюватися рівень ефективності СВК в установах державного сектору України.

Хоча багато наукових праць таких вчених, як А. Лойшина [17], С. Слободяника, П. Пархоменка, О. Деменева, І. Ткача [18] та інших, присвячено питанням ВК та ВА, зокрема висвітленню міжнародно визнаних стандартів та західних практик у цій сфері, проте питання, що стосується розвитку СВК в установах державного сектору, зокрема у МОУ та підпорядкованих йому установах, залишається недостатньо розглянутим.

У роботі [19] уточнено формування та взаємозв'язки складових елементів СВК згідно з Основними засадами функціонування внутрішнього контролю у розпорядників бюджетних коштів (Основні засади ВК), сформульовано їх функції та загальну мету, а також показано місце та роль ВА в структурі СВК, що дозволить в подальшому більш точно визначати фактичний стан організації і функціонування СВК у МОУ та підпорядкованих йому установах. Застосування критеріїв виміру рівня ефективності СВК, визначених в роботі [20], має розширити можливості виявляти та реалізовувати резерви удосконалення (підвищення ефективності) СВК в установах державного сектору, зокрема у МОУ та підпорядкованих йому установах.

Мета статті полягає у вирішенні таких науково-практичних завдань:

- стисло описати та охарактеризувати формування структури СВК за моделлю COSO та визначити її функції, мету і критерії виміру рівня ефективності;
- здійснити порівняльний аналіз структури, функції, мети СВК та критеріїв виміру рівня її ефективності, визначених за моделлю COSO та згідно з Основними засадами ВК;
- розкрити сутність системи управління ризиками (СУР) за концепцією COSO ERM та надати характеристику визначенню її ефективності;
- провести узагальнений аналіз стандарту INTOSAI 9100 та практики США, країн ЄС і Великої Британії щодо організації та ефективності функціонування в установах державного сектору СВК та ВА.

Це має розширити наукове розуміння сутності та ефективності СВК, СУР та СВА, а також дасть змогу виявити шляхи удосконалення СВК в установах державного сектору України, реалізація яких, як очікується, призведе до підвищення ефективності СВК, зокрема у МОУ та підпорядкованих йому установах.

Виклад основного матеріалу. Перш за все, варто зазначити, що Комітет спонсорських організацій Національної комісії США з питань шахрайства в фінансовій звітності представлено такими авторитетними професійними асоціаціями у сфері ВК та ВА, як Американська асоціація бухгалтерів, Американський інститут сертифікованих бухгалтерів, Асоціація фінансових керівників, Інститут внутрішніх аудиторів та Національна асоціація

бухгалтерів [9], що свідчить про високий інтелектуальний рівень опублікованої ним моделі COSO.

Під поняттям ВК у моделі COSO розуміється динамічний та інтегрований процес, що складається з поточних завдань та діяльності ради директорів, керівництва, іншого персоналу суб'єкта господарювання (установа), спрямованих на досягнення установою цілей в таких трьох категоріях [9]:

1. Здійснення результативної та ефективної діяльності, зокрема недопущення втрати активів.
2. Складання точної та надійної як внутрішньої, так і зовнішньої фінансової та нефінансової звітності.
3. Виконання вимог законів, правил, норм та стандартів.

Якщо порівняти з поняттям ВК, визначеним статтею 26 Бюджетного кодексу України, як “комплекс заходів, що ґрунтуються на управлінській відповідальності та підзвітності і застосовуються керівником для забезпечення дотримання законності та ефективності використання бюджетних коштів, досягнення результатів відповідно до встановленої мети, завдань, планів і вимог щодо діяльності розпорядника бюджетних коштів і підприємств, установ та організацій, що належать до сфери його управління” [12], то можна сказати, що поняття ВК, сформульоване за моделлю COSO, дає більш чітке розуміння того, що в процесі ВК бере участь наглядовий (керівний) орган та увесь персонал установи.

Крім того, в моделі COSO підкреслюється зосередженість дії ВК на сприянні як успішній діяльності установи, так і формуванню впевненості керівництва, наглядового органу установи та інших зацікавлених сторін у достовірності звітності установи.

СВК за моделлю COSO складається з п'яти обов'язкових елементів (Контрольне середовище, Оцінка ризиків, Заходи контролю, Інформація та комунікація, Заходи моніторингу), що формуються, функціонують та взаємодіють між собою у відповідності до принципів, встановлених в рамках кожного такого елемента (загалом у моделі COSO визначено 17 принципів) [9]. Застосування цих принципів надає можливість побудувати СВК за моделлю COSO в будь-якій установі з урахуванням особливостей її структури, правового типу та галузі діяльності.

Для більшого розуміння інтегрованості структури СВК її графічно зображають у вигляді тривимірної кубічної матриці, що має популярну назву “куб COSO” (рис. 1), де на одній стороні (горизонтальні шари) відображають п'ять складових елементів СВК, на другій (вертикальні шари) – три категорії цілей установи, досягненню яких сприяє функціонування СВК, на третій стороні – організаційні рівні установи, які охоплюються СВК.



Рисунок 1 – Куб COSO (сформовано за джерелом [9])

Елемент “Контрольне середовище”, як основа побудови СВК, формується шляхом встановлення [9]:

чітких показників цілей в трьох вищезазначених категоріях (операційна діяльність, надання звітності та відповідність нормативно-правовим вимогам) для всіх організаційних рівнів установи;

стандартів доброчесності та етичної поведінки персоналом установи;

організаційної структури, розподілу повноваження та обов’язків;

політик та процедур з відбору, розміщення, розвитку компетентного персоналу, а також мотиваційних стимулів;

критеріїв та показників вимірювання ефективності діяльності;

параметрів звітності установи відповідно до встановлених політик та процедур нагляду за її діяльністю, зокрема за функціонуванням в установі СВК.

Як бачимо з вищезазначеного, запровадженням в установі таких компонентів елементу СВК “Контрольне середовище” створюється культурне та організаційне середовище, що сприяє результативній та ефективній діяльності установи, дотриманню вимог законів, правил, норм і стандартів.

Можливість виникнення події із зовнішнього (бізнес чи законодавчого) або внутрішнього середовища установи, що може негативно вплинути на досягнення цілей установи та/або на ефективність функціонування в установі СВК, визначається як ризик [9].

Процес ідентифікації (обґрунтованого передбачення) ризиків та їх аналізу (на предмет ймовірності, часу виникнення та ступеня суттєвості можливого впливу на досягнення цілей установи, а також на ефективність функціонування СВК), що здійснюється для вибору та застосування відповідних заходів реагування на них, є елементом СВК “Оцінка ризиків”. При цьому, варто звернути увагу, що один із принципів моделі COSO вказує на необхідність під час оцінки ризиків враховувати потенціал для шахрайства [9].

Для зниження до прийняттого рівня оцінених ризиків (зменшення негативного впливу можливих подій із зовнішнього або внутрішнього середовища, а також запобігання шахрайським діям) на всіх організаційних рівнях установи, етапах її бізнес-процесів і технологічного середовища персоналом установи здійснюються дії відповідно до розроблених в установі політик, якими визначаються очікування щодо мінімізації ризиків, та процедур, якими реалізуються ці політики. Такі дії, політики та процедури належать до елементу СВК “Заходи контролю” [9].

Заходи контролю мають розроблятися із врахуванням розподілу службових обов’язків персоналу установи та складатися як з ручних так і з автоматизованих дій, таких як авторизація, затвердження, погодження, узгодження, перевірка, звірка, огляд результатів діяльності тощо [9].

Елементом СВК “Інформація та комунікація” підтримується функціонування всіх інших елементів СВК шляхом забезпечення того, щоб інформація, яка генерується в установі або отримується із зовнішніх джерел, зокрема та, що використовується персоналом установи для прийняття бізнес-рішень, була релевантною та якісною, а комунікація (процес надання, обміну та отримання інформації в середині установи, та із зовнішніми сторонами) – відповідала нормативним вимогам або очікуванням [9].

Для отримання керівництвом установи інформації про виконання персоналом обов’язків з ВК та стан функціонування СВК або окремих її елементів має здійснюватися поточний моніторинг (вбудований в операції установи) та періодичне оцінювання ефективності СВК або окремих її елементів, що є складовими компонентами елементу СВК “Заходи моніторингу” [9].

Виявлені під час поточного моніторингу невідповідності (слабкі місця) СВК чи можливості для підвищення її ефективності мають оцінюватися та відповідно виправлятися (усуватися), а можливості – реалізовуватися, безпосередньо персоналом, який їх виявив, або

повідомлятися про це іншому персоналу, відповідальному за вжиття коригувальних заходів, та у разі потреби – керівництву та наглядовій раді.

Обсяг та частота періодичного оцінювання, що також належить до функції ВА, залежать в першу чергу від ймовірності та суттєвості оцінених ризиків, ефективності поточного моніторингу та швидкості змін внутрішнього чи зовнішнього середовища [9]. Тобто, періодичне оцінювання, зокрема функція ВА, має бути ризико-орієнтованим.

За результатами аналізу характеристики складових компонентів елементу СВК “Заходи моніторингу”, які уточнюються в посібнику COSO з моніторингу СВК [21], можна зробити висновок, що базовими умовами ефективного функціонування цього елементу СВК мають бути:

- доброчесність, етичні цінності та зацікавленість в ефективному функціонуванні СВК керівництва та наглядового (керівного) органу установи, що проявляється не лише в деклараціях, а демонструється їхніми діями, тобто задається відповідний “тон зверху”;
- набір здібного, компетентного та доброчесного персоналу;
- визначення базового рівня ефективності функціонування елементів СВК та/або СВК в цілому;
- розробка процедур моніторингу ключових засобів контролю з мінімізації суттєвих ризиків, оцінювання важливості виявлених недоліків в діяльності установи, функціонуванні елементів СВК (СВК в цілому) та звітування про результати моніторингу для своєчасного вжиття корегувальних заходів (у разі необхідності);
- дієвість наглядової функції керівництва (керівного органу) установи, зокрема за виконанням персоналом установи обов’язків щодо здійснення постійного моніторингу та ВА, тобто дієвість управлінського контролю.

Порівнюючи складові елементи СВК та їх функції, визначені за моделлю COSO та згідно з положеннями Основних засад ВК, можна побачити, що хоча елементи СВК у моделі COSO дещо відрізняються за назвою від елементів СВК в Основних засадах ВК, проте між визначенням їх функцій немає концептуальних відмінностей (порівняння наведено в табл. 1).

Таблиця 1

Функції елементів СВК,
визначені за моделлю COSO та згідно з Основними засадами ВК

Елементи СВК		Назва	Функції
1	модель COSO	Контрольне середовище	Створення в установі культурного та організаційного середовища (з акцентом на відбір здібного та компетентного персоналу), що сприяє результативній та ефективній діяльності установи з дотриманням вимог законів, норм та стандартів
	Основні засади ВК	Внутрішнє середовище	Створення в установі організаційного та культурного середовища, що сприяє результативній та ефективній діяльності відповідно до вимог законодавства
2	модель COSO	Оцінка ризиків	Ідентифікація та аналіз ризиків, з урахуванням потенціалу для шахрайства, для вибору та застосування відповідних заходів реагування
	Основні засади ВК	Управління ризиками	Забезпечення своєчасного виявлення та оцінки ризиків для прийняття обґрунтованих управлінських рішень
3	модель COSO	Заходи контролю	Зниження до прийнятного рівня оцінених ризиків, з акцентом на запобігання шахрайським діям

	Основні засади ВК	Контрольні заходи	Забезпечення мінімізації впливу ризиків на діяльність установи та недопущення створення умов для неправомірних чи необґрунтованих дій персоналу установи
4	модель COSO	Інформація та комунікація	Забезпечення в установі створення, передачу та використання релевантної та якісної інформації відповідно до нормативних вимог або очікувань
	Основні засади ВК	Інформація та комунікація (інформаційний та комунікаційний обмін)	Забезпечення в установі повного, достовірного та своєчасного створення, збору, аналізу, передачі та використання інформації
5	модель COSO	Заходи моніторингу	Формування твердження керівництва та іншого персоналу установи щодо стану організації та функціонування СВК (в цілому або окремих її елементів), а також удосконалення СВК
	Основні засади ВК	Моніторинг	Забезпечення дотримання персоналом установи нормативних вимог (планових показників), удосконалення СВК та надання керівнику установи інформації щодо спроможності СВК (в цілому або окремих її елементів) виконувати свої функції

Така функціональна схожість пояснюється тим, що перелік управлінських заходів, які забезпечують організацію та функціонування в установі кожного із елементів СВК, в Основних засадах ВК визначено на основі принципів моделі COSO. Однак, слід зауважити, що у функції елементу СВК “Управління ризиками” не акцентується увага на тому, що ризики мають оцінюватися із урахуванням потенціалу для шахрайства, як це визначено в моделі COSO.

Беручи до уваги визначення поняття ефективності діяльності установи, як співвідношення між досягнутим результатом діяльності відповідно до цілей (завдань, планів) установи та використаними на це ресурсами [22], за результатами порівняння в (табл. 2) можна сказати, що мета СВК, сформульована за моделлю COSO, відрізняється від мети СВК, сформульованої згідно з Основними засадами ВК в [19], лише додатковим фокусом спрямування дії СВК, пов’язаним із звітністю установи, що впливає з визначення поняття ВК за моделлю COSO.

Таблиця 2

Мета СВК за моделлю COSO та згідно з Основними засадами ВК

Мета СВК	
за моделлю COSO	згідно з Основними засадами ВК
Підвищення ймовірності досягнення установою цілей у трьох категоріях: результативність та ефективність діяльності; точність та надійність звітності; відповідність нормативним вимогам	Забезпечення досягнення бажаних результатів установи відповідно до визначених цілей (завдань, планів) та законного, ефективного використання необхідних для цього ресурсів

Водночас слід зазначити, що формулювання мети СВК за моделлю COSO можна вважати більш вдалим (коректним), ніж згідно з Основними засадами ВК в [19], завдяки застосуванню словосполучення “підвищення ймовірності” замість слова “забезпечити”. Це

пояснюється можливим трактуванням останнього, як “гарантувати” [23], що є неприйнятним у зв’язку з обмеженнями дієвості ВК забезпечувати повністю, тобто гарантувати, досягнення установою цілей за існуючої ймовірності виникнення таких подій як [9]:

- встановлення нечітких або невідповідних показників цілей для всіх або деяких організаційних рівнів установи, що не дозволить ефективно здійснити оцінку ризиків;
- помилковість або упередженість суджень керівництва, іншого персоналу установи (навіть в межах вимог законів, встановлених правил, норм, стандартів) під час прийняття бізнес-рішень, визначення достатності чи надмірності засобів ВК, здійснення постійного моніторингу та ВА;
- прості людські помилки керівництва та іншого персоналу установи;
- здатність менеджменту установи уникати засобів ВК, зокрема шляхом змови з іншим персоналом установи та/або зі сторонніми особами;
- зовнішні події, на які заходи контролю в установі не можуть мати впливу.

З огляду на результати порівняльного аналізу СВК за моделлю COSO та згідно з Основними засадами ВК, і враховуючи те, що протидія шахрайству є надзвичайно актуальною для державних органів України, вважається доцільним законодавчо уточнити визначення поняття ВК в установах державного сектору України з урахуванням положень моделі COSO та нормативно урегулювати питання щодо проведення в установах державного сектору України оцінювання (виявлення та аналізу) ризиків із визначенням потенціалу для шахрайства, пов’язаного з активами та звітністю таких установ.

Ефективність функціонування СВК в моделі COSO характеризується здатністю цієї системи підвищувати ймовірність досягнення установою цілей в зазначених трьох категоріях. При цьому підкреслюється, що СВК неможливо вважати ефективною, якщо існують такі суттєві недоліки як відсутність хоча б одного із п’яти складових елементів СВК, недотримання принципів їх формування, функціонування і взаємодії та невиконання хоча б одним із п’яти складових елементів СВК, покладеної на нього функції [9].

За логікою, що випливає з вищезначеного, та з урахуванням характеристики функціонування елементу СВК “Заходи моніторингу” в [21], вимірювання рівня ефективності СВК за моделлю COSO має здійснюватися за такими критеріями:

1. Відповідність сформованих елементів СВК структурі та принципам моделі COSO.
2. Здатність кожного елементу СВК виконувати свої функції, встановлені за моделлю COSO.
3. Дієвість управлінського контролю, зокрема щодо виконання персоналом установи обов’язків щодо здійснення ВК та ВА.

Тотожність критеріїв виміру рівня ефективності СВК, визначених за моделлю COSO та згідно з Основними засадами ВК (з урахуванням підходів в теорії систем та в теорії організації до визначення ефективності системи) в [20], підтверджує доцільність застосування таких критеріїв для визначення рівня ефективності СВК в установах державного сектору України, зокрема у МОУ та підпорядкованих йому установах, (порівняння наведено в табл. 3).

Таблиця 3

Критерії виміру рівня ефективності СВК, визначені за моделлю COSO / стандартом INTOSAI 9100 та згідно з Основними засадами ВК

№ з/п	Критерії виміру рівня ефективності СВК	
	за моделлю COSO	згідно з Основними засадами ВК
1	Відповідність сформованих елементів СВК структурі та принципам моделі COSO	Відповідність сформованої структури СВК положенням Основних засад ВК

2	Здатність кожного елементу СВК виконувати свої функції встановлені за моделлю COSO	Здатність складових елементів СВК виконувати покладені на них функції
3	Дієвість управлінського контролю, зокрема щодо виконання персоналом установи обов'язків щодо здійснення ВК та ВА	Дієвість управлінського контролю щодо виконання персоналом установи своїх службових обов'язків, завдань (планів), вимог законодавства та внутрішніх документів
4	за стандартом INTOSAI 9100	Відповідність організації діяльності кожного працівника установи циклу ефективної діяльності управління (виконавця) PDCA Демінга
	Відповідність організації діяльності персоналу установи циклу PDCA Демінга	

У контексті нашого дослідження варто звернути увагу, що в концепції COSO ERM поняття управління ризиками вважається ширшим, ніж процес ідентифікації, аналізу та мінімізації ризиків, визначений в моделі COSO. В установі має функціонувати система управління ризиками (СУР) з направленням фокусу своєї дії на ризики, що можуть вплинути на досягнення бізнес-цілей установи, які втілюють в життя стратегію її діяльності [10].

СУР складається з п'яти елементів (Управління та культура; Стратегія та встановлення цілей; Дієвість; Огляд та перегляд; Інформація, комунікація та звітність), що формуються на основі відповідних наборів принципів (загалом в концепції COSO ERM визначено 20 принципів). Складові елементи СУР за концепцією COSO ERM та СВК за моделлю COSO функціонують в одних і тих же рамках (порівняння наведено в табл. 4) з наборами принципів, які є взаємодоповнюючими і не суперечать один одному [9, 10].

Таблиця 4

Складові елементи СУР за концепцією COSO ERM та СВК за моделлю COSO

Складові елементи	
СУР за концепцією COSO ERM	СВК за моделлю COSO IC
Управління та культура	Контрольне середовище
Стратегія та встановлення цілей	
Дієвість	Оцінка ризиків
	Заходи контролю
Інформація, комунікація та звітність	Інформація та комунікація
Огляд та перегляд	Заходи моніторингу

Варто відмітити про застосування в концепції COSO ERM портфельного підходу до ідентифікації, аналізу, мінімізації та моніторингу ризиків досягнення кожної із бізнес-цілей, а також звітності щодо цього. Тобто, в установі визначається перелік ймовірних подій, які можуть мати суттєвий вплив на кожну із бізнес-цілей установи, завчасно вживаються відповідні заходи для зменшення негативних наслідків від таких подій, а також оцінюється дієвість запроваджених заходів контролю та у разі потреби здійснюється їх коригування. Результати про це повідомляються зацікавленим сторонам на всіх організаційних рівнях установи.

З огляду на вищезначене та враховуючи те, що в державному секторі України застосовується програмно-цільовий метод бюджетування, при якому цілі (завдання, функції)

державного органу “закладаються” в бюджетні програми, а їх виконання забезпечується як апаратом державного органу влади (головним розпорядником бюджетних коштів), так і підпорядкованими такому органу установами (розпорядниками бюджетних коштів нижчого рівня у системі головного розпорядника коштів) [12, 24], тому вважається доцільним для підвищення ефективності комплексної СВК у державних органах України, зокрема МОУ, розглянути питання щодо організації та функціонування у процесах виконання бюджетних програм СУР, як підсистеми комплексної СВК.

Згідно з концепцією COSO ERM звітування керівному органу установи має здійснюватися не лише про результати діяльності установи та ефективність СВК, а також і про ефективність СУР.

За логікою, що впливає з характеристики ефективності функціонування СВК в моделі COSO, можна сказати, що СУР неможливо вважати ефективною, якщо відсутній хоча б один із п'яти складових її елементів або недотримуються встановлені концепцією COSO ERM принципи формування, функціонування і взаємодії елементів СУР чи хоча б один із складових елементів СУР не виконує покладені на нього функції. А отже, можна зробити висновок, що у разі відсутності або неефективного функціонування компоненту ВА в структурі СУР, остання не здатна ефективно виконувати свою функцію – підвищувати ймовірність досягнення установою бізнес-цілей із врахуванням ризиків, що впливають на ефективність та результативність управління ресурсами, які потребуються для досягнення таких цілей.

Оскільки ВА є невід'ємною частиною елементу СВК “Заходи моніторингу” та елементу СУР “Огляд та перегляд”, тому при створенні СУР у державному органі має бути запроваджено такий механізм, який забезпечить належну взаємодію між функціями ВА в структурах СВК та СУР, що відповідно, як очікується, призведе до підвищення ефективності системи внутрішнього аудиту (СВА) та відповідно – комплексної СВК, підсистемою якої є СВА.

Продовженням нашого дослідження є вивчення та аналіз міжнародно визнаного стандарту INTOSAI 9100, що був оновлений за рекомендаціями членів Комітету зі стандартів внутрішнього контролю INTOSAI – представників вищих органів аудиту США, Великої Британії, Франції, Нідерландів, Бельгії, Румунії, Угорщини, Литви та Болівії [11].

У стандарті INTOSAI 9100 базовим (еталонним) рівнем ефективності функціонування СВК в установах державного сектору вважається рівень, при якому складові елементи СВК сформовані за моделлю COSO та взаємопов'язано функціонують для зниження ризиків та максимального збільшення ймовірності (забезпечення розумних гарантій) досягнення установою таких цілей [11]:

1. Здійснення впорядкованої та етичної діяльності в економічний, ефективний та результативний спосіб.
2. Виконання зобов'язань підзвітності.
3. Дотримання вимог нормативно-правових актів.
4. Недопущення втрати, пошкодження та нецільового використання ресурсів.

Виокремлення в окрему ціль захисту ресурсів (з розумінням того, що персонал установи є людським капіталом, а не ресурсом) від втрат, нецільового використання та пошкодження пояснюється необхідністю запровадження ВК в кожний вид діяльності (бізнес-процес) установи, де здійснюється управління ресурсами.

Умовою ефективного функціонування СВК є створення в установі “загального сприятливого клімату доброчесності” та забезпечення відбору, розміщення і розвитку здібного та компетентного персоналу, оскільки здійснення ВК є безпосереднім обов'язком або опосередкованою частиною обов'язків кожного працівника установи в їх повсякденній діяльності [11].

Стандартом INTOSAI 9100 чітко визначається, що СВК має бути інтегрована з основними етапами управлінської діяльності, якими є планування, виконання, моніторинг та

корегування (актуалізація планування) [11]. Тобто, за допомогою СВК має забезпечуватися організація діяльності кожного працівника згідно з циклом PDCA Демінга [25]. А отже, це ще раз засвідчує важливість такого критерію, як відповідність організації діяльності персоналу установи циклу PDCA Демінга, в загальному наборі критеріїв виміру рівня ефективності СВК, визначеного згідно з Основними засадами ВК, (наведено в табл. 3).

Згідно зі стандартом INTOSAI 9100 ефективність ВА полягає в його здатності не лише здійснювати оцінку функціонування СВК та за її результатами надавати відповідні рекомендації, а й проводити консультації персоналу установи з питань ВК [11].

Для ефективного функціонування ВА керівництво установи має забезпечити незалежність функції внутрішнього аудиту (не втручання керівництва чи третіх осіб в професійну діяльність внутрішніх аудиторів) та безпосередню підзвітність підрозділу ВА керівнику установи. Функціональна незалежність внутрішніх аудиторів дозволяє надавати об'єктивні аудиторські висновки та рекомендації щодо усунення виявлених недоліків та реалізації можливостей удосконалення СВК, процесів управління [11].

Крім того, в стандарті INTOSAI 9100 звертається увага на необхідність проведення зовнішніх аудитів ефективності СВК установи від керівного органу та/або інших контролюючих державних органів, як елементу наглядової функції, зокрема щодо ефективності діяльності та підзвітності установи. Водночас підкреслюється важливість взаємодії між внутрішніми та зовнішніми аудиторами для уникнення дублювання в роботі, а також обміну досвідом [11].

У контексті вищезазначеного варто відмітити, згідно з Бюджетним кодексом України у розпорядників бюджетних коштів має функціонувати система внутрішнього аудиту (СВА) [10]. В державному органі та в підпорядкованих йому бюджетних установах має створюватися підрозділ ВА або призначатися посадова особа з повноваженнями щодо здійснення ВА (у разі неможливості створення такого підрозділу) [14]. А отже, можна сказати, що внутрішні аудитори державного органу є зовнішніми аудиторами у відношенні до установи, підпорядкованої такому державному органу. Але разом з тим внутрішні аудитори державного органу та внутрішні аудитори підпорядкованих такому органу установ є внутрішніми аудиторами в єдиній системі державного органу влади, де виконання бюджетних програм забезпечується як апаратом державного органу влади (головним розпорядником бюджетних коштів), так і підпорядкованими такому органу установами (розпорядниками бюджетних коштів нижчого рівня у системі головного розпорядника коштів) [10, 24].

Враховуючи зазначене та беручи до уваги результати аналізу концепції COSO ERM, можна зробити висновок, що для підтримання цілісності та ефективності функціонування СВА у державних органах України, зокрема МОУ, має бути забезпечено взаємодію та незалежність функції ВА, з однієї сторони – в організаційних структурах державного органу та підпорядкованих такому органу установах, з іншої – в структурах СВК та СУР.

Наступним етапом нашого дослідження є вивчення практики щодо організації та функціонування СВК у державних установах США, країн ЄС та Великої Британії.

Основні засади організації та функціонування СВК у федеральних органах виконавчої влади США відображені у Стандартах внутрішнього контролю у федеральному уряді, загальновідомі як Зелена книга (англ. *Green Book*) [26].

Основна філософія Зеленої книги полягала у тому, що СВК допомагає установі досягати бажаних результатів шляхом ефективного управління ресурсами в умовах постійних змін внутрішнього та зовнішнього середовища. За допомогою СВК в установі “врівноважується” розподіл наявних ресурсів для виконання покладених на установу завдань зі ступенем ризику [26].

Атрибутами Зеленої книги пояснюються застосування федеральними органами влади принципів COSO для формування структури СВК за моделлю COSO із п'яти обов'язкових елементів (Контрольне середовище, Оцінка ризику, Контрольні заходи, Інформація та

комунікація, Моніторинг) та встановлюються мінімальні вимоги до документування такими органами своєї СВК [26].

СВК у Зеленій книзі розуміється як сукупність інтегрованих і безперервних процесів, які здійснюються наглядовим органом, керівництвом та іншим персоналом установи, для забезпечення розумної (не абсолютної) гарантії того, що установою будуть досягнуті такі цілі [26]:

1. Ефективність та результативність операційної діяльності.
2. Надійність звітності для внутрішнього та зовнішнього використання.
3. Дотримання чинних законів та правил.

Захист активів установи від втрат (запобігання або швидке виявлення та вжиття коригуючих заходів щодо несанкціонованого придбання, використання чи відчуження активів) вважається підмножиною вищевказаних категорій цілей [26].

Як бачимо, у федеральних органах влади США дія СВК, також як і в моделі COSO, направлена, як на сприяння установі у здійсненні ефективної, результативної та законної діяльності, так і на забезпечення достовірності звітності установи, що відповідно сприяє запобіганню (виявленню) шахрайських дій персоналом установи та/або пов'язаних з ним третіх осіб. Однак до організаційних рівнів, якими охоплюються СВК, крім тих, що визначені моделлю COSO (установа загалом, підрозділ, операційна одиниця та функція), відносяться й інші структури, що залучаються в бізнес-процеси (серії транзакцій чи видів діяльності) установи або управляють бізнес-процесами від імені установи для виконання функцій (досягнення цілей) установи [26].

Такий підхід показує можливість створення у державному органі України СУР (в рамках виконання бюджетних програм), якою охоплюються як структурні підрозділи апарату державного органу (відповідальні виконавці бюджетних програм) так і підпорядковані такому органу установи (співвиконавці бюджетних програм), що відповідно має забезпечити у державному органі цілісність комплексної СВК та, як очікується, призведе до підвищення ефективності її функціонування.

Згідно з положеннями Зеленої книги для контролю за ефективністю функціонування СВК в установі запроваджується процес оцінки, що має здійснюватися як управліннями, відповідальними за певну діяльність (функцію або бізнес-процес), так і функцією ВА [26].

Відповідальність керівництва за ефективність функціонування СВК встановлюється на всіх організаційних рівнях установи, зокрема керівників, які безпосередньо відповідають за певний вид діяльності установи, виконання програми тощо [26].

Керівники федеральних органів виконавчої влади США зобов'язанні щорічно звітувати наглядовому органу про ефективність СВК та у разі існування суттєвих недоліків у СВК (тих, що впливають на здатність установи досягати своїх цілей) надавати плани їх усунення (виправлення) [26]. Адже, як засвідчують результати аналізу положень федерального закону США "Акт про захист інвесторів шляхом підвищення точності та надійності корпоративної звітності відповідно до законодавства про цінні папери та з інших питань" від 2002 року, якого зазвичай називають Законом Сарбейнса-Окслі (англ. *Sarbanes-Oxley*) [27], запровадження відповідальності керівника установи за створення СВК, її щорічне оцінювання та звітування про ефективність її функціонування відіграють ключову роль у виявленні та запобіганні шахрайства, зокрема такого, що пов'язане з фінансовою звітністю.

З огляду на вищезначене та враховуючи те, що зростання обсягів шахрайства (незаконне привласнення майна, хабарництво, корупція тощо) має дедалі більші негативні наслідки для вітчизняних установ державного сектору, вважається доцільним запровадити у державних органах України щорічне оцінювання (у формі самооцінки) СВК, СВА та СУР, а також звітування про ефективність їх функціонування.

У Зеленій книзі наголошується на тому, що СВК неможливо вважати ефективною, якщо не дотримуються принципи та/або хоча б один із елементів СВК функціонує неефективно чи елементи СВК не функціонують разом інтегрованим чином [26]. А отже,

можна зробити висновок, що у разі неефективного функціонування ВА, СВК не здатна допомогти установі досягати бажаних результатів та ефективно управляти наявними ресурсами в умовах постійних змін внутрішнього та зовнішнього середовища.

Розгорнутий аналіз опису систем державного внутрішнього контролю у країнах ЄС та Великої Британії [28], показав, що у більшості країн ЄС, зокрема у Данії, Нідерландах, Фінляндії, Швеції та 13 держав-членів, які приєдналися до ЄС з 2004 року, а також у Великій Британії, до законодавства і практики фінансового управління та контролю у державних органах виконавчої влади впроваджено функціонування СВК на основі моделі COSO та стандарту INTOSAI 9100.

В практиках країн ЄС та Великої Британії СВК розуміється як сукупність інтегрованих процесів, запроваджених керівництвом установи для зниження ризиків та забезпечення достатніх гарантій досягнення установою таких цілей [28]:

1. Впорядкованість, етичність, економічність, ефективність та результативність операційної діяльності.

2. Виконання зобов'язань щодо підзвітності.

3. Дотримання нормативно-правових актів.

4. Захист ресурсів від втрат, нецільового використання та пошкодження.

Як бачимо, дія СВК у державних органах західних країн спрямована на досягнення всіх аспектів цілей відповідно до моделі COSO.

Майже в усіх країнах ЄС та у Великій Британії в державних органах функціонує ВА, діяльність якого зосереджена на оцінюванні надійності (ефективності) СВК та наданні консультативних послуг з покращення діяльності, управління ризиками тощо. Разом з цим підрозділи ВА стають більше орієнтованими на стратегічні цілі програм або державних установ, що викликано необхідністю надання інформації особам, відповідальним за державні програми [28]. Така тенденція в країнах ЄС засвідчує важливість функції ВА у структурі СУР (в рамках виконання бюджетних програм), що доцільно створити в державних органах України.

Оскільки звітування про функціонування СВК в державних установах країн ЄС є частиною управлінських обов'язків, тому ефективність ВА характеризується також його здатністю формувати впевненість керівництва державної установи щодо надійності (ефективності) функціонування СВК. Функціональна незалежність внутрішніх аудиторів вважається одним із ключових факторів, що впливає на їх здатність надавати інформацію та гарантії щодо функціонування СВК. [28] Це ще раз зосереджує нашу увагу на тому, що в державному органі України має бути запроваджено такий механізм організації СВА, який забезпечить максимальну незалежність функції ВА як в організаційній структурі державного органу, так і в організаційній структурі підпорядкованих такому органу установ.

Висновки. Підсумовуючи результати проведеного дослідження, можна сказати наступне.

Сформована за моделлю COSO СВК допомагає установі досягати бажаних результатів, ефективно і законно використовувати необхідні для цього ресурси, протидіяти і запобігати шахрайству, пов'язаному з активами та звітністю установи.

Міжнародно визнаний стандарт INTOSAI 9100 та практики щодо організації та функціонування СВК в установах державного сектору США, країн ЄС, Великої Британії, як і України (Основні засади ВК), базуються на моделі COSO.

Основні засади ВК у цілому відповідають моделі COSO, але разом з тим, є необхідність уточнити законодавчим актом України визначення поняття ВК (із урахуванням того, що в процесі ВК бере участь керівний орган та увесь персонал установи, а СВК має сприяти як успішній діяльності установи, так і формуванню впевненості керівництва установи, її керівного органу та інших зацікавлених сторін у достовірності звітності установи) та нормативно урегулювати питання щодо проведення в установах державного сектору України

оцінювання (виявлення та аналізу) ризиків із визначенням потенціалу для шахрайства, пов'язаного з активами та звітністю таких установ.

Вважається доцільним розглянути питання щодо організації та функціонування у державних органах України в рамках виконання бюджетних програм СУР, як підсистеми комплексної СВК, що, як очікується, призведе до підвищення ефективності функціонування такої СВК, тобто – до підвищення ймовірності досягнення державними органами України визначених цілей. Також доцільно запровадити в державних органах України щорічне оцінювання (у формі самооцінки) СВК, СВА і СУР та звітування про ефективність функціонування цих систем.

Важливо підкреслити, що СВК (СУР) неможливо вважати ефективною, у разі, якщо відсутній хоча б один із складових елементів СВК (СУР), не дотримуються принципи їх функціонування та/або хоча б один із елементів СВК (СУР) функціонує неефективно. А отже, якщо в структурі СВК (СУР) відсутня чи неефективна функція ВА, то така СВК (СУР) не може бути спроможною функціонувати ефективно.

Під ефективністю функціонування СУР у концепції COSO ERM розуміється здатність цієї системи підвищувати ймовірність досягнення установою бізнес-цілей із врахуванням ризиків, що впливають на ефективність та результативність управління ресурсами, які потребуються для досягнення таких цілей.

У моделі COSO, стандарті INTOSAI 9100 та практиках західних країн ефективність функції ВА розуміється як здатність ВА здійснювати оцінювання ефективності функціонування СВК із наданням відповідних рекомендацій, проводити консультації персоналу установи з питань ВК і покращення діяльності та формувати впевненість керівництва державної установи щодо надійності (ефективності) функціонування СВК. Функціональна незалежність внутрішніх аудиторів вважається одним із ключових факторів, що впливає на ефективність функції ВА.

Для підтримання цілісності та ефективності функціонування СВА, як підсистеми комплексної СВК у державних органах України, має бути запроваджено такий механізм, який забезпечить належну взаємодію та максимальну незалежність функції ВА, з однієї сторони – в організаційних структурах державного органу та підпорядкованих такому органу установ, з іншої – в структурах СВК та СУР.

Крім того, проведеним дослідженням положень моделі COSO та стандарту INTOSAI 9100 підтверджено доцільність застосування в установах державного сектору України, зокрема у МОУ та підпорядкованих йому установах, критеріїв виміру рівня ефективності СВК, визначених згідно з Основними засадами ВК, а саме:

1. Відповідність сформованої структури СВК положенням Основних засад ВК.
2. Здатність складових елементів СВК виконувати функції, встановлені згідно з Основними засадами ВК.
3. Дієвість управлінського контролю щодо виконання персоналом установи своїх службових обов'язків, завдань (планів), вимог законодавства та внутрішніх документів.
4. Відповідність організації діяльності персоналу установи циклу PDCA Демінга.

Подальші дослідження, спрямовані на підвищення ефективності СВК у МОУ та підпорядкованих йому установах, потребують встановлення фактичного стану організації і функціонування СВК у МОУ та підпорядкованих йому установах для виявлення їх слабких місць (недоліків, невідповідностей) та шляхів удосконалення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Всесвітнє дослідження економічних злочинів та шахрайства 2020.
URL: <https://www.pwc.com/ua/uk/survey/2020/economic-crime-survey.html> (дата звернення: 25.06.2025).

2. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої

- сторони (Угоду ратифіковано із заявою Законом № 1678-VII від 16.09.2014). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text (дата звернення: 25.06.2025).
3. Звітна інформація про стан державного внутрішнього фінансового контролю за 2024 рік. URL: <https://mof.gov.ua/uk/informacija-pro-stand-vnutrishnogo-kontrolju-ta-vnutrishnogo-audit> (дата звернення: 25.06.2025).
4. Звіт про результати аудиту ефективності використання коштів державного бюджету, передбачених Міністерству оборони України для придбання речового майна та забезпечення харчування військовослужбовців Збройних Сил України, затверджено рішенням Рахункової палати від 24.10.2023 № 23-2. URL: https://rp.gov.ua/upload-files/Activity/Collegium/2023/23-2_2023/Zvit_23-2_2023.pdf (дата звернення: 25.06.2025).
5. Звіт про результати аудиту ефективності використання бюджетних коштів, виділених Міністерству оборони України на будівництво (придбання) житла для військовослужбовців Збройних Сил України, затверджено рішенням Рахункової палати від 24.05.2022 № 11-2. URL: https://rp.gov.ua/upload-files/Activity/Collegium/2022/11-2_2022/Zvit_11-2_2022.pdf (дата звернення: 25.06.2025).
6. Індекс сприйняття корупції у світі – 2024. URL: <https://cpi.ti-ukraine.org> (дата звернення: 25.06.2025).
7. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 29.12.2021 № 1805-р “Про схвалення Стратегії реформування системи управління державними фінансами на 2022-2025 роки”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-2021-%D1%80#Text> (дата звернення: 25.06.2025).
8. Основні тенденції функціонування державного внутрішнього фінансового контролю у 2024 році. URL: <https://mof.gov.ua/uk/informacija-pro-stand-vnutrishnogo-kontrolju-ta-vnutrishnogo-audit> (дата звернення: 25.06.2025).
9. Internal Control – Integrated Framework, 2013. URL: <https://www.coso.org> (дата звернення: 25.06.2025).
10. Enterprise Risk Management – Integrating with Strategy and Performance, 2017. URL: <https://www.coso.org> (дата звернення: 25.06.2025).
11. Guidelines for Internal Control Standards for the Public Sector. URL: https://www.issai.org/wp-content/uploads/2019/08/intosai_gov_9100_e.pdf (дата звернення: 25.06.2025).
12. Бюджетний кодекс України (Відомості Верховної Ради України, 2010, № 50-51, ст. 572) від 08.07.2010 № 2456-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17#Text> (дата звернення: 25.06.2025).
13. Постанова Кабінету Міністрів України від 12.12.2018 № 1062 “Про затвердження Основних засад функціонування внутрішнього контролю у розпорядників бюджетних коштів та внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 28 вересня 2011 р. № 1001”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1062-2018-%D0%BF#Text> (дата звернення: 25.06.2025).
14. Постанова Кабінету Міністрів України від 29 листопада 2024 р. № 1369 “Деякі питання Політики державної власності”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1369-2024-%D0%BF#Text> (дата звернення: 25.06.2025).
15. Постанова Кабінету Міністрів України від 28 вересня 2011 р. N 1001 “Деякі питання здійснення внутрішнього аудиту та утворення підрозділів внутрішнього аудиту”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1001-2011-%D0%BF#Text> (дата звернення: 25.06.2025).
16. Наказ Міністерства фінансів України від 04.10.2011 № 1247, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 20 жовтня 2011 р. за № 1219/19957 “Про затвердження Стандартів внутрішнього аудиту”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1219-11#Text> (дата звернення: 25.06.2025).
17. Лойшин А.А. Обґрунтування рекомендацій з оцінки ефективності системи внутрішнього контролю установи Міністерства оборони України: дис. ... д-ра філософії: захищена 16.10.2020; затв. 22.10.2020 / Лойшин Анатолій Анатолійович. К., 2020. 259 с.
18. Слободяник С., Пархоменко П., Деменев О., Ткач І. Концептуальні підходи до формування критеріїв оцінювання ефективності системи внутрішнього контролю в Міністерстві оборони України / Journal of Scientific Papers “Social Development and Security”, 2021, Vol. 11, No. 3. С. 162-178. DOI: <https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.3.16> (дата звернення: 25.06.2025).
19. Бойко А. Аналіз нормативно-правової бази, що регламентує питання організації системи внутрішнього контролю у Міністерстві оборони України та підпорядкованих установах / Journal of Scientific Papers “Social Development and Security”, 2025, Vol. 15, No. 1. С. 214-226.

DOI: <https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.1.20>.

20. Бойко А.А. Формування критеріїв виміру рівня ефективності системи внутрішнього контролю у Міністерстві оборони України та підпорядкованих установах / *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*, 2025, № 86. С. 88-100. DOI: <http://doi.org/10.17721/2519-481X/2025/86-10>.

21. Guidance on Monitoring Internal Control Systems, 2009. URL: <https://www.coso.org> (дата звернення: 25.06.2025).

22. Національний стандарт України ДСТУ ISO 9000:2015. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів (62656). URL: https://dnaop.com/html/62656/doc%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_ISO_9000_2015 (дата звернення: 25.06.2025).

23. Великий тлумачний словник сучасної української мови (з дод. і допов.) / Уклад. і голов. ред. В.Т. Бусел. К., Ірпінь: ВТФ “Перун”, 2005. 1728 с.

24. Постанова Кабінету Міністрів України від 28 лютого 2002 р. № 228 “Про затвердження Порядку складання, розгляду, затвердження та основних вимог до виконання кошторисів бюджетних установ”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/228-2002-%D0%BF#Text> (дата звернення: 25.06.2025).

25. Управление качеством в масштабах компании: становление и этапы развития / Й. Кондо. К.: Издательский дом “АДЕФ-Украина”, 2007. 256 с.

26. Standard for Internal Control in the Federal Government. URL: <https://guides.gaoinnovations.gov/greenbook/2025/gaos-mission/> (дата звернення: 25.06.2025).

27. The Sarbanes-Oxley Act of 2002. URL: <https://sarbanes-oxley-act.com/> (дата звернення: 25.06.2025).

28. Compendium on the public internal control systems being applied in the EU Member States. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f5d1aca3-f349-11e6-8a35-01aa75ed71a1/language-en> (дата звернення: 25.06.2025).

REFERENCES:

1. Global Economic Crime and Fraud Survey 2020. URL: <https://www.pwc.com/ua/uk/survey/2020/economic-crime-survey.html> (access date: 25.06.2025).

2. Association Agreement between Ukraine, of the one part, and the European Union, the European Atomic Energy Community and their Member States, of the other parts (The Agreement was ratified by proclamation by Law No. 1678-VII of 16.09.2014). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text (access date: 25.06.2025).

3. Reporting information on the state of state internal financial control for 2024. URL: <https://mof.gov.ua/uk/informacija-pro-stan-vnutrishnogo-kontrolju-ta-vnutrishnogo-audit> (access date: 25.06.2025).

4. The report on the results of the audit of the efficiency of the use of state budget funds provided to the Ministry of Defense of Ukraine for the purchase of property and provision of food for servicemen of the Armed Forces of Ukraine was approved by the decision of the Accounting Chamber dated October 24, 2023 No. 23-2. URL: https://rp.gov.ua/upload-files/Activity/Collegium/2023/23-2_2023/Zvit_23-2_2023.pdf (access date: 25.06.2025).

5. The report on the results of the audit of the efficiency of the use of budget funds allocated to the Ministry of Defense of Ukraine for the construction (purchase) of housing for servicemen of the Armed Forces of Ukraine was approved by the decision of the Accounting Chamber dated 05/24/2022 No. 11-2. URL: https://rp.gov.ua/upload-files/Activity/Collegium/2022/11-2_2022/Zvit_11-2_2022.pdf (access date: 25.06.2025).

6. Global Corruption Perceptions Index – 2024. URL: <https://cpi.ti-ukraine.org> (access date: 25.06.2025).

7. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 29.12.2021 No. 1805-r “Pro skhvalennia Stratehii reformuvannia systemy upravlinnia derzhavnymy finansamy na 2022-2025 roky”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1805-2021-%D1%80#Text> (access date: 25.06.2025).

8. Main trends in the functioning of state internal financial control in 2024. URL: <https://mof.gov.ua/uk/informacija-pro-stan-vnutrishnogo-kontrolju-ta-vnutrishnogo-audit> (access date: 25.06.2025).

25.06.2025).

9. Internal Control – Integrated Framework, 2013. URL: <https://www.coso.org> (access date: 25.06.2025).

10. Enterprise Risk Management – Integrating with Strategy and Performance, 2017. URL: <https://www.coso.org> (access date: 25.06.2025).

11. Guidelines for Internal Control Standards for the Public Sector. URL: https://www.issai.org/wp-content/uploads/2019/08/intosai_gov_9100_e.pdf (access date: 25.06.2025).

12. Budget Code of Ukraine (Vidomosti Verkhovna Rada of Ukraine, 2010, No. 50-51, p. 572) dated 08.07.2010 No. 2456-VI. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17#Text> (access date: 25.06.2025).

13. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 12, 2018 No. 1062 “Pro zatverdzhennia Osnovnykh zasad funktsionuvannia vnutrishnoho kontroliu u rozporiadnykh biudzhetnykh koshtiv ta vnesennia zmin do postanovy Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 28 veresnia 2011 r. № 1001”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1062-2018-%D0%BF#Text> (access date: 25.06.2025).

14. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated November 29, 2024 No. 1369 “Deiaki pytannia Polityky derzhavnoi vlasnosti”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1369-2024-%D0%BF#Text> (access date: 25.06.2025).

15. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated September 28, 2011 No. 1001 “Deiaki pytannia zdiisnennia vnutrishnoho audytu ta utvorennia pidrozdiliv vnutrishnoho audytu”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1001-2011-%D0%BF#Text> (access date: 25.06.2025).

16. Order of the Ministry of Finance of Ukraine dated 04.10.2011 No. 1247, registered with the Ministry of Justice of Ukraine on October 20, 2011 under No. 1219/1995 “Pro zatverdzhennia Standartiv vnutrishnoho audytu”. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1219-11#Text> (access date: 25.06.2025).

17. Loishyn, A.A. (2020) “Obgruntuvannia rekomendatsii z otsinky efektyvnosti systemy vnutrishnoho kontroliu ustanovy Ministerstva oborony Ukrainy” [Justification of recommendation for the evaluation of the effectiveness of the internal control system of the institution of the Ministry of Defense of Ukraine: dissertation], Kiev. 259 p.

18. Slobodanyk, S., Parkhomenko, P., Demenev, O. and Tkach, I. (2021) “Kontseptualni pidkhody do formuvannia kryteriiv otsiniuvannia efektyvnosti systemy vnutrishnoho kontroliu v Ministerstvi oborony Ukrainy” [Conceptual approaches to the formation of criteria for assessing the effectiveness of the internal control system in the Ministry of Defense of Ukraine], Journal of Scientific Papers “Social Development and Security”, Vol. 11, No. 3. Pp. 162-178. DOI: <https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.3.16> (access date: 25.06.2025).

19. Boiko, A. “Analiz normatyvno-pravovoi bazy, shcho rehlamentuie pytannia orhanizatsii systemy vnutrishnoho kontroliu u Ministerstvi oborony Ukrainy ta pidporiadkovanykh ustanovakh” [Analysis of the regulatory and legal framework governing the organization of the internal control system in the Ministry of Defense of Ukraine and its subordinate institutions], Journal of Scientific Papers “Social Development and Security”, 2025, Vol. 15, No. 1. Pp. 214-226. DOI: <https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.1.20>.

20. Boiko, A.A. “Formuvannia kryteriiv vymiru rivnia efektyvnosti systemy vnutrishnoho kontroliu u Ministerstvi oborony Ukrainy ta pidporiadkovanykh ustanovakh” [Formation of criteria for measuring the level of effectiveness of the internal control system in the Ministry of Defense of Ukraine and subordinated institutions], Collection of Scientific Papers of Military Institute of Taras Shevchenko National University of Kyiv, 2025, No. 86. Pp.88-100. DOI: <http://doi.org/10.17721/2519-481X/2025/86-10>.

21. Guidance on Monitoring Internal Control Systems, 2009. URL: <https://www.coso.org> (access date: 25.06.2025).

22. National standard of Ukraine DSTU ISO 9000:2015. Quality management systems. Basic provisions and glossary of terms (62656). URL: https://dnaop.com/html/62656/doc%D0%94%D0%A1%D0%A2%D0%A3_ISO_9000_2015 (access date: 25.06.2025).

23. Busel, V.T. (2005). “Velykyi tlumachnyi slovnyk suchasnoi ukrainskoi movy (z dod. i dopov.)” [The Great Explanatory Dictionary of the Modern Ukrainian Language (with additions and supplements)], VTF “Perun”, Kyiv, Irpin, 1728 p.

24. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated February 28, 2002 No. 228 “Pro

zatverdzhennia Poriadku skladannia, rozghliadu, zatverdzhennia ta osnovnykh vymoh do vykonannia koshtorysiv biudzhetykh ustanov". URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/228-2002-%D0%BF#Text> (access date: 25.06.2025).

25. Kondo, Io. (2007) "Upravlieniie kachiestvom v masshtabakh kompanii: stanovleniie i etapy razvitiia" [Quality management on a company scale: formation and stages of development], Publishing house "ADEF-Ukraine", Kyiv, 256 p.

26. Standard for Internal Control in the Federal Government. URL: <https://guides.gaoinnovations.gov/greenbook/2025/gaos-mission/> (access date: 25.06.2025).

27. The Sarbanes-Oxley Act of 2002. URL: <https://sarbanes-oxley-act.com/> (access date: 25.06.2025).

28. Compendium on the public internal control systems being applied in the EU Member States. URL: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/f5d1aca3-f349-11e6-8a35-01aa75ed71a1/language-en> (access date: 25.06.2025).

Boiko A.A., Dr. Ekon. Sci., Prof. Tkach M.Ia.

INTERNATIONAL STANDARDS AND WESTERN PRACTICES: SEARCH FOR WAYS TO DEVELOP AN INTERNAL CONTROL SYSTEM

The article is devoted to the study of internationally recognized publications of the Committee of Sponsoring Organizations (COSO) of the US National Commission on Financial Reporting Fraud on the organization of an internal control system (COSO model) and a risk management system (COSO ERM concept), the instruction of the International Organization of Supreme Audit Institutions (INTOSAI) on internal control in the public sector (INTOSAI 9100 standard) and the practices of the USA, the European Union and the UK on the organization and effective functioning of the internal control system (ICS) and internal audit in public sector institutions in order to identify ways to improve the ICS in public sector institutions of Ukraine, the implementation of which is expected to lead to an increase in the effectiveness of the ICS, in particular in the Ministry of Defense of Ukraine and its subordinated institutions.

The article highlights the formation of the ICS structure according to the COSO model and provides a definition of its functions, goals and criteria for measuring the level of effectiveness. A comparison of the ICS and criteria for measuring its level of effectiveness according to the COSO model and according to the Foundations of Internal Control Functioning in Budget Fund Managers, which determine the issues of organizing and functioning of the ICS in state bodies of Ukraine and in institutions (organizations, enterprises) belonging to the sphere of management of such bodies, is presented. The essence of the risk management system (RMS) according to the COSO ERM concept is revealed and a characteristic is given for determining its effectiveness. A generalization of the provisions of the INTOSAI 9100 standard and the practice of Western countries regarding the organization and effective functioning of the ICS in public sector institutions is presented. The role and effectiveness of the functioning of the internal audit in the structures of the SCM and SRM are shown.

Based on the results of the study, substantiated proposals were formed to improve the domestic regulatory and legal framework on internal control issues, organization and functioning in state bodies of Ukraine within the framework of the implementation of budget programs of the RMS, as a subsystem of a comprehensive ICS, and introduce in state bodies of Ukraine an annual assessment (in the form of self-assessment) of the ICS, the internal audit system (IAS) and RMS, as well as reporting on the effectiveness of their functioning. At the same time, attention was focused on the importance of developing in state bodies of Ukraine such a mechanism that will ensure proper interaction and maximum independence of the internal audit function (on the one hand - in the organizational structures of the state body and institutions subordinate to such a body, on the other - in the structures of the ICS and RMS), which will contribute to maintaining the integrity and effectiveness of the functioning of the IAS, as a subsystem of a comprehensive ICS.

Keywords: COSO, INTOSAI, internal control system, risk management, internal audit, public sector institutions, Ministry of Defense of Ukraine.

ОСНОВИ ВІЙСЬКОВОГО ЛІДЕРСТВА. СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО РОЗВИТКУ ВІЙСЬКОВИХ ЛІДЕРІВ У ВІЙСЬКОВОМУ ІНСТИТУТІ. ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ

Визначені загальні положення військового лідерства, що здійснює визначальний вплив на цінності, традиції, вмотивованість, професійність, дисципліну та взаємодію в збройних силах всіх країн.

Сформульовані основні положення оновленої Доктрини військового лідерства у Збройних Силах України. Її вивчення, впровадження в освітній процес, у повсякденну і бойову діяльність Інституту є фундаментом розвитку військових лідерів-офіцерів.

Розвиток військового лідерства за декілька років перейшов з абстрактного поняття в конкретний набір дій, знань, спрямованих на ефективне управління особовим складом, розвиток мислення та здатність до негайного прийняття рішень у критичних ситуаціях.

Лідерство розглядається як взаємопов'язані елементи: лідер та команда. Якщо лідерство визначається як мистецтво мотивувати людей на досягнення спільної мети, то лідером має бути людина, яка вміє ефективно застосовувати свої лідерські якості, щоб вести команду вперед.

Визначено, що лідер – не обов'язково військовослужбовець. Лідер – це людина, що володіє моральним авторитетом, відповідними компетентностями і досвідом, спроможний критично і креативно мислити, оперативно приймати рішення, який в силу взятості на себе відповідальності впливає на особовий склад, спроможний мотивувати себе, підлеглих, а також інших лідерів на свідоме та добровільне виконання поставлених завдань для досягнення визначеної мети.

Наголошується про лідерську позицію Інституту серед військових закладів вищої освіти України з питань забезпечення високоякісної професійної освіти та науки, реалізації передових підходів до менеджменту якості освіти та формує нове покоління військових лідерів. Саме Інститут, як вимагає Доктрина, готує високопрофесійних, мотивованих і відповідальних офіцерів, здатних приймати обґрунтовані рішення, ефективно діяти в умовах сучасних безпекових викликів і забезпечувати стійкість та розвиток ЗС України.

Визначені операційні цілі розвитку Інституту до 2030 року. А саме: впровадження в освітню діяльність концептуальних засад військового лідерства у ЗС України та загальних тенденцій розвитку військового лідерства на національному та міжнародному рівнях. Операційні завдання вирішення операційних цілей конкретизують алгоритм їх досягнення.

Ключові слова: військове лідерство, лідер, військово-професійна діяльність, військовослужбовець, Військовий інститут, стратегія розвитку, освітній процес, компетентності.

Вступ та постановка проблеми. Військове лідерство залишається ключовим компонентом забезпечення професійної діяльності як окремих військовослужбовців, так і органів військового управління, частин (підрозділів) під час підготовки та виконання бойових (тактичних) завдань.

Військове лідерство здійснює визначальний вплив на цінності, традиції, вмотивованість, професійність, дисципліну та взаємодію в збройних силах всіх країн. Управління у військах підтримує стабільність та керованість, тоді як лідерство стимулює позитивні зміни, надихає та наближає перемогу.

Актуальність формування і розвитку військового лідерства обумовлена нагальною потребою у здатності військових лідерів вести за собою в бій, а також впроваджувати якісні зміни у професійну культуру військовослужбовців, вдосконалювати ЗС України в цілому.

Одним із завдань військового лідерства є підвищення обороноздатності країни та

досягнення переваги над противником шляхом забезпечення безперервного процесу розвитку військового лідерства у військових закладах вищої освіти, в підрозділах ЗС України, що включає в себе постійне тренування, навчання та саморозвиток військовослужбовців [1].

Розвиток військового лідерства у ЗС України та зокрема у Військовому інституті Київського національного університету імені Тараса Шевченка (далі - Інститут) – це безперервний, свідомий, цілісний, чітко орієнтований процес удосконалення професійної та особистісної компетентності (спроможності) військовослужбовця на всіх етапах його кар'єри. Військовими лідерами не народжуються, ними стають, досягаючи досконалості на рівнях управління, поєднуючи вмотивованість, навчання, практичну підготовку та набутий бойовий та життєвий досвід [2].

Вивчення, впровадження в освітній процес [1-3] у повсякденну і бойову діяльність Інституту сприятиме: ефективному виконанню особовим складом завдань за призначенням на всіх рівнях; уніфікації підходів до військового лідерства з урахуванням національних особливостей та набутого досвіду держав - членів НАТО; виробленню єдиних теоретико-методологічних основ та приведенню нормативно-правових актів з питань військового лідерства у відповідність з вимогами сьогодення; упорядкуванню завдань і функцій органів військового управління щодо військового лідерства з урахуванням специфіки їх діяльності на всіх рівнях; впровадженню у практику повсякденної діяльності Інституту позитивного досвіду військового лідерства; формуванню наскрізної багаторівневої системи підготовки військових лідерів із нарощенням їх професійної та особистісної ефективності.

Практична реалізація [1, 2] дозволить підняти рівень професійної підготовки, розвинути моральні та психологічні якості особового складу Інституту та сил оборони в цілому, розкрити та реалізувати національно-духовний потенціал бойових традицій українського війська, підтримувати психологічну й бойову готовність, ефективно виконувати завдання за призначенням та наближати перемогу.

Пошуку визначення поняття лідерства приділено значну увагу за останні 5-7 років. Як висновок – лідерство не є матеріальним поняттям. Це життєва сила будь-якої успішної людини, яка є членом соціуму. Саме лідерство дозволяє створювати та мотивувати сильних особистостей для досягнення як побутових, так й бойових завдань.

У контексті військового середовища, лідерство та роль лідера набуває особливої ваги. Тут лідерство перетворюється з абстрактного поняття в конкретний набір дій, знань, спрямованих на ефективне управління особовим складом, розвиток мислення та здатність до негайного прийняття рішень у критичних ситуаціях. Історичний досвід та набуті знання дозволяють визначити, що ж таке військове лідерство та що робить його особливим.

Військове лідерство – це процес впливу військовослужбовців на особовий склад, який здійснюється на основі морального авторитету, практичного досвіду та компетентності, з метою успішного виконання поставлених завдань і досягнення визначеної мети через індивідуалізацію, інтерактивність та безперервність освітнього процесу з використанням новітніх інформаційних технологій. Вплив здійснюється безпосередньо: через відпрацювання та віддання директивних документів (бойових наказів, розпоряджень тощо), контроль за дотриманням вимог, стимулювання та мотивацію особового складу. Не забуваємо про власний приклад, внутрішню гармонію та формування керівної та штабної культури майбутнього офіцера.

Лідерство вимагає двох взаємопов'язаних елементів: лідера та команди. Неможливо уявити одне без іншого. Якщо лідерство визначаються як мистецтво мотивувати людей на досягнення спільної мети, то лідером має бути людина, яка вміє ефективно застосовувати свої лідерські якості, щоб вести команду вперед. Основою будь-якої команди є люди, тому лідери повинні вміти швидко розпізнавати соціальні та міжособистісні тонкощі, які існують у кожній команді і у цьому контексті застосовувати свої лідерські якості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню розвитку лідерських якостей у військовослужбовців в останні роки приділяється суттєва увага.

У [4] визначено, що систему військового лідерства у Збройних Силах України остаточно не сформовано, дослідження, пов'язані з формуванням та розвитком зазначеної системи, вивченням виявлених, при цьому, проблемних питань та визначення шляхів їх вирішення є актуальними. Авторами у цій роботі висвітлено результати аналізу проблемних питань у системі військового лідерства у ЗС України. На стратегічному рівні поставлені завдання відповідним органам управління опрацювати нову редакцію Доктрини з розвитку військового лідерства та дорожню карту її реалізації.

У [5] визначено, що серед завдань реформування стратегічного керівництва одним із найбільш актуальних є організація підготовки стратегічних лідерів у закладах військової освіти за євроатлантичними стандартами. Проведений аналіз передового досвіду формування та розвитку лідерських компетентностей у провідних країнах світу, проаналізовано сутність стратегічного лідерства як якісної характеристики військового керівника та обґрунтовано необхідність формування у стратегічних лідерів навичок критичного мислення, письмових комунікативних навичок як окремих елементів підготовки в закладах військової освіти.

У [6] розкриті сутність, завдання, принципи військового лідерства, порядок підготовки та розвиток військовослужбовців саме у Національній Гвардії України. Основний аспект при цьому зосереджується на виконанні бойових та спеціальних завдань НГУ в мирний та воєнний час.

У [7] розглядаються основні характеристики лідерства як компетенції військовослужбовців в контексті найкращих практик управління людським капіталом та орієнтації на результати, в тому числі з огляду на забезпечення сприятливих умов проходження військової служби, побудови кар'єри військового, індивідуального й організаційного розвитку та навчання, ведення організаційних змін тощо.

У [8,9] проаналізовані психологічні засади розвитку лідерських якостей у командирів військових підрозділів ЗС України, які визначають провідну функціональну роль лідерства у командирів, найбільше впливаючи на загальну ефективність її функціонування через утвердження нових моделей поведінки, процедур, принципів і цінностей, та описані у воєнно-наукових дослідженнях. Лідерство відображає здатність командира до самостійного й адекватного узгодження зовнішніх і внутрішніх умов діяльності для досягнення оптимального способу вирішення професійних завдань.

Аналіз свідчить, що тема військового лідерства в умовах повномасштабного вторгнення РФ займає провідне місце під час підготовки командирів на всіх рівнях управління. Автори статті акцентують увагу на відповідності вимог Доктрини до розробленої Стратегії Інституту.

Метою статті є: визначення деяких проблем професійної військової освіти та підготовки військових лідерів Інституту через розроблення сучасних підходів їх вишколу шляхом виконання Операційного плану, який враховує стратегічні, оперативні цілі та напрями Стратегічного розвитку Інституту з урахуванням досвіду відсічі збройної агресії російської федерації.

Виклад основного матеріалу. Хто такий військовий лідер? Це військовослужбовець (цивільна посадова особа, працівник), який користується моральним авторитетом, відповідними компетентностями і досвідом, спроможний критично і креативно мислити, оперативно приймати рішення, який в силу взятої на себе відповідальності впливає на особовий склад, спроможний мотивувати себе, підлеглих, а також інших лідерів на свідоме та добровільне виконання поставлених завдань для досягнення визначеної мети [1].

Кожен військовослужбовець є частиною команди і виступає в ролі лідера та підлеглого. Бути ефективним підлеглим є частиною ефективного лідера. Лідери направляють не лише своїх підлеглих – вони також направляють інших лідерів. Лідери не обмежуються лише тим, що визначається посадою, званням чи повноваженнями.

Стратегія Інституту описує стратегічне бачення (візію, місію), принципи, цінності, цілі, напрями та завдання її реалізації для формування та розвитку нової генерації військових лідерів.

Інститут займає лідерську позицію серед військових закладів вищої освіти України та є провідним центром компетентності, що забезпечує високоякісну професійну військову освіту та науку, реалізує передові підходи до менеджменту якості освіти та формує нове покоління військових лідерів. Саме Інститут, як вимагає Доктрина, готує високопрофесійних, мотивованих і відповідальних офіцерів, здатних приймати обґрунтовані рішення, ефективно діяти в умовах сучасних безпекових викликів і забезпечувати стійкість та розвиток Збройних Сил України.

Інститут має безпечну та сучасну інфраструктуру, що є вільним, просвітницьким, міжнародним, молодіжним простором (хабом), в тому числі для людей з особливими потребами та можливостями, а також є джерелом формування нового стилю військового лідерства та накопичення лідерського потенціалу, розвитку креативності та критичного мислення, набуття багатомовності учасниками освітнього процесу [2].

Реалізація визначеної мети передбачає досягнення наступних результатів: реалізовано та впроваджено в освітню діяльність Інституту концептуальні засади лідерства у Збройних Силах України; ефективно функціонує система менеджменту якості вищої та професійної військової освіти; вдосконалене освітнє середовище; запроваджена дієва політика інтернаціоналізації вищої та професійної військової освіти.

Стратегія розвитку Інституту та пов'язаний з нею Операційний план її реалізації визначають курс на майбутнє, встановлюючи пріоритети та зосереджуються на розвитку Інституту та нової формації військових лідерів.

Головним пріоритетом досягнення стратегічних цілей є нарощування спроможностей Інституту, що ґрунтуються на знаннях, уміннях, цінностях, досвіді, доброчесності, а також методиках підготовки, з урахуванням найкращих практик провідних країн світу та набутого досвіду відсічі збройної агресії російської федерації.

Необхідність розроблення Стратегії розвитку Інституту викликана: високою динамікою зміни форм, способів і засобів ведення бойових дій; посиленням викликів і загроз, які постали перед системою підготовки військових фахівців в умовах широкомасштабної збройної агресії РФ проти України; відтоком (виїздом) потенційних абітурієнтів за кордон; необхідністю підвищення конкурентоздатності Інституту та якості підготовки військових фахівців; потребою відповідності освітніх та освітньо-професійних програм Інституту стандартам НАТО та ЄС; стрімким розвитком інформаційних технологій.

З визначених принципів діяльності інституту, а саме: лідерства, честі, інтелекту, академічної доброчесності, міцності, відкритості та прозорості, людиноцентризму, інтернаціоналізації в міжнародну систему військової освіти та науки саме лідерство стоїть на чолі та має на меті надихати, впливати на інших людей задля ефективного вирішення поставлених завдань. А це досягається за рахунок постійної взаємодії всіх ланок освітнього процесу, мотивуванням, тренуванням у прийнятті рішення за визначеною (ситуаційною) обстановкою, вироблення управлінських функцій та формування навичок вести за собою підрозділ (команду) для виконання різноманітних завдань.

З переліку системи цінностей Інституту: лідерство, честь, інтелект, міць, звитяга, лідерство також є в пріоритеті та розглядається як здатність надихати, вести за собою, готовність віддати свій час, енергію і життя на захист рідної країни заради Перемоги та відродження.

Реалізація визначеної авторами статті мети передбачає досягнення наступних результатів: реалізацію та впровадження в освітню діяльність Інституту концептуальних засад лідерства у Збройних Силах України; функціонування системи менеджменту якості вищої та професійної військової освіти; вдосконалення освітнього середовища Інституту; покращення політики інтернаціоналізації вищої та професійної військової освіти.

За стратегічну ціль розвитку Інституту прийнято розвиток військового лідерства, як сукупність організаційних і освітніх заходів, що сприяють формуванню та розвитку в здобувачів освіти як нової генерації військових лідерів в Україні професійних та особистісних компетентностей з урахуванням набутого унікального військового досвіду.

Незважаючи на наявність доктринальних та стратегічних орієнтирів, що визначають ключову роль військового лідерства в системі підготовки офіцерського складу, в освітній діяльності Військового інституту все ще зберігається невідповідність між заявленою моделлю військового лідера та фактичним переліком і змістом компетентностей, що формуються в процесі навчання. Це проявляється у недостатній інтеграції лідерських компонентів в усі навчальні дисципліни, відсутності наскрізної системи оцінювання лідерських якостей та нерівномірному залученні здобувачів освіти до лідерсько-орієнтованих практик, тренінгів і рішень на основі ситуаційного моделювання.

Крім того, існує розрив між ціннісним виміром лідерства, задекларованим у Доктрині військового лідерства ЗС України (моральний авторитет, ініціативність, здатність надихати), та його прикладною інституціоналізацією в освітньому процесі. Наявні компетентнісні моделі потребують перегляду та узгодження з сучасними безпековими викликами, стандартами НАТО, а також досвідом, набутим у ході повномасштабної війни. Це передбачає необхідність системного оновлення методичних матеріалів, навчальних планів і форм роботи викладача.

Розв'язання цієї проблеми безпосередньо пов'язане з реалізацією стратегічної цілі №1 Стратегії розвитку Військового інституту. Ефективне впровадження концептуальних засад військового лідерства, розробка механізмів оцінювання, створення системи наставництва та дидактичного супроводу сприятимуть гармонізації очікувань, потреб і реального змісту освітньої діяльності Військового інституту у контексті формування нової генерації військових лідерів.

Першою операційною ціллю розвитку Інституту до 2030 року визначено впровадження в освітню діяльність концептуальних засад військового лідерства у ЗС України за рахунок: забезпечення формування та розвитку професійних та особистісних компетентностей військового лідера в ході викладання усіх навчальних дисциплін; впровадження та розвитку системи оцінювання лідерських якостей (при вступі, під час навчання, перед випуском); запровадження та розвитку системи наставництва.

Операційними завданнями вирішення операційної цілі №1 є: перегляд та корегування освітньо-професійних програм, робочих програм навчальних дисциплін в частині забезпечення формування та розвитку компетентностей військового лідера; впровадження в освітній процес навчальних дисциплін за напрямом військового лідерства на курсах професійної військової освіти, вдосконалення робочих програм навчальних дисциплін та методичних матеріалів; вдосконалення Правил вступу до Інституту; запровадження моніторингу оцінювання сформованості лідерських компетентностей (спроможностей) здобувачів освіти та постійного складу.

Очікуваний результат за першою операційною ціллю: випускники Інституту відповідають моделі вимог до військового лідера відповідно до Доктрини військового лідерства у ЗС України; випускники Інституту усвідомлюють себе військовими лідерами, здатними формувати команди та діяти в підрозділі (команді); запроваджено та функціонує система оцінювання лідерських якостей.

Другою операційною ціллю є формування нової генерації військових лідерів з урахуванням набутого унікального військового досвіду, стандартів НАТО та загальних тенденцій розвитку військового лідерства на національному та міжнародному рівнях за рахунок: вивчення та впровадження набутого військового досвіду з початку широкомасштабної збройної агресії РФ проти України та формування динамічної спільноти військових лідерів.

Операційними завданнями вирішення операційної цілі №2 є: оновлення робочих

програм навчальних дисциплін, навчально-методичних матеріалів на основі набутого (отриманого) сучасного досвіду; комплектування посад постійного складу офіцерами-лідерами, які набули унікального військового досвіду та здатні передати теоретичні знання та практичний досвід здобувачам освіти; подальше впровадження в освітній процес стандартів НАТО; запровадження військового менторства (процес взаємодії більш досвідченої в певній сфері людини з менш досвідченою).

Очікуваний результат за другою операційною ціллю є: освітні послуги відповідають сучасним викликам і загрозам; увесь постійний склад володіє унікальним військовим досвідом; досягнуто взаємосумісності з країнами – членами НАТО у сфері військової освіти; здійснюється ефективна передача теоретичних знань та набутого досвіду від ментора до здобувача освіти.

Досягнення операційних цілей визначають сутність військового лідерства, яка полягає в здатності військового лідера ефективно організовувати, надихати та спрямовувати послідовників (підлеглих) у військовому колективі (команді). Військове лідерство вимагає від лідера володіння моральними чеснотами, практичним досвідом, необхідними знаннями, навичками, компетентностями та інструментами для адаптації до різних ситуацій, врахування потреб та інтересів своїх підлеглих, співпраці з іншими лідерами, використання новітніх технологій та демонстрації соціальної відповідальності та гендерної рівності. Лідери надихають і мотивують людей на досягнення бажаних результатів.

Сутність військового лідерства розкривається у процесі впливу на особовий склад шляхом: чіткого формулювання мети та завдань, визначення доцільних способів їх досягнення та оцінки необхідних ресурсів; застосування ефективних методів внутрішньої комунікації; мотивування до дії під час підготовки і виконання поставлених завдань; розвитку бойових здібностей та згуртування особового складу; створення кола безпеки життя та здоров'я особового складу у нестандартних (бойових) умовах.

Завданнями військового лідерства в Інституті є формування офіцерського, сержантського і старшинського, капельнського складу як лідерів спроможних: вести підлеглих за собою, формувати мету (цілі) і визначати способи досягнення успішного виконання завдань; мотивувати і надихати підлеглих власним прикладом до прийняття рішень і дій під час підготовки і виконання завдань за призначенням, проявляти характер та демонструвати компетентності і впевненість; формувати позитивний психологічний клімат і здійснювати ефективний вплив на особовий склад на основі історичного досвіду, національно-визвольного руху та національних військових традицій; застосовувати ефективні способи внутрішньої комунікації у підрозділі; вдосконалювати індивідуальну і колективну бойові спроможності; забезпечувати інтегральний розвиток командоутворення і згуртування особового складу; сприяти формуванню і розвитку організаційної культури у військовій організації; оцінювати потреби підлеглих у розвитку, підтримувати їх професійний розвиток і самовдосконалення [1,3,4,7].

Для успішного досягнення мети військовий лідер повинен: формувати мету, залучати необхідні ресурси, визначати можливості та способи її досягнення; формувати стійкий позитивний психологічний клімат та підтримувати бойову готовність у підрозділі; демонструвати особистий приклад професіоналізму та зразкову моральну поведінку; застосовувати різні способи і техніки комунікації та надавати ефективний зворотній зв'язок підлеглим; мотивувати і надихати особовий склад своїм прикладом до прийняття самостійних рішень та дій під час підготовки і виконання завдань у не стандартних, кризових, критичних ситуаціях; вдосконалювати індивідуальну і колективну бойові спроможності; забезпечувати інтегральний розвиток, згуртування і злагодження особового складу в ефективні та результативні команди (групи); утверджувати відданість військовослужбовців національним військовим традиціям, Військовому Етосу; сприяти розвитку та самовдосконаленню особового складу.

Які завдання повинен вирішувати випускник Інституту? І відповідь ми шукаємо саме в обов'язках завдань офіцера-лідера. Основні з них: вести підлеглих за собою, формувати мету (цілі) і визначати способи досягнення виконання поставлених завдань; демонструвати особистий приклад професіоналізму та зразкову моральну поведінку; сприяти виконанню посадових обов'язків особовим складом, формувати ефективні команди, здатні досягати мети; встановлювати й підтримувати на найвищому рівні етичні стандарти організаційної культури в військовій організації; навчати й виховувати своїх послідовників, розвивати лідерські компетентності у підлеглих; формувати й підтримувати високий бойовий та командний дух, позитивний психологічний клімат, довіру та відданість; вдосконалювати колективну бойову спроможність; застосовувати принцип децентралізованого управління, що сприятиме розвитку ініціативних та гнучких військових лідерів, здатних в умовах мінливої обстановки швидко орієнтуватися, брати на себе відповідальність та досягати виконання поставлених завдань.

Висновки. Стратегія розвитку Інституту реалізується шляхом виконання Операційного плану реалізації Стратегії розвитку Інституту, який враховує стратегічні цілі та напрями розвитку. Операційний план регулярно переглядається та є основою для короткострокового та середньострокового планування діяльності Інституту.

Конкретизуємо завдання, що стоїть перед науково-педагогічними працівниками Інституту з питань впровадження в освітню діяльність концептуальних засад військового лідерства: перегляд та корегування освітньо-професійних програм, робочих програм навчальних дисциплін у частині забезпечення формування та розвитку компетентностей військового лідера; впровадження в освітній процес навчальних дисциплін за напрямом військового лідерства на курсах професійної військової освіти, вдосконалення робочих програм навчальних дисциплін та методичних матеріалів; вдосконалення Правил вступу до Інституту; запровадження моніторингу оцінювання сформованості лідерських компетентностей (спроможностей) здобувачів освіти та постійного складу.

Щодо формування нової генерації військових лідерів з урахуванням набутого бойового досвіду, основними завданнями є: оновлення робочих програм навчальних дисциплін, навчально-методичних матеріалів на основі набутого (отриманого) сучасного досвіду; комплектування посад постійного складу офіцерами-лідерами, які набули унікального військового досвіду та здатні передати теоретичні знання та практичний досвід здобувачам освіти; подальше впровадження в освітній процес стандартів НАТО; запровадження військового менторства (процес взаємодії більш досвідченої в певній сфері людини з менш досвідченою).

ЛІТЕРАТУРА:

1. ВКП 7-00 (03).01 (ОП-1-296) Доктрина військового лідерства у Збройних Силах України. К.: ГУ персоналу ГШ ЗС України від 01.12.2024, 46 с.
2. Стратегія розвитку військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. К.: ВІКНУ. – 2025. 23 с.
3. Каталог військово-професійних компетентностей військових фахівців офіцерського, сержантського та старшинського складу (Наказ МО України від 20.06.2024 №405/нм “Про організацію підготовки офіцерського, сержантського та старшинського складу у ВВНЗ, ВНП ЗВО та закладах фахової передвищої військової освіти”). К.: ГШ ЗС України 04.04.2025, 18 с.
4. В. Залужний, В. Назаров, Р. Гришук. Система військового лідерства у Збройних Силах України: проблемні питання та шляхи їх вирішення. К.: Центральний науково-дослідний інститут ЗС України. Military Science. Vol. 1 No. 1. 2023
5. Ю. Пунда, С. Антоненко. Підготовка стратегічного лідера як інвестиція в реформування системи військового управління К.: Стратегічні пріоритети № 4. 2017. С.141-146. URL:http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&

6. ВКП НГУ 1-00.01 Доктрина військового лідерства в Національній гвардії України, К.: Головне управління Національної гвардії України, Наказ Командувача НГУ від 06.12.2022 №450. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0214-17#Text>

7. Методичні рекомендації з розвитку військових лідерів. Формування професійної культури військового лідера, що відповідає принципам і стандартам НАТО.

8. Н. Полтева Психологічні засади розвитку лідерства у командирів військових підрозділів ЗС України. Вісник Національного університету оборони України. К.: НУОУ, 2023. С. 103-112.. URL: <http://visnyk.nuou.org.ua/article/view/275324>

9. Карпенко, В. Поняття лідерства у воєнно-наукових дослідженнях. К.: Військова освіта, 2021. С. 91–99. URL: <https://doi.org/10.33099/2617-1783/2021-44/91-99>

REFERENCES:

1. MMP 7-00 (03).01 (OP-1-296) Doctrine of military leadership in the Armed Forces of Ukraine. K.: General Staff of the Armed Forces of Ukraine dated 01.12.2024, 46 p.

2. Strategy for the development of the military institute of the Taras Shevchenko National University of Kyiv. Kyiv: VIKNU. – 2025. 23 p.

3. Catalog of military-professional competencies of military specialists of officer, sergeant and non-commissioned officers (Order of the Ministry of Defense of Ukraine dated 06.20.2024 No. 405/nm “On the organization of training of officer, sergeant and non-commissioned officers in military universities, military higher education institutions and institutions of professional pre-higher military education”). K.: General Staff of the Armed Forces of Ukraine 04.04.2025, 18 p.

4. V. Zaluzhny, V. Nazarov, R. Hryshchuk. The system of military leadership in the Armed Forces of Ukraine: problematic issues and ways to solve them. Kyiv: Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine. Military Science. Vol. 1 No. 1. 2023

5. Yu. Punda, S. Antonenko. Training a strategic leader as an investment in reforming the military command system. Kyiv: Strategic Priorities No. 4. 2017. P.141-146.

6. MMP NGU 1-00.01 Doctrine of military leadership in the National Guard of Ukraine, Kyiv: Main Directorate of the National Guard of Ukraine, Order of the Commander of the NGU dated 06.12.2022 No. 450.

7. Methodological recommendations for the development of military leaders. Formation of a professional culture of a military leader that meets NATO principles and standards. Electronic edition. Military Leadership Development Department of the Main Personnel Directorate of the General Staff of the Armed Forces of Ukraine, 2025. 296 p.

8. N. Polteva Psychological principles of leadership development among commanders of military units of the Armed Forces of Ukraine. Bulletin of the National University of Defense of Ukraine. Kyiv: NUOU, 2023. P. 103-112.

9. V. Karpenko, The concept of leadership in military-scientific research. Kyiv: Military Education, 2021. pp. 91–99.

Ph.D. Zaitsev D.V., Zborchyi A.S., Ph.D. Melnyk Y.I.

FUNDAMENTALS OF MILITARY LEADERSHIP. MODERN APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF MILITARY LEADERS IN THE MILITARY INSTITUTE. PROBLEM ISSUES

The general principles of military leadership are defined, which have a decisive influence on values, traditions, motivation, professionalism, discipline, and interaction in the armed forces of all countries.

The main provisions of the updated Doctrine of Military Leadership in the Armed Forces of Ukraine have been formulated. Its study and implementation in the educational process, in the daily and combat activities of the Institute are the foundation for the development of military leader-officers.

The development of military leadership in just a few years has moved from an abstract concept to a concrete set of actions and knowledge aimed at effective personnel management, development of thinking, and the ability to make immediate decisions in critical situations.

Leadership is viewed as interrelated elements: the leader and the team. If leadership is defined as the art of motivating people to achieve a common goal, then a leader should be a person who can effectively apply their leadership qualities to lead the team forward.

The general provisions of military leadership are defined, which have a decisive influence on the values, traditions, motivation, professionalism, discipline and interaction in the armed forces of all countries.

The main provisions of the updated Doctrine of Military Leadership in the Armed Forces of Ukraine are formulated.

The Institute's leadership position among military higher education institutions of Ukraine is emphasized in terms of providing high-quality professional education and science, implementing advanced approaches to education quality management, and forming a new generation of military leaders.

It is the Institute, as required by the Doctrine, that trains highly professional, motivated, and responsible officers capable of making informed decisions, acting effectively in the face of modern security challenges, and ensuring the stability and development of the Armed Forces of Ukraine.

Operational goals for the development of the Institute until 2030 have been determined. Namely: implementation of the conceptual principles of military leadership in the Armed Forces of Ukraine and general trends in the development of military leadership at the national and international levels into educational activities. Operational tasks for solving operational goals specify the algorithm for their achievement.

Keywords: military leadership, leader, military-professional activity, serviceman, Military Institute, Development Strategy, educational process, competencies.

ДАНІ ПРО АВТОРІВ

Адамов Юрій Іванович, начальник науково-дослідного відділу Військової академії (м. Одеса), ORCID: 0000-0002-7355-777X.

Азарний Дмитро Анатолійович, аспірант факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем Київського національного університету імені Тараса Шевченка, ORCID: 0009-0000-9549-8873.

Андрущенко Іван Сергійович, старший викладач кафедри факультету Житомирського військового інституту імені С.П. Корольова, ORCID: 0009-0002-8001-8026.

Бабій Юлія Олександрівна, доктор технічних наук, начальник науково-дослідного відділення озброєння та матеріально-технічного забезпечення діяльності Держприкордонслужби науково-дослідного відділу Національної Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, ORCID: 0000-0001-7310-8715.

Бойко Андрій Андрійович, ад'юнкт, Національний університет оборони України (м. Київ), ORCID: 0009-0007-7384-0667.

Гайша Олександр Олександрович, кандидат технічних наук, доцент, науковий співробітник Інституту наук моря (Барселона, Іспанія) Institut de Ciencies del Mar CSIC, ORCID: 0000-0003-3711-547X, SCOPUS ID – 55338466100.

Гайша Олена Олександрівна, виконуюча обов'язки завідувача кафедри інженерних технологій Міжнародного класичного університету імені Пилипа Орлика (м. Миколаїв), ORCID: 0009-0000-4543-912X, SCOPUS ID – 57202193987.

Давиденко Анатолій Миколайович, доктор технічних наук, професор, провідний науковий співробітник, Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України, ORCID: 0000-0001-6466-1690.

Демчишин Віталій Степанович, старший викладач кафедри прикордонної служби Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, ORCID: 0000-0002-3832-6036.

Дідик Валентин Олександрович, доктор філософії, доцент кафедри організації розвідувально-інформаційної роботи та технічних засобів розвідки, Військова академія (м. Одеса), ORCID: 0000-0003-4267-9122.

Завальнюк Володимир Вікторович, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри фундаментальних наук Військової академії (м. Одеса), ORCID: 0000-0002-3193-9569. SCOPUS ID: 36803192000.

Задорожний Станіслав Михайлович, викладач кафедри організації розвідувально-інформаційної роботи та технічних засобів розвідки, Військова академія (м. Одеса), ORCID: 0000-0003-0449-0863.

Зайцев Ігор Петрович, доктор філософії, доцент, начальник кафедри тактики Військової академії (м. Одеса), ORCID: 0000-0002-0619-8148.

Зайцев Дмитро Володимирович, кандидат військових наук, доцент, доцент кафедри, факультет післядипломної освіти Київського національного університету імені Тараса Шевченка, ORCID: 0000-0002-3784-5790.

Зарицька Алла Іванівна, науковий співробітник науково-дослідного відділу військово-термінологічної та лексикографічної діяльності лінгвістичного науково-дослідного управління науково-дослідного центру Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка, ORCID: 0000-0003-4238-0366.

Зборчий Андрій Сергійович, начальник кафедри поведінкових наук, військовий факультет поведінкових наук, Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка, ORCID: 0009-0001-8567-835X.

Кравчук Олег Іванович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, професор кафедри Військової академії (м. Одеса), ORCID: 0000-0002-7590-4210.

Кольцов Руслан Юрійович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри геоінформаційних технологій Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка, ORCID: 0000-0002-8441-9575.

Кучер Анастасія Олександрівна, магістр кафедри геоінформаційних систем і технологій

Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка, ORCID: 0009-0003-2360-865X.

Лєнков Сергій Васильович, доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, головний науковий співробітник науково-дослідного центру Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка, ORCID: 0000-0001-7689-239x, Scopus ID: 58061035100, DBLP: 6.

Лукіна Катерина Вікторівна, молодший науковий співробітник Науково-дослідного центру, Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", ORCID: 0000-0002-2803-7839.

Луцишин Андрій Миколайович, доктор філософії, професор кафедри тактики Військової академії (м. Одеса), ORCID: 0000-0002-7733-7109.

Максименко Юрій Анатолійович, кандидат технічних наук, начальник кафедри організації розвідувально-інформаційної роботи та технічних засобів розвідки, Військова академія (м. Одеса), ORCID: 0000-0002-1227-2009.

Маміч Віктор Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри організації розвідувально-інформаційної роботи та технічних засобів розвідки, Військова академія (м. Одеса), ORCID: 0000-0001-5574-0901.

Мельник Ярослав Романович, кандидат психологічних наук, начальник кафедри загальновійськової підготовки факультету післядипломної освіти Військового інституту імені Тараса Шевченка, ORCID: 0000-0003-3704-2856.

Нікул Станіслав Олексійович, кандидат технічних наук, доцент, начальник факультету Військової академії (м. Одеса), ORCID: 0000-0003-4768-0448.

Остапчук Олексій Миколайович, викладач Житомирського військового інституту, ORCID: 0009-0008-1272-2736.

Петрушенко Микола Миколайович, доктор технічних наук, професор кафедри Військової академії (м. Одеса), ORCID: 0000-0002-2490-9572.

Погребняк Людмила Михайлівна, кандидат технічних наук, доцент Спеціальної кафедри № 3, Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", ORCID: 0000-0002-9104-7781.

Поліщук Віктор Вікторович, кандидат військових наук, доцент кафедри прикордонної служби Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, ORCID: 0000-0002-9654-9015.

Сервило Тарас Ярославович, викладач кафедри прикордонної служби Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, ORCID: 0009-0001-7291-3891.

Сінько Вікторія Володимирівна, доктор філософії, старший викладач кафедри факультету Військового інституту телекомунікацій та інформатизації імені Героїв Крут, ORCID: 0000-0003-1380-3390.

Ставісюк Роман Леонідович, кандидат технічних наук, старший дослідник, професор кафедри факультету Житомирського Військового інституту імені С.П. Корольова, ORCID: 0000-0002-8988-3596, SCOPUS ID: 57547978500.

Ткач Микола Ярославович, доктор економічних наук, доцент, начальник навчально-наукового центру оборонного менеджменту, Національний університет оборони України, ORCID: 0000-0002-8832-1268

Шершаткін Данило Юрійович, старший викладач кафедри організації розвідувально-інформаційної роботи та технічних засобів розвідки, Військова академія (м. Одеса), ORCID: 0000-0002-3362-2469.

Якимчук Анатолій Володимирович, кандидат психологічних наук, доцент, доцент кафедри прикордонної служби Національної академії Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, ORCID: 0000-0002-2729-8201.

АЛФАВІТНИЙ ПОКАЗЧИК

Адамов Ю.І.	7	Кучер А.О.	31
Азарний Д.І.	80	Ленков С. В.	48,70
Андрущенко І.С.	106	Лукіна К.В.	94
Бабій Ю.О.	18	Луцишин А.М.	48
Бойко А.А.	113	Максименко Ю.А.	88
Гайша О.О.	70	Маміч В.В.	88
Гайша О.О.	70	Мельник Я.Р.	131
Давиденко А.М.	80	Нікул С.О.	57
Демчишин В.С.	18	Остапчук О.М.	106
Дідик В.О.	88	Петрушенко М.М.	64
Завальнюк В.В.	7	Погребняк Л.М.	94
Задорожний С.М.	88	Поліщук В.В.	18
Зайцев І.П.	131	Сервило Т.Я.	18
Зайцев Д.В.	31	Сінько В.В.	106
Зарицька А.І.	18	Ставісюк Р.Л.	106
Зборчий А.С.	131	Ткач М.Я.	113
Кравчук О.І.	42	Шершаткін Д.Ю.	88
Кольцов Р.Ю.	31	Якимчук А.В.	18

РЕДАКЦІЙНА ПОЛІТИКА ТА ЕТИЧНІ НОРМИ ПРИНЦИПИ ФОРМУВАННЯ ТА ДОСТУП ДО ЗМІСТУ «ЗБІРНИКА ВІКНУ»

Редакційна політика «Збірника ВІКНУ» заснована на принципах об'єктивності та неупередженості під час відбору статей для публікації; високих вимог до якості наукових досліджень; обов'язковості та конфіденційності рецензування статей; додержання колегіальності у відборі до публікації статей; доступності та оперативності у спілкуванні з авторами; суворого дотримання авторських і суміжних прав. Запобігання протизаконним публікаціям є відповідальністю кожного автора, редактора, рецензента, видавця.

До друку приймаються оригінальні рукописи, які не були опубліковані раніше та не відправлялись до інших редакцій, які повністю відповідають вимогам стосовно оформлення та порядку подання статей.

У «Збірнику ВІКНУ» сформовані наступні рубрики: військова техніка і технології подвійного призначення, інформаційні технології, загальні питання.

Редакція підтримує політику відкритого доступу та принципи вільного поширення наукової інформації. Примірники збірників знаходяться у Національній бібліотеці України ім. В.І. Вернадського, науковій бібліотеці ім. М. Максимовича, у бібліотеці Військового інституту та інших бібліотеках України. Електронна версія розміщена на сайті інституту, на сайтах наведених бібліотек та на сайтах «Збірника ВІКНУ»: <http://miljournals.knu.ua/index.php/zbirnuk>; <http://mil.univ.kiev.ua/page/lib/31>

ЕТИКА ПУБЛІКАЦІЙ

Редакційна колегія журналу вимагає від авторів наслідувати формальним та етичним правилам підготовки і публікації наукових робіт, які вони подають до редакції журналу. Ці норми зумовлено стандартами якості наукових статей, прийнятими у світовому науковому співтоваристві, зокрема публікаційними принципами Publishing Ethics Resource Kit (PERK), рекомендаціями Elsevier, Комітету з етики публікацій (Committee on Publication Ethics, COPE), етичним кодексом вченого України, а також досвідом роботи іноземних та українських професіональних спільнот, наукових організацій, редколегій та редакцій видань.

ЕТИЧНІ ЗОБОВ'ЯЗАННЯ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ ЖУРНАЛУ

Редакційна колегія у своїй діяльності

- керується принципами неупередженості, наукової етики рецензування, захисту інтелектуальної власності;
- несе відповідальність за рівень наукового наповнення журналу;
- виступає проти фальсифікації, плагіату, направлення автором одного рукопису до кількох журналів, багаторазового копіювання тексту статті в різних місцях, введення громадськості в оману щодо реального внеску кожного автора в опубліковану наукову роботу;
- залишає за собою право направити рукопис на розгляд сторонньому рецензенту, в тому числі ретельний відбір через «сліпе» рецензування, відхилити статтю або повернути її на доопрацювання;
- може відхилити рукопис, якщо вважає, що він не відповідає профілю журналу, чи не відповідає етиці та правилам оформлення;
- має право вилучити вже опубліковану статтю в разі виявлення порушення будь-чиїх прав або загальноприйнятих норм наукової етики, про цей факт вилучення статті редакція повідомляє як автору статті, так і організації, де було виконано дослідження та повідомляє про це у наступному номері.

Співробітники редакції не надають іншим особам інформації, пов'язаної із змістом рукописів, що перебувають на розгляді, крім осіб, які беруть участь у її фаховій оцінці.

Згідно з міжнародним законодавством щодо додержання авторського права на електронні інформаційні ресурси, матеріали сайту, електронного журналу або проєкту не можуть бути відтворені повністю або частково у будь-якій формі (електронній чи друкованій) без попередньої письмової згоди редакції журналу. Під час використання опублікованих матеріалів у контексті інших документів обов'язково необхідними є посилання на першоджерело.

ЕТИЧНІ ЗОБОВ'ЯЗАННЯ АВТОРА

Автор:

- несе відповідальність за новизну і достовірність наведених у статтях результатів, тактико-технічних та економічних показників, коректність висловлювань, а також за те, що в матеріалах не міститься інформація з обмеженим доступом;

- повинен цитувати ті публікації, які мали визначальний вплив на суть викладеного у статті, а також ті, які можуть швидко ознайомити читача з більш ранніми працями, важливими для розуміння цього дослідження, необхідно також належним чином вказувати джерела принципово важливих матеріалів, використаних у цій роботі, якщо вони не були отримані самим автором;- забезпечує недопустимість плагиату та подання до публікації раніше надрукованих матеріалів, у випадку виявлення зазначених фактів відповідальність несе автор поданих матеріалів.

Співавторами статті мають бути всі особи, що зробили вагомий науковий внесок у подану роботу і поділяють відповідальність за отримані результати. Автор, який подає рукопис до публікації, відповідає за те, щоб до списку співавторів були включені тільки ті особи, які відповідають критерію авторства, та бере на себе відповідальність за згоду інших авторів статті на її публікацію в журналі.

УВАГА!

Для авторів статей дещо доопрацьовані вимоги щодо особистих даних.

Ці дані подаються українською та англійською мовами в такій послідовності: Прізвище_Ім'я_По - батькові (за бажанням). Науковий ступінь та вчене звання. Місце роботи та посада_

ORCID 0000-0001-3215-4400

SCOPUS ID 57193059215 (за наявності) Індекс DBLP 10 (за наявності)

e-mail: __ моб. телефон_

Надсилати скановані рисунки, формули та таблиці не допускається.

Вся стаття оформлюється одним шрифтом **Times New Roman**, вказаними нижче розмірами, зверніть увагу на формули, таблиці та рисунки.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ «ЗБІРНИКА ВІКНУ» ЗДІЙСНЮЄ НЕЗАЛЕЖНЕ («СЛІПЕ») ЕКСПЕРТНЕ РЕЦЕНЗУВАННЯ НАДАНИХ ДО ДРУКУ РУКОПИСІВ ТА ПЕРЕВІРКУ ЇХ НА ПЛАГІАТ. РЕЦЕНЗУВАННЯ ЗДІЙСНЮЄТЬСЯ ЗА АНОНІМНОЮ ФОРМОЮ ЯК ДЛЯ АВТОРІВ, ТАК І ДЛЯ РЕЦЕНЗЕНТІВ.

**ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЧЛЕНІВ РЕДАКЦІЙНОЇ КОМІСІЇ ПРАЦЬ ВІКНУ
НА 16.07 25 РОКУ
(НА 20.03.25)**

			Scopus	Index Hirsha	DBLP
Ленков С.В.	д.т.н., проф. ВІКНУ	LienkovSerhii	22(21)	4	6
Анісімов А.В.	д. ф-м н., проф., член-кор. НАНУ, КНУ	Anisimov Anatoliy	121(114)	9	40 (38)
Барабаш О.В.	д.т.н., проф. НТУУ «КПІ»	Barabash Oleg	60 (54)	20 (18)	5
Гунченко Ю.О.	д.т.н., проф.ОНУ	Gunchenko Yurii	25 (23)	6	5
Жиров Г.Б.	к.т.н. с.н.с., КНУ	Zhyrov Gennadiy	14 (12)	3	3 (1)
Заславський В.А.	д.т.н., проф., КНУ	Zaslavsky Volodymyr	30 (25)	3	11 (10)
Карпінський М.П.	д.т.н., проф., УНТ Краків (Польща)	Karpinski Mikolaj	120 (111)	12 (11)	54 (51)
Лепіх Я.І.	д. ф-м н., проф.,ОНУ	Lepikh Yaroslav	58 (57)	4	0
Петров О.С.	д.т.н., проф., УНТ Краків (Польща)	Petrov Oleksandr	19	4	1
Погорілий С.Д.	д.т.н., проф., КНУ	Pogorilyy S.D.	30 (29)	8	13 (7)
Толок І.В.	к.пед. наук, доц., НУЦЗС	Tolok Igor	12 (9)	3	2
Хайрова Н.Ф.	д.т.н., проф., Umea, U(Sweden)	Khairova Nina	43 (39)	7	35 (34)
Хлапонін Ю.І.	д.т.н., проф., КНУБА	Khlaponin Yurii	38 (32)	5 (4)	22 (18)
Шаронова Н.В.	д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»	Sharonova N.V.	24	5	27 (25)

ПОРЯДОК ПОДАННЯ І ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ ДО "ЗБІРНИКА НАУКОВИХ ПРАЦЬ ВІЙСЬКОВОГО ІНСТИТУТУ КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА"

До друку приймаються оригінальні рукописи, які не були опубліковані раніше, не були відправлені до інших редакцій та повністю відповідають вимогам щодо оформлення та порядку подання статей.

Загальні вимоги до технічного оформлення статей:

Обсяг рукопису - рекомендується **не менше 12 повних аркушів** українською або англійською мовами.

Формат аркуша - **A4 (210 x 297 мм)**.

Розмір полів: верхнє, нижнє, праве, ліве - **2 см**.

Шрифт тексту - **Times New Roman №12**, через міжрядковий інтервал - **1,0**.

Абзац має становити **10 мм**.

Стаття повинна мати такі необхідні елементи:

УДК;

назва статті, яка лаконічно відображає зміст та новизну статті;

анотація та ключові слова;

вступ та постановка задачі чи проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;

аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано **розв'язання цієї проблеми** і на які спирається автор, визначення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття, формулювання мети статті;

виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів, практичних рішень та експериментів;

висновки з цього дослідження і перспективи подальшого розвитку в цьому напрямку,

список літератури,

References,

дані про авторів двома мовами.

Анотація до статті виконується українською та англійською мовами загальний обсяг кожної не менш ніж **1800** знаків, включаючи ключові слова.

Вона повинна містити коротке повторення структури статті, що включає вступ, цілі і завдання, методи, результати, висновки.

Анотацію друкують курсивом, шрифт Times New Roman, №11. Після анотації розміщуються **ключові слова** (5–7 термінів).

Список літератури (References) повинен включати не менш 12 джерел, з яких 50 % видані за останні 10 років. При цьому не менш 25 % джерел повинно відноситися до іноземної періодики. Самоцитування авторів у списку літератури повинно бути, як правило, не більш за 25 %.

Якщо основною мовою статті є українська, то оформляються два списки літератури: перший (список літератури мовою оригіналу джерела) – згідно з наказом МОН від 12.01.2017 № 40 та відповідно до ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання: загальні положення та правила складання»;

другий (REFERENCES) з урахуванням ДСТУ 8302:2015, наказу МОН від 12.01.2017 № 40 та міжнародного Гарвардського стилю BSI (British Standards Institution).

На адресу редколегії (03022, м. Київ, вул Ю. Здановської, 81, тел.: +38 (044) 521 - 33 - 82) мають бути надіслані наступні матеріали:

експертний висновок про можливість відкритого публікування, завірений печаткою, сканкопія надсилається на e-mail: lenkov_s@ukr.net

Вимоги до оформлення References

References потрібно приводити окремим блоком, повторюючи послідовність попередньо наведеного Списку літератури. Джерела при цьому оформлюються за такими основними правилами (Harvard style оформлення BSI: British Standards Institution):

- запис завжди починається з прізвища автора, потім кома, ініціали (між ініціалами пропуски не ставляться), за якими в дужках вказується дата видання; два автори відокремлюються «and» без коми; кілька авторів розділяються комами, але останнє прізвище повинно бути відокремлене «and» без коми;

- витяги з публікацій, тобто назви статей журналів, глав в книгах наводяться в "лапках";

- назва журналу або книги завжди виділяється курсивом;

- ім'я видавця вказується перед місцем видання;

- коми використовують для поділу елементів запису;

- для джерел українською або російською мовами, що наводяться у References, назви статей журналів, глави з книг наводяться латиницею (транслітерацією) в "лапках" та перекладаються англійською мовою в квадратних дужках. Онлайн-конвертер з української мови для транслітерації: <http://translit.kh.ua/?passport>.

Приклади оформлення References за стилем Harvard British Standards Institution

Книга (ДСТУ 8302:2015)

Інформаційно-психологічна боротьба у війсьній сфері: монографія / Г.В. Певцов, А.М. Гордієнко, С.В. Залкін, С.О. Сідченко, А.О. Феклістов, К.І. Хударковський. Х.: Вид. Рожко С.Г., 2017. 276 с.

Книга (Harvard style BSI)

Pievtsov, H.V., Hordiienko, A.M., Zalkin, S.V., Sidchenko, S.O., Feklistov, A.O. and Khudarkovskiy, K.I. (2017), "Informatsiino-psykholohichna borotba u voiennoi sferi: monohrafiia" [The information and psychological struggle in the military sphere], Rozhko S.H., Kharkiv, 276 p.

Стаття із періодичного видання (ДСТУ 8302:2015)

Карпенко, Д.В. Стан та перспективи розвитку зенітного ракетного озброєння Повітряних Сил Збройних Сил України / Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2017. № 2(27). С. 75–78.

Стаття із періодичного видання (Harvard style BSI)

Karpenko, D.V. (2017), "Stan ta perspektyvy rozvytku zenitnoho raketnoho ozbroiennia Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukrainy" [The state and perspectives of the development of anti-aircraft missile armaments in the Air Force of Ukraine], Science and Technology of the Air Force of Ukraine, No. 2(27), pp. 75–78.

Дисертація (ДСТУ 8302:2015)

Белозеров, И.В. Религиозная политика: дис. ... канд. ист. наук: 07.00.02; защищена 22.01.02; утв. 15.07.02 / Белозеров Иван Валентинович. К., 2002. 215 с.

Дисертація (Harvard style BSI)

Belozerov, I.V. (2002), "Relyhyoznaia polityka: dissertation" [The religious policy: dissertation], Kiev, 215 p.

Джерела електронного ресурсу віддаленого доступу (ДСТУ 8302:2015)

Романов В. К вопросу о путях достижения национальной безопасности в условиях глобализации: проблемы теории и практики в контексте внешней политики России и Польши [Електронний ресурс] Безопасность и оборона, 2016. № 1(2), С. 7–15. Режим доступу до журн.: http://www.desecuritate.uph.edu.pl/images/De_Securitate_12_2016.pdf.

Джерела електронного ресурсу віддаленого доступу (Harvard style BSI)

Romanov, V. (2016), "K voprosu o putyakh dostizheniya natsionalnoy bezopasnosti v usloviyakh globalizatsii: problemy teorii i praktiki v kontekste vneshney politiki Rossii i Polshi" [To the question about the ways to achieve national security in the context of globalization: the problems of theory and practice in the context of the foreign policy of Russia and Poland], Security and Defence Journal, No. 1(2), pp. 7–15, www.desecuritate.uph.edu.pl/images/De_Securitate_12_2016.pdf (accessed 12 July 2017). (примітка: при наведенні URL "http: //" має бути виключено).

Більш детальну інформацію щодо оформлення бібліографічних посилань за стилем Harvard British Standards Institution можна знайти на сайті *Національної бібліотеки України імені В.І. Вернадського* та онлайн генератора посилань *Cite This For Me*.

Редакційна колегія: e-mail: lenkov_s@ukr.net

Шрифт

**СХЕМА ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ
У «ЗБІРНИКУ НАУКОВИХ ПРАЦЬ ВІКНУ»**

УДК

науковий ступінь, вчене звання
ініціали та прізвище автора (співавторів)
місце роботи автора (співавторів)

12 пт

УДК 32.973.202:07.681

д.т.н., проф. **Степанов С.В.** (ВІКНУ)
к.т.н., с.н.с. **Українець О.В.** (ВІКНУ)
Саленко В.Д. (ВІКНУ)

**12пт
жирний**

**КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОННИМИ ПРИСТРОЯМИ ЗА ДОПОМОГОЮ
ЖЕСТІВ**

Анотація до статті виконується українською та англійською мовами (загальний обсяг кожної не менш, ніж **1800** знаків, включаючи ключові слова).

11 пт
курсів,
жирний

Для керування електронними пристроями, для сучасного користувача кльовими критеріями є такі, як: зручність та простота керування. Для того, щоб дати користувачеві такі можливості та зручності в використанні, є досить цільною розробка системи, яка б надавала такі можливості. Керування системою, яка ґрунтується на основі жестів, є надзвичайно перспективним, та може суттєво злегшити користувачеві роботу з нею, тому що жести, які потрібні для керування системою, можуть бути інтуїтивно зрозумілими користувачеві, порівняно з іншими темами, які працюють за допомогою комбінацій клавіш.

Для вирішення задач керування за допомогою жестів, пропонується програмно-апаратний комплекс, який побудований на основі різних модулів, кожен з яких в свою чергу виконує відповідну роль в системі, наприклад, знаходить точку інтересу з картини чи вираховує глибину сцени. Також у системі є ядро, яке відповідає за аналіз модифікаторів та жестів. На основі даних модулів стає можливо створити систему, яка б працювала на основі жестів. Але для створення цієї системи, потрібно вирішити певні задачі, такі як: сегментація, скелетизація, спостереження. Кожна з них містить в собі відповідні математичні моделі та визначення. Запропонований програмно-апаратний комплекс для керування природними жестами. Суть програмно-апаратного комплексу полягає в тому, щоб забезпечити користувача таким інтерфейсом, щоб він виконував роботу знаходячись частково віддалено від робочого столу, чи маніпулював інструментами на відстані, тобто за допомогою жестів. Використання запропонованого програмно-апаратного комплексу дозволить покращити умови стерильності в операційних, підвищити технічну безпеку під час виконання посередньої роботи користувача з приладами.

Ключові слова: штучний інтелект, контролери, модулі, жести, глибина сцени, точка інтересу, аналіз модифікаторів, аналіз жестів, сегментація, скелетизація, спостереження.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ СТАТТІ

12 пт

НЕОБХІДНІ ЕЛЕМЕНТИ СТАТТІ: вступ та постановка проблеми (задачі) у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання цієї проблеми і на що спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується ця стаття, формулювання цілей статті (постановка завдання), виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів; їх практичного значення та результатів експеримента чи впровадження; висновки з дослідження і перспективи подальших досліджень у цьому напрямку. **Література. References.**

УВАГА! Таблиці і рисунки друкують після посилань. Якщо у статті кілька таблиць чи рисунків - їх нумерують. Заголовки таблиць і рисунків необхідно розміщувати по центру, а нумерацію таблиць праворуч від таблиці (стиль **normal**, шрифт - **Times New Roman № 12**).

Рисунки повинні бути виконані за допомогою редактора Word, згруповані і являти собою один графічний об'єкт. Формули та позначення по тексту обов'язково набирати за допомогою Equation Editor - редактора формул Word, а не у текстовому режимі. У редакторі формул мають бути встановлені такі параметри - розміри: загальний.

12 pt. великі індекси – **10 pt**, малі індекси – **7 pt**, великі символи – **14 pt**, малі символи.

10 pt: стиль: текст, функції, змінні, матриці-вектори, числа – шрифт Times New Roman, для решти стилів – шрифт Symbol, при цьому: строк. грецькі – прямі. Великі за розміром вирази та рівняння необхідно записувати у кілька рядків.

ЛІТЕРАТУРА

Перший (список літератури на мові оригіналу джерела) – згідно з наказом МОН № 40 від 12.01.2017 та відповідно до ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання: загальні положення та правила складання»;

другий (REFERENCES) з урахуванням ДСТУ 8302:2015, наказу МОН № 40 від 12.01.2017 та міжнародного Гарвардського стилю BSI (British Standards Institution).

ЛІТЕРАТУРА:

11 пт

ЗРАЗОК

1. Ленков С.В., Толлок І.В., Цицарєв В.М., Ленков Є.С. Моделювання процесів витрачання та поповнення ресурсу угруповання технічних об'єктів. Системи озброєння і військова техніка. Харків. 2018. Вип. 1(53). С. 155 – 162.

2. Жиров Г.Б., Ленков Є.С., Цицарєв В.М., Проценко Я.М. Моделювання процесу відмов об'єктів, що відновлюються з ієрархічною конструктивною структурою. Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Київ. 2017. Вип. 55. С. 30-39.

REFERENCES:

11 пт

ЗРАЗОК

1. Lienkov, S.V., Tolok, I.V., Tsytsarev, V.N. and Lenkov, Ye.S. (2018), "Modeliuvannia protsesiv vytrachannia ta popovnennia resursu uhrupuvannia tekhnichnykh obiektiv" [Modeling of processes of expenditure and resource replenishment grouping of technical objects], Systems of Arms and Military Equipment, No. 1(53), pp. 155-162.

2. Zhyrov, G.B., Lenkov, Je.S., Cycarjev, V.M. and Procenko, Ja.M. (2017), "Modeljuvannja procesu vidmov ob'iektiv, shho vidnovljut'sja z ijerarhichnoju konstruktyvnoju strukturoju" [Simulation of the process of failure of objects that are restored with a hierarchical constructive structure], Zbirnyk naukovykh prac' Vijs'kovogo instytutu Kyi'vs'kogo nacional'nogo universytetu imeni Tarasa Shevchenka, No. 55, pp. 30-39

Dr. econ. sci. Prof. Stepanov S.V., Ph.D. Ukrainets O.V., Salenko V.D.

CONTROL ELECTRONIC DEVICES USING GESTURES

For management of electronic devices, for today's user important criteria are: convenience and ease of management. In order to provide the user with such opportunities and usability to use, it is quite reasonable to develop a system that would provide such opportunities. Managing a gesture-based system is extremely promising, but can greatly facilitate the user to work with it, because the gestures that are needed to manage the system can be intuitive to the user, compared to other systems that operate using keyboard shortcuts. To solve the problems of managing using gestures, a software-hardware complex is proposed that is based on different modules, each of which in turn plays an appropriate role in the system, for example, finds a point of interest from a plurality or calculates the depth of a scene. Also, the system has a kernel that is responsible for analyzing modifiers and gestures. Based on the data of the modules it becomes possible to create a system that would work on the basis of gestures. But for the creation of this system, it is necessary to solve certain problems, such as: segmentation, skeletalization, observation. Each of them contains the corresponding mathematical models and definitions. Proposed hardware and software complex for management of natural gestures. The essence of the software and hardware complex is to provide the user with such an interface that he was performing work while being partially remote from the workplace, or manipulating tools at a distance, that is, using gestures. The use of the proposed software-hardware complex will improve the sterility parameters in the operating system, increase the technical safety during the direct work of the user with the devices.

Keywords: artificial intelligence, controllers, modules, gestures, depth of the scene, point of interest, analysis of modifiers, gesture analysis, segmentation, skeletonization, observation.

Дані про авторів див. стор.140, 141

ДЛЯ ПОДАТОК

Наукове видання



ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

**Військового інституту
Київського національного університету імені Тараса Шевченка**

№ 87

Усі матеріали надруковані в авторській редакції

Підписано до друку 25.07.2025 р.

Авт. друк. арк. 8,00. Формат 60х90/8 Безкоштовно. Замовлення № 53-24.

Надруковано у навчальному тренувальному комплексі ВІКНУ
Київ, вул. Ю. Здановської, 81
т. 521-32-89

