ISSN 2522-9842 (online)



Public organization
Ukrainian Scientific Community

Journal of Scientific Papers

Social Development *and* Security

Volume 15, Issue 6, December, 2025

Google Scholar
INDEX COPERNICUS INTERNATIONAL
DOAJ DIRECTORY OF OPEN ACCESS JOURNALS
ERIHPLUS EUROPEAN REFERENCE INDEX FOR THE HUMANITIES AND SOCIAL SCIENCES
ULRICHSWEB™ GLOBAL SERIALS DIRECTORY
OCLC WorldCat
CiteFactor Academic Scientific Journals
Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського
Academic Resource Index ResearchBib
EuroPub
publons
StrikePlagiarism.com ORIGINALITY IS A VALUE

OPEN ACCESS

https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/

EDITORIAL BOARD

Chairman of Editorial Board:
Volodymyr **Mirnenko,** Dr. Sc. (Technical), Prof, Ukraine.

Deputy Chairman of the Editorial Board:
Ivan Tkach, Dr.Sc. (Economics), Prof., Ukraine.

Technical Secretary, Member of the Editorial Board:
Mykola **Tkach,** Dr.Sc. Assoc. Prof., (Economics), Ukraine.

Members of the Editorial Board:
Victor **Antonyuk,** Dr.Sc. (Technical), Prof., Ukraine.
Anatoly **Ballanda,** Dr.Sc. (Economics), Prof., Ukraine.
Oleg **Barabash,** Dr.Sc. (Technical), Prof., Ukraine.
Miroslaw **Banasik**, PhD, Assoc. Prof., Poland.
Vitaliy **Begma,** Dr.Sc. (Economics), Prof., Ukraine.
Vasyl **Bichenkov,** Dr.Sc. (Technical), Senior Researcher, Ukraine.
Svitlana **Bondarenko,** Dr.Sc. (Economics), Prof., Ukraine.
Igor **Britchenko,** Dr.Sc. (Economics), Prof., Poland.
Vitaliy **Chorny,** Dr. of Philosophy, Prof, Ukraine.
Pavel **Cubichek,** Dr. of Law, Prof, Slovak Republic.
Mikhail **Divizinyuk,** Dr. Sc. (Physical and Mathematical), Prof., Ukraine.
Darma **Dio Caisar,** Assist. Prof., Indonesia.
Petr **Dikhtievsky,** Dr. of Law, Prof, Ukraine.
Bogdan **Dolnytsky,** Dr. of Law, Prof, Poland.
Larysa **Ivanchenkova,** Dr.Sc. (Economics), Assoc. Prof., Ukraine.
Ross **Fetterly,** Dr.Sc., Canada.
Piotr **Gawliczek,** PhD, Assist. Prof., Poland.
Wojciech **Guzewicz,** PhD, Rev. Prof., Poland.
Volodymyr **Kirylenko,** Dr.Sc. (Economics), Prof., Ukraine.
Anatoly **Kolodiy,** Dr. of Law, Prof, Ukraine.
Maksym **Korobchynskyi,** Dr. Sc. (Technical), Prof., Ukraine.
Igor **Koropatnik,** Dr. of Law, Assoc. Prof, Ukraine.
Timur **Kurseeitov,** Dr. Sc. (Technical), Prof, Ukraine.
Ribeiro **Luís Frölén,** Dr. in Mechanical Engineering, Portugal.
Pavlo **Openko,** Candidate of Technical Sc., senior researcher, Ukraine.
Michael J. **McCarthy**, USA.
Oleksander **Matsko,** Candidate of Military Sciences, Prof., Ukraine.
Jacek **Mrozek,** Ph.D, Poland.
Volodymyr **Pashynsky,** Dr. of Law, Assoc. Prof, Ukraine.
Artak **Sagradian,** Dr. Sc. (Technical), Prof, Armenia.
Andre **Samberg,** Professor of Practice, PhD (civil protection), Belgium.
Volodymyr **Shemayev,** Dr. Sc. (Military), Prof, Ukraine.
Lyudmila **Shemayeva,** Dr.Sc. (Economics), Prof., Ukraine.
Iryna **Shopina,** Dr. of Laws, Prof., Ukraine.
Steven **Silverstein,** USA.
Oleg **Vorobiov,** Dr. Sc. (Technical), Prof, Ukraine.
Antonina **Voloshenko,** Dr.Sc. (Economics), Assoc. Prof., Ukraine.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Голова редакційної колегії:
Мірненко Володимир**,** д-р тех. наук, професор, Україна.

Заступники голови редакційної колегії:
Ткач Іван, д-р екон. наук, професор, Україна.

Технічний секретар, член редакційної колегії:
Ткач Микола, д-р екон. доц., наук, Україна.

Члени редакційної колегії:
Антонюк Віктор, д-р тех. наук, професор, Україна.
Баланда Анатолій**,** д-р екон. наук, професор, Україна.
Барабаш Олег, д-р тех. наук, професор, Україна.
Банасик Мирослав, PhD, доц., Польща.
Бегма Віталій, д-р екон. наук, професор, Україна.
Биченков Василь, д-р тех. наук, с.н.с., Україна.
Бондаренко Світлана, д-р екон. наук, професор, Україна.
Брітченко Ігор, д-р екон. наук, професор, Польща.
Чорний Віталій**,** д-р філ. наук, професор, Україна.
Кубічек Павел, д-р права, професор, Словацька Республіка.
Дівізінюк Михайло, д-р фіз-мат. наук, професор, Україна.
Діо Кайсар Дарма**,** асистент професор, Індонезія.
Діхтієвський Петро, д-р юр.наук, професор, Україна.
Долницький Богдан, д-р юр.наук, професор, Польща.
Іванченкова Лариса, д-р екон. наук, доцент, Україна.
Феттерлі Росс, д-р наук, ад'юнкт-професор, Канада.
Гавлічек Петро**,** PhD, доцент, Польща.
Гузевич Войцех**,** PhD, професор, Польща.
Кириленко Володимир**,** д-р екон. наук, професор, Україна.
Колодій Анатолій, д-р юр.наук, професор, Україна.
Коробчинський Максим, д-р тех. наук, професор, Україна.
Коропатнік Ігор, д-р юр.наук, доцент, Україна.
Курсеітов Тимур, д-р тех. наук, професор, Україна.
Рібейро Луїс Фрелен, д-р мех. наук, Португалія.
Опенько Павло, кандидат тех. наук, старший дослідник, Україна.
Маккарті Майкл, США.
Мацько Олександр, кандидат військ. наук, професор, Україна.
Мрозек Яцек, PhD, Польща.
Пашинський Володимир, д-р юр.наук, доцент, Україна.
Саградян Артак**,** д.т.н., професор, Арменія.
Самберг Андре, д-р тех. наук, кандидат тех. наук, Бельгія.
Шемаєв Володимир, д-р військ. наук, професор, Україна.
Шемаєва Людмила, д-р екон. наук, професор**,** Україна.
Шопіна Ірина**,** д-р юр. наук, професор, Україна.
Сільверштейн (Роберт) Стівен, США.
Воробйов Олег, д-р тех. наук, професор, Україна.
Волошенко Антоніна, д-р екон. наук, доцент, Україна.

FOUNDERS and PUBLISHER: Public Organization "Ukrainian Scientific Community" (Ukraine)

Executive secretary of the editorial board of the Journal of Scientific Papers "Social Development and Security" Mykola Tkach,
e-mail: tim68@ukr.net; tkachivan9@gmail.com https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/, тел. +38(093) 752-81-56

The authors of articles are responsible for the authenticity of facts, quotes, their own names, geographical names, names of enterprises, organizations, institutions and other information. Opinions expressed in these articles may not coincide with the point of view of the editorial board and do not impose any obligations on it.

TABLE OF CONTENTS

National Security

Key Provisions of the Concept for Assessing and Forecasting the Level of Military-Economic Security of the State
Ivan Havryliuk 1

The Stability Through Caution: NATO'S Evolution Under the Doctrine of Strategic Restraint
Khayal Iskandarov 10

Recommendations to Management Bodies on Organizing Measures to Counter Illegal Activities at the State Border
Vitalii Veretilnyk, Oleh Bashnianyn 27

Information Security and Digital Sovereignty: A Cyber–Crypto–Signal Defense Model for Indonesia
Tomy Arvianto, Mhd Halkis 32

Foresight of Imperial Consciousness: Historical and Psychological Archetypes and Strategic Narratives of Muscovy's Information Counteraction
Volodymyr Gurkovskyi, Oleh Semenenko, Oleksandr Kin, Serhii Ilnitskyi, Yuzef Dobrovolskyi, Mariia Yarmolchyk 45

Preparation of Ukrainian Citizens for National Resistance: Tasks of Military-Patriotic Education and Its Role in the System of Military Personnel Training
Evgen Kamalov 58

New Geopolıtıcal Features of the South Caucasus Regıon
Zafar Nuri Najafov 70

Analysis of the Readiness of the Armed Forces of Ukraine to Defend the State: Capabilities in the System of Military and National Security
Vadym Klymenko, Yurii Kliat, Oleh Nechaiev, Oleksandr Voitko, Oleh Temnyi 80

Military Security

Modelling the Overcoming of Enemy Engineering Barriers
Volodymyr Kotsyuruba, Oleg Khoptii 90

Recommendations on the Adaptation of the Regulatory and Legal Field in the Field of Military Security of Ukraine for the Implementation of Methodological Foundations for Assessing the State and Level of Military Security of the State
Andriy Ignatiev 97

The Experience of Using Innovative Technologies in the Training Process of Military Pedagogical Personnel
Mujkan Mammadzada 112

Preparation of Critical Infrastructure Facilities for Protection Against the Armed Forces of the Aggressor State
Oleg Sokolovsky 119

Improved Aggregate Repair Method Based on the Survivability Criterion
Yaroslav Pavlov 129

Content Analysis of the Russian Tactics in Terms of the Use of Reconnaissance and Strike Complexes in Large-Scale Combat Operations
Oleg Golovchenko, Nazar Lynok, Roman Shevtsov, Oleksii Ishchenko, Oleh Holiney, Andrii Ostapenko 138

Analysis of the Organization of Logistics Support of Advanced Positions in Modern Conditions of Combat Actions *Ruslan Bulhakov, Daria Puhachova, Iryna Zamkova*	152
The Potential of the Armed Forces of Ukraine as the Foundation for Ensuring State Security in the Activities of the Commander-in-Chief of the Armed Forces of Ukraine *Mykola Dieniezhkin, Anatolii Barhylevych, Serhii Mytchenko, Artem Remez, Oleh Zarytskyi, Stanislav Petrenko*	165
Civil Security	
Chronology of Terrorist Attacks Across the Territory of Ukraine by Strike Drones in January 2025 *Olena Azarenko, Mykhailo Divizinyuk, Olha Shevchenko, Nina Rashkevich, Artem Huz, Oleksandr Olefirenko*	175
Assessment of the Effectiveness of Devices for Monitoring the Stability of Building Structures During Rescue Operations in Debris Zones *Alina Perehin, Artem Huz, Roman Shevchenko, Roman Melezhyk, Volodymyr Lypovyi, Valerii Strilets*	190
Using Digital Technologies to Ensure Fire and Environmental Safety in Document Storage, Cultural and Historical Value Institutions *Valentyna Loboichenko, Yuvita Koloshko, Valeria Hruzdova, Iryna Samchuk, Yuliia Pohrebna, Roman Shevchenko*	202
Aspect of Directions for Improving the Process of Psychosocial Risks Management in the Workplace *Andrii Bochkovskyi, Natalia Sapozhnikova, Tetyana Kashulska*	215
Directions for Improving the Spatial Planning and Design Solutions of Civil Defence Structures *Andrii Bochkovskyi, Natalia Sapozhnikova, Maksym Koval*	229
The Chemical and Radiation Diffusion as the Issue of Impact on Weaponry and Military Equipment: Threats, Results and Preventive Measures *Artem Karpus, Ali Kenherli*	245
Engineering and Technology	
Quantifying the Weather Impact on Urban Transport Reliability using XGBoost and SHAP *Yurii Matseliukh, Vasyl Lytvyn*	260
Lane Segmentation to Optimize Traffic Flow *Liubomyr Drevych*	275
Methodological Approaches to Military-Economic Assessment Creation of a Comprehensive Information Protection System Automated Control Systems *Valerii Kraynov, Yaroslav Melnyk*	291
A Systemic Approach to the Scientific and Technical Support of the Operation of Military Information Systems *Galyna Rudenska, Andrii Diadechko, Lyudmyla Panasevich, Vadym Kolotukhin, Vadym Kapilevych*	300
Analysis, Assessment, and Mitigation of Risks in Voice Biometric Authentication Systems *Dmytro Sabodashko, Khrystyna Ruda, Yuliia Oliiarnyk, Andrii Nestor*	314
Research on the Penetration of a Multilayer Protective Element by a 7.62-mm Bullet B-32 Serhii Bisyk, Oleksandr Nakonechnui	323

Social Sciences

Methodology for Assessing the Effectiveness of Comprehensive Review Measures in Ukraine's Security and Defense Sector *Oleg Surkov, Serhii Yasenko*	336
Research into the housing system for servicemen of the armed forces of Ukraine and comparative analysis with the experience of Canada and the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland *Vitalii Yavorskyi*	359
Organization of Military Infrastructure Restoration after Combat: Methods, Priorities, and KEV Experience *Oleksandr Frolov, Serhii Kaplun, Serhii Zharykov, Serhii Hutsan*	395
Assessing the Effectiveness of Internal Audit in the Ministry of Defence of Ukraine: An Integrated Approach Based on KPIs and Results-Based Management *Oleksandr Shpytal*	412
The Role of Methodological Approaches in Assessing the Effectiveness of Military-Economic Forecasting *Iryna Chernyshova, Vitalii Busel*	429
Academic and Practical Development Models of Leadership Qualities in Cadets *Tekmina Cabbarova*	440
Conceptual Approach to Assessing the Implementation of Budget Programs (Subprograms) of the Ministry of Defense of Ukraine *Serhiy Ratushnyak*	448
Methodological Apparatus for Studying the Problems of Economic Support for the Armed Defense of Ukraine, Taking Into Account the Military-Economic Capabilities of the Enemy *Vitalii Polovenko*	463
Factors and Determinants of Resource Sustainability: State Monitoring Environment and Security Indicators *Volodymyr Koval*	476

ЗМІСТ

Національна безпека	
Основні положення концепції оцінювання та прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки держави *Іван Гаврилюк*	1
Стабільність через обережність: еволюція НАТО в рамках доктрини стратегічного стримування *Khayal Iskandarov*	10
Рекомендації органам управління щодо організації заходів протидії протиправній діяльності на державному кордоні *Віталій Варетільник, Олег Башнянин*	27
Інформаційна безпека та цифровий суверенітет: кібер–криптографічно–сигнальна модель оборони для Індонезії *Томі Арвіанто, Мхад Халкіс*	32
Форсайт імперської свідомості: історико-психологічні архетипи та стратегічні наративи інформаційної протидії Московії *Володимир Гурковський, Олег Семененко, Олександр Кінь, Сергій Ільницький, Юзеф Добровольський, Марія Ярмольчик*	45
Підготовка громадян України до національного спротиву: завдання з військово-патріотичного виховання та її роль в системі підготовки воєнних кадрів *Євген Камалов*	58
Нові геополітичні риси регіону Південного Кавказу *Зафар Нурі Наджафов*	70
Аналіз визначення готовності Збройних Сил України до оборони держави: спроможності в системі воєнної та національної безпеки *Вадим Клименко, Юрій Клят, Олег Нечаєв, Олександр Войтко, Олег Темний*	80
Воєнна безпека	
Моделювання подолання інженерних загороджень противника *Володимир Коцюруба, Олег Хоптій*	90
Рекомендації щодо адаптації нормативно-правового поля у сфері воєнної безпеки України для імплементації методологічних основ оцінювання стану та рівня воєнної безпеки держави *Андрій Ігнатьєв*	97
Досвід використання інноваційних технологій у процесі підготовки військово-педагогічних кадрів *Муджкан Маммадзада*	112
Підготовка об’єктів критичної інфраструктури до захисту від збройних сил країни агресора *Олег Соколовський*	119
Удосконалений метод агрегатного ремонту за критерієм живучості *Ярослав Павлов*	129
Контент-аналіз теорії військового управління воєнного противника України за аспектом застосування розвідувально-ударних комплексів в операції (бою) *Олег Головченко, Назар Линок, Роман Шевцов, Олексій Іщенко, Олег Голіней, Андрій Остапенко*	138

Аналіз організації логістичного забезпечення передових позицій в сучасних умовах ведення бойових дій
Руслан Булгаков, Дар'я Пугачова, Ірина Замкова 152

Потенціал Збройних Сил України як основа забезпечення безпеки держави у діяльності Головнокомандувача Збройних Сил України
Микола Дєнєжкін, Анатолій Баргилевич, Сергій Митченко, Артем Ремез, Олег Зарицький, Станіслав Петренко 165

Цивільна безпека

Хронологія терористичних атак по території України ударними дронами в січні 2025 року
Олена Азаренко, Михайло Дівізінюк, Ольга Шевченко, Ніна Рашкевич, Артем Гузь, Олександр Олефіренко 175

Оцінювання ефективності приладів для моніторингу стійкості будівельних конструкцій під час рятувальних робіт у зоні руйнувань
Аліна Перегін, Артем Гузь, Роман Шевченко, Роман Мележик, Володимир Липовий, Валерій Стрілець 190

Використання цифрових технологій при забезпеченні пожежної та екологічної безпеки в установах зберігання документів, культурних та історичних цінностей
Валентина Лобойченко, Ювіта Колошко , Валерія Груздова, Ірина Самчук, Юлія Погрібна, Роман Шевченко 202

Аспектація напрямів удосконалення процесу управління психосоціальними ризиками на робочих місцях
Андрій Бочковський, Наталя Сапожнікова, Тетяна Кашульська 215

Напрями удосконалення об'ємно-планувальних та конструкційних рішень захисних споруд цивільного захисту
Андрій Бочковський, Наталя Сапожнікова, Максим Коваль 229

Хімічна та радіаційна дифузія як фактор впливу на озброєння і військову техніку: загрози, наслідки та напрями протидії
Артем Карпусь, Алі Кенгерлі 245

Техніка і технології

Кількісна оцінка впливу погоди на надійність міського транспорту, використовуючи XGBoost та SHAP
Юрій Мацелюх, Василь Литвин 260

Сегментація смуг для оптимізації трафік-потоку
Любомир Древич 275

Методичні підходи до воєнно-економічної оцінки створення комплексної системи захисту інформації автоматизованих систем управління
Валерій Крайнов, Ярослав Мельник 291

Системний підхід до науково-технічного супроводження експлуатації інформаційних систем військового призначення
Галина Руденська, Андрій Дядечко, Людмила Панасевич, Вадим Колотухін, Вадим Капілевич 300

Аналіз, оцінка та усунення ризиків в біометричних системах голосової автентифікації
Dmytro Sabodashko, Khrystyna Ruda, Юлія Оліярник, Андрій Нестор 314

Дослідження пробиття сердечником 7,62 – мм кулі Б – 32 багатошарового захисного елемента
Сергій Бісик, Олександр Наконечний 323

Суспільні науки

Методика оцінювання ефективності комплексного огляду сектору безпеки і оборони України *Олег Сурков, Сергій Ясенко*	336
Дослідження системи житлового забезпечення військовослужбовців Збройних сил України та порівняльний аналіз з досвідом Канади і Сполученого Королівства Великої Британії та Північної Ірландії *Віталій Яворський*	359
Організація відновлення військової інфраструктури після бойових дій: методи, пріоритети, досвід КЕВ *Олександр Фролов, Сергій Каплун, Сергій Жариков, Сергій Гуцан*	395
Оцінювання ефективності внутрішнього аудиту в Міністерстві оборони України: інтегрований підхід на основі KPI та управління, орієнтованого на результат *Олександр Шпиталь*	412
Роль методологічних підходів під час оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування *Ірина Чернишова, Віталій Бусель*	429
Академічні та практичні моделі розвитку лідерських якостей у курсантів *Tekmina Cabbarova*	440
Концептуальний підхід до оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) Міністерства оборони України *Сергій Ратушняк*	448
Методичний апарат дослідження проблем економічного забезпечення збройного захисту України з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника *Віталій Половенко*	463
Чинники та детермінанти стійкості ресурсного забезпечення: державне моніторингове середовище та індикатори безпеки *Володимир Коваль*	476

Основні положення концепції оцінювання та прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки держави

Key Provisions of the Concept for Assessing and Forecasting the Level of Military-Economic Security of the State

Іван Гаврилюк
кандидат військових наук, старший дослідник, перший заступник Міністра оборони України, e-mail: ivan_havryliuk@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3514-0738

Ivan Havryliuk
Candidate of Military Sciences, Senior Researcher, First Deputy Minister of Defense of Ukraine, e-mail: ivan_havryliuk@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002- 3514-0738

Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна

Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 14, 2025 | Revised: December 25, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.1

Мета роботи. Формування концептуально обґрунтованого підходу до оцінювання та прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки держави в умовах сучасних воєнних загроз, економічної турбулентності та трансформацій безпекового середовища.

Метод дослідження. Системний, таксономічний, структурно-функціональний та сценарний підходи, які дозволяють комплексно аналізувати взаємодію економічних, фінансових, соціальних і оборонних чинників, а також моделювати можливі траєкторії розвитку воєнно-економічної ситуації.

Практична цінність дослідження. Застосування сформованих теоретико-методологічних положень у процесі державного стратегічного планування, підвищенні ефективності управління воєнно-економічними ресурсами, удосконаленні системи моніторингу ризиків та забезпеченні стійкості держави в умовах воєнних і гібридних викликів.

Майбутні дослідження. Полягають у розробці уніфікованої системи індикаторів воєнно-економічної безпеки, створенні інтегрованих моделей прогнозування з урахуванням реальних даних воєнного часу, а також у поглибленому аналізі впливу цифровізації, енергетичної трансформації та міжнародного військово-економічного партнерства на рівень національної стійкості.

Тип статті. Теоретичний, практичний.

Purpose. The purpose of the article is to formulate a conceptually grounded approach to assessing and forecasting the level of the state's military-economic security under modern military threats, economic turbulence, and the transformation of the security environment.

Method. Systemic, taxonomic, structural–functional, and scenario-based approaches, which enable a comprehensive analysis of the interaction among economic, financial, social, and defence-related factors, as well as the modelling of possible trajectories of the military–economic situation's development.

Practical implications. The practical value of the study lies in the possibility of applying the developed theoretical and methodological provisions in the process of state strategic planning, improving the efficiency of managing military-economic resources, enhancing the monitoring system of risks, and ensuring the resilience of the state under military and hybrid challenges.

Future research. The prospects for further research include the development of a unified system of indicators of military-economic security, the creation of integrated forecasting models based on real wartime data, and an in-depth analysis of the impact of digitalization, energy transformation, and international military-economic cooperation on the level of national resilience.

Paper type. Theoretical, Practical.

Ключові слова: воєнно-економічна безпека, концепція, оцінювання та прогнозування, безпекове середовище, національна безпека, економіка воєнного стану, аналіз ризиків, оборонні ресурси, методологічні підходи, сучасні воєнні конфлікти.

Key words: Military-Economic Security, Concept, Assessment and Forecasting, Security Environment, National Security, Wartime Economy, Risk Analysis, Defence Resources, Methodological Approaches, Modern Military Conflicts.

Вступ

Актуальність проблеми оцінювання та прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки держави зумовлена сучасними викликами глобальної нестабільності, включно із сучасними воєнними конфліктами, економічними санкціями та трансформаціями міжнародних ринків, що безпосередньо впливають на здатність держави забезпечувати національні інтереси. Системне визначення рівня воєнно-економічної безпеки є необхідним для формування стратегічних рішень у сфері оборони, фінансів та економічної політики, оскільки комплексна взаємодія цих сфер визначає стійкість держави до зовнішніх та внутрішніх загроз. Концепція оцінювання передбачає інтеграцію кількісних і якісних показників, що дозволяє враховувати як макроекономічні та

фінансові параметри, так і соціально-психологічні фактори, здатні впливати на національну безпеку. Прогнозування в цьому контексті виступає інструментом своєчасного виявлення потенційних кризових ситуацій та визначення напрямів оптимізації економічних і оборонних ресурсів. Сучасні методології включають моделювання сценаріїв розвитку подій, оцінку ризиків та вразливостей критичних секторів економіки, що дозволяє забезпечити комплексний підхід до прийняття стратегічних рішень. Особлива увага приділяється взаємозв'язку між економічною стабільністю та обороноздатністю, адже ефективне управління ресурсами є ключовим фактором підвищення резистентності держави до зовнішніх впливів. В умовах глобалізації, цифровізації економіки та трансформацій військово-політичних стратегій створення єдиної системи оцінювання стає критично необхідним для забезпечення державного суверенітету та стратегічної автономії. Таким чином, розробка концепції до оцінки та прогнозування воєнно-економічної безпеки набуває особливої значущості як для наукових досліджень, так і для практичної діяльності державних органів.

Теоретичні основи дослідження

Теоретичні основи дослідження воєнно-економічної безпеки держави ґрунтуються на комплексному розумінні взаємозв'язку економічних, соціальних та оборонних ресурсів у забезпеченні національної стійкості. Сучасні наукові підходи акцентують увагу на необхідності інтеграції різних видів ресурсів та інформаційного забезпечення для прогнозування ризиків та планування заходів щодо мінімізації негативних наслідків воєнних конфліктів [1-2]. Концептуально, воєнно-економічна безпека розглядається як сукупність умов, що забезпечують здатність держави ефективно функціонувати та протидіяти загрозам національним інтересам у контексті сучасних воєнних та гібридних викликів [3-4].

З методологічної точки зору, дослідження базується на застосуванні системного та таксономічного підходів, які дозволяють оцінювати стан воєнно-економічної безпеки через комплекс показників: економічну мобілізаційну готовність, ефективність витрат на оборону, стратегічні запаси ресурсів та соціальну стабільність [5-6]. Важливим аспектом є також адаптація цих методик до умов воєнного часу, оскільки традиційні підходи не враховують динаміку сучасних конфліктів та гібридних загроз, що потребує перегляду показників та інтеграції нових критеріїв оцінювання [7-8].

Ключовим теоретичним завданням є формування концепції оцінювання та прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки, яка поєднує економічні, фінансові, соціальні та оборонні аспекти, а також передбачає застосування принципів, підходів і методів з філософської, системної та методологічної перспективи [1]. Такий підхід дозволяє забезпечити науково обґрунтоване управління ресурсами держави, прогнозування сценаріїв розвитку воєнних конфліктів та підвищення стійкості національної безпеки в умовах сучасних викликів [2-4].

Мета статті полягає у розробці основних положень концепції оцінювання та прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки у сучасних реаліях безпекового середовища з урахуванням змін у характері сучасних воєнних конфліктів.

Результати

Концепція воєнно-економічної безпеки держави є системним уявленням про принципи, підходи та методи забезпечення національної стійкості в умовах сучасних воєнних загроз. Вона передбачає формування цілісного підходу до управління воєнно-економічними ресурсами, інтегруючи економічні, фінансові, соціальні та оборонні аспекти державної безпеки, а також включає принципи, наукові підходи та методи оцінювання з філософської та теоретико-методологічної позиції, що дозволяє забезпечити системність, комплексність та обґрунтованість управлінських рішень у сфері воєнно-економічної безпеки [1].

В умовах сучасних воєнних конфліктів та нестабільності безпекового середовища виникає необхідність оцінювання та прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки, оскільки традиційні підходи, що використовувалися раніше, виявляються недостатньо ефективними для аналізу ризиків у воєнний час [7]. Конфлікти новітнього типу та гібридні загрози вимагають адаптації методологій, перегляду показників та інтеграції нових критеріїв оцінки, що враховують динаміку економічних, соціальних і оборонних процесів.

Існуючі підходи до оцінювання часто спираються на застарілий понятійний апарат та методики, які не враховують сучасні реалії воєнного часу та економічного тиску на державу [5]. Це обумовлює потребу у розробці нових концептуально-теоретичних основ, що дозволяють здійснювати комплексний аналіз, прогнозування ризиків і планування ресурсів для забезпечення стійкості держави.

Серед ключових показників воєнно-економічної безпеки слід виділити рівень мобілізаційної готовності економіки, ефективність використання оборонного бюджету, стан стратегічних запасів ресурсів, рівень соціальної стабільності та здатність держави протистояти зовнішнім загрозам [8]. Вони дають змогу кількісно та якісно оцінювати стан безпеки та прогнозувати можливі сценарії розвитку подій, що є критично важливим у воєнний час.

Таким чином, сучасні виклики та зміни у безпековому середовищі обумовлюють необхідність удосконалення концепції воєнно-економічної безпеки, включення нових принципів оцінювання та прогнозування, адаптації методологій до умов війни, а також формування цілісного, інтегрованого підходу до управління ресурсами держави [1]. Такий підхід дозволяє забезпечити науково обґрунтоване прийняття управлінських рішень, підвищити ефективність оборонних та економічних заходів і зміцнити стійкість держави в умовах сучасних воєнних конфліктів.

У сучасному, динамічному безпековому середовищі, де домінують стрімкі геополітичні зміни, критично важливого значення набуває глибоке розуміння та уніфікація понятійно-термінологічного апарату, що описує воєнно-економічну безпеку держави [9]. Чітке визначення ключових термінів є фундаментальною основою для розробки високоефективних методологій оцінювання та прогнозування рівня безпеки [4]. Існування несистематизованих підходів несе ризик неоднозначного тлумачення, що неминуче призводить до хибних аналітичних висновків та неефективних управлінських рішень у сфері оборони [10]. Таким чином, головним завданням є розвиток і вдосконалення понятійно-термінологічної бази, що гарантує методологічну цілісність та єдине розуміння предмета дослідження. Це дозволяє не лише коректно інтегрувати та інтерпретувати вже наявні наукові напрацювання, але й створити міцний фундамент для майбутніх досліджень у цій критично важливій галузі [6]. Уніфікований апарат є практичною необхідністю для всіх суб'єктів забезпечення безпеки та оборони.

Воєнно-економічна безпека є складною, інтегративною категорією, яка логічно поєднує в собі ключові елементи економічної та воєнної безпеки, будучи похідною від них. Ця категорія відображає стан захищеності військово-економічного потенціалу держави від широкого спектру внутрішніх і зовнішніх загроз, дозволяючи країні ефективно протистояти воєнним викликам [3]. Вона охоплює здатність країни оперативно мобілізувати, раціонально розподіляти та ефективно використовувати всі наявні економічні ресурси для гарантованого задоволення оборонних потреб. Воєнна безпека, на якій базується це поняття, стосується стану захищеності держави від збройної агресії та інших воєнних загроз, що є фундаментальною передумовою для існування. Таким чином, воєнно-економічна безпека є динамічною характеристикою, яка відображає не тільки обсяг ресурсного потенціалу, але й критичну здатність до його адаптації в кризових умовах [11]. Зрештою, це є ключем до забезпечення національної стійкості у контексті загроз.

Оцінювання та прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки вимагає застосування глибокого комплексного підходу, що включає аналіз широкого спектру взаємопов'язаних

факторів [12]. Це передбачає детальний аналіз макроекономічних показників, поточного стану ОПК та ефективності системи управління оборонними витратами Ключовим моментом є не просто кількісний вимір окремих показників, а їхній інтегральний та системний аналіз, що дозволяє сформувати цілісну картину стану безпеки [5]. Прогнозування, у свою чергу, ґрунтується на моделюванні можливих кризових сценаріїв розвитку подій та об'єктивній оцінці їхнього потенційного впливу на воєнно-економічний потенціал [1].

У контексті сучасних воєнних конфліктів оцінювання воєнно-економічної безпеки набуває особливої актуальності та вимагає інтеграції різнорідних даних. Зміни у формах та способах ведення війни, поява нових видів озброєнь та зростання ролі невійськових чинників вимагають постійного переосмислення підходів [13].

Для об'єктивної оцінки рівня воєнно-економічної безпеки необхідно сформувати релевантну систему показників, що дозволяє кількісно та якісно виміряти стан безпеки [6]. Ці показники мають бути чутливими до змін і орієнтованими на потреби осіб, що приймають стратегічні рішення [4]. До важливих показників належить не лише частка оборонних витрат у ВВП, але й ефективність цих витрат, особливо в умовах гібридної війни [8]. Управління оборонними ресурсами в системі забезпечення воєнно-економічної безпеки вимагає чітких методологічних основ та концептуально-теоретичних засад. Важливо враховувати, що для обґрунтування перспективних напрямів розвитку Збройних Сил України необхідне воєнно-економічне обґрунтування на базі комплексних показників. Таким чином, система показників є основою для моніторингу та порівняльного аналізу ефективності використання ресурсів [10].

Сучасна воєнна безпека України вимагає впровадження методології комплексного використання військових і невійськових сил та засобів сектору безпеки і оборони для ефективної протидії сучасним загрозам (Богданович та ін., 2021). Цей підхід є критично важливим для протидії гібридним загрозам, які комбінують економічний тиск, інформаційні операції та військові дії [14]. Концепція багатодоменних операцій та її застосування силами оборони також демонструє необхідність інтеграції різних сфер. Воєнно-економічний потенціал, як складова національної могутності, має бути достатньо стійким для підтримки таких комплексних операцій [7].

Першочергового значення набуває визначення й коректне застосування принципів оцінювання та прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки держави як основного вихідного положення цієї теорії, що визначає сутність і основу аналітичного процесу, й забезпечує прийняття науково обґрунтованих рішень. Результати досліджень свідчать, що досягнення мети оцінювання та прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки держави потребує реалізації такої концепції, в якій поєднуються принципи: системного, комплексного, інтегрального підходів; безперервності; адаптивності; невизначеності та ефективності.

На рис. наведена загальна структура методології оцінювання та прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки держави та основні вирази, які формалізують залежності рівня воєнно-економічної безпеки від величин показників ресурсних можливостей, впливу загроз, критичних спроможностей, які впливають на тенденції розвитку воєнно-економічної безпеки.

Очевидно, що для успішної протидії загрозам необхідно не лише аналіз поточного стану економіки, а й здатність прогнозувати динаміку ресурсної забезпеченості в умовах воєнного часу, для чого необхідний загальний підхід, який ґрунтується на поетапному багатофакторному аналізі, що охоплює ідентифікацію актуальних загроз, кластеризацію показників безпеки, оцінку взаємозв'язків між ними, а також моделювання майбутніх сценаріїв розвитку ресурсного потенціалу. Для цього необхідно розроблення методу моніторингу рівня воєнно-економічної безпеки держави.

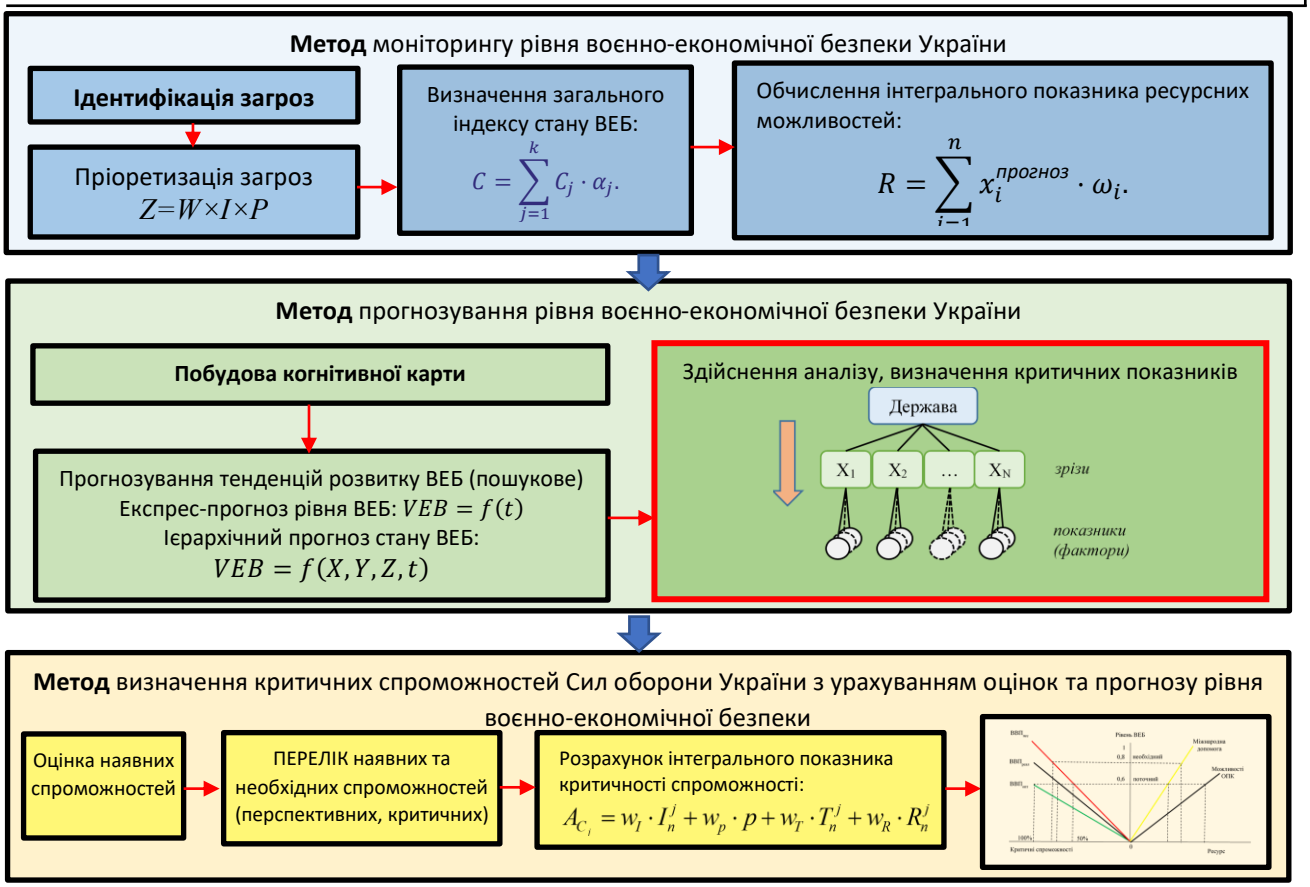


Рисунок – Загальна структура методології оцінювання та прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки держави

Тривалий збройний конфлікт, спричинений збройною агресією російської федерації, підкреслив необхідність стратегічного прогнозування у сфері воєнної економіки. Це включає аналіз економічної стійкості держави, ефективне розподілення ресурсів, підтримку критичної інфраструктури та адаптацію економіки до воєнного стану. Такий аналіз повинен виявити критичні показники, які будуть впливати на рівень воєнно-економічної безпеки держави. У зв’язку з цим актуальним є розроблення методу прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки, що дозволяють ефективно оцінювати потенційні загрози та розробляти стратегії їхнього подолання.

Якщо результати значення рівня воєнно-економічної безпеки та прогнозування його динаміки у майбутньому не задовольняють вимогам, які диктує зовнішнє безпекове середовище, то постає питання, як у таких умовах створювати та розвивати спроможності Сил оборони України. Це вимагає обґрунтування комплексного підходу до визначення та пріоритизації критичних спроможностей, який поєднує їхнє стратегічне значення з рівнем воєнно-економічної безпеки держави та дозволяє забезпечити збалансоване планування в умовах обмежених ресурсів. Вирішення цієї проблеми пропонується за рахунок розроблення методу визначення критичних спроможностей Сил оборони з урахуванням оцінок та прогнозів рівня воєнно-економічної безпеки України.

Слідує відмітити, що ці три ключові методи функціонують не ізольовано, а утворюють цілісну та взаємопов'язану систему у єдиному контурі забезпечення воєнно-економічної безпеки та державного стратегічного планування.

Метод 1 (моніторинг та оцінювання) на вході отримує макроекономічні, матеріально-технічні, кадрові й інноваційні параметри, а на виході видає інтегральний рівень ВЕБ та “вузькі місця” забезпечення.

Метод 2 (прогнозування) приймає базовий рівень ВЕБ і “вузькі місця” як початкові умови, моделює динаміку рівня під впливом сценаріїв загроз і зовнішніх шоків, генерує прогнозні коридори та пріоритети адаптації.

Метод 3 (оцінювання ефективності управління розвитком спроможностей сил оборони) використовує результати перших двох методів, порівнює їх з фактичними управлінськими діями та ресурсними рішеннями (планування оборонних закупівель, інвестиції в ОПК, кадрова політика), обчислює коефіцієнти ефективності/результативності та формує зворотні сигнали корекції для Методів 1–2 (оновлення ваг показників, зміна сценарних припущень, перегляд портфеля спроможностей).

Таким чином, вихід одного методу є входом іншого (див табл. 1), а загальна якість рішень підвищується за рахунок ітераційної корекції.

Таблиця 1 – Взаємодія методів

Елемент	***Метод 1 → Метод 2***	***Метод 2 → Метод 3***	***Метод 3 → Метод 1/2***
Основний показник	$I_{веб}(t)$ карта дефіцитів ресурсів	Прогнозні траєкторії $I_{веб}(t+h)$, чутливості	Коефіцієнти ефективності $K_{еф}$, рекомендації корекції
Тип впливу	Початкові умови для сценаріїв, ваги критичності	Цільові орієнтири для управління (потрібні спроможності, обсяги інвестицій)	Переналаштування ваг w_i, сценарних ймовірностей p_s, строків та пріоритетів
Періодичність	Квартал/півріччя	Півріччя/рік	Квартал/рік

Базові рівняння взаємодії методів можна записати у стислому вигляді наступним чином:

1. Рівень ВЕБ (моніторинг та оцінювання):

$$I_{ВЕБ}(t) = \sum_{i=1}^{n} w_i\,(t) \cdot X_i(t),$$

де $X_i(t)$ – нормовані індикатори ресурсних можливостей;
$w_i(t)$ – ваги критичності.

2. Прогнозування (сценарії):

$$I_{ВЕБ}(t+h) = F(I_{ВЕБ}(t), Z_s(t \to t+h), \Delta R(t \to t+h)),$$

де Z_s – параметри сценарію s (загрози, союзницька підтримка, технологічні тренди);
ΔR – зміни ресурсної бази.

3. Ефективність управління (розвиток спроможностей):

$$K_{ЕФ} = \frac{C_{досягнута}}{C_{цільова}} \cdot \frac{B_{план}}{B_{факт}},$$

де C – агрегована спроможність (інтеграл по спроможностях за стандартом capability-based planning);
ΔR – витрати.

4. Зміна ваг та сценарних ймовірностей під впливом управління:

$$w_i(t+1) = w_i(t) \cdot \varphi\left(\frac{\partial I_{ВЕБ}}{\partial X_i}, K_{еф}, R_{риз}\right), \quad p_s(t+1) = \psi(K_{еф}, E_{зовн}),$$

де ϕ, ψ – функції переналаштування з урахуванням ризиків $R_{риз}$ і зовнішніх ефектів $E_{зовн}$.

Таким чином, Метод 3 впливає на Метод 1 через корекцію ваг та на Метод 2 – через зміну ймовірностей сценаріїв та бюджетних обмежень.

Висновки

У статті запропоновано основні положення концепції оцінювання та прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки держави, які включають: уточнений понятійний апарат; принципи, удосконалену систему показників, концепцію і відповідний методичний апарат та взаємодію методів оцінювання та прогнозування рівня воєнно-економічної безпеки.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Богданович, В., Муженко, В., & Луцький, О. (2023). Концепція забезпечення воєнної безпеки України на основі оцінювання та прогнозування ризиків реалізації кризових сценаріїв. *Збірник наукових праць. Серія: військові та технічні науки*, 4(93), 4–19.
2. Гаврилюк, І., Клят, Ю., Водчиць, О., Добровольський, Ю., Гетьман, А., & Денис, Ф. (2025). Щодо оцінювання воєнно-економічної безпеки України в умовах сучасних воєнних конфліктів. *Social Development and Security*, *15*(1), 19-25. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.1.3
3. Богданович, В. Ю., Свида, І. Ю., & Скулиш, Є. Д. (2012). *Теоретико-методологічні основи забезпечення національної безпеки України: монографія: у 7 т. Т. 4. Воєнна безпека держави і шляхи її забезпечення*. Київ: Науково-видавничий відділ НА СБ України.
4. Семененко, О. М. (2018). *Методологічні основи воєнно-економічного супроводження програм розвитку Збройних Сил України* (дис… докт. військ. наук). Київ: ЦНДІ ЗС України.
5. Гогонянц С. Ю., Грицай П. М., Шапран О. О. (2019). Загальні положення методики оцінювання рівня воєнної небезпеки на основі таксономічних методів. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, 1(34), 29-37.
6. Семененко, О. М., Бойко, Р. В., Водчиць, О. Г., Добровольський, Ю. Б., Бердочник, Д. В., & Ярошенок, А. В. (2017). Основні методологічні аспекти воєнно-економічного забезпечення обороноздатності держави: теорія та практика. *Системи обробки інформації: щоквартн. наук.-тех. журн., 3*(51), 165–175.
7. Соколи, І. І., Близнюк, О. В., Гребенникова, Н. А., Хачатурянц, Я. В., & Краснюк, А. В. (2024). Концептуальні основи управління економікою воєнного стану. *Український журнал прикладної економіки та техніки, 9*(4), 395–402. https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-4-60
8. Петренко, І. (2021). Ефективність витрат на оборону в умовах гібридної війни: аналіз українського досвіду. *Науковий вісник Міністерства оборони України*, 60.
9. Про національну безпеку України: Закон України № 2469-VIII від 21 червня 2018 року. (2018). *Відомості Верховної Ради України, 31*, ст. 241.

10. Семененко, О., Скуріневська, Л., Остапець, О., Толок, П., Онофрійчук, П., & Тарасов, О. (2023). Щодо формування теоретичних, методологічних, концептуально-теоретичних основ управління оборонними ресурсами в системі забезпечення воєнно-економічної безпеки держави. *Social Development and Security*, *13*(6), 119-132. https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.6.11
11. В Україні з'явилася "Концепція забезпечення національної стійкості": для чого вона потрібна. (2023, Вересень 10). Defense Express. URL: https://defence-ua.com/minds_and_ideas/v_ukrajini_zjavilasja_konsepsija_zabezpechennja_natsionalnoji_stijkosti_dlja_chogo_vona_potribna-5661.html.
12. Семененко, О. М., Бойко, Р. В., Водчиць, О. Г., Масловський, С. С., Кремешний, О. І., & Корнієнко, А. П. (2018). Основні методологічні аспекти воєнно-економічного обґрунтування перспективних напрямів розвитку Збройних Сил України. *Зб. наук. пр. ХНУПС, 1*(55), 37–45.
13. Бочарніков, В. П., & Свєшніков, С. В. (2017). Погляди на характер сучасних воєнних конфліктів. *Наука і оборона*, (1), 3–8.
14. Богданович, В. Ю., та ін. (2021). *Методологія комплексного використання військових і невійськових сил та засобів сектора безпеки і оборони для протидії сучасним загрозам воєнній безпеці України* (2-ге вид., розш. та доповн.). Київ: НУОУ.

References

1. Bohdanovych, V., Muzhenko, V., & Lutskyi, O. (2023). Concept of ensuring Ukraine's military security based on risk assessment and forecasting of crisis scenario implementation. *Collection of Scientific Papers. Series: Military and Technical Sciences, 4*(93), 4–19.
2. Havryliuk, I., Kliat, Y., Vodchyts, O., Dobrovolskyi, Y., Hetman, A., & Fomkin, D. (2025). Regarding the assessment of Ukraine's military-economic security in the context of modern military conflicts. *Social Development and Security*, *15*(1), 19-25. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.1.3
3. Bohdanovych, V. Yu., Svyda, I. Yu., & Skulysh, Ye. D. (2012). *Theoretical and methodological foundations of ensuring Ukraine's national security* (Vol. 4: Military security of the state and ways of ensuring it). Scientific Publishing Department of the National Academy of the Security Service of Ukraine.
4. Semenenko, O. M. (2018). *Methodological foundations of military-economic support for the development programs of the Armed Forces of Ukraine* (Doctoral dissertation). Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine.
5. Hohoniants, S. Yu., Hrytsai, P. M., & Shapran, O. O. (2019). General provisions of the methodology for assessing the level of military threat based on taxonomic methods. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence, 1*(34), 29–37.
6. Semenenko, O. M., Boiko, R. V., Vodchyts, O. H., Dobrovolskyi, Yu. B., Berdochnyk, D. V., & Yaroshenok, A. V. (2017). Key methodological aspects of military-economic support of state defense capability: Theory and practice. *Information Processing Systems, 3*(51), 165–175.
7. Sokoly, I. I., Blyzniuk, O. V., Hrebennykova, N. A., Khachaturiants, Ya. V., & Krasniuk, A. V. (2024). Conceptual foundations of managing the economy under martial law. *Ukrainian Journal of Applied Economics and Technology, 9*(4), 395–402. https://doi.org/10.36887/2415-8453-2024-4-60
8. Petrenko, I. (2021). Efficiency of defense expenditures under conditions of hybrid warfare: An analysis of the Ukrainian experience. *Scientific Bulletin of the Ministry of Defence of Ukraine*, 60.
9. Law of Ukraine on National Security of Ukraine No. 2469-VIII. (2018, June 21). *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*, 31, Article 241.

10. Semenenko, O., Skurinevska, L., Ostapets, O., Tolok, P., Onofriichuk, P., & Tarasov, O. (2023). Regarding the formation of theoretical, methodological, conceptual and theoretical foundations of defense resource management in the system of ensuring the military and economic security of the state. *Social Development and Security*, *13*(6), 119-132. https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.6.11
11. Defense Express. (2023, September 10). *A "Concept of ensuring national resilience" has appeared in Ukraine: What is it for?* https://defence-ua.com/minds_and_ideas/v_ukrajini_zjavilasja_konsepsija_zabezpechennja_natsionalnoji_stijkosti_dlja_chogo_vona_potribna-5661.html
12. Semenenko, O. M., Boiko, R. V., Vodchyts, O. H., Maslovskyi, S. S., Kremeshnyi, O. I., & Korniienko, A. P. (2018). Main methodological aspects of military-economic justification of prospective directions for the development of the Armed Forces of Ukraine. *Collection of Scientific Papers of Kharkiv National Air Force University, 1*(55), 37–45.
13. Bocharnikov, V. P., & Svieshnikov, S. V. (2017). Views on the nature of modern armed conflicts. *Science and Defence*, (1), 3–8.
14. Bohdanovych, V. Yu., et al. (2021). *Methodology of integrated use of military and non-military forces and means of the security and defence sector to counter modern threats to Ukraine's military security* (2nd ed., expanded and revised). National Defence University of Ukraine.

Stability Through Caution: NATO'S Evolution Under the Doctrine of Strategic Restraint

Стабільність через обережність: еволюція НАТО в рамках доктрини стратегічного стримування

Khayal Iskandarov
PhD in National Security and Military Sciences, e-mail: xayal1333@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8975-6530
Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan

Хаял Іскандаров
к. наук з національної безпеки та військових наук, e-mail: xayal1333@gmail.com, ORCID: 0000-0001-8975-6530
Азербайджанський технічний університет, Баку, Азербайджан

Received: November 14, 2025 | Revised: November 23, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.2

Purpose. To examine NATO's evolving strategic posture in future, focusing on how the Alliance balances deterrence, defense, and diplomatic restraint in a rapidly changing security environment.

Method: Comparative analysis, and synthesis.

Findings. Finland's accession in 2023 and Sweden's in 2024 significantly strengthened NATO's defensive posture in Northern Europe and the Baltic region by expanding the Alliance's traditional and asymmetric capability potential. The enlargement followed a thorough assessment of political and security risks, underscoring the Alliance's prioritisation of stability and cohesion. The aspirant countries—Georgia, Ukraine, Bosnia and Herzegovina, and Moldova—remain outside the enlargement process due to high escalation sensitivity and the risk of direct confrontation with Russia. NATO applies a calibrated approach to provocations, prioritising consultations, diplomacy, and surveillance. Incidents such as the 2025 Estonian airspace violation or the interception of drones by Poland illustrate this differentiation: low-level threats are neutralised, while actions with a high risk of escalation are avoided. Despite growing defence expenditures, the Alliance faces persistent personnel shortages, complicating the implementation of regional defence plans. Operational capabilities remain unevenly distributed among member states, and European rapid-deployment forces continue to depend on U.S. strategic assets. The strategic focus increasingly encompasses cyber defence, hybrid threats, artificial intelligence, and modern missile defence systems, reflecting NATO's shift toward flexible deterrence and technological superiority.

Theoretical implications. The study demonstrates that NATO's strategic restraint, selective enlargement, and reliance on technological superiority offer a nuanced theoretical framework for understanding alliance cohesion, modern deterrence, and the role of third-party mediation in protracted conflicts.

Practical implications. The study suggests that NATO can enhance alliance cohesion, crisis responsiveness, and conflict management by combining strategic restraint, selective enlargement, technological investment, and robust third-party mediation mechanisms.

Value. The study provides critical insights into NATO's strategic restraint, selective enlargement, and adaptive responses to modern threats, offering both theoretical contributions to alliance behavior and practical guidance for policymakers navigating contemporary security challenges.

Paper type. Theoretical.

Key words: NATO, strategic restraint, alliance cohesion, enlargement, Russia–Ukraine war, deterrence, war termination, third-party mediation.

Мета дослідження. Дослідити еволюцію стратегічної позиції НАТО в майбутньому, зосереджуючись на тому, як Альянс врівноважує стримування, оборону та дипломатичну стриманість у швидкозмінному середовищі безпеки.

Метод дослідження. Порівняльний аналіз і синтез.

Результати дослідження. Вступ Фінляндії (2023) і Швеції (2024) суттєво посилив оборонну позицію НАТО в Північній Європі та Балтійському регіоні, розширивши потенціал традиційних і асиметричних спроможностей. Розширення відбулося після ретельної оцінки політичних та безпекових ризиків, що підкреслює пріоритет Альянсу на стабільність і згуртованість. Країни-аспіранти — Грузія, Україна, Боснія і Герцеговина, Молдова — залишаються поза межами розширення через високу ескалаційну чутливість і ризик прямої конфронтації з Росією. НАТО застосовує виважений підхід до провокацій, віддаючи перевагу консультаціям, дипломатії та спостереженню. Інциденти, як-от порушення повітряного простору Естонії (2025) чи перехоплення польською стороною дронів, демонструють диференціацію: загрози низького рівня нейтралізуються, а дії з високим ескалаційним ризиком уникаються. Попри зростання оборонних витрат, Альянс стикається з нестачею персоналу, що ускладнює реалізацію регіональних планів оборони. Оперативні спроможності залишаються нерівномірно розподіленими між державами-членами, а європейські сили швидкого розгортання залишаються залежними від стратегічних можливостей США. Стратегічний фокус дедалі більше охоплює кібероборону, гібридні загрози, штучний інтелект та сучасні системи ПРО, що відображає перехід НАТО до гнучкого стримування й технологічної переваги.

Теоретична цінність дослідження. Дослідження демонструє, що стратегічна стриманість НАТО, вибіркове розширення та опора на технологічну перевагу формують багатовимірну теоретичну рамку для розуміння союзницької згуртованості, сучасного стримування та ролі посередництва третіх сторін у затяжних конфліктах.

Практична цінність дослідження. Дослідження свідчить, що НАТО може підвищити рівень союзницької згуртованості, швидкість кризового реагування та ефективність управління конфліктами шляхом поєднання стратегічної стриманості, вибіркового розширення, інвестицій у технології та зміцнення механізмів посередництва третіх сторін.

Цінність дослідження. Дослідження надає ключові аналітичні висновки щодо стратегічної стриманості НАТО, вибіркового розширення та адаптивних відповідей на сучасні загрози, пропонуючи як теоретичний внесок у розуміння поведінки союзів, так і практичні орієнтири для політико-рішення у сфері сучасних безпекових викликів.

Тип статті. Теоретична.

Ключові слова: НАТО, стратегічне стримування, згуртованість альянсу, розширення, війна між Росією та Україною, стримування, припинення війни, посередництво третьої сторони.

Introduction

NATO's strategic posture and its approach to enlargement have long been central to debates on European and transatlantic security. The accession of Finland (2023) and Sweden (2024) marked a significant geopolitical shift, as both countries abandoned long-standing neutrality in response to Russia's invasion of Ukraine. This development underscores the Alliance's careful assessment of political, security, and operational risks prior to expansion, reinforcing a broader emphasis on cohesion, stability, and deterrence. At the same time, aspirant states such as Georgia, Ukraine, Bosnia and Herzegovina, and Moldova remain outside NATO, reflecting the complex calculations that shape enlargement decisions.

The strategic environment confronting NATO is characterized by multi-domain challenges, including cyber warfare, hybrid tactics, and emerging missile technologies (Iskandarov & Gawliczek, 2020a; Iskandarov & Gawliczek, 2020b), alongside ongoing geopolitical tensions exemplified by the Russia-Ukraine war. NATO's operational doctrine under the "Cautious NATO" paradigm emphasizes strategic restraint: prioritizing consultation, diplomacy, and proportionate responses over immediate military escalation, as demonstrated in the handling of Russian airspace violations by Estonia and Poland. Despite substantial defense spending, NATO faces significant personnel shortfalls and a reliance on U.S. strategic enablers, highlighting persistent structural and capability gaps. This research examines how NATO's enlargement policies, operational posture, and strategic decision-making are influenced by evolving threats, alliance cohesion, and the imperative to maintain stability in the Euro-Atlantic security space.

Several studies focus on NATO's post-2022 transformation process and the New Force Model (NFM), as it is expected to remain in place for around 10 years, unless unforeseen circumstances or force majeure events require an immediate overhaul of NATO's current force structure. Z. Szenes (2023) analyzes NATO's evolving approach to deterrence and defense, comparing the 2010 and 2022 Strategic Concepts. He argues that the latter marks the beginning of a new era of great power competition for NATO. A report by Monaghan et al. (2024) evaluates the Alliance's efforts to bolster collective defense in response to emerging security challenges. The report raises an important question: while NATO may be prepared for conflict initiation, is it sufficiently equipped to sustain and ultimately win a prolonged war? Based on the commitments made in Madrid, the report assesses NATO's preparedness to endure and succeed in extended conflict. J.R. Deni (2024) explores the reasoning behind the launch of the new force model, detailing its key components, such as force organization, management, and command and control. Meanwhile, J.M. Bosica (2024) highlights improvements in the NFM compared to the old one, asserting that it enhances the rapid deployment capabilities of European Allies, enabling them to defend themselves without necessarily relying on US leadership. The views of leading experts and practitioners, including A. Lieven, R. Lüdeking, A. Thomson, J. Carden, and J. Shifrinson, presented at the Quincy Institute's symposium dedicated to NATO's 75th anniversary, offer valuable insights into the alliance's past and future, helping to shape our understanding of its future trajectory (Quincy Institute for Responsible Statecraft, n.d.). A report developed by NATO's Allied Command Transformation (2024) outlines major trends, drivers of change, and potential strategic shocks. It provides a baseline for assessing the future operating environment, including anticipated capability gaps and the imperative for transformational adaptation. The volume edited by Blessing et al. (2020) explores the strategic requirements NATO may face over the coming decade and beyond, addressing issues such as multipolar threats (from Russia and China), hybrid warfare, burden-sharing, operations in emerging domains (cyber and space), and the resilience of democratic institutions. M. Dembinski and H.J. Spanger (2021) examine NATO's evolving role amid external threats and internal strains, outline three possible future development paths for NATO (Transatlantic NATO minus, European defence union, NATO as toolbox). The study states that NATO's future depends on reconciling external threats (especially Russia) with internal

tensions over U.S. engagement, burden-sharing and Europe's readiness for autonomy. Ellehuus (2021) delineates three potential trajectories for NATO over the coming decade. Trajectory 1 envisions a revitalized alliance characterized by strengthened cohesion and expanded partnerships. Trajectory 2 foresees a more fragmented NATO, confronted with internal divisions and external pressures. Trajectory 3 anticipates a transformed alliance, potentially redefining its purpose and structure in response to global developments. Collectively, these scenarios underscore the critical importance of both internal unity and external adaptability for NATO's future. The European Parliament report examines NATO's evolving role over the coming decade, emphasizing the importance of strengthened EU–NATO cooperation, particularly in defense and crisis management (Lațici, 2021). It highlights the need for adaptation to emerging security challenges, including cyber threats and hybrid warfare, alongside a steadfast commitment to democratic values and the rules-based international order. The report underscores NATO's continued role as the cornerstone of transatlantic security and stresses the necessity of strategic alignment with EU defense initiatives. According to Nicolò Fasola (2024), the Alliance's changing mission is not sufficiently addressed by its partnership policies, processes, and mechanisms. The author claims that, against the backdrop of ongoing competition in the world, NATO should reconsider partner engagement in order to better achieve its strategic objectives. In addition to critically analyzing the development of NATO's cooperative security policy, the author suggests how NATO may update its current partnership mechanisms.

The study further examines the dynamics of war termination, integrating both theoretical frameworks and historical case studies to analyze the Russia–Ukraine war and its implications for NATO's operational posture. By investigating the mechanisms of war termination, including negotiated settlements, third-party mediation, and unilateral action this research situates NATO's cautious approach within a broader strategic and political context. It underscores the Alliance's reliance on diplomatic leverage, technological superiority, and sophisticated crisis management to navigate complex, high-stakes security challenges.

The study hypothesizes that NATO's strategic restraint functions as an adaptive conflict management mechanism, combining selective enlargement, calibrated deterrence, and mediated resolution to preserve Alliance cohesion and prevent escalation with Russia. The central research question is: How does NATO's post-2022 strategic restraint influence its operational posture, enlargement policy, and approach to conflict management within the evolving Euro-Atlantic security environment?

Based on historical patterns, the average interval between major NATO developments has been approximately 10–12 years. Consequently, given the Alliance's consistent practice of adapting its Strategic Concept, a strategy update around 2035 appears plausible. This timeline aligns with NATO's historical cycle and allows sufficient time for the full implementation of both the 2022 Strategic Concept and the NATO NFM. However, this schedule could accelerate in response to a major geopolitical shock or significant technological transformation. While this projection remains speculative, it reflects historical tendencies and should be viewed as a predictive rather than a definitive assessment. NATO does not operate on a fixed timetable; its updates depend on evolving global security dynamics. Accordingly, this study adopts a 10–15-year analytical horizon to account for potential geopolitical, security, and technological developments that may shape the Alliance's future trajectory. For this timeframe, the study identifies a Cautious NATO as the most plausible scenario, compared to the Expanded and Fragmented/Irrelevant NATO alternatives.

Results

Strategic Restraint and NATO's Operational Posture

The doctrine of strategic restraint denotes a deliberate approach in international relations and military strategy, whereby a state or alliance consciously limits its use of force, provocative actions, or expansive military interventions to manage risk, preserve stability, and prevent escalation with

potential adversaries. This doctrine emphasizes prudence, proportionality, and careful risk management over maximalist or aggressive postures (Decker, 2025). Under this doctrine, force is employed only when necessary for defense, deterrence, or the protection of sovereignty, with military actions carefully calibrated to avoid unnecessary escalation or full-scale confrontation with powerful adversaries. In essence, the doctrine of strategic restraint emphasizes projecting power without provocation, deterring adversaries without escalation, and responding decisively without overcommitment. For NATO, this approach corresponds to a cautious, risk-aware posture, enabling the Alliance to manage relations with Russia and other potential adversaries while safeguarding collective security. In the following discussion, we substantiate the argument for why NATO is expected to maintain a cautious posture within the specified timeframe.

The security landscape is evolving at such a rapid pace that competitors are engaged in a relentless race to keep up, often striving to outpace one another in terms of technological advancements, strategic capabilities, and adaptive responses. The stark reality is that the world is no longer unipolar; it has undeniably transitioned into a multipolar order. The key question is: What are the primary poles of power, which among them wields the most influence, and how do global dynamics evolve amid their intense competition? NATO is unequivocally one of these key poles in the emerging multipolar world (Nasirov et al., 2017; Iskandarov & Gawliczek, 2019). Therefore, anticipating its future developments and potential scenarios is of utmost importance in understanding global power dynamics.

A scenario can be defined as a description of a potential future state or condition within a specific domain. Scenarios are not predictions of future events; while they may occasionally provide probabilities, their primary purpose is to offer decision-makers a range of alternative futures against which different courses of action can be evaluated. The key criterion for including a scenario in a scenario set is not its likelihood of occurring, but rather the possibility that it could happen, based on certain assumptions about the surrounding context (Johansen, 2018).

Future scenario planning is essential for NATO, enabling the alliance to anticipate, adapt to, and effectively address emerging security challenges. As the geopolitical landscape evolves, military technologies advance, and global power dynamics shift, NATO must prepare for a range of plausible futures to maintain its strategic relevance and deterrence capabilities. An “issue of concern” in our study is the alliance’s ability to maintain cohesion and relevance amid evolving geopolitical challenges. This may include concerns about NATO’s capacity to adapt to emerging threats, such as cyber warfare, hybrid threats, and the rise of its opponents, while balancing the interests and priorities of its diverse member states.

NATO’s most recent enlargement occurred with the incorporation of Finland in 2023 and Sweden in 2024, both of which had long considered neutrality a core aspect of their national identity. These countries declared their NATO ambitions shortly after Russia’s attack on Ukraine, marking a significant geopolitical shift. Their accession reaffirms that NATO carefully assesses both the risks and benefits before any expansion. In contrast, Georgia and Ukraine have long expressed strong aspirations for NATO membership, while Bosnia and Herzegovina, as well as Moldova, actively engaged in extensive preparations. However, their ambitions have yet to materialize, highlighting the complex political and security considerations that shape NATO’s enlargement decisions. The inclusion of Finland and Sweden significantly strengthens the security framework in the Baltic Sea region and the broader Nordic area. Their membership enhances a unified and coordinated defense posture in Northern Europe, benefiting all NATO members. Additionally, Finland and Sweden contribute substantial military capabilities to the alliance, boasting advanced armed forces, modernized equipment, and strategically important geographical positions. Sweden ranks 27th out of 145 countries in the annual Global Firepower (2025) review. Upon joining NATO, it rose to 9th place among the alliance’s 32 members, while Finland ranks 48th globally and 15th within NATO. Sweden and Finland have defense budgets of $13 billion and $6.8 billion, respectively, with combined active personnel of

approximately 50,000. Their advanced air forces, comprising over 300 combat aircraft, and modern naval capabilities significantly bolster NATO's operational strength in the Baltic Sea region. Additionally, Finland possesses one of the most powerful artillery systems in Europe, further enhancing NATO's overall military capabilities. In 2024, NATO members collectively spent approximately $1.5 trillion on defense, accounting for about 55% of global military spending. European allies contributed $693 billion to this total, marking a significant increase in defense spending (Liang et al., 2025).

Given NATO's cautious approach to enlargement, the alliance in the stated time frame (10-15 years) will remain cohesive yet risk-averse, focusing on deterrence and defense rather than expansion. It is worth noting that, for the first time in NATO's 76-year history, a member state – Poland engaged a Russian threat in its airspace on September 9, 2025. The incident underscored Moscow's willingness to test NATO defenses and reveal vulnerabilities in the alliance's readiness. On September 19, 2025, just ten days after the Polish airspace incursion, three Russian MiG-31 fighter jets violated Estonian airspace near Vaindloo Island for approximately 12 minutes. The aircraft had no flight plans, their transponders were switched off, and they failed to respond to air traffic control (news.err.ee, 2025). In response, Estonia invoked Article 4 of the NATO Treaty, calling for consultations with its allies (cnbc.com, 2025). This incident marked the fourth Russian airspace violation over Estonia in 2025, following earlier breaches involving a Su-35 fighter, a transport aircraft, and a helicopter (Szymański et al., 2025). A notable historical precedent also exists on November 24, 2015, Turkish F-16s shot down a Russian Su-24 after it violated Turkish airspace for only 17 seconds near the Syrian border (hurriyetdailynews.com, 2015). A comparison of the two cases highlights contrasting dynamics. The Turkish case of 2015 illustrates a markedly different approach: although a NATO member, Türkiye acted unilaterally and forcefully by downing a Russian Su-24 after a brief 17-second violation. This response lies outside the "Cautious NATO" paradigm and underscores the risks of escalation when strategic restraint is not exercised. By contrast, the Estonian case of 2025 demonstrates NATO's more measured posture: despite a serious 12-minute violation with transponders switched off, the alliance refrained from military escalation. Instead, this reflected a preference for strategic restraint, signaling resolve while avoiding direct confrontation. Taken together, these cases suggest that under the "Cautious NATO" scenario, the alliance is more likely to prioritize collective consultation, diplomatic measures, and enhanced surveillance over immediate military retaliation. Such an approach aims to preserve stability, maintain alliance cohesion, and uphold the strategic balance while minimizing the risk of incidents spiraling into open conflict with Russia. One might then ask why Russian drones were intercepted in Polish airspace. At first glance, this may appear inconsistent with the "Cautious NATO" scenario, since Poland did in fact resort to force. However, this represents a distinct case. Shooting down uncrewed drones constitutes a measured response: it neutralizes the immediate threat without carrying the same escalatory risks as downing a manned fighter jet. NATO members generally regard drones as expendable, low-value assets, so their destruction does not entail the same diplomatic consequences as the loss of Russian pilots. In the "Cautious NATO" scenario, restraint does not equate to inaction. Rather, it entails avoiding steps that could trigger uncontrolled escalation. By intercepting drones, Poland signaled its determination to defend sovereignty while carefully avoiding direct confrontation with Russian personnel. Estonia's recourse to Article 4 illustrates the emphasis on consultation and restraint, whereas Poland's drone interceptions highlight flexible, proportionate responses tailored to the nature of the threat. Both cases align with the "Cautious NATO" model: the alliance demonstrates readiness to protect its members, yet deliberately refrains from escalatory actions such as targeting manned aircraft. Within this framework, drones may be intercepted or destroyed because such measures are low-risk, defensive, and proportionate. By contrast, the downing of manned aircraft would be deemed excessively escalatory, prompting NATO instead to rely on consultations, diplomacy, and visible deterrence to manage tensions.

Apart from it, NATO continues to face a significant shortfall in personnel, limiting its ability to implement regional defense plans or effectively deter Russia. Allies struggle to recruit and retain sufficient troops, despite Russia's substantial manpower losses. For instance, Germany's Bundeswehr is short approximately 20,000 troops from its target of 203,000, with plans to expand to 230,000 (Reuters, 2024). Similarly, Lithuania plans to increase its defense spending to 5% of GDP by 2026, but faces challenges in recruiting and retaining personnel to meet this ambitious goal (Dapkus, 2025). In response to growing security concerns, Croatia has reinstated compulsory military service with the purpose of equipping young citizens with basic military and crisis response skills, addressing staffing shortages and enhancing national defense capabilities (apnews.com, 2025). Poland plans to implement military training for all adult males to bolster its defense capabilities (Reuters, 2025). Reports indicate that NATO's new force model, which aims to provide up to 300,000 combat-capable troops at high readiness, is hindered by insufficient personnel (Loorents, 2025). Experts warn that gaps in personnel and readiness could erode NATO's deterrence and defense posture, increasing the risk of Russian opportunistic aggression (Kendall-Taylor et al., 2025). These challenges are further compounded by demographic decline and a widening civil-military gap. In 2021, the EU's crude rate of natural population change was −2.7 per 1,000 people. At the NUTS 3 level, 980 of 1,164 regions reported a negative natural population change. Countries such as Bulgaria, Estonia, Croatia, Latvia, Lithuania, Hungary, Portugal, and Romania experienced negative rates across all regions (Eurostat, 2023). As of January 1, 2024, over 21.6% of the EU population was aged 65 and over, with the median age reaching 44.7 years. This ageing trend is expected to continue, with the working-age population (15–64 years) projected to decline from 265 million in 2022 to 258 million by 2030 (Eurostat, 2025). Nearly all EU+ rural regions, 335 out of 423 are projected to experience population decreases by 2050. This trend is particularly pronounced in Eastern European countries such as Lithuania, Latvia, Romania, and Bulgaria, where more than 25% of rural regions are expected to see population decline (Eurostat, 2021). Central and Eastern European countries are projected to face the largest overall population declines due to a combination of low birth rates, migration patterns, and demographic structures shaped by past trends (Joint Research Centre, 2025). Even as the UK's population is projected to increase by 4.9 million (7.3%), from 67.6 million to 72.5 million (Office for National Statistics, 2025), and Türkiye's to reach 88.19 million (Turkish Statistical Institute, 2024), both countries face significant demographic challenges, including ageing populations and shifting age structures. Even with new pledges to allocate 5% of GDP to defense, manpower shortages are likely to persist. On average, NATO members dedicate approximately 36% of their defense budgets to personnel, with some, such as Italy, spending nearly 60% (Wagner & Taylor, 2025). NATO's operational effectiveness still heavily depends on a small number of countries' forces, such as the U.S., Poland, and Türkiye, which stresses the alliance's overall readiness.

NATO in Transition: Emerging Threats, and Alliance Cohesion

While NATO continues to enhance its military capabilities and strengthen collective security, it refrains from integrating high-risk candidates such as Georgia Ukraine, Bosnia and Herzegovina, and Moldova to avoid direct confrontation with adversaries, particularly Russia. However, the Alliance continues to adapt to changing geopolitical dynamics, especially the rise of new threats like cyber warfare, hybrid tactics and advanced missile technologies. NATO also focuses on improving its crisis management mechanisms to address emerging threats without engaging in high-stakes confrontations. Technological superiority is a key element of NATO's strategic approach. The alliance channels efforts into cyber capabilities, artificial intelligence integration, and the development of agile, rapidly deployable forces that are capable of responding to localized crises rather than large-scale military confrontations. Political divisions within the alliance persist, hindering consensus on long-term strategic objectives. To succeed in this scenario, NATO requires an adaptive strategy that balances deterrence with diplomacy by expanding diplomatic backchannels and strategic dialogues, while simultaneously strengthening resilience and ensuring long-term strategic autonomy. This

approach leverages cyber capabilities, next-generation missile defense systems, intelligence operations, and hybrid warfare countermeasures, alongside reinforced crisis management mechanisms to prevent misunderstandings with key adversaries, particularly Russia.

NATO's NFM anticipates a shift from large-scale, high-visibility deployments to agile, rapidly deployable units capable of responding to localized crises. This transition necessitates increased investment in interoperability and force mobility, ensuring that NATO forces can deploy swiftly while avoiding regional instability. According to Sven Biscop, Europeans should take full responsibility for conventional deterrence and defense in the European theater. The 300,000 high-readiness troops envisioned under NATO's NFM for the eastern flank should be entirely European, requiring only one American to function effectively – the Supreme Allied Commander Europe (SACEUR) (Quincy Institute for Responsible Statecraft, n.d.). However, in reality, these forces still rely heavily on U.S. strategic enablers, including intelligence, transportation, and long-range strike capabilities. To achieve true operational independence, European allies must surpass NATO's current capability targets and develop these critical enablers themselves. Therefore, this scenario demands internal unity and consensus-driven decision-making, fostering European defense autonomy within NATO to reduce dependence on U.S. military support while maintaining transatlantic cohesion. Given the reluctance of some leading European nations to increase their defense spending, achieving this goal will require a flexible burden-sharing mechanism that ensures all member states contribute meaningfully to collective security.

Another significant factor shaping this scenario is the ongoing war between Russia and Ukraine, the duration of which remains a critical question for political scholars and military analysts. Two principal theories of war termination are particularly relevant. James Fearon's bargaining failure theory explains why states may persist in conflict despite high costs, highlighting the challenges of reaching a negotiated settlement even when it would serve their interests. The global leadership theory, in turn, emphasizes that competition for supremacy, influence, and control in international affairs can generate disputes and conflicts, as states vie for dominance within the global system. It is no secret that the primary catalyst for the outbreak of the Russia-Ukraine war was Ukraine's aspiration to join NATO, which Russia perceives as a significant threat to its national security. This dynamic is aptly explained by the modern theory of "failure in bargaining". A pertinent question arises: would the conflict have been averted if Kyiv had clearly articulated a non-alignment stance and declared its neutrality? While the answer remains highly debatable, one undeniable reality is that timing is crucial in strategic decision-making. Although Russia possesses a substantially larger and better-funded military, Ukraine's defense has been reinforced through international support and the efficient utilization of its resources. Consequently, Ukraine's resilience, bolstered by extensive Western aid, has enabled successful counteroffensive operations and the liberation of occupied territories, while Russia's initial advantages have been curtailed by logistical constraints, high casualties, and effective Ukrainian resistance. Rudolph J. Rummel (1979) asserts that war concludes when a new balance of power is established, making such a balance both a prerequisite and a sufficient condition for termination. But what constitutes this new balance of power? According to Rummel, it first requires a mutual equilibrium between the interests of the conflicting parties, between their wants, desires, goals, and intentions, down to tangible matters such as whose flag will fly over contested territory. The actors in war can be categorized into three groups: the people, the government, and the military, what Clausewitz famously termed the "trinity". These elements interact dynamically, shaping the potential outcomes of conflict. For war to be a viable instrument of policy, the political objectives, military means, and popular will must all be aligned. A theory that ignores any of these components, Clausewitz contends, would be fundamentally incomplete (Iskandarov et al., 2024).

Negotiated settlement and unilateral action constitute the two primary mechanisms through which wars are brought to an end. Negotiated settlements typically involve dialogue,

compromise, and the establishment of mutually acceptable terms between conflicting parties, often facilitated by mediators or third-party actors. Unilateral action, by contrast, entails one party imposing an end to the conflict through the use of force, coercion, or other independent measures. As illustrated in Table 1, Paul Pillar (1983) further refines these broad approaches into six more specific categories, highlighting the nuanced strategies and instruments available to states and actors in pursuit of war termination. This typology underscores that war termination is rarely monolithic and often involves a combination of diplomatic, military, and coercive tools, tailored to the political, strategic, and territorial contexts of the conflict. Understanding these differentiated pathways is essential for analyzing both historical case studies and contemporary conflicts, as it illuminates the conditions under which each method is most likely to succeed.

Table 1 – Means of war termination

Means of war Termination	Explicit Agreement	Status of Peace
Negotiated before Ceasefire	By both parties	Both parties remain
Negotiated after Ceasefire	By both parties	Both parties remain
Negotiated by Third Party	By both parties	Both parties remain*
Unilateral - Capitulation	Imposed by victor	Both parties remain
Unilateral - Extermination/Expulsion	Imposed by victor	One party remains
Unilateral – Withdrawal	Imposed by victor	Both parties remain**

* Agreement drafted by the third party (or an International Organization)

** Both parties remain, however the defeated government is expelled from power.

States may engage in direct bargaining with one another or employ an intermediary, such as a mediator or a coalition of mediators. Negotiated outcomes may occur before or after hostilities, in the form of an armistice or cease-fire. Unilateral actions include capitulation, extermination/expulsion, or withdrawal. For instance, the outcome of World War II was determined by the complete defeat and unconditional surrender of the adversaries. In contrast, following the tripartite ceasefire signed on November 10, 2020, unilateral action was excluded in the context of the Second Karabakh War between Armenia and Azerbaijan, and the focus shifted to negotiated solutions (Iskandarov et al., 2022).

Several rounds of negotiations aimed at ending the Russia-Ukraine war have so far proven futile, effectively ruling out the first method of war termination. With no ceasefire agreement on the horizon, the second method, negotiated armistice or ceasefire cannot be applied. The remaining unilateral options are also precluded, as both parties remain resolute in pursuing their political and military objectives. Consequently, only one option remains viable among the six categories outlined by Pillar: termination negotiated by a third party.

Termination of the Russia-Ukraine war through third party-mediated negotiations represents a complex yet arguably the most viable scenario. History provides several illustrative examples of such mediation: the Bosnian and Israel-Egypt conflicts, mediated by the United States through the Dayton Accords (1995) and Camp David Accords (1978), respectively; ceasefires facilitated by the OSCE, France, and Germany during the Minsk Agreements (2014–2015); the conclusion of the Second Karabakh War through Russia's mediation in the trilateral statement of November 10, 2020. The May 2025 India–Pakistan ceasefire was primarily mediated by the U.S., with Saudi Arabia, Iran, the UK, and the UAE playing supporting roles. The Israel–Iran ceasefire,

which took effect on 24 June 2025, marked a pivotal moment in Middle Eastern diplomacy, facilitated by the U.S. and Qatar in a rare de-escalation between the two countries. Meanwhile, the Israel–Hamas ceasefire agreement, announced on 8 October 2025, was mediated by the U.S., Egypt, Qatar, and Türkiye, who jointly oversaw and guaranteed the deal's initial implementation phase. Consequently, the question of which actor could serve as the third-party mediator in the Russia-Ukraine war remains critical. This role may be assumed by an international organization, global powers or a neutral, non-aligned state.

The Russia-Ukraine war's end is highly complex, shaped by both countries' strategic, political, and security interests, and requires major diplomatic compromise. Ukraine seeks restoration of its borders, NATO membership, and potential war-damage compensation, while Russia demands recognition of its control over Crimea and parts of Eastern Ukraine, eased sanctions, and limits on NATO's presence. Even if a ceasefire and peacekeeping mission are established, deep mistrust will persist, and neither side is likely to gain a decisive advantage, making a prolonged conflict and rare stalemate probable, with lasting military, humanitarian, political, and economic consequences (Iskandarov et al., 2024).

It is important to emphasize the factor mentioned above because the outcome of the ongoing war depends heavily on Western nations, particularly NATO members. All substantial aid to Ukraine originates from NATO budgets. Between 2022 and 2025, NATO members collectively provided over €309 billion in support, encompassing military, financial, and humanitarian assistance. The United States emerged as the largest contributor, allocating €114.64 billion, of which €64.6 billion was dedicated solely to military aid (Duggal, 2025). Various sources (AP News, 2024; Arabia et al., 2024; NATO, 2025; Aries et al., 2023; U.S. Department of Defense, 2024) indicate that total aid to Ukraine, including military, humanitarian, and financial assistance amounts to less than one year of combined NATO defense spending, estimated at approximately €1.2 trillion. However, the challenge extends beyond funding: it primarily concerns the depletion of critical weapons stockpiles, particularly artillery shells, air defense systems, and armored vehicles. NATO has pledged to increase artillery shell production to two million rounds annually by 2025. Even at this rate, fully replenishing stockpiles after three years of intensive deliveries is projected to require five to seven years. Replacement of advanced platforms, such as Patriot missile systems, Leopard tanks, and Abrams tanks, proceeds even more slowly, potentially taking five to ten years unless production capacities are further expanded. Kasapoglu and Rough (2025) argue that Europe's defense industrial base remains ill-equipped to provide the continent with the capabilities necessary for genuine strategic autonomy. French President Emmanuel Macron has suggested that European countries reconsider their defense procurement choices to reduce reliance on U.S. military hardware. He proposed that nations purchasing the Patriot missile defense system should instead consider the new-generation Franco-Italian SAMP/T system. Similarly, he recommended that countries opting for the F-35 fighter jet might find the Rafale aircraft a suitable European alternative (defencesecurityasia.com, 2025). However, Kasapoglu and Rough (2025) note that, until very recently, it took up to forty months to produce just one missile for the SAMP/T system's primary interceptor, the Aster. Even with increased investments, the SAMP/T can hardly rival the U.S.-made Patriot. The same holds true for the French Rafale. According to the authors, its technology falls short of that of the F-35, a true fifth-generation fighter. The Rafale lacks the stealth features that enable the F-35 to operate in non-permissive airspace. Additionally, it does not have the F-35's advanced data fusion capabilities, which are essential for conducting large-scale coalition warfare and achieving information superiority in the early stages of a conflict. Dassault, the manufacturer of the Rafale, is set to deliver 188 aircraft between 2026 and 2033. While this is a significant quantity, boosted by an increase in orders, it remains challenging for Dassault to accelerate production of additional Rafales without disrupting its existing delivery timelines. Europe does have alternative options for fighter aircraft, such as the Eurofighter Typhoon and the Swedish Gripen. However,

these aircraft include U.S.-made components, which make them subject to International Traffic in Arms Regulations (ITAR). Notably, the Gripen's engines are supplied by General Electric (Kasapoglu & Rough 2025). According to data from the Stockholm International Peace Research Institute (2024), between 2020 and 2024, the primary suppliers of arms to European NATO members were: the U.S. (64%), France (6.5%), South Korea (6.5%), Germany (4.7%) and Israel (3.9%). Budget gaps are comparatively easier to address. Given NATO's economic scale (GDP ≈ €47 trillion), even €300 billion represents only about 0.6% of GDP over three years, which could be recovered within one to two years of normal economic growth. If NATO maintains defense spending above 2% of GDP, the financial burden of aid to Ukraine can be absorbed within a few years. By contrast, replenishing military stockpiles, particularly artillery, armored vehicles, and air defense systems will likely require five to ten years, unless NATO significantly accelerates its defense industrial base to near-wartime production levels. This reality, in turn, supports the conclusion that NATO is likely to remain cautious and strategically restrained over the next 10–15 years.

Frequent regional crises, such as hybrid attacks, grey-zone operations, and localized conflicts necessitate ad hoc, task-oriented responses rather than full-scale Alliance activation. In this environment, NATO increasingly depends on flexible and scalable coalitions while deepening its cooperation with regional partners and the defense industry to ensure rapid and adaptive responses. Although Article 5 remains the cornerstone of collective defence, the Alliance increasingly employs smaller, mission-specific formations to address emerging security challenges. In the "Cautious NATO" scenario, where the Alliance prioritizes stability and avoids provocative actions, partner engagement is essential for maintaining broad situational awareness and sharing responsibility without overextending NATO's resources. Collaboration with partners facilitates intelligence exchange, joint exercises, and capacity building, thereby reinforcing collective security while minimizing escalation risks. Moreover, partners add flexibility and legitimacy to crisis responses, enhancing NATO's capacity to address regional threats with prudence. From the partners' perspective, however, engagement serves not only to contribute to collective security but also to secure their own strategic interests. For many partners, collaboration with NATO offers access to advanced military expertise, intelligence sharing, and defense capacity building that might otherwise be unattainable. At the same time, partners may view NATO's cautious posture as a double-edged sword: while it reduces the risk of escalation, it may also limit NATO's willingness to act decisively in defense of partners' security concerns. Thus, from the partners' standpoint, engagement in this scenario is both an opportunity to strengthen their security through association with NATO and a source of uncertainty regarding the Alliance's resolve.

Conclusion

This study has examined NATO's strategic restraint and adaptation following the Russia–Ukraine war, focusing on enlargement policy, operational posture, and approaches to war termination. The findings indicate that NATO's cautious yet deliberate actions, such as the inclusion of Finland and Sweden, measured deterrence initiatives, and its reliance on diplomatic engagement reflect a calculated balance between deterrence and dialogue. This posture allows the Alliance to maintain cohesion among its members while minimizing the risk of direct confrontation with Russia. NATO's approach over the next 10–15 years is likely to be characterized by strategic caution, emphasizing deterrence, crisis management, and measured engagement rather than expansion or high-risk confrontations with Russia. The Alliance's careful handling of incidents in Polish and Estonian airspace exemplifies this operational restraint while maintaining credibility and alliance cohesion. In this evolving landscape, NATO's ability to sustain strategic restraint while enhancing readiness and cohesion will determine its continued relevance and effectiveness in safeguarding Euro-Atlantic stability.

Funding

This study received no specific financial support.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

Apnews.com (2025). Croatia reintroduces military conscription as Europe worries about Russia-Ukraine war, *AP News*, 24 October. Available at: https://apnews.com/article/croatia-compulsory-military-service-ukraine-32c84a8c4afc8790bee82644d8366e46 (Accessed: 24 October 2025).

Blessing, J., Elgin, K. K., & Ewers Peters, N. M. (Eds.). (2021). *NATO 2030: Towards a new strategic concept and beyond.* Foreign Policy Institute / Henry A. Kissinger Center for Global Affairs, Johns Hopkins University SAIS. Available at: https://sais.jhu.edu/sites/default/files/NATO2030AndBeyondAccessibleVersion.pdf (Accessed: January 11, 2025).

Bosica, J.M. (2024). *NATO's new force model: A watershed step for the alliance's deterrence, defence and crisis management missions in a complex Euro-Atlantic security landscape.* Atlantic Forum. Available at: https://www.atlantic-forum.com/atlantica/natos-new-force-model-a-watershed-step-for-the-alliances-deterrence-defence-and-crisis-management-missions-in-a-complex-euro-atlantic-security-landscape. (Accessed: January 20, 2025).

cnbc.com (2025). Russian jets enter Estonia's airspace in latest test for NATO *CNBC*. 20 September. Available at: https://www.cnbc.com/2025/09/20/russian-jets-enter-estonias-airspace-in-latest-test-for-nato.html (Accessed: 24 September, 2025).

Dapkus, L. (2025). Lithuania vows to boost defense spending to 5–6% of GDP, citing the threat of Russian aggression, *AP News*, 17 January. Available at: https://apnews.com/article/lithuania-defense-spending-nato-trump-nauseda-baltic-b1328b37e85fd755f25ce647deed6bf1 (Accessed: 24 October 2025).

Decker, N. (2025). The Doctrine of Strategic Restraint: A Framework for Diplomatic De-escalation and Global Escalation Prevention Integrating Moral Forecasting, Conflict Modeling, and Systems Stewardship for 21st-Century Statecraft, *SSRN*. Available at: https://ssrn.com/abstract=5320166 (Accessed: 26 October 2025).

Defencesecurityasia.com (2025). *Macron's bold ultimatum to Europe: Ditch American weapons, buy European or risk U.S. control*. 19 March. Available at: https://defencesecurityasia.com/en/macrons-bold-ultimatum-to-europe-ditch-american-weapons-buy-european-or-risk-u-s-control/?utm_source (Accessed: 31 March, 2025).

Dembinski, M. & Spanger, H.J. (2021). *NATO's uncertain future: Expert-assessments of NATO's role in national security and the emerging global order*. Peace Research Institute Frankfurt (PRIF) / Friedrich-Ebert-Stiftung (FES). Available at: https://www.prif.org/en/about-us/news/details/study-natos-uncertain-future (Accessed: September 19, 2025).

Deni, J.R. (2024). *The new NATO force model: Ready for launch?* NATO Defense College. Available at: http://www.jstor.org/stable/resrep60400 (Accessed: 30 January, 2025).

Duggal, H. (2025). Tracking US and NATO support for Ukraine: A full breakdown. Al Jazeera, 21 August. Available at: https://www.aljazeera.com/news/2025/8/21/tracking-us-and-nato-support-for-ukraine-a-full-breakdown (Accessed: 29 September, 2025).

Ellehuus, R. (2021). *NATO Futures: Three Trajectories*. Washington, D.C.: Center for Strategic and International Studies. Available at: https://www.csis.org/analysis/nato-futures-three-trajectories?utm_source (Accessed: 19 September, 2025).

Eurostat (2021). Population projections at regional level. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_projections_at_regional_level (Accessed: 24 October 2025).

Eurostat (2023). Natural population decrease in most EU regions in 2021. 21 November. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20231121-4 (Accessed: 24 October 2025).

Eurostat (2025). Population structure and ageing. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_structure_and_ageing (Accessed: 24 October 2025).

Fasola, N. (2024). *Reforming and enhancing partnerships to strengthen NATO's strategic posture.* U.S. Army War College. Available at: https://publications.armywarcollege.edu/News/Display/Article/3974674/reforming-and-enhancing-partnerships-to-strengthen-natos-strategic-posture (Accessed: 13 January, 2025).

Global Firepower (2025). *2025 Military Strength Ranking*. Available at: https://www.globalfirepower.com/countries-listing.php (Accessed: 17 March, 2025).

Guner, E., Iskandarov, K., & Gawliczek, P. (2022). Theories of war in practice: causes and termination (in the example of the Second Karabakh War). *Wiedza Obronna*. https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-89aad26d-dfd7-43bb-bd20-7a03a28fee22 (Accessed: 17 March, 2025).

hurriyetdailynews.com (2015). Two Russian warplanes violated Turkish airspace for 17 seconds: Turkey', *Hürriyet Daily News*, 25 November. Available at: https://www.hurriyetdailynews.com/two-russian-warplanes-violated-turkish-airspace-for-17-seconds-turkey-91635 (Accessed: 24 September, 2025).

Iskandarov, K., & Gawliczek, P. (2019). The south Caucasus and NATO's defence education enhancement programme. Retrospective analysis. Social development and Security, 9(5), pp. 3-14. https://doi.org/10.33445/sds.2019.9.5.1

Iskandarov, K., & Gawliczek, P. (2020a). Hybrid warfare as an instrument of political leverage (With a special focus on the South Caucasus). *The Russian federation and international security* edited by Miroslaw Banasik, Piotr Gawliczek and Agnieszka Rogozinska (Poland: Difin publishing house, 2020), pp. 117-136.

Iskandarov, K., & Gawliczek, P. (2020b). Hybrid warfare as a new type of war. The evolution of its conceptual construct in Miroslaw Banasik, Piotr Gawliciczek and Agnieszka Rogozinska (eds) *The Russian federation and international security*, Poland: Difin publishing house, 2020, pp. 96-107.

Iskandarov, K., Gawliczek, P., & Dadashzade, V. (2024). The Theories of war in practice: possible outcomes and means for the termination of war. Case study: Russian war against Ukraine. *Social Development and Security*, *14*(4), pp. 1-21. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.4.1.

Iskandarov, K., Gawliczek, P. & Tomasik, J. (2022). Termination of war: factors affecting the outcome (in the example of the Second Karabakh War), Civitas et Lex, 35. https://doi.org/10.31648/cetl.7736 (Accessed: 26 January, 2024).

Johansen, I. (2018). Scenario modelling with morphological analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 126, pp.116–125. Available at: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.016 (Accessed: 11 September, 2025).

Joint Research Centre (2025). Tackling EU's shrinking workforce? Better education, more women in jobs, skilled migration. 11 June. Available at: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/tackling-eus-shrinking-workforce-better-education-more-women-jobs-skilled-migration-2025-06-11_en (Accessed: 24 October 2025).

Kasapoglu, C. & Rough, P. (2025). *European strategic autonomy is an illusion*. 28 March. Available at: https://nationalinterest.org/feature/european-strategic-autonomy-is-an-illusion (Accessed: 31 March 2025).

Kendall-Taylor, A., Townsend, J., Johnston, K. & Weaver, G. (2025). *Understanding Russia's Calculus on Opportunistic Aggression in Europe*. Washington, D.C.: Center for a New American Security. Available at: https://www.cnas.org/publications/reports/understanding-russias-calculus-on-opportunistic-aggression-in-europe (Accessed: 24 October 2025).

Lațici, T. (2021). *NATO looks to the 2030s*. European Parliamentary Research Service. Available at: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2021/689374/EPRS_ATA%282021%29689374_EN.pdf?utm (Accessed: September 19, 2025).

Liang, X., Tian, N., Lopes da Silva, D., Scarazzato, L., Karim, Z.A. & Guiberteau Ricard, J. (2025). *Trends in World Military Expenditure, 2024*. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), April. Available at: https://www.sipri.org/sites/default/files/2025-04/2504_fs_milex_2024.pdf (Accessed: 23 September, 2025).

Loorents, N. (2024, July). *NATO's Regional Defence Plans*. Washington Summit Series No. 5. International Centre for Defence and Security. Available at: https://icds.ee/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/07/No-5_NATOs-Regional-Defence-Plans_Nele-Loorents.pdf (Accessed: 6 February, 2025).

Monaghan, S., Jakobsen, E., Martinez, S., Droin, M., Sanders, G., Velazquez, N., Cook, C., Dowd, A., & Sockwell, M. (2024). *Is NATO ready for war?* Center for Strategic and International Studies. Available at: https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/2024-06/240611_Monaghan_Ready_War_0.pdf (Accessed: 26 January, 2025).

Nasirov, E., & Iskandarov, K. (2017). The prospects of Azerbaijan to enhance military interoperability with NATO. *Connections*, *16*(4), pp. 89-99. Available at: https://www.jstor.org/stable/26867928 (Accessed: 12 January, 2025).

NATO Allied Command Transformation (2024). Unveiling the Future: The Release of Allied Command Transformation's Strategic Foresight Analysis 2023. 17 January. Available at: https://www.act.nato.int/article/act-releases-sfa-2023/ (Accessed: 18 September, 2025).

news.err.ee (2025). 3 Russian fighter jets violate Estonian airspace for 12 minutes. *ERR News*. Available at: https://news.err.ee/1609806336/3-russian-fighter-jets-violate-estonian-airspace-for-12-minutes (Accessed: 24 September, 2025).

Office for National Statistics (2025). *National population projections: 2022-based*. Available at: https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/populationandmigration/populationprojections/bulletins/nationalpopulationprojections/2022based (Accessed: 24 October 2025).

Pillar, P.R. (1983). *Negotiating Peace: War Termination as a Bargaining Process.* Princeton, NJ: Princeton University Press.

Quincy Institute for Responsible Statecraft (n.d.) *The Future of NATO*. Available at: https://quincyinst.org/collection/the-future-of-nato/# (Accessed: 26 March, 2025).

Reuters (2024). Germany may expand military to 230,000 troops in NATO push, *Reuters*, 18 December. Available at: https://www.reuters.com/world/europe/germany-may-expand-military-230000-troops-nato-push-2024-12-18/ (Accessed: 24 October 2025).

Reuters (2025). Poland mulls enshrining defence spending, plans army training for all men, *Reuters*, 7 March. Available at: https://www.reuters.com/world/europe/polish-president-proposes-enshrining-defence-spending-least-4-gdp-constitution-2025-03-07/ (Accessed: 24 October 2025).

Rummel, R.J. (1979). *Understanding Conflict and War: War, Power, Peace*, Beverly Hills, California: Sage Publications.

Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) (2024). *World nuclear forces*. Available at: https://www.sipri.org/sites/default/files/YB24%2007%20WNF.pdf (Accessed: 31 March, 2025).

Szenes, Z. (2023). Reinforcing deterrence: assessing NATO's 2022 Strategic Concept. *Defense & Security Analysis*, *39*(4), pp. 539–560. https://doi.org/10.1080/14751798.2023.2270230 (Accessed: 11 January, 2025).

Szymański, P., Chmielewski, B. & Menkiszak, M. (2025). Russian fighter jets in Estonian airspace: a test of NATO's unity, *OSW Centre for Eastern Studies*, 22 September. Available at: https://www.osw.waw.pl/en/publikacje/analyses/2025-09-22/russian-fighter-jets-estonian-airspace-a-test-natos-unity (Accessed: 24 September, 2025).

Turkish Statistical Institute (2024). Population Projections, 2023–2100. Available at: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?dil=2&p=Population-Projections-2023-2100-53699 (Accessed: 24 October 2025).

Wagner, A. & Taylor, K. (2025). How to Fill NATO's Manpower Gap. Available at: https://nationalinterest.org/feature/natos-manpower-gap (Accessed: 23 September, 2025).

Список використаних джерел

Apnews.com (2025). Croatia reintroduces military conscription as Europe worries about Russia-Ukraine war, *AP News*, 24 October. Available at: https://apnews.com/article/croatia-compulsory-military-service-ukraine-32c84a8c4afc8790bee82644d8366e46 (Accessed: 24 October 2025).

Blessing, J., Elgin, K. K., & Ewers Peters, N. M. (Eds.). (2021). *NATO 2030: Towards a new strategic concept and beyond.* Foreign Policy Institute / Henry A. Kissinger Center for Global Affairs, Johns Hopkins University SAIS. Available at: https://sais.jhu.edu/sites/default/files/NATO2030AndBeyondAccessibleVersion.pdf (Accessed: January 11, 2025).

Bosica, J.M. (2024). *NATO's new force model: A watershed step for the alliance's deterrence, defence and crisis management missions in a complex Euro-Atlantic security landscape.* Atlantic Forum. Available at: https://www.atlantic-forum.com/atlantica/natos-new-force-model-a-watershed-step-for-the-alliances-deterrence-defence-and-crisis-management-missions-in-a-complex-euro-atlantic-security-landscape. (Accessed: January 20, 2025).

cnbc.com (2025). Russian jets enter Estonia's airspace in latest test for NATO *CNBC*. 20 September. Available at: https://www.cnbc.com/2025/09/20/russian-jets-enter-estonias-airspace-in-latest-test-for-nato.html (Accessed: 24 September, 2025).

Dapkus, L. (2025). Lithuania vows to boost defense spending to 5–6% of GDP, citing the threat of Russian aggression, *AP News*, 17 January. Available at: https://apnews.com/article/lithuania-defense-spending-nato-trump-nauseda-baltic-b1328b37e85fd755f25ce647deed6bf1 (Accessed: 24 October 2025).

Decker, N. (2025). The Doctrine of Strategic Restraint: A Framework for Diplomatic De-escalation and Global Escalation Prevention Integrating Moral Forecasting, Conflict Modeling, and Systems Stewardship for 21st-Century Statecraft, *SSRN*. Available at: https://ssrn.com/abstract=5320166 (Accessed: 26 October 2025).

Defencesecurityasia.com (2025). *Macron's bold ultimatum to Europe: Ditch American weapons, buy European or risk U.S. control*. 19 March. Available at: https://defencesecurityasia.com/en/macrons-bold-ultimatum-to-europe-ditch-american-weapons-buy-european-or-risk-u-s-control/?utm_source (Accessed: 31 March, 2025).

Dembinski, M. & Spanger, H.J. (2021). *NATO's uncertain future: Expert-assessments of NATO's role in national security and the emerging global order*. Peace Research Institute Frankfurt (PRIF) / Friedrich-Ebert-Stiftung (FES). Available at: https://www.prif.org/en/about-us/news/details/study-natos-uncertain-future (Accessed: September 19, 2025).

Deni, J.R. (2024). *The new NATO force model: Ready for launch?* NATO Defense College. Available at: http://www.jstor.org/stable/resrep60400 (Accessed: 30 January, 2025).

Duggal, H. (2025). Tracking US and NATO support for Ukraine: A full breakdown. Al Jazeera, 21 August. Available at: https://www.aljazeera.com/news/2025/8/21/tracking-us-and-nato-support-for-ukraine-a-full-breakdown (Accessed: 29 September, 2025).

Ellehuus, R. (2021). *NATO Futures: Three Trajectories*. Washington, D.C.: Center for Strategic and International Studies. Available at: https://www.csis.org/analysis/nato-futures-three-trajectories?utm_source (Accessed: 19 September, 2025).

Eurostat (2021). Population projections at regional level. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_projections_at_regional_level (Accessed: 24 October 2025).

Eurostat (2023). Natural population decrease in most EU regions in 2021. 21 November. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20231121-4 (Accessed: 24 October 2025).

Eurostat (2025). Population structure and ageing. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_structure_and_ageing (Accessed: 24 October 2025).

Fasola, N. (2024). *Reforming and enhancing partnerships to strengthen NATO's strategic posture.* U.S. Army War College. Available at: https://publications.armywarcollege.edu/News/Display/Article/3974674/reforming-and-enhancing-partnerships-to-strengthen-natos-strategic-posture (Accessed: 13 January, 2025).

Global Firepower (2025). *2025 Military Strength Ranking*. Available at: https://www.globalfirepower.com/countries-listing.php (Accessed: 17 March, 2025).

Guner, E., Iskandarov, K., & Gawliczek, P. (2022). Theories of war in practice: causes and termination (in the example of the Second Karabakh War). *Wiedza Obronna*. https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-89aad26d-dfd7-43bb-bd20-7a03a28fee22 (Accessed: 17 March, 2025).

hurriyetdailynews.com (2015). Two Russian warplanes violated Turkish airspace for 17 seconds: Turkey', *Hürriyet Daily News*, 25 November. Available at: https://www.hurriyetdailynews.com/two-russian-warplanes-violated-turkish-airspace-for-17-seconds-turkey-91635 (Accessed: 24 September, 2025).

Iskandarov, K., & Gawliczek, P. (2019). The south Caucasus and NATO's defence education enhancement programme. Retrospective analysis. Social development and Security, 9(5), pp. 3-14. https://doi.org/10.33445/sds.2019.9.5.1

Iskandarov, K., & Gawliczek, P. (2020a). Hybrid warfare as an instrument of political leverage (With a special focus on the South Caucasus). *The Russian federation and international security* edited by Miroslaw Banasik, Piotr Gawliczek and Agnieszka Rogozinska (Poland: Difin publishing house, 2020), pp. 117-136.

Iskandarov, K., & Gawliczek, P. (2020b). Hybrid warfare as a new type of war. The evolution of its conceptual construct in Miroslaw Banasik, Piotr Gawliciczek and Agnieszka Rogozinska (eds) *The Russian federation and international security*, Poland: Difin publishing house, 2020, pp. 96-107.

Iskandarov, K., Gawliczek, P., & Dadashzade, V. (2024). The Theories of war in practice: possible outcomes and means for the termination of war. Case study: Russian war against Ukraine. *Social Development and Security*, *14*(4), pp. 1-21. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.4.1.

Iskandarov, K., Gawliczek, P. & Tomasik, J. (2022). Termination of war: factors affecting the outcome (in the example of the Second Karabakh War), Civitas et Lex, 35. https://doi.org/10.31648/cetl.7736 (Accessed: 26 January, 2024).

Johansen, I. (2018). Scenario modelling with morphological analysis. *Technological Forecasting and Social Change*, 126, pp.116–125. Available at: https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.05.016 (Accessed: 11 September, 2025).

Joint Research Centre (2025). Tackling EU's shrinking workforce? Better education, more women in jobs, skilled migration. 11 June. Available at: https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/tackling-eus-shrinking-workforce-better-education-more-women-jobs-skilled-migration-2025-06-11_en (Accessed: 24 October 2025).

Kasapoglu, C. & Rough, P. (2025). *European strategic autonomy is an illusion*. 28 March. Available at: https://nationalinterest.org/feature/european-strategic-autonomy-is-an-illusion (Accessed: 31 March 2025).

Kendall-Taylor, A., Townsend, J., Johnston, K. & Weaver, G. (2025). *Understanding Russia's Calculus on Opportunistic Aggression in Europe*. Washington, D.C.: Center for a New American Security. Available at: https://www.cnas.org/publications/reports/understanding-russias-calculus-on-opportunistic-aggression-in-europe (Accessed: 24 October 2025).

Lațici, T. (2021). *NATO looks to the 2030s*. European Parliamentary Research Service. Available at: https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/ATAG/2021/689374/EPRS_ATA%282021%29689374_EN.pdf?utm (Accessed: September 19, 2025).

Liang, X., Tian, N., Lopes da Silva, D., Scarazzato, L., Karim, Z.A. & Guiberteau Ricard, J. (2025). *Trends in World Military Expenditure, 2024*. Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), April. Available at: https://www.sipri.org/sites/default/files/2025-04/2504_fs_milex_2024.pdf (Accessed: 23 September, 2025).

Loorents, N. (2024, July). *NATO's Regional Defence Plans*. Washington Summit Series No. 5. International Centre for Defence and Security. Available at: https://icds.ee/wp-content/uploads/dlm_uploads/2024/07/No-5_NATOs-Regional-Defence-Plans_Nele-Loorents.pdf (Accessed: 6 February, 2025).

Monaghan, S., Jakobsen, E., Martinez, S., Droin, M., Sanders, G., Velazquez, N., Cook, C., Dowd, A., & Sockwell, M. (2024). *Is NATO ready for war?* Center for Strategic and International Studies. Available at: https://csis-website-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/2024-06/240611_Monaghan_Ready_War_0.pdf (Accessed: 26 January, 2025).

Nasirov, E., & Iskandarov, K. (2017). The prospects of Azerbaijan to enhance military interoperability with NATO. *Connections*, *16*(4), pp. 89-99. Available at: https://www.jstor.org/stable/26867928 (Accessed: 12 January, 2025).

NATO Allied Command Transformation (2024). Unveiling the Future: The Release of Allied Command Transformation's Strategic Foresight Analysis 2023. 17 January. Available at: https://www.act.nato.int/article/act-releases-sfa-2023/ (Accessed: 18 September, 2025).

news.err.ee (2025). 3 Russian fighter jets violate Estonian airspace for 12 minutes. *ERR News*. Available at: https://news.err.ee/1609806336/3-russian-fighter-jets-violate-estonian-airspace-for-12-minutes (Accessed: 24 September, 2025).

Office for National Statistics (2025). *National population projections: 2022-based*. Available at: https://www.ons.gov.uk/peoplepopulationandcommunity/populationandmigration/populationprojections/bulletins/nationalpopulationprojections/2022based (Accessed: 24 October 2025).

Pillar, P.R. (1983). *Negotiating Peace: War Termination as a Bargaining Process.* Princeton, NJ: Princeton University Press.

Quincy Institute for Responsible Statecraft (n.d.) *The Future of NATO*. Available at: https://quincyinst.org/collection/the-future-of-nato/# (Accessed: 26 March, 2025).

Reuters (2024). Germany may expand military to 230,000 troops in NATO push, *Reuters*, 18 December. Available at: https://www.reuters.com/world/europe/germany-may-expand-military-230000-troops-nato-push-2024-12-18/ (Accessed: 24 October 2025).

Reuters (2025). Poland mulls enshrining defence spending, plans army training for all men, *Reuters*, 7 March. Available at: https://www.reuters.com/world/europe/polish-president-proposes-enshrining-defence-spending-least-4-gdp-constitution-2025-03-07/ (Accessed: 24 October 2025).

Rummel, R.J. (1979). *Understanding Conflict and War: War, Power, Peace*, Beverly Hills, California: Sage Publications.

Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI) (2024). *World nuclear forces*. Available at: https://www.sipri.org/sites/default/files/YB24%2007%20WNF.pdf (Accessed: 31 March, 2025).

Szenes, Z. (2023). Reinforcing deterrence: assessing NATO's 2022 Strategic Concept. *Defense & Security Analysis*, *39*(4), pp. 539–560. https://doi.org/10.1080/14751798.2023.2270230 (Accessed: 11 January, 2025).

Szymański, P., Chmielewski, B. & Menkiszak, M. (2025). Russian fighter jets in Estonian airspace: a test of NATO's unity, *OSW Centre for Eastern Studies*, 22 September. Available at: https://www.osw.waw.pl/en/publikacje/analyses/2025-09-22/russian-fighter-jets-estonian-airspace-a-test-natos-unity (Accessed: 24 September, 2025).

Turkish Statistical Institute (2024). Population Projections, 2023–2100. Available at: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?dil=2&p=Population-Projections-2023-2100-53699 (Accessed: 24 October 2025).

Wagner, A. & Taylor, K. (2025). How to Fill NATO's Manpower Gap. Available at: https://nationalinterest.org/feature/natos-manpower-gap (Accessed: 23 September, 2025).

Рекомендації органам управління щодо організації заходів протидії протиправній діяльності на державному кордоні

Recommendations to Management Bodies on Organizing Measures to Counter Illegal Activities at the State Border

Віталій Варетільник
Corresponding author: кандидат педагогічних наук, доцент кафедри прикордонної служби, e-mail: vvveretilnik2009@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8061-5803

Олег Башнянин
старший викладач кафедри загальновійськових дисциплін факультету безпеки державного кордону, e-mail: oleg.bashnyanin@icloud.com, ORCID ID: 0000-0002-0427-9526

[A]Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького, м. Хмельницький, Україна

Vitalii, Veretilnyk
Corresponding author: Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Border Guard Service Department, e-mail: vvveretilnik2009@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8061-5803

Oleh, Bashnianyn
Senior Lecturer, Department of General Military Disciplines, e-mail: oleg.bashnyanin@icloud.com, ORCID ID: 0000-0002-0427-9526

[A]Bohdan Khmelnytskyi National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine, Khmelnytskyi, Ukraine

Received: September 15, 2025 | Revised: November 24, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.3

Мета роботи. Надати рекомендації органам управління щодо організації заходів протидії протиправній діяльності на державному кордоні.

Метод дослідження. Аналітичний метод, що базується на оцінці фактів та інформації, що стосується протидії протиправній діяльності на державному кордоні.

Результати дослідження. Обґрунтовано рекомендації щодо протидії протиправній діяльності на державному кордоні.

Теоретична цінність дослідження. Проведено аналіз та обґрунтовано відповідні рекомендації щодо протидії протиправній діяльності на державному кордоні.

Оригінальність: Новизна полягає у запровадженні нових механізмів у сфері охорони державного кордону.

Майбутні дослідження: У ході подальших досліджень доцільно опрацювати сценарії ускладнення обстановки на державному кордоні.

Тип статті. Теоретичний.

Purpose. To provide recommendations to management bodies on organizing measures to counter illegal activities on the state border.

Method. The recommendations are based on an analytical method based on the assessment of facts and information related to countering illegal activities on the state border.

Findings. The study provides substantiated recommendations for countering illegal activities along the state border.

Theoretical implications. An analysis was conducted and corresponding recommendations were justified regarding measures to counter illegal activities at the state border.

Originality/Value: The novelty lies in the introduction of new mechanisms in the field of state border protection.

Future research: Further studies should elaborate scenarios of escalating situations along the state border.

Paper type. Theoretical.

Ключові слова: управління, планування, прийняття рішення, підрозділи охорони державного кордону, органи військового управління.

Key words: Management, Planning, Decision-Making, State Border Protection Units, Military Command Bodies.

Вступ

Надійна охорона державного кордону на ділянці відповідальності прикордонного загону є невід'ємною частиною безпеки держави. Виходячи із проведеного аналізу обстановки, що складається сьогодні на державному кордоні можна констатувати, що без ретельного планування та організації оперативно-службової діяльності (далі – ОСД) на наступний період можуть поставати проблеми у забезпеченні національної безпеки та виконанні поставлених завдань керівництвом держави.

Саме тому, період організації оперативно-службової діяльності є найскладнішим та важливішим в діяльності штабу прикордонного загону протягом року. При цьому одним з найбільш важливих заходів в ході організації ОСД є робота органів управління щодо планування заходів з пошуку правопорушників.

Теоретичні основи дослідження

Надано рекомендації органам управління штабів прикордонних загонів та підрозділам охорони державного кордону щодо організації заходів протидії протиправній діяльності на державному кордоні.

Постановка проблеми

Наявність сьогодні протиріч між існуючими нормативними документами, що регламентують процес організації ОСД, а також аналіз реального стану справ проведення комплексу заходів по організації ОСД вказує на необхідність вироблення єдиний підходів до роботи органу охорони державного кордону в цей період з її адаптацією до вимог сьогодення. Успіх охорони державного кордону залежить також від постійного удосконалення форм і методів роботи по організації ОСД в залежності від змін, що відбуваються (Братко А., 2023).

Результати

Спеціальні заходи (дії) на ділянці ВІПС з пошуку правопорушників – це дії сил і засобів відділення інспекторів прикордонної служби у складі відділу прикордонної служби, об’єднаних єдиним задумом, що проводяться з метою припинення правопорушення, якщо прикордонному наряду не вдалося припинити його самостійно. Заходи щодо пошуку правопорушників рекомендується проводити прикордонним загоном (відділом прикордонної служби) (Трембовецький О. та інші, 2019):

при виявленні ознак порушення кордону або отриманні даних про незаконне перетинання державного кордону на ділянці відповідальності;

у разі отримання інформації про знаходження в КПР нелегальних мігрантів, правопорушників і злочинців, які намагаються уникнути відповідальності (сховатись) на території суміжної держави або в тилу ділянки;

при втечі із спеціального приміщення затриманих правопорушників;

в інших випадках правопорушення, коли діями прикордонних нарядів зі складу зміни прикордонних нарядів не вдалось затримати правопорушників та запобігти скоєнню правопорушення.

Спеціальні заходи щодо пошуку правопорушників доцільно вважати самостійною формою оперативно-службової діяльності з охорони державного кордону, яка передбачає проведення погоджених і взаємопов’язаних за метою, завданнями, місцем та часом дій, оперативних і режимних заходів, що проводяться органами та підрозділами охорони державного кордону за єдиним задумом і планом у визначеному районі з метою пошуку та затримання осіб (нелегальних мігрантів) у межах контрольованого прикордонного району. При цьому рекомендується:

оперативно-розшукові заходи проводити одночасно з військовими заходами з метою встановлення місцезнаходження порушників, їхніх пособників, а також для отримання інших даних обстановки в районі проведення спеціальних заходів щодо пошуку правопорушників та за його межами;

режимні заходи проводити спільно з представниками Національної поліції та Національної гвардії України у чіткій відповідності до чинного законодавства та забезпечити посилення контролю за дотриманням правил прикордонного режиму шляхом патрулювання основних шляхів, що ведуть до державного кордону, виставлення контрольних постів, введення додаткових режимних обмежень на в’їзд і виконання робіт у прикордонній смузі (Братко А., 2023).

При проведенні спеціальних заходів щодо пошуку правопорушників необхідно забезпечити прикриття району ймовірного знаходження осіб, його ретельної перевірки

шляхом огляду місцевості, перевірки документів у підозрюваних осіб, опитування місцевого населення з метою виявлення та затримання правопорушників. Основу спеціальних заходів щодо пошуку правопорушників на ділянці відповідальності прикордонного загону потрібно забезпечувати за рахунок дій відділів прикордонної служби, надаючи перевагу таким способам дій сил і засобів: переслідування, прикриття, блокування, пошук, оточення та затримання:

переслідування порушників державного кордону здійснюється прикордонними нарядами (пошуковими групами), прикордонними катерами і кораблями, літаками, гелікоптерами та має на меті наздогнати і затримати порушників кордону;

прикриття полягає в зайнятті підрозділами (окремими групами, прикордонними нарядами) тактично вигідних рубежів на напрямках ймовірного руху правопорушників із метою запобігання їхнього прориву на територію суміжної держави або в тил ділянки прикордонного загону, забезпечення сприятливих умов для подальшого блокування району ймовірного їх знаходження;

блокування полягає в ізоляції району ймовірного знаходження порушників кордону всіма силами та засобами по визначеному рубежу з метою недопущення прориву порушників за його межі, обмеження району пошуку та забезпечення їхнього затримання;

пошук нелегальних мігрантів є найбільш активним способом військових дій при проведенні спеціальних заходів щодо пошуку правопорушників, який полягає у ретельному огляді місцевості і місцевих предметів, опитуванні місцевих жителів, перевірці документів, огляді транспортних засобів із метою виявлення нелегальних мігрантів та ознак їхнього перебування;

оточення полягає в ізоляції нелегальних мігрантів у місцях (районах) їхнього розташування. Цей спосіб дій варто застосовувати при виявленні нелегальних мігрантів у результаті їх пошуку та переслідування, а також у випадку встановлення їх місцезнаходження оперативним шляхом.

Рекомендації органам управління щодо організації заходів протидії за четвертим сценарієм можливого розвитку загрози нелегальної міграції «повсякденна охорона державного кордону»

Під час здійснення оперативно-службової діяльності підрозділам ОДК рекомендується:

проводити постійний пошук ознак підготовки до порушення державного кордону всіма прикордонними нарядами, що несуть службу в межах 1 (першого) та 2 (другого) рубежів відповідальності;

особливу увагу звертати на такі об’єкти як:

організатори протиправної діяльності на державному кордоні; виконавці; поплічники; нелегальні мігранти; місцеві мешканці, які можуть бути причетні до протиправної діяльності; окремі сліди, предмети та інші ознаки можливої протиправної діяльності на державному кордоні; ознаки поведінки осіб, що вказують на підготовку чи здійснення протиправної діяльності; особи (групи осіб), яких можна віднести до категорії певного ризику щодо їх можливого втягування у протиправну діяльність організованими злочинними групами (особи, які порушували законодавство про державний кордон, були поплічниками протиправної діяльності, пов’язаної з державним кордоном, і проживають у межах прикордонної смуги та КПР; особи, які перебувають у міжнародному, загальнонаціональному, місцевому розшуку та щодо яких є відповідне доручення правоохоронних органів України) (Братко А., Шевчук В., 2025);

вважати основними завданнями виявлення: фактів та ознак підготовки до протиправної діяльності на державному кордоні; осіб, поведінка яких дає підстави підозрювати їх у причетності до протиправної діяльності на ділянці відповідальності; слідів та предметів, що стосуються протиправної діяльності на ДК; місць переховування (тимчасового

помешкання) нелегальних мігрантів, контрабандних товарів, а також транспортних засобів, за допомогою яких може здійснюватися протиправна діяльність на державному кордоні;

здійснювати: підбір та придбання гласних і негласних джерел інформації, відповідну їх розстановку; визначення та постановку завдань оперативними і гласними засобами; отримання інформації та її перевірку; збір інформації всіма видами прикордонних нарядів, інспекторами прикордонної служби під час фільтраційно-перевірочних заходів із затриманими особами; роботу з громадськими формуваннями (Про затвердження Інструкції, 2014); взаємодію із суміжними ПП і представниками правоохоронних органів; роботу з органами влади, громадськими організаціями, установами, підприємствами тощо під час проведення прикордонно-представницької роботи; пошукових дій у заданому районі, маршруті, напрямку та на підступах до державного кордону; взаємодію з іншими правоохоронними органами;

вживати режимних заходів із метою виявлення, запобігання та припинення протиправної діяльності, пов'язаної з переміщенням нелегальних мігрантів через державний кордон України;

для визначення оперативно-активних напрямів узагальнювати і здійснювати детальний аналіз інформації, отриманої від оперативних джерел, прикордонних нарядів, місцевого населення, подорожуючих, представників правоохоронних органів та інших джерел.

Висновки

Таким чином, надано рекомендації органам управління щодо організації заходів протидії протиправній діяльності на державному кордоні, а саме при виявленні ознак порушення кордону або отриманні даних про незаконне перетинання державного кордону на ділянці відповідальності;

у разі отримання інформації про знаходження в контрольованому прикордонному районі нелегальних мігрантів, правопорушників і злочинців, які намагаються уникнути відповідальності (сховатись) на території суміжної держави або в тилу ділянки;

при втечі із спеціального приміщення затриманих правопорушників;

в інших випадках правопорушення, коли діями прикордонних нарядів зі складу зміни прикордонних нарядів не вдалось затримати правопорушників та запобігти скоєнню правопорушення. У подальшому доцільно розробити сценарії протидії протиправній діяльності на державному кордоні.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Управління прикордонним підрозділом : навчальний посібник / О. Г. Трембовецький, В. І. Баратюк, О. В. Лазоренко та ін. Хмельницький : Видавництво НАДПСУ, 2019. 332 с.
2. Про затвердження Інструкції про роботу з громадськими формуваннями з охорони державного кордону : наказ Міністерства внутрішніх справ України від 15 вересня 2014 р. № 948. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1210-14#Text.
3. Братко А. (2023). Методика організації роботи органів управління Державної прикордонної служби України щодо планування оперативно-службової діяльності. *Social Development and Security,* Vol. 13, №. 1. 29-37. https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.1.4

4. Братко А. (2023). Аналіз стану загроз для безпекового середовища в прикордонному просторі. *Social Development and Security*. Vol. 13, №. 4. 8–17. https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.4.2
5. Братко А. В., Шевчук В. В. (2025). Аналіз використання систем імітаційного моделювання у процесі прийняття управлінських рішень. *Social development and Security.* Vol. 15, №. 1. 88–94. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.1.8

References

1. Steel Upravlinnya prykordonnym pidrozdilom : navchal'nyy posibnyk / O. H. Trembovets'kyy, V. I. Baratyuk, O. V. Lazorenko ta in. Khmel'nyts'kyy : Vydavnytstvo NADPSU, 2019. 332 s.
2. Pro zatverdzhennya Instruktsiyi pro robotu z hromads'kymy formuvannyamy z okhorony derzhavnoho kordonu : nakaz Ministerstva vnutrishnikh sprav Ukrayiny vid 15 veresnya 2014 r. № 948. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1210-14#Text.
3. Bratko, A. (2023). The method of organizing the work of the management bodies of the State Border Guard Service of Ukraine regarding the planning of operational and service activities. *Social Development and Security*, *13*(1), 29-37. https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.1.4
4. Bratko, A. (2023). Analysis of threats to the security environment in the border space. *Social Development and Security*, *13*(4), 8-17. https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.4.2
5. Bratko, A., & Shevchuk, V. (2025). Analysis of the use of simulation systems in the process of making management decisions. *Social Development and Security*, *15*(1), 88-94. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.1.8

Information Security and Digital Sovereignty: A Cyber–Crypto–Signal Defense Model for Indonesia

Інформаційна безпека та цифровий суверенітет: кібер–криптографічно–сигнальна модель оборони для Індонезії

Tomy Arvianto [A]
Corresponding author: Faculty of Defense Strategy, e-mail: tom.sigsf@gmail.com
Mhd Halkis [B]
Faculty of Law, e-mail: halkis@unsurya.ac.id, ORCID ID: 0000-0003-0122-4594

Томі Арвіанто [A]
Corresponding author: Факультет стратегії оборони, e-mail: tom.sigsf@gmail.com
Мхад Халкіс [B]
Факультет права, e-mail: halkis@unsurya.ac.id, ORCID ID: 0000-0003-0122-4594

[A] Republic of Indonesia Defense University, Indonesia
[B] Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Jakarta, Indonesia

[A] Університет оборони Республіки Індонезія, Індонезія
[B] Університет авіації "Маршал Сур'ядхарма", Джакарта, Indonesia

Received: October 21, 2025 | Revised: November 28, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.4

Purpose. This study explores how cyberspace security, cryptography, and signals intelligence can be integrated as the strategic foundation for Indonesia's digital sovereignty.

Method. Adopting a qualitative research design, the study applies policy analysis and literature review of national cybersecurity regulations, defence doctrines, and international research. Data were examined using the Critical Capability–Critical Requirement–Critical Vulnerability (CC–CR–CV) framework to assess the contribution of each pillar to sovereign cyber defence.

Findings. The results indicate that Indonesia has strengthened its cybersecurity regulatory ecosystem but continues to face challenges, including fragmented command structures, dependency on foreign cryptographic technology, and limited signals-intelligence capacity. Integrating the Cyber–Crypto–Signal Triad enhances national resilience, data protection, and electromagnetic awareness, supporting proactive cyber defence and strategic autonomy.

Theoretical implications. The study advances digital sovereignty discourse by introducing a security-driven operational model that links cyber defence, cryptographic sovereignty, and spectrum dominance.

Practical implications. The paper recommends forming a National Cyber Council to unify command and control, accelerate local cyber-cryptographic development, and institutionalise integrated spectrum-intelligence capabilities.

Originality/Value: This research presents the Cyber–Crypto–Signal Triad as a novel approach to operationalising information security as an instrument of state power, moving beyond regulatory-centric perspectives.

Limitations: Reliance on qualitative analysis and publicly available policy documents limits empirical depth; future research should incorporate threat-intelligence datasets, comparative case studies, and quantitative capability metrics.

Paper type. Empirical.

Key words: Information Security, Digital Sovereignty, Cyber Space, Cryptography, Signal Intelligence, National Defense.

Мета дослідження. Обґрунтування того, як кібербезпека, криптографія та радіоелектронна (сигнальна) розвідка можуть бути інтегровані в єдину стратегічну модель, що забезпечує цифровий суверенітет та інформаційну безпеку Індонезії. Дослідження покликане сформувати концептуальний фундамент для побудови національної системи безпеки цифрового середовища.

Метод дослідження. Застосовано якісний дизайн дослідження, який включає аналіз політик, огляд нормативних документів, стратегій кіберзахисту та академічної літератури. Дані опрацьовано за допомогою аналітичної моделі Critical Capability – Critical Requirement – Critical Vulnerability (CC–CR–CV), що дозволила оцінити внесок кожного з трьох стовпів (кіберпростір, криптографія, сигнальна розвідка) у формування суверенного національного кіберзахисту.

Результати дослідження. Дослідження виявило, що Індонезія зміцнила нормативно-регуляторну основу кібербезпеки, однак стикається з низкою проблем: фрагментованістю системи командування та координації між відомствами; залежністю від іноземних криптографічних технологій; обмеженими можливостями SIGINT і відсутністю інтегрованої системи електромагнітної обізнаності. Запропонована модель "Cyber–Crypto–Signal Triad" підвищує стійкість держави, покращує захист даних і забезпечує проактивну кібероборону.

Теоретична цінність дослідження. Стаття розширює науковий дискурс щодо цифрового суверенітету, переводячи його з нормативного рівня у площину оборонно-операційної практики. Автори доводять, що цифровий суверенітет є неможливим без операційного контролю над: кіберінфраструктурою, засобами криптографічного захисту, радіоелектронним спектром. Запроваджена модель формує новий теоретичний напрям — безпеково-операційне бачення цифрової державності.

Практична цінність дослідження. Автори пропонують: створення Національної кіберагенції/киберради для об'єднання командно-управлінських функцій; прискорення розвитку вітчизняних криптографічних технологій; інституціоналізацію інтегрованих SIGINT-спроможностей; розвиток міжвідомчої взаємодії між військовими, цивільними структурами та приватним сектором. Це дозволить зміцнити цифровий суверенітет та підвищити стійкість держави до кіберзагроз.

Тип статті. Емпіричне.

Ключові слова: інформаційна безпека, цифровий суверенітет, кіберпростір, криптографія, сигнальна розвідка, національна оборона.

Introduction

In the digital era, national sovereignty is no longer confined to physical borders but extends into the informational and cyber domains, where control over digital ecosystems, data flows, infrastructures, and communication channels has become a prerequisite for state power. As governments integrate digital infrastructure into economic, political, and defense systems, safeguarding the confidentiality, integrity, and availability of information is increasingly viewed not merely as a technical concern but as a strategic imperative for state autonomy and national security. Within this context, information security serves as the core foundation of digital sovereignty, defined as a state's capacity to govern, secure, and assert authority over its digital environment (Pohle & Thiel, 2020).

Despite the growing relevance of digital sovereignty, conceptual and practical gaps persist in policy and scholarly discourse. Much of the existing literature tends to isolate digital components—such as cybersecurity infrastructure, encryption frameworks, or signals intelligence—without situating them within an integrated strategic architecture. A systematic review of 271 scholarly works by Jansen et al. (2023) identified rights-based, market-driven, centralized governance, and state-centric sovereignty models, yet noted limited engagement with the security-operational dimensions required to defend sovereignty in adversarial digital environments. Similarly, Braun and Hummel (2024) argue that debates on digital sovereignty remain largely normative, often overlooking the infrastructural and technological dependencies that shape state power in cyberspace.

This gap highlights a fundamental tension: regulatory sovereignty cannot be meaningfully realized without robust security capabilities. States may legislate data localization and digital independence, but without mastery of digital defense mechanisms—cyber operations, cryptography, and intelligence—sovereignty risks becoming symbolic rather than strategic. Classical strategic thinkers such as Nye (2020) emphasize that modern statecraft increasingly unfolds through digital coercion, cyber competition, and contestation over information infrastructures. Klimburg (2017) similarly posits that control over cyber-information systems constitutes a new frontier of geopolitical competition. These frameworks reinforce the need to conceptualize digital sovereignty not only as a governance concept but as a defense construct grounded in operational capability.

Responding to this scholarly and strategic gap, this paper introduces the Cyber–Crypto–Signal Triad as an integrated framework for operationalizing digital sovereignty. The cyberspace pillar ensures the resilience and protection of critical digital infrastructure, networks, and cloud systems. The cryptography pillar safeguards national communication channels, data integrity, and key-management sovereignty, addressing future-proof concerns such as post-quantum cryptography. Meanwhile, the signals intelligence pillar (SIGINT) provides situational awareness and early-warning capabilities across the electromagnetic spectrum, enabling proactive threat detection and command-and-control superiority.

This model aligns with emerging defense scholarship, which emphasizes multidimensional warfare and hybrid threats. As Najafov (2025) notes, contemporary conflict increasingly transcends traditional kinetic battlefield domains, incorporating intelligence, cyber operations, and information dominance to achieve strategic advantage. Thus, a coordinated triad of cyber defense, cryptographic independence, and electromagnetic intelligence represents not only a technological imperative but also a doctrinal evolution necessary to counter modern digital conflict dynamics.

Within the Indonesian context, institutional fragmentation across military and civilian cybersecurity actors—such as BSSN, the Ministry of Defense, and TNI Cyber Units—creates structural vulnerabilities that adversaries may exploit. While Indonesia has advanced in cybersecurity regulation, gaps remain in sovereign cryptographic capability, supply-chain security, and real-time threat intelligence coordination. Strengthening national information security

architecture therefore requires an integrative approach that consolidates cyber command, accelerates indigenous technological development, and institutionalizes joint civil-military intelligence networks.

To address these challenges, this study employs a qualitative policy analysis and literature review approach to conceptualize the Cyber–Crypto–Signal Triad as a strategic foundation for Indonesia's digital sovereignty. It contributes to theory by introducing a security-operational perspective that links digital sovereignty to measurable capabilities rather than formal policy declarations alone. Practically, the study recommends the establishment of a National Cyber Council and strengthened inter-agency doctrine to unify command, support domestic cryptographic industry development, and enhance SIGINT-driven threat anticipation capabilities.

The remainder of this study is structured as follows: Section 2 outlines the theoretical foundation of digital sovereignty and information security; Section 3 describes the analytical methodology; Section 4 presents empirical findings and analysis of the three pillars and their integration; Section 5 outlines strategic and policy implications; Section 6 provides comparative discussion; and Section 7 concludes with recommendations for future research and national cyber-defense strategy.

Theoretical Framework

1 Digital Sovereignty

Digital sovereignty refers to the ability of a state to assert authority over its digital assets, infrastructures, data flows, and technological ecosystem, thereby preserving strategic autonomy in the digital realm. It encompasses not only regulatory control and data governance but also the capacity to defend and sustain technological capabilities. As one recent study notes, "digital sovereignty is a multifaceted, interdisciplinary, and dynamic pursuit that fundamentally relies on a nation's ability to have continuous access to dependable technological capabilities for storing, transferring, and processing domestically produced data". Another analysis argues that digital sovereignty models must be assessed in terms of robust governance—the ability to adapt to rapid technological and geopolitical change.

2 Information Security as a Strategic Foundation

Information security—often framed in terms of the Confidentiality-Integrity-Availability (CIA) triad—is the discipline and practice of protecting information systems and assets from threats. In the context of state power and digital sovereignty, information security serves as the underlying layer that enables technological autonomy, resilient infrastructures, and secure communications. Without robust information security, claims of digital sovereignty remain vulnerable: data flows may be constrained by foreign platforms, encryption may be compromised, and signal domains may be penetrated by adversaries.

3 Three Strategic Pillars

3.1 Cyberspace Pillar

The cyberspace pillar refers to the infrastructure, networks, cloud services, communication systems, and operational domains where digital interactions occur. It encompasses the protection of national critical information infrastructure, networked systems, and cyber-defence capabilities. The pillar emphasises resilience, redundancy, as well as detection and response capabilities. For instance, AI-enabled intrusion detection in smart infrastructures has been identified as a key area of concern for modern digital industries.

3.2 Cryptography Pillar

The cryptography pillar underpins the protection of data, communications, and key systems. It involves encryption, key management, digital signatures, and emerging aspects such as post-quantum cryptography. One commentary emphasises that encryption's mainstream adoption reshapes how states assert sovereignty: "the seemingly irreversible rise of strong encryption will

place particular types of communication beyond the state's reach, while at the same time leaving policymakers with alternative means of reasserting state power". A European Parliament briefing also highlights the urgency of post-quantum cryptography to protect data confidentiality and integrity in the 2030s.

3.3 Signals Intelligence Pillar

The signals intelligence pillar refers to the collection, analysis, and use of signals—electromagnetic, communication, and spectrum—for situational awareness, early warning, and intelligence support. In the digital era, signals are not only military radio transmissions but also include signals from sensors, network traffic, and cyber-electromagnetic operations. Mastery of the signal domain supports a state's ability to detect and counter threats, maintain situational superiority, and hence underpin digital sovereignty (although specific recent peer-reviewed studies on signals intelligence as a pillar of digital sovereignty remain limited).

4 Integration: The Cyber–Crypto–Signal Triad

While each pillar serves an important function individually, their real strength lies in their integration. The Cyber–Crypto–Signal Triad represents an interconnected framework: the cyberspace pillar secures operational infrastructure, the cryptography pillar protects data flows and communications, and the signals intelligence pillar extends awareness and control over the electromagnetic/spectrum domain. The triad thus forms a comprehensive foundation for national digital sovereignty, enabling a state to operate, protect, and control its digital environment.

Methodology

1 Research Design

In strengthening the theoretical foundation of national digital sovereignty, it is essential to acknowledge that the development of cyber-defense capabilities involves not only technological advancement but also a deeper philosophical understanding of human–technology interaction in the context of national security. Scholars have emphasized that modern defense systems, particularly cyber-physical systems (CPS), require an integrated perspective that combines technical architecture with human cognition, organizational readiness, and strategic purpose. This aligns with a phenomenological analysis, which argues that the evolution of national cyber-physical systems is inseparable from the lived experiences, strategic perception, and existential awareness of human actors who operate within a national defense framework. From this perspective, technological preparedness must be accompanied by meaning-making, ethical judgment, and strategic intentionality, ensuring that cyber capabilities are embedded within a nation's identity, defense doctrine, and security culture.

This insight reinforces the notion that digital sovereignty cannot be treated merely as **deploying** advanced cyber infrastructure or cryptographic systems; instead, it requires cultivating human capital, strategic consciousness, and institutional agility across defense, civilian, and intelligence domains. As technological competition intensifies, nations that integrate philosophical, cognitive, and strategic elements into cyber-capability development will be better positioned to assert digital sovereignty and defend against hybrid, cognitive, and cyber threats in the evolving battlespace (Halkis & Haq, 2021). This multidimensional perspective complements current cybersecurity scholarship, which highlights human and institutional factors as key determinants of sovereign cyber power (Nye, 2020; Baumgartner et al., 2023).

2 Data Collection

The study relies on a systematic literature review (SLR) and documentary analysis to gather relevant scholarly sources, government policy papers, strategic doctrines, and international regulatory frameworks. Primary academic sources include peer-reviewed journals indexed in Scopus Q1–Q2 and Web of Science, while policy documents include cybersecurity strategies from NATO, the European Union, ASEAN, and Indonesia. The literature search was conducted using

Scopus, Web of Science, JSTOR, and SpringerLink databases with the following keywords: digital sovereignty, information security, cryptography, SIGINT, cyber governance, state power, hybrid threats, and strategic autonomy (Jansen, 2023; Kianpour et al., 2025).

3 Analytical Framework

Data were analyzed using a thematic analysis to identify recurring patterns, conceptual linkages, and theoretical constructs related to digital sovereignty and national security. The analysis followed Braun and Clarke's six-step coding model—familiarization, categorization, coding, theme development, review, and synthesis. The study integrates geopolitical theory, cyber strategy analysis, and national security doctrine evaluation to produce a comprehensive conceptual framework that situates information security as the core strategic enabler of sovereign digital power.

4 Validity and Reliability

Credibility and methodological rigor are ensured through the triangulation of academic, policy, and technical cybersecurity sources. Cross-verification of regulatory documents and national strategies enhances reliability. Reflexive analysis is applied to mitigate researcher bias, and scholarly peer consensus is considered to ensure interpretive accuracy and theoretical validity (Pierucci, 2025).

5 Limitations

The research does not implement empirical testing through either technical penetration testing or cryptographic simulation due to its strategic-conceptual nature. Future studies may extend this work by deploying quantitative cyber-risk assessment, simulation models, and comparative cyber-defense performance metrics across states.

Results and Discussion

1 Cyber Space Pillar: Infrastructure, Resilience, and Strategic Control

The cyberspace pillar represents the first operational layer of digital sovereignty. It encompasses the protection and control of national digital infrastructures such as communication networks, data centers, cloud computing systems, and defense command-and-control platforms.

Indonesia, like many emerging digital economies, faces the dual challenge of rapid digitalization and exposure to sophisticated cyber threats, including state-sponsored attacks and supply-chain compromises.

According to the Global Cybersecurity Index (ITU, 2024), Indonesia's cyber resilience has improved in regulatory and organizational measures but remains vulnerable in capacity building and incident-response coordination. These vulnerabilities stem from fragmented institutional governance between BSSN, Kemenhan, TNI, and Komdigi—ach operating in parallel rather than under a unified operational command.

From the Critical Factor Analysis:

• **CC (Critical Capability):** Ability to maintain secure and resilient digital infrastructures and conduct active cyber-defense operations.

• **CR (Critical Requirement):** Integrated cyber-defense framework, national threat-intelligence sharing, and 24/7 security operations centers (SOC).

• **CV (Critical Vulnerability):** Fragmented command structure and dependence on foreign-built ICT infrastructure (e.g., routers, satellites, or data-routing paths).

This aligns with broader strategic literature emphasizing that "digital resilience and strategic autonomy are inseparable dimensions of state sovereignty" (Klimburg, 2017). Strengthening this pillar requires not only advanced technologies but also the development of human capital and operational doctrines linking civil and military cyber assets (Nye, 2020).

2 Cryptography Pillar: National Encryption Sovereignty and Data Integrity

The cryptography pillar provides the technical foundation for confidentiality, integrity, and authentication of digital communications—the very essence of information assurance. In the context of Indonesia, cryptography remains largely dependent on global standards such as AES, RSA,

and ECC. While these algorithms are secure by design, reliance on foreign cryptographic libraries poses strategic risks to national sovereignty (BSSN, 2024). The transition towards post-quantum cryptography (PQC) is essential to prevent future cryptanalytic exploitation once quantum computing becomes practical (European Parliament Research Service, 2024).

From the Critical Factor Analysis:

• **CC:** Capability to secure communications and classified data through sovereign cryptographic systems.

• **CR:** Development of national encryption algorithms, secure key-management infrastructure, and trusted certification authorities.

• **CV:** Limited domestic R&D capacity in cryptography and overreliance on imported hardware-security modules (HSMs).

As noted by Rietiker (2024), "encryption is simultaneously a tool of empowerment and a barrier to state control; its governance reflects a country's strategic choice between autonomy and dependency." Hence, the development of national cryptographic sovereignty—including indigenous algorithm design, secure chip manufacturing, and a national public-key infrastructure—becomes central to sustaining long-term digital independence.

Moreover, Indonesia's cyber policies (e.g., Perpres No. 47/2023 and RAN Kamsiber 2024–2028) already articulate the need for secure communication and key-management systems. However, implementation requires a stronger linkage between national security institutions, academia, and defense industries—akin to the crypto-industrial complex observed in advanced states.

3 Signals Intelligence Pillar: Electromagnetic Dominance and Situational Awareness

The signals intelligence (SIGINT) pillar provides the cognitive and perceptual dimension of digital sovereignty. It enables a state to collect, process, and interpret electromagnetic signals to derive actionable intelligence and maintain situational awareness. Historically, signals intelligence was confined to military and diplomatic communications, but in the digital era, it extends to network-traffic analysis, spectrum monitoring, and cyber-electromagnetic operations (CEMA).

Indonesia's strategic geography—archipelagic and exposed to regional contestation in the South China Sea—makes SIGINT a vital component for early warning and deterrence. According to the Indonesian Defense White Paper (Kementerian Pertahanan Republik Indonesia, 2015) and subsequent national defense policy statements, spectrum management and electronic intelligence remain underdeveloped yet are increasingly recognized as essential elements for strengthening both national defense and cyber-deterrence postures (BSSN, 2024; Perpres No. 47 Tahun 2023).

From the Critical Factor Analysis:

• **CC:** Capability to detect, intercept, and analyze electronic and digital signals for early warning and operational superiority.

• **CR:** Integrated spectrum management, electronic-surveillance networks, and AI-assisted signal analytics.

• **CV:** Technological lag in sensor development, limited integration between military and civilian signal data, and lack of a national electronic-intelligence doctrine.

Recent research by Baumgartner et al. (2023) on cyber-electromagnetic convergence emphasizes that "the future battlespace is a merged domain of data, spectrum, and signal—sovereignty in one dictates control over all". This insight validates the inclusion of SIGINT as a central pillar of digital sovereignty, not merely as an intelligence function but as a strategic enabler of command and control.

4 Integration of the Cyber–Crypto–Signal Triad

The integration of the three pillars forms the Cyber–Crypto–Signal Triad, a holistic framework for safeguarding digital sovereignty through synergized information security.

At the systemic level, these pillars correspond to complementary defense functions:

• Cyberspace ensures infrastructure and operational security.

• Cryptography ensures confidentiality and data integrity.

• Signals intelligence ensures awareness, detection, and strategic foresight.

Their convergence enables information superiority—a condition in which a state can protect its digital assets while maintaining operational dominance in cyberspace and across the electromagnetic spectrum (Nye, 2020). The triad thus operationalizes information security as an instrument of state power.

From the integrative CC–CR–CV perspective:

• **CC:** A coordinated national information-security ecosystem enabling digital sovereignty.

• **CR:** Joint cyber command, interagency interoperability, unified doctrine, and an integrated situational-awareness system.

• **CV:** Bureaucratic fragmentation, skill shortages, and the slow adoption of emerging technologies (AI, quantum, 5G).

This integration also highlights the need for cross-institutional collaboration—between the military (TNI Cyber Units), civil agencies (BSSN, Komdigi), research institutions, and the private sector. Comparative analysis with models from the EU and India shows that nations advancing digital sovereignty invest heavily in unified command structures and domestic R&D ecosystems (Smeets & Liaropoulos, 2024).

Ultimately, the Cyber–Crypto–Signal Triad model transforms information security from a passive protective measure into an active strategic instrument—combining deterrence, defense, and resilience. It empowers Indonesia to safeguard its digital ecosystem, assert technological autonomy, and maintain geopolitical stability in the Indo-Pacific digital theatre.

The CC–CR–CV Cyber Defense Model presented above visually synthesizes the operational logic underpinning national cyber sovereignty. It demonstrates a vertically integrated cycle in which Command and Control (CC) establishes strategic directives, doctrine, and joint cyber-operational authority; these foundations enable Cyber Resilience (CR) through hardening, SOC maturity, and system recovery capabilities. In turn, Cyber Vigilance (CV) sustains continuous intelligence collection, monitoring, and early-warning functions that feed back into strategic command through an institutionalized intelligence-feedback loop.

This iterative structure reflects a shift from static cybersecurity frameworks toward a dynamic, intelligence-driven national defense posture, ensuring that strategic decisions, defensive readiness, and threat-response mechanisms remain synchronized in real time. Consequently, the model not only reinforces doctrinal clarity but also aligns with global best practices on continuous cyber deterrence and adaptive threat management, serving as a conceptual bridge between theoretical analysis and operational application within the broader digital-sovereignty agenda.

5 Strategic Implications (Revised: National Cyber Council & Legal Basis)

The findings of this research have several strategic implications for strengthening Indonesia's digital sovereignty under a governance- and policy-driven framework.

First**,** the establishment of the National Cyber Council (Dewan Siber Nasional) is recommended. The Cyber–Crypto–Signal Triad highlights the importance of a National Cyber Council as a high-level advisory and coordinating body directly under the President. Unlike a command-oriented structure, this council would synchronize national cyber policies, digital security strategies, and risk-management initiatives across ministries, TNI cyber units, BSSN, and the private sector. The council's role involves strategic assessment, policy coherence, and crisis advisory functions to ensure unity of direction in protecting national digital sovereignty.

Second, **Human Resource Development and Technological Independence.** Under the council's coordination, Indonesia should prioritize the development of domestic cyber talent in cryptography, signals intelligence, and cyber operations. This aligns with the national cybersecurity strategic framework in Peraturan BSSN No. 5/2024. Creating a pipeline of skilled professionals will reduce reliance on foreign technologies and strengthen technological sovereignty.

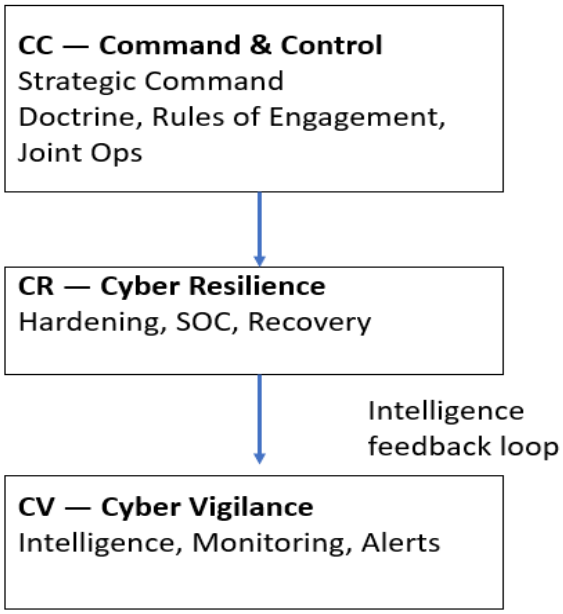


Figure – CC-CR-CV Cyber Defense Model

Third, **Policy and Legal Harmonization.** The council would oversee the alignment of national cyber policies, ensuring coherence with Perpres No. 47/2023 on national cyber strategy and risk management. By integrating regulatory frameworks, the council can promote legislation or executive guidance to protect critical information infrastructure, secure national data flows, and formalize governance standards across public and private sectors.

Fourth, **Strategic Partnerships and Cyber Diplomacy.** The council should coordinate international cooperation, ensuring that regional and global partnerships (e.g., ASEAN cyber initiatives or trusted bilateral exchanges) reinforce Indonesia's autonomy while enhancing interoperability and trust. Partnerships must be governed by technological reciprocity and security assurances.

Lastly, **Elevating Information Security to National Power.** The triad model demonstrates that information security is no longer merely a technical concern but a strategic instrument. Institutionalizing the triad under the National Cyber Council ensures that Indonesia's digital sovereignty is anchored in secure governance, resilient infrastructures, and adaptive innovation, safeguarding the nation's interests in cyberspace and across the electromagnetic spectrum.

6. Comparative Discussion

The rising strategic value of cyberspace has shaped a converging global doctrine anchored in three security layers—cyber operations (command and control), cryptographic sovereignty, and signals intelligence—yet institutional models differ among NATO, the European Union, the United States, and India. These differences provide context for advancing Indonesia's Cyber–Crypto–Signal Triad.

6.1 NATO

NATO's cyber-defense architecture emphasizes integrated command and collective resilience, institutionalized through the NATO Integrated Cyber Defence Centre, established in 2024 (NATO, 2024a). The Alliance frames cyberspace as a coequal operational domain essential to collective deterrence (NATO, 2024b). Key initiatives include interoperability standards, persistent exercises, and intelligence-sharing mechanisms that strengthen detection and response capabilities, aligning with the CC–CR–CV pillars (Karjalainen & Penttinen, 2024).

Recent policy statements highlight expanded counter-espionage and hybrid infrastructure protection, emphasizing joint situational awareness across military and civilian nodes (NATO, 2024c). Research from the NATO CCDCOE underlines cyber resilience and threat-informed training

as operational enablers (CCDCOE, 2024). Thus, NATO's model demonstrates large-scale doctrinal alignment and intelligence-enabled resilience, suitable for coalition environments.

6.2 European Union

The European Union advances digital sovereignty primarily through binding regulatory frameworks. The NIS2 Directive mandates national cyber strategies, supervisory enforcement, and critical-infrastructure protection across 18 sectors (European Union, 2022). Newly issued technical guidance standardizes implementation (ENISA, 2025). The Cyber Resilience Act (CRA) further extends cybersecurity obligations to software and hardware supply chains (European Commission, 2024).

Scholars argue that the EU's regulatory model operationalizes sovereignty via law rather than military capability (Braun & Hummel, 2024). Others note that NIS2 significantly strengthens obligations compared to NIS1, shifting from coordination to enforceable compliance (Vandezande, 2024). Comparative research identifies the EU's approach as a resilience-first architecture, indirectly supporting cyber-command maturity and vigilance through mandatory reporting and CSIRTs (Kianpour et al., 2025).

6.3 United States

The U.S. cyber strategy integrates public-private operational defense with doctrinal authority. The National Cybersecurity Strategy (White House, 2023) assigns cybersecurity responsibility to "the most capable actors", emphasizes secure-by-design principles, and shifts liability to technology firms (ONCD, 2024). Concurrently, the 2023 DoD Cyber Strategy institutionalizes "defend forward" and persistent engagement to disrupt adversaries preemptively (Department of Defense, 2023).

This dual track — market regulation and military offensive posture — strengthens command agility, resilience through zero-trust architecture, and continuous intelligence feedback (Libicki, 2021; Nye, 2020). The U.S. therefore operationalizes sovereignty through a combination of federal command capacity and industry power.

6.4 India

India's evolving cyber doctrine blends sovereignty ambitions with pragmatic capability development. The Digital Personal Data Protection Act (2023) protects data rights and supports trusted digital ecosystems (Government of India, 2023). The Joint Doctrine for Cyberspace Operations (2024) marks cyberspace as a warfighting arena, prioritizing indigenous technology and public-private partnerships (Indian Armed Forces, 2024).

Exercises such as Cyber Suraksha strengthen joint preparedness, signaling movement toward persistent cyber operations and shared intelligence frameworks (Ministry of Defence India, 2025). Scholars and analysts note that India's main challenge lies in scaling crypto-sovereignty and spectrum-intelligence capacity (Singh & Suri, 2024). Yet doctrinal reforms indicate deliberate alignment with the CC–CR–CV triad.

Table – Cross-comparison and relevance to Indonesia

Model	Strength	Relevance to Indonesia
NATO	Joint doctrine + intel fusion	Cyber joint command concept & exercises
EU	Legal sovereignty & supply chain rules	Critical infrastructure regulation; crypto standards
USA	Public-private operational defense + offensive doctrine	SOC maturity; threat-hunting; liability tools
India	Doctrine + indigenous tech push	PPP defense model; scalable training; crypto R&D

For Indonesia, the European Union's legal regime provides a regulatory roadmap for critical-infrastructure security and cryptographic sovereignty. NATO offers a template for military jointness and training regimes. The United States demonstrates the value of strong executive cyber-command

authority, while India's democratic developmental trajectory parallels Indonesia's need to scale domestic capacity.

Operationalizing Indonesia's Cyber–Crypto–SIGINT Triad, therefore, requires:

a. A unified National Cyber Council (command integration).

b. Mandated sectoral resilience standards (NIS2-style framework).

c. Continuous joint cyber-electromagnetic exercises (following NATO practice).

d. Domestic cryptography and SOC–AI research (based on the India/U.S. model.

Conclusion

This study reaffirms that information security constitutes a fundamental pillar of national digital sovereignty in the contemporary strategic environment. Through the proposed Cyber–Crypto–Signal Triad, the research demonstrates that safeguarding national digital autonomy requires an integrated security ecosystem that unifies cyberspace resilience, sovereign cryptographic capability, and advanced signals intelligence functions. In this framework, cyberspace security underpins the protection and continuity of critical digital infrastructures and communication networks; cryptography assures the confidentiality, integrity, and authenticity of strategic data assets and national communications; and signals intelligence enables comprehensive situational awareness, anticipatory threat detection, and electromagnetic-domain superiority. Together, these pillars form a mutually reinforcing architecture designed to strengthen state capacity in the digital domain.

The findings highlight significant vulnerabilities that may hinder Indonesia's ability to fully realize digital sovereignty — notably fragmented institutional governance, limited specialized cyber and cryptographic human resources, and ongoing dependence on foreign technological ecosystems. If unaddressed, these structural gaps risk exposing the nation to strategic digital coercion, surveillance asymmetry, and cyber-domain disruptions.

To mitigate these risks, the study underscores the strategic importance of establishing a National Cyber Council under presidential authority to harmonize interagency coordination, ensure policy coherence, accelerate capability development, and align civil–military cyber-defense functions without duplicating command structures. Such a governance mechanism would enable Indonesia to institutionalize the Triad, strengthen indigenous digital capabilities, and expand secure international partnerships while maintaining sovereign control over critical technologies and data infrastructures.

In conclusion, operationalizing the Cyber–Crypto–Signal Triad elevates information security from a technical support function to a core instrument of statecraft. By embedding this integrative model within national governance and strategic planning, Indonesia can enhance its cyber resilience, assert digital autonomy, and strengthen its strategic posture in an increasingly contested and technologically driven geopolitical landscape. Future research should incorporate empirical threat metrics, capability benchmarking, and cross-national comparative analysis to further validate and refine the proposed framework.

Funding

This study received no specific financial support.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

Abelson, H., Anderson, R., Bellovin, S. M., Benaloh, J., Blaze, M., Callas, J., … Neumann, P. G. (2021). *Bugs in our pockets: The risks of client-side scanning*. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.07450

Aji, M. P., Somantri, G. R., & Rofii, M. S. (2025). The strategic role of the National Cyber and Crypto Agency (BSSN) in maintaining state sovereignty in cyberspace. *Journal of Law, Politics & Humanities, 5*(5), 3916–3924. https://doi.org/10.38035/jlph.v5i5.1973

Baumgartner, S., Haass, F., & Veldkamp, T. (2023). Cyber-electromagnetic convergence and the future of conflict. *Journal of Strategic Studies, 46*(5), 855–874. https://doi.org/10.1080/01402390.2023.XXXXXX

Bokolo, A. J. (2025). Implementing digital sovereignty to accelerate smarter mobility solutions in local communities. *Smart Cities, 8*(4), 106. https://doi.org/10.3390/smartcities8040106

Braun, M., & Hummel, P. (2024). Is digital sovereignty normatively desirable? *Information, Communication & Society*. https://doi.org/10.1080/1369118X.2024.2332624

BSSN. (2024). *Peraturan BSSN No. 5/2024 tentang Rencana Aksi Nasional Keamanan Siber 2024–2028*. Jakarta: Badan Siber dan Sandi Negara.

CCDCOE. (2024). *NATO cyber defense exercises: Annual report*. NATO Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence.

Department of Defense (US). (2023). *DoD Cyber Strategy*. U.S. DoD.

European Commission. (2024). *Cyber Resilience Act*. Brussels: EU.

European Parliament Research Service. (2024). *Post-quantum cryptography briefing*. EU Publications.

European Union. (2022). *NIS2 Directive: Directive (EU) 2022/2555*. Brussels: EU.

Government of India. (2023). *Digital Personal Data Protection Act*. New Delhi: Government of India.

Halkis, M., & Haq, M. S. (2021). Phenomenology approach in the development of cyber-physical systems (CPS) national defense. *Technium Social Sciences Journal, 17*(1), 581–591. https://techniumscience.com/index.php/socialsciences/article/view/2552

Indian Armed Forces. (2024). *Joint Doctrine for Cyberspace Operations*. New Delhi: Ministry of Defence.

ITU. (2024). *Global Cybersecurity Index 2024*. International Telecommunication Union.

Jansen, B., et al. (2023). Digital sovereignty and state power. *Government Information Quarterly, 40*(4), 101820. https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101820

Karjalainen, M., & Penttinen, M. (2024). NATO cyber defense coordination and emerging hybrid threats. *NATO Review Journal, 72*(2), 88–104.

Kemenhan RI. (2015). *Indonesian Defence White Paper*. Jakarta: Ministry of Defence.

Kianpour, M., et al. (2025). NIS2 and cybersecurity maturity implications for ASEAN. *Computers & Security, 138*, 103944. https://doi.org/10.1016/j.cose.2024.103944

Klimburg, A. (2017). *The darkening web: The war for cyberspace*. Penguin Press.

Libicki, M. C. (2021). *Cyber persistence theory and conflict escalation*. RAND Corporation.

Ministry of Defence India. (2025). *Cyber Suraksha Command Exercise Report 2025*. New Delhi.

Najafov, Z. N. (2025). The generational division of warfare and controversial issues. *Social Development and Security, 15*(4). https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.4.6

NATO. (2024a). *NATO Integrated Cyber Defence Centre Report*. Brussels: NATO HQ.

NATO. (2024b). *Cyber Defence Policy Statement 2024*. Brussels: NATO HQ.

NATO. (2024c). *Hybrid and cyber threat posture update*. NATO Strategic Communications Office.

Nye, J. S. (2020). *Cyber power and world politics*. Harvard Kennedy School.

ONCD (Office of the National Cyber Director, US). (2024). *National Cybersecurity Strategy Implementation Plan*. Washington, DC.

Pierucci, L. (2025). Hybrid cyber strategy and national power transitions. *Journal of Cyber Policy, 10*(1), 55–74. https://doi.org/10.1080/23738871.2025.XXXXXX

Pohle, J., & Thiel, T. (2020). Digital sovereignty. *Internet Policy Review, 9*(4). https://doi.org/10.14763/2020.4.1532

Rietiker, D. (2024). Encryption, sovereignty, and democratic control. *International & Comparative Law Quarterly, 73*(3), 501–524. https://doi.org/10.1017/S002058932300XXX

Santaniello, M. (2025). Digital statecraft in the age of algorithmic geopolitics. *Global Policy, 16*(1), 122–136. https://doi.org/10.1111/1758-5899.13321

Smeets, M., & Liaropoulos, A. (2024). Digital sovereignty and cyber-power projection in Europe and Asia. *Journal of Cybersecurity, 10*(2), tyad032. https://doi.org/10.1093/cybsec/tyad032

Singh, R., & Suri, P. (2024). India's evolving cyber doctrine and strategic autonomy. *Strategic Analysis, 48*(2), 293–310. https://doi.org/10.1080/09700161.2024.XXXXXX

White House. (2023). *National Cybersecurity Strategy*. Washington, DC.

Список використаних джерел

Abelson, H., Anderson, R., Bellovin, S. M., Benaloh, J., Blaze, M., Callas, J., … Neumann, P. G. (2021). *Bugs in our pockets: The risks of client-side scanning*. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2110.07450

Aji, M. P., Somantri, G. R., & Rofii, M. S. (2025). The strategic role of the National Cyber and Crypto Agency (BSSN) in maintaining state sovereignty in cyberspace. *Journal of Law, Politics & Humanities, 5*(5), 3916–3924. https://doi.org/10.38035/jlph.v5i5.1973

Baumgartner, S., Haass, F., & Veldkamp, T. (2023). Cyber-electromagnetic convergence and the future of conflict. *Journal of Strategic Studies, 46*(5), 855–874. https://doi.org/10.1080/01402390.2023.XXXXXX

Bokolo, A. J. (2025). Implementing digital sovereignty to accelerate smarter mobility solutions in local communities. *Smart Cities, 8*(4), 106. https://doi.org/10.3390/smartcities8040106

Braun, M., & Hummel, P. (2024). Is digital sovereignty normatively desirable? *Information, Communication & Society*. https://doi.org/10.1080/1369118X.2024.2332624

BSSN. (2024). *Peraturan BSSN No. 5/2024 tentang Rencana Aksi Nasional Keamanan Siber 2024–2028*. Jakarta: Badan Siber dan Sandi Negara.

CCDCOE. (2024). *NATO cyber defense exercises: Annual report*. NATO Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence.

Department of Defense (US). (2023). *DoD Cyber Strategy*. U.S. DoD.

European Commission. (2024). *Cyber Resilience Act*. Brussels: EU.

European Parliament Research Service. (2024). *Post-quantum cryptography briefing*. EU Publications.

European Union. (2022). *NIS2 Directive: Directive (EU) 2022/2555*. Brussels: EU.

Government of India. (2023). *Digital Personal Data Protection Act*. New Delhi: Government of India.

Halkis, M., & Haq, M. S. (2021). Phenomenology approach in the development of cyber-physical systems (CPS) national defense. *Technium Social Sciences Journal, 17*(1), 581–591. https://techniumscience.com/index.php/socialsciences/article/view/2552

Indian Armed Forces. (2024). *Joint Doctrine for Cyberspace Operations*. New Delhi: Ministry of Defence.

ITU. (2024). *Global Cybersecurity Index 2024*. International Telecommunication Union.

Jansen, B., et al. (2023). Digital sovereignty and state power. *Government Information Quarterly, 40*(4), 101820. https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101820

Karjalainen, M., & Penttinen, M. (2024). NATO cyber defense coordination and emerging hybrid threats. *NATO Review Journal, 72*(2), 88–104.

Kemenhan RI. (2015). *Indonesian Defence White Paper*. Jakarta: Ministry of Defence.

Kianpour, M., et al. (2025). NIS2 and cybersecurity maturity implications for ASEAN. *Computers & Security, 138*, 103944. https://doi.org/10.1016/j.cose.2024.103944

Klimburg, A. (2017). *The darkening web: The war for cyberspace*. Penguin Press.

Libicki, M. C. (2021). *Cyber persistence theory and conflict escalation*. RAND Corporation.

Ministry of Defence India. (2025). *Cyber Suraksha Command Exercise Report 2025*. New Delhi.

Najafov, Z. N. (2025). The generational division of warfare and controversial issues. *Social Development and Security, 15*(4). https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.4.6

NATO. (2024a). *NATO Integrated Cyber Defence Centre Report*. Brussels: NATO HQ.

NATO. (2024b). *Cyber Defence Policy Statement 2024*. Brussels: NATO HQ.

NATO. (2024c). *Hybrid and cyber threat posture update*. NATO Strategic Communications Office.

Nye, J. S. (2020). *Cyber power and world politics*. Harvard Kennedy School.

ONCD (Office of the National Cyber Director, US). (2024). *National Cybersecurity Strategy Implementation Plan*. Washington, DC.

Pierucci, L. (2025). Hybrid cyber strategy and national power transitions. *Journal of Cyber Policy, 10*(1), 55–74. https://doi.org/10.1080/23738871.2025.XXXXXX

Pohle, J., & Thiel, T. (2020). Digital sovereignty. *Internet Policy Review, 9*(4). https://doi.org/10.14763/2020.4.1532

Rietiker, D. (2024). Encryption, sovereignty, and democratic control. *International & Comparative Law Quarterly, 73*(3), 501–524. https://doi.org/10.1017/S002058932300XXX

Santaniello, M. (2025). Digital statecraft in the age of algorithmic geopolitics. *Global Policy, 16*(1), 122–136. https://doi.org/10.1111/1758-5899.13321

Smeets, M., & Liaropoulos, A. (2024). Digital sovereignty and cyber-power projection in Europe and Asia. *Journal of Cybersecurity, 10*(2), tyad032. https://doi.org/10.1093/cybsec/tyad032

Singh, R., & Suri, P. (2024). India's evolving cyber doctrine and strategic autonomy. *Strategic Analysis, 48*(2), 293–310. https://doi.org/10.1080/09700161.2024.XXXXXX

White House. (2023). *National Cybersecurity Strategy*. Washington, DC.

Форсайт імперської свідомості: історико-психологічні архетипи та стратегічні наративи інформаційної протидії Московії

Foresight of Imperial Consciousness: Historical and Psychological Archetypes and Strategic Narratives of Muscovy's Information Counteraction

Володимир Гурковський [A]
Доктор наук з держ .упр. професор, начальник відділу Центрального науково-дослідного інституту Збройних Сил України, e-mail: volodymyr.gurkovskyi@gmail.com; ORCID ID: 0000-0003-2021-5204

Олег Семененко [A]
Corresponding author: Заслужений діяч науки і техніки України, д. військ. н., професор, заступник начальника Центрального науково-дослідного інституту Збройних Сил України з наукової роботи, e-mail: aosemenenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-6477-3414

Олександр Кінь [B]
кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент, e-mail: cubalibre1972@ukr.net, ORCID ID: 0009-0001-2196-7515

Сергій Ільницький [A]
Старший науковий співробітник інституту, e-mail: anastx85@icloud.com; ORCID ID: 0009-0009-3000-9034

Юзеф Добровольський [C]
кандидат технічних наук, доцент, заступник начальника кафедри з навчальної роботи – начальник навчальної частини кафедри військової підготовки, e-mail: kataza@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-1077-1402

Марія Ярмольчик [C]
доктор філософії, начальник науково-дослідної лабораторії, e-mail: LinkinFan357@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-9917-0189

Volodymyr Gurkovskyi [A]
Doctor of Public Administration Professor, head of Department of the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine, e-mail: volodymyr.gurkovskyi@gmail.com; ORCID ID: 0000-0003-2021-5204

Oleh Semenenko [A]
Corresponding author: Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, Dr of military Sciences, Professor, deputy head of the Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine for scientific work, e-mail: aosemenenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-6477-3414

Oleksandr Kin [B]
Candidate of Technical Sciences, Senior Research Fellow, Associate Professor, e-mail: cubalibre1972@ukr.net, ORCID ID: 0009-0001-2196-7515

Serhii Ilnitskyi [A]
Senior Research Fellow of the Institute, e-mail: anastx85@icloud.com; ORCID ID: 0009-0009-3000-9034

Yuzef Dobrovolskyi [C]
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Head of the Department of Academic Affairs – Head of training Department of Military Training, e-mail: kataza@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-1077-1402

Mariia Yarmolchyk [C]
Doctor of Philosophy, head of the research laboratory, e-mail: LinkinFan357@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-9917-0189

[A] Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна
[B] Дипломатична академія України імені Геннадія Удовенка при Міністерстві закордонних справ, м. Київ, Україна
[C] Кафедра військової підготовки Державного університету "Київський авіаційний університет", м. Київ, Україна

[A] Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[B] Hennadiy Udovenko Diplomatic Academy of Ukraine under the Ministry of Foreign Affairs, Kyiv, Ukrain
[C] Department of Military Training, State University "Kyiv Aviation University", Kyiv, Ukraine

Received: September 15, 2025 | Revised: November 24, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.5

Мета роботи. Дослідження спрямоване на виявлення історико-психологічних витоків російського імперського мислення, аналіз соціокультурних та ментальних чинників, що зумовлюють відтворення авторитарної моделі влади в російській федерації, а також на розроблення підходів до формування ефективних інформаційно-психологічних стратегій впливу.

Метод дослідження. Методологічну основу становить міждисциплінарний підхід, що поєднує історико-психологічний, державно-управлінський, безпековий та соціокультурний аналіз. Використано контент-аналіз публічних наративів, порівняльно-історичний метод, психологічне портретування масової свідомості та кейс-аналіз ключових історичних періодів.

Результати дослідження. Встановлено сталість імперських архетипів у колективній свідомості московського суспільства, які забезпечують легітимацію насильства, сакралізацію влади та відтворення тиранічних практик. Сформульовано п'ять базових наративів, застосування яких може сприяти внутрішній імплозії російського режиму через підрив його символічної легітимності.

Теоретична цінність дослідження. Робота розвиває концепцію політичної психології імперського мислення, поглиблює розуміння механізмів психологічної стійкості авторитарних систем і створює основу для розроблення сучасних стратегій когнітивного впливу у сфері національної безпеки.

Тип статті. аналітична, прикладна.

Purpose. The study aims to identify the historical and psychological origins of Russian imperial thinking, analyze the sociocultural and mental factors that sustain the reproduction of the authoritarian model of power in the Russian Federation, and develop approaches for building effective information and psychological influence strategies.

Method. The research is based on an interdisciplinary framework combining historical-psychological, public administration, security, and sociocultural analysis. Methods include content analysis of public narratives, comparative-historical analysis, psychological profiling of mass consciousness, and case studies of key historical epochs.

Findings. The study reveals the persistence of imperial archetypes within the collective consciousness of Russian society, which legitimize violence, sacralize authority, and reproduce tyrannical practices. Five key narrative strategies are formulated to facilitate the internal implosion of the Russian regime by eroding its symbolic legitimacy.

Theoretical implications. The research contributes to the theory of political psychology of imperial thinking, enhances understanding of the psychological resilience of authoritarian systems, and provides a foundation for developing modern cognitive influence strategies in the field of national security.

Paper type. Analytical, Applied.

Ключові слова: когнітивна безпека, російське імперське мислення, політична психологія, авторитаризм, інформаційно-психологічна війна, форсайт, когнітивні стратегії, внутрішня імплозія режиму.

Key words: Cognitive Security, Russian Imperial Mindset, Political Psychology, Authoritarianism, Information-Psychological Warfare, Foresight, Cognitive Strategies, Internal Regime Implosion.

Вступ

Станом на грудень 2025 року Україна продовжує збройну боротьбу проти держави-агресора московії, яка у сучасному юридичному форматі функціонує під назвою російська федерація. Ця війна є не лише змаганням за територіальну цілісність чи політичний суверенітет, а передусім – за збереження української національної ідентичності, історичної суб'єктності та права на існування як самостійної цивілізаційної спільноти. Протистояння має комплексний характер: воно охоплює військовий, інформаційний, культурний і психологічний виміри, де кожен із них формує фронт боротьби за свідомість людини.

Російський агресор постає як політичний суб'єкт, що демонстративно нехтує базовими засадами західної політичної культури – демократією, парламентаризмом і принципом верховенства права. Його дії позначені імперським реваншизмом та ціннісним відчуженням від гуманістичних засад сучасної європейської цивілізації. Традиційні раціоналістичні припущення щодо мотивації противника, які часто лежать в основі західних аналітичних оцінок, виявляються недостатніми для пояснення ірраціональної логіки його поведінки [1; 2].

В аналітичній практиці країн Європейського Союзу та Сполучених Штатів Америки переважає тенденція формувати політичні рішення на основі концепцій раціональності і прагматизму кремлівського керівництва та російського суспільства. Наслідком такого підходу стають хибні очікування, надмірна обережність у політичних рішеннях, неадекватність переговорних стратегій і формування вразливих інформаційних наративів. Усе це створює додаткові ризики для системи підтримки України з боку партнерів [3].

Водночас психолого-історична природа московської державної ідентичності, зокрема імперська матриця мислення, колективні міфи та так званий "імперський синдром", має значно глибше коріння, ніж це часто уявляють зовнішні спостерігачі. Ця спадковість визначає політичну поведінку еліт і масову свідомість, формуючи специфічне ставлення до сусідів, схильність до сакралізації насильства та маніпулювання історичною пам'яттю як засобом легітимації державного насильства. Дослідження останніх років засвідчують, що сучасний російський імперіалізм є не випадковим ідеологічним відхиленням, а системною, інституціоналізованою ідеологією, інтегрованою у структуру державної стратегії.

У цьому контексті особливого значення набуває використання форсайту як інструменту стратегічного прогнозування у сфері когнітивної безпеки. Форсайт у цьому дослідженні розглядається не лише як метод передбачення можливих сценаріїв розвитку подій, а як інтелектуальна технологія формування цілеспрямованих наративів через аналіз тенденцій, архетипів і поведінкових моделей країни-агресора.

У цьому дослідженні терміни використовуються у такому значенні: поняття "влада" та "Кремль" означають політичну еліту як центр ухвалення рішень; "політика", "світогляд" і "історія" – позначають московський цивілізаційний простір як базовий ареал впливу кремлівської влади; а категорії "території", "населення" та "армія" відносяться до рф як сучасного юридичного утворення московії.

Теоретичні основи дослідження

Огляд наукових джерел засвідчує, що історико-психологічний підхід до розроблення інформаційних стратегій і побудови контрнаративів у контексті інформаційно-психологічної протидії рф залишається недостатньо опрацьованим. У наявних публікаціях переважають дослідження, спрямовані на опис механізмів російської пропаганди, технологій

дезінформаційного впливу або ж засобів їх нейтралізації. Водночас роботи, що фокусуються на використанні вразливостей колективної психології російського суспільства для створення цілеспрямованих контрнаративів, у відкритому науковому просторі майже відсутні.

Певний науковий інтерес становить дослідження Apaar Bawa, Ugur Kursuncu, Dilshod Achilov, Valerie L. Shalin "The Adaptive Strategies of Anti-Kremlin Digital Dissent in Telegram during the Russian Invasion of Ukraine" (2024). Автори аналізують феномен антирежимних телеграм-каналів, виокремлюючи основні тематичні напрями цифрового дисидентства: економічну ситуацію у РФ, хід бойових дій, міжнародну політику та внутрішні соціальні проблеми. Використання методів частотного та реакційного аналізу дало змогу авторам визначити характерні патерни дискусій і способи самоорганізації цифрових спільнот, що чинять опір кремлівській інформаційній монополії [6].

У праці Zaur Gouliev "Propaganda and Information Dissemination in the Russo-Ukrainian War: Natural Language Processing of Russian and Western Twitter Narratives" (2024) здійснено порівняльний аналіз російських і західних інформаційних потоків у соціальних мережах. Дослідник фіксує кількісну перевагу проросійських наративів та виразну стилістичну асиметрію між двома комунікаційними полями. Російські повідомлення, за висновками автора, тяжіють до мови ворожнечі, емоційної агресії та свідомої дезінформації, тоді як західні – до фактологічності, аргументованості та документування воєнних злочинів [7]. Ця відмінність відображає глибинну концептуальну проблему: спробу раціональної відповіді на ірраціональну агресію.

Особливої уваги заслуговує публікація "Підсилення когнітивної стійкості НАТО: адаптація до сучасних викликів в операційному середовищі" (2025), де детально проаналізовано загрози, пов'язані із застосуванням противником когнітивної зброї, а також напрями протидії з боку НАТО. Автори трактують інформаційний простір як повноцінне поле бою, а людську свідомість як об'єкт цілеспрямованого впливу, метою якого є зміна того, як людина мислить і діє [16]. Підкреслюється, що кінцевим результатом використання когнітивної зброї стає розмиття межі між миром і війною, дестабілізація суспільств та посів сумнівів у свідомості цільових груп населення [17]. У статті зазначено, що психологічні операції та інформаційна зброя еволюціонували від допоміжних інструментів до центрального елемента національної безпеки у цифрову епоху. НАТО, відповідно, стикається з подвійним завданням: одночасно підвищувати власну когнітивну обороноздатність і розвивати етичні наступальні спроможності в інформаційному домені [16].

У політичному аналізі Herbert R. McMaster "Battlegrounds: The Fight to Defend the Free World" (2020) досліджується так звана "методичка Путіна", що поєднує дезінформаційні кампанії, системну маніпуляцію фактами та заперечення відповідальності за акти агресії. Автор наголошує, що вже у 2017 році російське керівництво здійснювало активні підривні дії проти США та їхніх союзників [4]. Водночас Макмастер, як і значна частина західного політикуму, залишається у межах раціоналістичної парадигми, орієнтованої на переговори та логіку прагматичних інтересів – підхід, який не враховує ірраціональну, психологічно детерміновану природу російської політичної поведінки.

Особлива увага війні "російського фашизму" проти України та протидії інформаційним і гібридним спецопераціям в сучасних умовах приділена в колективній монографії "Глобальні інформаційні, психологічні та гібридні війни: загрози та протидії" (2023) вітчизняних дослідників В. Смолянюка, В. Бебика, В. Гурковського, І. Ткача, В. Колесника та ін. [18]. У цьому дослідженні автори грунтовно висвітлили основні теоретичні засади інформаційних, психологічних і гібридних війн, дослідили соціокультурні та медійні трансформації в постмодерному глобальному світі, особливості формування нформаційного суспільства в США, Китаї та Україні.

Аналіз академічних джерел свідчить, що у відкритому науковому полі практично відсутні роботи, які поєднують історико-психологічний аналіз із розробленням інформаційно-психологічних стратегій протидії російській імперській ідеології. У цьому контексті дана стаття заповнює наукову прогалину, обґрунтовуючи доцільність використання психологічно вивірених наративів як інструменту стратегічного впливу на російське суспільство та політичні еліти.

Методологічна основа дослідження ґрунтується на міждисциплінарному підході, який поєднує історико-психологічний, державно-управлінський і соціокультурний аналіз. Такий синтез забезпечує комплексне розуміння феномену російського імперського мислення як багатовимірного процесу, що проявляється одночасно у сфері політики, культури та масової свідомості.

Базовою методологічною рамкою виступає принцип критичного історизму, який дозволяє простежити еволюцію імперських установок московського суспільства від ранніх форм державності до сучасних політичних практик рф. Цей підхід передбачає аналіз історичних детермінант, що зумовлюють сталі психологічні моделі поведінки влади та населення, а також їхнє відтворення в політичних і соціальних інститутах.

У процесі дослідження застосовано:

контент-аналіз публічних виступів, промов і публікацій представників російських еліт із метою виявлення домінантних семантичних структур, символічних кодів та ідеологічних конструктів;

порівняльно-історичний метод, що дозволяє зіставити різні моделі влади та підпорядкування в історичних періодах розвитку московської державності;

елементи психологічного портретування масової свідомості, спрямовані на реконструкцію архетипів, колективних установок та підсвідомих механізмів легітимації насильства.

Для верифікації аналітичних припущень використано кейс-метод, який охоплює аналіз ключових історичних епох: правління Івана IV (Грозного), Петра I, Йосипа Сталіна та володимира путіна. Такий підхід дає змогу виявити сталість поведінкових патернів і відтворення авторитарної моделі “влади-одержимості”, що поєднує культ сили з очікуванням масової покори.

В статті використані класичні теоретичні концепції К. Юнга, Е. Фромма, Х. Арендт, які пояснюють колективну динаміку влади через категорії архетипів, несвідомих імпульсів і феноменів «втечі від свободи». Їхні положення корелюють із сучасними напрацюваннями у сфері інформаційної та психологічної війни, що розглядають людину не лише як споживача, а й як носія та передавача смислів.

Форсайт у контексті дослідження російського імперського мислення виконує не лише прогностичну, а й діагностичну функцію. Це інструмент аналітичного виявлення глибинних сценаріїв поведінки держави, що діє на основі архетипів минулого.

Постановка проблеми

Центральна наукова проблема полягає в обмеженому розумінні психологічних засад поведінки агресора, що знижує ефективність стратегічних комунікацій і робить вітчизняні інформаційні стратегії протидії та стратегії західних партнерів недостатньо адаптованими до реалій. Без перегляду базових аналітичних припущень інформаційна політика України та її союзників ризикує продукувати наративи, які не зачіпають глибинну соціопсихологічну динаміку російського суспільства й, відповідно, не сприяють внутрішній ерозії кремлівського режиму.

Ефективна контрдія російській агресії у вимірі стратегічних комунікацій вимагає створення психологічно вивірених наративів, спроможних впливати не лише на зовнішній, а й на внутрішній контур російської політичної системи – через експлуатацію сталих архетипів і рис колективної самоідентифікації. Як наголошував Г. Р. Макмастер, протидія дезінформації є

процесом, що потребує колективної рішучості, міжінституційної узгодженості та переосмислення стратегій впливу [4; 5].

Метою статті є комплексний аналіз сталих соціопсихологічних характеристик населення різних територій рф в історичній перспективі, які визначають особливості політичної поведінки, сприйняття світу та реакцію на зовнішньополітичні стимули. Дослідження спрямоване на осмислення феноменів масового невігластва, імперського синдрому та месіанського світогляду як віри у виняткову, сакралізовану місію московії. Сукупність цих рис формує антицивілізаційну позицію держави, яка історично вступає в конфлікт із ліберальними, гуманістичними та демократичними цінностями Заходу.

У межах визначеної мети поставлено такі завдання:

1. Розкрити феномен московського імперіалізму як системної ідеології, що становить невід'ємний елемент національної ідентичності російського суспільства та визначає логіку державної політики, політичної культури й суспільних відносин.

2. Визначити вразливі ланки взаємодії влади, еліт і народу в межах російської державної моделі, окресливши можливості їх використання в сучасній інформаційній та психологічній стратегії.

3. Проаналізувати історичні й психологічні чинники, що зумовлюють сталі риси суспільної свідомості в московському соціумі, зокрема специфічне ставлення до влади, толерування насильства як форми соціальної норми, циклічність бунтів і водночас пасивність мас.

Стаття також передбачає розроблення певного методологічного підгрунтя для формування інформаційно-психологічних наративів, спрямованих на поступову дестабілізацію кремлівської владної системи через активізацію внутрішніх суперечностей у російському суспільстві.

Слід наголосити, що дослідження не ставить за мету зміну національного характеру чи реформування політичної культури московії. Його завдання використати існуючі соціокультурні моделі для запуска процесів їхнього саморуйнування. Таким чином, очікуваним результатом є формування науково обґрунтованого інструментарію інформаційно-психологічних впливів, який сприятиме стратегічному послабленню російського режиму через ерозію владних відносин і делегітимацію імперського дискурсу.

Водночас дослідження має виразний педагогічний вимір, що передбачає модернізацію кваліфікційної підготовки фахівців у сфері стратегічних комунікацій та когнітивної безпеки, здатних здійснювати навчання з медіаграмотності, критичного мислення, виявлення та нейтралізації пропагандистських практик держави-агресора. Цей напрям відповідає сучасним пріоритетам Стратегії національної безпеки України, затвердженої Указом Президента України від 14 вересня 2020 року №392/2020, Стратегії воєнної безпеки України, затвердженої Указом Президента України від 25 березня 2021 року №121/2021, Стратегії утвердження української національної та громадянської ідентичності на період 2030 року, схваленої постановою Кабінету Міністрів України від 15 грудня 2023 року № 1322.

Результати дослідження можуть бути використані для:

планування інформаційних кампаній, спрямованих на послаблення авторитарного режиму рф;

удосконалення стратегічного планування у сфері безпеки держав-партнерів України;

розроблення педагогічних програм із медіаграмотності, когнітивної безпеки та стратегічних комунікацій.

Отримані результати дослідження формують практичну основу для розроблення інформаційно-психологічних стратегій, спрямованих на використання внутрішніх суперечностей російського суспільства, посилення когнітивного дисонансу між офіційною ідеологією та реальним досвідом населення. Застосування таких стратегій має сприяти

розхитуванню легітимаційних основ кремлівського режиму, водночас залишаючись у межах міжнародно-правових та етичних норм інформаційної діяльності.

Результати

Історико-психологічний аналіз населення рф значно ускладнюється тим, що серйозне осмислення феномену московського імперського мислення на науковому рівні стало можливим лише у період перебудови, ініційованої Михайлом Горбачовим. Саме тоді, в умовах часткової лібералізації політичного режиму, з'явилися перші спроби відкрито обговорювати психологічні передумови російського авторитаризму та механізми його відтворення у масовій свідомості. Проте цей короткий період інтелектуального пробудження було швидко згорнуто у 1990-х роках. Символічним маркером завершення демократичних надій стали вбивство журналіста Влада Лістьєва та прихід до влади Володимира Путіна. Починаючи з 2000 року, процес згортання свободи слова набув лавиноподібного характеру, а ліквідація телеканалу НТВ у 2001 році остаточно зафіксувала реставрацію авторитаризму.

Відтоді незалежні гуманітарні дослідження в рф фактично припинилися. В Україні, своєю чергою, тривалий час не формувався системний запит на глибоке вивчення соціопсихологічних характеристик російського суспільства, зокрема з огляду на їхнє можливе використання в рамках наступальних інформаційних стратегій, спрямованих на послаблення кремлівського режиму. Для адекватного розуміння сучасного російського типу політичної свідомості доцільно звернутися до її історичних витоків доби правління Івана III та Івана IV (Грозного).

Саме в цей період, після руйнації Київської Русі та двох століть ординського панування, формується московська модель державності. Її зародження відбулося не в руслі європейських правових і культурних традицій, а під вирішальним впливом ординських принципів одноосібної влади. Цей тип політичної організації заперечував будь-які механізми суспільного контролю та ґрунтувався на абсолютному підкоренні правителю. Символічна формула "ми – твої раби, государю, роби з нами, що хочеш" стала не лише нормою політичної культури, а й архетипом колективної свідомості. Протягом століть цей архетип вкорінився настільки глибоко, що навіть після розпаду СРСР постать Івана Грозного була реабілітована, а в масовій свідомості набрала героїзованих рис. Значна частина російського суспільства і сьогодні сприймає його як ефективного та "сильного" правителя. Цей феномен свідчить про тяглість колективних уявлень, у яких тиранія асоціюється з державною величчю.

Як слушно зазначають дослідники, російська суспільна свідомість глибоко пронизана ідеєю державної величі – величі не культури, не людини, а саме держави як сакралізованої надособистісної сутності [8]. Для легітимації цього культу потрібне сакральне підґрунтя. Московська політична ідеологія, починаючи з XV–XVI століть, формує симбіоз ординського абсолютизму та релігійної санкції влади, унаслідок чого виникає доктрина "божественної місії московії" – концепт "Третього Риму". Ця ідея виправдовує винятковість московського царства й претендує на його право на духовне панування над іншими народами.

Саме з цього історико-релігійного синтезу виріс психотип нації, схильний до колективного месіанізму, віри у власну винятковість і патологічного прощення тиранів. Навіть найжорстокіші злочини Івана IV – масові страти, катування, вбивства не стали предметом морального осуду в колективній пам'яті. У результаті сформувався стійкий комплекс психологічних установок, який функціонує на рівні колективного несвідомого вже понад п'ять століть.

Ці риси передаються між поколіннями як поведінкова матриця, що визначає пасивність, відсутність критичного мислення, замкненість до зворотного зв'язку та неспроможність до самоаналізу. Видатні психологи К. Роджерс, К. Юнг, Е. Фромм описували подібні феномени через поняття "несприятливість до досвіду", "архетип тіні" та "втечу від свободи". Усі вони вказують на глибинну схильність суспільства уникати особистісної відповідальності, перекладаючи її на владного лідера.

Для цілей цього дослідження комплекс описаних властивостей можна означити як “синдром великодержавних почуттів”, що охоплює низку базових переконань і ціннісних орієнтацій, типових для масової свідомості московії:

1. Етноцентричне переконання у власній вищості: московити вважаються найкращими, інші народи нижчими або ворожими, що породжує ревнощі, ненависть і прагнення домінування.
2. Сакралізація влади, коли керівництво сприймається як носій «божественного мандату», що легітимує його безкарність.
3. Виключення моральної відповідальності: народ, вважаючи себе «обраним», не усвідомлює спільної провини за злочини, скоєні від його імені.
4. Нормалізація автократії, коли одноосібна влада вважається природною формою управління, тоді як демократія й лібералізм трактуються як загроза державності.
5. Підтримання невігластва. Йдеться про те, коли масова байдужість і пасивність виступають умовою стабільності системи, що запобігає пробудженню критичної думки.

Сукупність цих характеристик формує своєрідний “трикутник стійкої алогічності поведінки”, у вершин якого перебувають правитель, еліта та середній московський народ (Схема 1).

Ця модель взаємозалежності забезпечує відтворення автократичної влади, де народ підтримує тиранію не примусово, а психологічно через внутрішню потребу в патерналістичному захисті та страх перед свободою.

Разом окреслені вище психологічні риси сформували світоглядну парадигму, що відіграла руйнівну роль у подальшій історії московії. Особливо виразно це проявилося під час революційних подій 1917 року, які юридично припинили існування застарілого на той час державного формату – Російської імперії та започаткували новий політичний утвір московії у вигляді Російської Радянської Федеративної Соціалістичної Республіки (РРФСР). Остання, використовуючи військову силу, згодом приєднала колишні території імперії до нового державного утворення під назвою Радянський Союз.

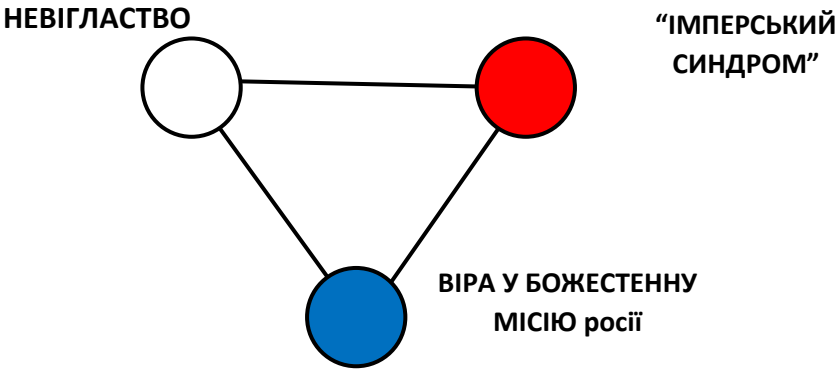


Схема 1 – Трикутник “стійкості алогічності поведінки” московського народу

Території, що історично перебували на периферії імперського центру – міста Москви, і населення яких здебільшого не належало до етнічного ядра російського народу, отримали обмежену протодержавність і частковий суверенітет у вигляді союзних республік. Водночас імперський синдром, притаманний населенню сучасної рф, не є продуктом новітньої пропаганди. Він відображає глибоко вкорінені архетипи колективної свідомості, що визначали поведінкові моделі протягом століть.

Реакція суспільства на прояви тиранії вимагає окремого аналізу, адже саме вона має ключове значення для формування ефективних інформаційно-психологічних наративів протидії московії. За часів Івана IV масштабних збройних виступів чи організованих форм спротиву практично не спостерігалося. Народ покірно приймав насильство, страти й сваволю, не чинячи системного опору. Соціальна поведінка населення зводилася до трьох базових моделей: покірного очікування долі, втечі фізичної чи психологічної, або приєднання до репресивної системи як засобу виживання.

Це свідчить про глибоку суспільну адаптацію до насильства, коли пасивна або навіть активна згода на зло ставала нормою як для народу, так і для еліт. Подібний феномен повторився у XX столітті в умовах більшовицького режиму та сталінських репресій. На відміну від народів України, Балтії, Кавказу чи Середньої Азії, населення власне московського регіону залишалося інертним, обмежуючись поодинокими стихійними виступами у віддалених регіонах Сибіру й Далекого Сходу. Така психологічна інерція покори продовжує визначати політичну поведінку російського суспільства й нині. Тому, при формуванні інформаційних стратегій щодо рф необхідно враховувати феномен тривалого "синдрому неспротиву тиранії".

Демонстрації жорстокості сучасної російської армії чи злочинів проти військовополонених не спричиняють морального шоку всередині країни, оскільки в масовій свідомості насильство не сприймається як аномалія. Психологічна реакція залишається притлумленою багатовіковим досвідом легітимізації жорстокості. У цьому контексті особливого значення набуває феномен "російського бунту" – стихійного, дикунського вибуху накопиченої агресії, який замінює усвідомлений спротив. Найглибше цю природу охарактеризував Олександр Пушкін у "Історії пугачовського бунту", описавши його як "безглуздий і безжальний". Безглуздість бунту полягала у відсутності раціональної мети чи стратегічного сенсу: рушійною силою була лише помста.

Маніфести Пугачова обмежувалися примітивними гаслами "ліквідувати панів", "роздати землю" і не передбачали конструктивної моделі майбутнього суспільства. Це вказує на глибоку відсутність громадянської свідомості та державного мислення: соціальний протест перетворювався на руйнівний вибух інстинктів. Архімандрит Платон Любарський слушно зазначав, що навіть сам Пугачов не міг пояснити логіку своїх дій, оскільки вони визначалася випадком і зухвалістю, а не розумом чи планом.

Такий архетип "безглуздого бунту" продовжує впливати на російську політичну культуру, зумовлюючи її хаотичність, домінування емоцій над логікою та періодичну потребу в катарсисі через насильство. Безжальність бунтів проявлялася в масових убивствах, катуваннях, грабунках і сексуальних збоченнях, де єдиною насолодою став сам акт руйнування. У такому середовищі ідея свободи замінювалася інстинктом помсти, а влада сприймалася як трофей.

Соціальна база таких бунтів – дезорганізовані, безосвітні та культурно деградовані верстви, які Пушкін означував як "чернь", а публіцисти XIX століття як "мерзоту". Саме ці верстви сьогодні становлять основу мобілізаційного ресурсу російської федерації у війні проти України. Позбавлені власної волі, легко піддавані маніпуляціям, вони залишаються інструментом політичної мобілізації авторитарного режиму. Відтак стратегічна комунікація має орієнтуватися не на моральні чи інтелектуальні аргументи, а на руйнування внутрішніх суперечностей цієї соціальної конструкції – через наголошення на їх особистих втратах, приниженнях і безсенсовості війни.

Проведений історико-психологічний аналіз засвідчує, що попри зовнішню алогічність дій політичного керівництва рф, вони мають глибоку історичну зумовленість. Масова підтримка тиранічних практик є наслідком багатовікової традиції виховання підлеглості, сакралізації влади та виправдання насильства. В основі цієї ментальної конструкції лежить симбіоз сакралізованого авторитаризму, міфу про "вибраність" і готовності до самопожертви

заради держави як самоцілі. Такий світогляд антитетичний до ліберально-демократичних цінностей. Тому спроби Заходу будувати діалог із кремлівським режимом на раціональних засадах: компромісу, прагматизму чи економічної вигоди приречені на обмежений результат. У сприйнятті кремлівської еліти поступливість це слабкість, а гуманізм – сигнал до наступу.

Аналіз дозволяє виокремити кілька базових психологічних характеристик, що визначають політичну поведінку російського суспільства:

1. Ксеноцентричний імперський синдром, коли переконання у власній цивілізаційній вищості легітимізує експансію та агресію.

2. Сакралізований авторитаризм. Це віра у божественне походження влади, що знімає моральну відповідальність із керівництва.

3. Месіанський фаталізм – переконання у "богообраності" народу, яке звільняє від особистої відповідальності за дії держави.

4. Антиінтелектуалізм і недовіра до свободи, що передбачає глибоке переконання у шкідливості демократії, парламентаризму та прав людини.

Сукупність цих базових рис формує своєрідний психокультурний «код покори», який унеможливлює тривалу демократичну трансформацію суспільства лише за рахунок зовнішнього тиску.

Відтак ефективна інформаційна стратегія має ґрунтуватися не на запереченні російських наративів, а на їхньому внутрішньому розхитуванні шляхом використання суперечностей між офіційною ідеологією "сакральності" влади та реальною деградацією життя населення. У цьому контексті особливої ваги набувають сучасні психологічні операції нового покоління (Next-Gen PSYOPS), які поєднують аналітику big data (великих даних), культурно-кодовані меседжі та індукцію когнітивного дисонансу у цільових групах. Їхнє завдання не переконати, а посіяти сумнів у власній правоті, розмити довіру до системи й активізувати ланцюг саморуйнівних процесів (ефекту саморозпаду зсередини) російського режиму, тобто імплозії.

Основні напрями формування наративів для створення внутрішньої імплозії російського режиму:

1. Наратив про слабкість політичного лідера. Його суть полягає в системному підваженні образу «всемогутнього» керівника шляхом демонстрації некомпетентності, стратегічних помилок і невдач у досягненні цілей війни. Мета: зниження довіри до верхівки та підрив символічної легітимності влади.

2. Наратив про міжнародну ізоляцію. Акцент робиться на неспроможності російського керівництва ефективно взаємодіяти з провідними міжнародними акторами, що створює враження дипломатичної поразки та системної вразливості держави.

3. Наратив про відсутність реальної влади у формального лідера. Йдеться про підкреслення ролі силових структур як справжніх центрів прийняття рішень, що підриває міф про єдність і керованість вертикалі влади.

4. Наратив про криз сакральної легітимності. Воєнні поразки та внутрішні скандали подаються як ознаки втрати лідером "божественного мандату" – символічної підстави його авторитету.

5. Наратив про "народного месію". У цьому дискурсі вибудовується контробраз "справжнього правителя" – героїзованої, жертовної, народної постаті, що уособлює альтернативу чинному режимові. Такий сюжет підриває довіру до офіційної влади й формує очікування політичної трансформації.

Реалізація подібної стратегії спровокує розхитування російського режиму через поступову втрату лояльності еліт і деморалізацію суспільної свідомості.

Варто зауважити, протистояння з російським тоталітаризмом – це не лише війна за територію чи політичний суверенітет, а передусім боротьба за право світу залишатися

розумним. Коли варварство набуває технологічної форми, єдина зброя, що зберігає людяність, це інтелект, який бачить у правді не компроміс, а силу.

Історичні архетипи російської державності – культ покори, сакралізація влади та міфологія "особливої місії" й досі слугують фундаментом, на якому кремлівська еліта зводить свої стратегічні наративи. У сучасному контексті ці архетипи еволюціонують у гібридні інструменти впливу, де психологічні установки масової свідомості переплітаються з цифровими технологіями маніпуляції. Відтак, ефективна протидія не зводиться лише до викриття фейків; вона вимагає глибшого осягнення тієї логіки, завдяки якій московські наративи набувають привабливості для окремих сегментів населення. Як зазначають аналітики RAND, CSIS та StratCom COE, протидія дезінформації нині еволюціонує від реактивного фактчекінгу до системного управління довірою – процесу, що враховує не тільки факти, а й емоційні резонанси.

Висновки

Український досвід у боротьбі з ІПСО кремля переконливо демонструє: оперативне спростування дезінформації не завжди нейтралізує її негативний вплив, якщо ігнорувати культурно-психологічні особливості імперії-агресора. Саме тому стратегічні комунікації мусять інтегрувати історичні знання про ментальні моделі агресора з технологічними засобами для швидкої ідентифікації та блокування інформаційних потоків. Психологічна стійкість суспільства тут постає моральною чеснотою та центральним елементом національної обороноздатності, адже в інформаційно-психологічній війні вразливість свідомості може бути фатальною.

Сучасні тенденції в інформаційних операціях акцентують на використанні штучного інтелекту для масового генерування фейкового контенту, deepfake-відео та автоматизованих кампаній у соціальних мережах тенденції, що вимагають від України та держав-союзників створення багаторівневої системи моніторингу та верифікації даних, тісно інтегрованої з міжнародними платформами на кшталт EUvsDisinfo чи Hybrid CoE. Не менш критичною є підготовка аналітичних груп, озброєних сучасними цифровими інструментами для роботи з великими даними: виявлення патернів поширення дезінформації та прогнозування її впливу на соціальну динаміку,цільові аудиторії. Такий підхід узгоджується з загальноєвропейським вектором розвитку стратегічних комунікацій, що переходить від пасивної оборони до проактивного формування смислів, де ініціатива стає запорукою переваги.

З цих висновків випливають практичні рекомендації, спрямовані на посилення державного управління в сфері національної когнітивної безпеки. Насамперед варто переорієнтувати акцент з масового інформування на таргетовану комунікацію. Наративи мають бути лаконічними, доступними та культурно адаптованими для конкретних аудиторій, як-от родини військових, молодь, освітяни чи місцеві лідери. Важливо не обмежуватися запереченням брехні, а створювати автентичні історії, що пробуджують емпатію та зміцнюють почуття солідарності. У цьому сенсі особливо ефективними видаються стратегії «дезактивації», що руйнують психологічну привабливість ворожих наративів через демонстрацію реальних наслідків війни для самих росіян та висвітлення абсурдності імперських міфів. Зрештою, часом іронія історії сама стає найкращим аргументом.

Важливою складовою має стати технологічна модернізація системи стратегічних комунікацій. Методи обробки природної мови, моделювання мережевих взаємодій та автоматичного виявлення маніпуляцій мусять увійти в повсякденний арсенал когнітивної безпеки. Паралельно слід розвивати тісну співпрацю між державними інституціями, медіа та академічним середовищем для формування "екосистеми довіри" мережі надійних джерел, які суспільство сприймає як авторитетніші за анонімні канали. Адже в сучасній війні наративів саме довіра, а не спростування, виступає фундаментальним активом, здатним перевершити будь-яку пропагандистську машину.

Особливої уваги заслуговує підготовка фахівців нового покоління – аналітиків, фахівців з соціальної інженерії, штучного інтелекту, медіапсихології. Перспективним напрямом подальших досліджень є розроблення педагогічних і когнітивних технологій, заснованих на форсайт-підході для підготовки фахівців, здатних інтегрувати знання з історії, психології та цифрових технологій у практику національної безпеки. Ці методики разом з освітніми програмами необхідно запроваджувати спільно з міжнародними партнерами для уніфікації стандартів інформаційної протидії, аби уникнути розбіжностей у підходах. Без такої базової основи будь-яка державна чи міждержавна стратегії ризикують залишитися декларативними.

В епоху штучного інтелекту та Big data успіх у протидії інформаційно-психологічним операціям, дезінформації та пропаганді держави-агресора визначатиметься не стільки швидкістю реакції, скільки здатністю формувати власний смисловий порядок денний. Україна має перетворити знання про культурно-історико-психологічні особливості агресора на інтелектуальну зброю, а технології – на засіб захисту правди. Саме цей принцип має має стати ядром майбутньої стратегії національної когнітивної безпеки.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Åslund A. NATO poses a threat to Russian imperialism not Russian security. Atlantic Council, 2023. URL: https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/nato-poses-a-threat-to-russian-imperialism-not-russian-security/ (дата звернення: 16.10.2025).
2. Charap S., Shapiro J. A Crisis of Diverging Perspectives: U.S.-Russian Relations and the Security Dilemma. Texas National Security Review. 2020. Vol. 4, iss. 1. P. 104–131.
3. Götz E., Ekman P. Russia's War Against Ukraine: Context, Causes, and Consequences. Problems of Post-Communism. 2024. Vol. 71, no. 3. P. 193–205.
4. Mc Master H.R. Battlegrounds: The Fight to Defend the Free World. New York: Harper, 2020. 560 p.
5. Krickovic A. Russian Views of US Nuclear Modernization. Bulletin of the Atomic Scientists. 2019. Vol. 75, no. 1. P. 14–18.
6. Bawa A., Kursuncu U., Achilov D., Shalin V.L. The Adaptive Strategies of Anti-Kremlin Digital Dissent in Telegram during the Russian Invasion of Ukraine. arXiv preprint arXiv:2408.07135. 2024. 21 p.
7. Gouliev Z. Propaganda and Information Dissemination in the Russo-Ukrainian War: Natural Language Processing of Russian and Western Twitter Narratives. arXiv preprint arXiv:2506.01807. 2024. 15 p.
8. Shevel O. Blood and Iron: How Nationalist Imperialism Became Russia's State Ideology. Carnegie Endowment for International Peace, 2023. URL: https://carnegieendowment.org/research/2023/11/blood-and-iron-how-nationalist-imperialism-became-russias-state-ideology?lang=en (дата звернення: 15.12.2025).
9. Snyder T. Historian Timothy Snyder: Russia's Invasion of Ukraine Is a Colonial War. Democracy Now, 2022. URL: https://www.democracynow.org/2022/5/5/war_in_ukraine_is_colonial_war (дата звернення: 16.10.2025).
10. McMaster: Putin is determined to "drag us all down". Axios, 2020. URL: https://www.axios.com/2020/10/23/mcmaster-putin-voting-disruption-2020-election (дата звернення: 15.12.2025).

11. Mc Master Says U.S. Must Reveal 'Insidious' Russian Meddling to Prevent Further Attacks. Radio Free Europe/Radio Liberty, 2018. URL: https://www.rferl.org/a/mcmaster-russia-election-meddling-insidious-implausible-deniability/28953524.html (дата звернення: 15.12.2025).
12. Pain E. The imperial syndrome and its influence on Russian nationalism. The New Russian Nationalism. Edinburgh: Edinburgh University Press, 2022. P. 46–74.
13. Helmus T. C., Holynska K. Ukrainian Resistance to Russian Disinformation: Lessons for Future Conflict. Santa Monica: RAND Corporation, 2024. 96 p.
14. Jones S. G. Russia's Shadow War Against the West. Center for Strategic and International Studies, 2024. URL: https://www.csis.org/analysis/russias-shadow-war-against-west (дата звернення: 15.12.2025).
15. The Use of Russian Proxy Actors in the Media Environment in Ukraine: A Comparison between Occupied and Non-Occupied Areas, 2017–2023. NATO Strategic Communications Centre of Excellence, 2024. URL: https://stratcomcoe.org/publications/the-use-of-russian-proxy-actors-in-the-media-environment-in-ukraine-a-comparison-between-occupied-and-non-occupied-areas-20172023/312/ (дата звернення: 15.12.2025).
16. Globstate, Vol. 7, Issue 1, Strategies, Operations and Tactics in the Context of the Multi-Domain Environment, Doctrine and training centre of the Polish armed forces, Editors Andrzej Lis, Robert Reczkowski, Bydgoszcz 2025
17. Solli, P. E. (2024, December 11). Differentiating Hybrid Threats Against the High North and Baltic Sea Regions. Norwegian Institute of International Affairs. Policy Brief, No 9. Цитується по Globstate, Vol. 7, Issue 1, Strategies, Operations and Tactics in the Context of the Multi-Domain Environment, Doctrine and training centre of the Polish armed forces, Editors Andrzej Lis, Robert Reczkowski, Bydgoszcz 2025
18. Глобальні інформаційні, психологічні та гібридні війни: загрози та протидії: кол.моногр. /Аулін О., Бажора О., Гурковський В., Колесник В. та ін.; за заг. ред. В. Бебика та Н. Мякушко – К.: Талком, 2023.-260с.

References

1. Åslund, A. (2023). *NATO poses a threat to Russian imperialism, not Russian security*. Atlantic Council. https://www.atlanticcouncil.org/blogs/ukrainealert/nato-poses-a-threat-to-russian-imperialism-not-russian-security/
2. Charap, S., & Shapiro, J. (2020). A crisis of diverging perspectives: U.S.-Russian relations and the security dilemma. *Texas National Security Review, 4*(1), 104–131.
3. Götz, E., & Ekman, P. (2024). Russia's war against Ukraine: Context, causes, and consequences. *Problems of Post-Communism, 71*(3), 193–205. https://doi.org/10.1080/10758216.2023.2244108
4. Mc Master, H. R. (2020). *Battlegrounds: The fight to defend the free world*. Harper.
5. Krickovic, A. (2019). Russian views of U.S. nuclear modernization. *Bulletin of the Atomic Scientists, 75*(1), 14–18. https://doi.org/10.1080/00963402.2019.1550276
6. Bawa, A., Kursuncu, U., Achilov, D., & Shalin, V. L. (2024). *The adaptive strategies of anti-Kremlin digital dissent in Telegram during the Russian invasion of Ukraine* (arXiv:2408.07135). arXiv. https://arxiv.org/abs/2408.07135
7. Gouliev, Z. (2024). *Propaganda and information dissemination in the Russo-Ukrainian war: Natural language processing of Russian and Western Twitter narratives* (arXiv:2506.01807). arXiv. https://arxiv.org/abs/2506.01807
8. Shevel, O. (2023). *Blood and iron: How nationalist imperialism became Russia's state ideology*. Carnegie Endowment for International Peace. https://carnegieendowment.org/research/2023/11/blood-and-iron-how-nationalist-imperialism-became-russias-state-ideology

9. Snyder, T. (2022, May 5). Historian Timothy Snyder: Russia's invasion of Ukraine is a colonial war. *Democracy Now!* https://www.democracynow.org/2022/5/5/war_in_ukraine_is_colonial_war
10. Axios. (2020, October 23). *McMaster: Putin is determined to "drag us all down"*. https://www.axios.com/2020/10/23/mcmaster-putin-voting-disruption-2020-election
11. Radio Free Europe/Radio Liberty. (2018, January 10). *McMaster says U.S. must reveal "insidious" Russian meddling to prevent further attacks*. https://www.rferl.org/a/mcmaster-russia-election-meddling-insidious-implausible-deniability/28953524.html
12. Pain, E. (2022). The imperial syndrome and its influence on Russian nationalism. In M. Laruelle (Ed.), *The new Russian nationalism* (pp. 46–74). Edinburgh University Press.
13. Helmus, T. C., & Holynska, K. (2024). *Ukrainian resistance to Russian disinformation: Lessons for future conflict*. RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA3004-1.html
14. Jones, S. G. (2024). *Russia's shadow war against the West*. Center for Strategic and International Studies. https://www.csis.org/analysis/russias-shadow-war-against-west
15. NATO Strategic Communications Centre of Excellence. (2024). *The use of Russian proxy actors in the media environment in Ukraine: A comparison between occupied and non-occupied areas, 2017–2023*. https://stratcomcoe.org/publications/the-use-of-russian-proxy-actors-in-the-media-environment-in-ukraine-a-comparison-between-occupied-and-non-occupied-areas-20172023/312/
16. Lis, A., & Reczkowski, R. (Eds.). (2025). *Globstate* (Vol. 7, Issue 1: *Strategies, operations and tactics in the context of the multi-domain environment*). Doctrine and Training Centre of the Polish Armed Forces.
17. Solli, P. E. (2024, December 11). *Differentiating hybrid threats against the High North and Baltic Sea regions* (Policy Brief No. 9). Norwegian Institute of International Affairs. Cited in *Globstate* (Vol. 7, Issue 1).
18. Aulin, O., Bazhora, O., Hurkovskyi, V., Kolesnyk, V., et al. (2023). *Hlobalni informatsiini, psykholohichni ta hibrydni viiny: Zahrozy ta protydii* [Global information, psychological and hybrid wars: Threats and countermeasures]. Talkom.

Підготовка громадян України до національного спротиву: завдання з військово-патріотичного виховання та її роль в системі підготовки воєнних кадрів

Preparation of Ukrainian Citizens for National Resistance: Tasks of Military-Patriotic Education and Its Role in the System of Military Personnel Training

Євген Камалов
Доктор філософії, доцент, докторант, e-mail: kamalov_evgen@ukr.net

Evgen Kamalov
PhD, Associate Professor, Doctoral Researcher, e-mail: kamalov_evgen@ukr.net

Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 14, 2025 | Revised: December 25, 2025 | Accepted: December 31, 2025

УДК 37.015.31:355.45

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.6

Мета роботи. Визначення пріоритетних напрямів розвитку військово-патріотичного виховання з метою підвищення якості підготовки громадян України до національного спротиву на основі аналізу сучасного стану військово-патріотичного виховання в Україні та порівняльного вивчення кращих практик провідних держав — членів НАТО та Європейського Союзу в умовах збройної агресії.

Метод дослідження. Дослідження ґрунтується на комплексному методологічному підході, що включає аналіз нормативно-правових актів України, порівняльний аналіз зарубіжного досвіду, історико-періодизаційний і системно-структурний методи, а також узагальнення й логіко-аналітичне осмислення наукових підходів і практичного досвіду.

Результати дослідження. Установлено, що військово-патріотичне виховання є ключовою складовою системи підготовки громадян до національного спротиву та визначальним чинником формування їхньої готовності й здатності до захисту Вітчизни. Обґрунтовано необхідність його системної, технологізованої та ціннісно орієнтованої організації з урахуванням кращих міжнародних практик і національної специфіки.

Теоретична цінність дослідження. Теоретична цінність полягає в уточненні наукових уявлень про військово-патріотичне виховання як інтегральний елемент національного спротиву та системи підготовки воєнних кадрів, а також у розширенні концептуального розуміння його ролі в забезпеченні національної безпеки.

Практична цінність дослідження. Результати дослідження можуть бути використані органами державного управління, сектору безпеки і оборони та закладами освіти для вдосконалення державної політики, програм і методик військово-патріотичного виховання та підготовки громадян до національного спротиву.

Тип статті. Науково-аналітична та концептуальна, з елементами порівняльного аналізу.

Purpose. The purpose of the study is to identify priority directions for the development of military-patriotic education in order to improve the quality of preparing citizens of Ukraine for national resistance, based on an analysis of its current state in Ukraine and a comparative examination of best practices in leading NATO and European Union member states under conditions of armed aggression.

Method. The research applies a comprehensive methodological approach that includes analysis of Ukrainian legal and regulatory acts, comparative analysis of foreign experience, historical periodization, system and structural analysis, and logical generalization of scientific and practical findings.

Findings. The study finds that military-patriotic education is a key component of the national resistance training system and a decisive factor in shaping citizens' readiness and ability to defend the state. The necessity of its systematic, technologized, and value-oriented organization, adapted to national conditions and international best practices, is substantiated.

Theoretical implications. The theoretical contribution lies in refining the understanding of military-patriotic education as an integral element of national resistance and military personnel training, as well as in expanding its conceptual role within the national security framework.

Practical implications. The findings may be used by public authorities, the security and defense sector, and educational institutions to improve policies, programs, and methodologies for military-patriotic education and national resistance training.

Paper type. Analytical and conceptual research article with elements of comparative analysis.

Ключові слова: національний спротив, підготовка громадян України, патріотизм, національно-патріотичне виховання, військово-патріотичне виховання, підготовка воєнних кадрів.

Key words: National Resistance, Preparation of UKRAINIAN Citizens, Patriotism, National-Patriotic Education, Military-Patriotic Education, Military Personnel Training.

Вступ

Військово-патріотичне виховання, як складова національно-патріотичного виховання, набуло особливої актуальності і пріоритетності в системі підготовки громадян України до національного спротиву саме під час "гібридної" російсько-української війни з 2014 року – по теперішній час, де-факто, війни за українську ідентичність. Безумовно, проблематика військово-патріотичного виховання (далі – ВПВ) є багатоаспектною і багатовекторною, так як характеризується постійними впливами непередбачуваних змін у часі й просторі, а також чинників зовнішнього і внутрішнього середовищ на хід відбиття російської агресії (підготовка мобілізаційного ресурсу з метою створення всеохоплюючої оборони держави). Проблемні питання ВПВ потребують комплексного вирішення, що передбачає поряд з усіма заходами обов'язкову технологізацію як цілісне системне явище, всебічне забезпечення та гарантії якості підготовки громадян України, набуття ними відповідних компетентностей для готовності та здатності захищати Вітчизну.

Діючі Укази Президента України, постанови Кабінету міністрів України акцентують увагу на актуальності та пріоритетності ВПВ в системі підготовки громадян України до національного спротиву та підготовці воєнних кадрів за певними принципами, а саме: державної спрямованості, пріоритету гуманістичних і демократичних цінностей, повазі до конституційних прав і свобод людини і громадянина, вихованні молоді на патріотичних, історичних та бойових традиціях українського народу, узгодженості змісту, форм і методів допризовної підготовки та виховної роботи [1, 2]. Це підкреслює важливість ВПВ в системі підготовки громадян України до національного спротиву для відбиття збройної агресії російської федерації.

Є цілком очевидним і закономірним, що в Указі Президента України [1] було передбачено концепцію національно-патріотичного виховання молоді, як однієї з головних складових національної безпеки України. А в Постанові Кабінету Міністрів України [2] чітко визначено, що в Державних стандартах базової середньої та профільної середньої освіти, програмах, підручниках та навчально-методичних посібниках, методичних рекомендаціях пріоритетність має надаватися виключно принципу патріотизму (громадянин-патріот). Наведені приклади сучасних нормативно – правових актів черговий раз підкреслюють пріоритетність і важливість ВПВ в підготовці громадян України до національного спротиву.

Метою статті є – визначення пріоритетних напрямків розвитку ВПВ для підвищення якості підготовки громадян України до національного спротиву, на основі аналізу стану ВПВ, як в провідних країнах НАТО, так і в умовах відбиття збройної агресії російської федерації.

Теоретичні основи дослідження

Сучасний стан, зміст, проблемні питання ВПВ, як складової національно-патріотичного виховання (далі – НПВ) досліджували ряд українських вчених, зокрема: Бех І.Д, Осьодло В.І., Мулява В.Д, Хміляр О.В., Ягупов В.В. Відомі українському загалу вчені, за своїми висновками стверджують, що існує певна прогалина в дослідженні військово-патріотичних мотиваційних аспектів, що впливають на прийняття молоддю рішення щодо особистої підготовки в системі підготовки громадян України до національного спротиву [3].

Значний внесок у вирішенні даної проблематики ВПВ належить таким авторитетним українським науковим дослідникам як: Тимчик М.В., Зубалій М.Д., Журба К.О., Бінецький Д.О., Касіч Н.П., Кузора І.В. [4]. У зазначеному посібнику науковцями розкрито сучасний стан ВПВ, ряд проблемних питань учнів закладів загальної середньої освіти (далі- ЗСО) в умовах ідейно-світоглядної конфронтації, уточнено складові компоненти ВПВ учнів старших класів ЗСО, представлено критерії та показники визначення рівнів ВПВ підлітків, висвітлено методики ВПВ молодших і старших підлітків у процесі фізкультурно-оздоровчої діяльності і фізкультурно-масової роботи. Разом з тим слід відзначити, що питання готовності та здатності захищати

Вітчизну, володіння знаннями з загальновійськової підготовки, вивчення бойових традицій українського народу, історії українського війська в навчальному посібнику розкриті побіжно.

Український науковець Малиношевський Р.В. у своєму виданні [5] розкриває стратегічні напрями і пріоритети ВПВ дітей та молоді саме в умовах "гібридної" російсько-української війни та в повоєнний час. Крім всього, автор висвітлює інституційні, інфраструктурні, виховні та соціокультурні виклики воєнного стану та повоєнного відновлення країни, наголошуючи на організаційно-правових засадах сучасного ВПВ дітей та молоді, виокремлюючи його основні принципи та методологічні основи, ключові способи виховання почуття патріотизму у дітей та молоді. Але, на жаль, питання розвитку військово-патріотичного виховання громадян України до національного спротиву на етапі підготовки до участі в національному спротиву та військової служби під час мобілізації в державі розглянуто поверхнево.

Дослідник Лозаренко С.С. у своїй науковій статті [6] обґрунтував пріоритетність ВПВ у навчально-виховному процесі освітніх закладів. Закцентував увагу на тому, що ВПВ необхідно проводити систематично та структуровано в рамках постійної бойової готовності до захисту України. Автор зазначив, що ВПВ повинно бути чітко організовано з молодим поколінням щоб сформувати військово-прикладні навички, в умовах сприятливого психоемоційного клімату та належної фізичної підготовки до проходження у майбутньому військової служби у ЗС України.

У своєму виданні відомі українські вчені Грищенко С.В., Ілішова О.М., Єфімов Д.В., Макогончук Н.В. [7] науково обґрунтовують актуальність і пріоритетність ВПВ, як складової НПВ учнів ЗСО та закладів позашкільної освіти. Доводять, що ВПВ є одним із важливих напрямів діяльності держави щодо формування національної свідомості на основі українських національних цінностей. ВПВ є важливим чинником громадянської освіти, визначають перспективи розвитку підготовки молоді в системі обороноздатності держави.

Результати

Відповідно до Закону України [8] впровадження системи підготовки громадян України до національного спротиву відбулося з початку 2022 року. Згідно Закону відповідна система включає організаційні та правові засади національного спротиву, основи підготовки та проведення відповідної підготовки. Відповідно, стаття 3 безпосередньо вказує що одним із завдань є ВПВ.

Так, Постановою Кабінету Міністрів України [9] було затверджено програму, де відзначено важливість саме ВПВ, як одного із пріоритетних напрямів діяльності держави та суспільства в розвитку національної свідомості на основі національних цінностей, формування у громадян почуття патріотизму, утвердження української національної та громадянської ідентичності, поваги до Конституції і законів України, готовності до виконання обов'язку із захисту Вітчизни, незалежності та територіальної цілісності України. З метою реалізації ключових положень відповідної програми в напрямку підготовки громадян України до національного спротиву та підготовки населення в системі підготовки воєнних кадрів виникає потреба в системному аналізі організації та проведення ВПВ на вказаному напрямку. Але перш ніж перейти до системного аналізу специфіки та провідних ознак ВПВ, доцільно дослідити та порівняти стратегії ВПВ за кращими практиками провідних держав Європейського Союзу та держав - членів НАТО.

Важливим аналізом ВПВ з підготовки громадян до національного спротиву є вивчення досвіду ВПВ в підготовці населення Сполучених Штатів Америки (далі – США).

Загально відомо, що ВПВ в США не є такою централізованою державною програмою, в порівнянні з цільовою програмою нашої держави, а скоріше "ненав'язливим" патріотичним вихованням інтегрованим у систему освіти, культуру, громадське життя та систему підготовки воєнних кадрів. Воно поєднує виховання почуття громадянської відповідальності, поваги до

національних символів та історії, а також добровільну участь у військових та громадських ініціативах, підготовкою молоді до майбутньої служби в збройних силах.

ВПВ у системі підготовки воєнних кадрів зосереджено на тому, що з дитинства американських дітей навчають поважати державні символи та державність країни, такі як прапор (зокрема, для прикладу – щоденна Присяга вірності – Pledge of Allegiance), гімн та збройні сили, які символізують силу та захист (елементом якого є орлан на гербі). Деякі навчальні заклади (військові школи, окремі чартерні школи) мають спеціалізовані програми підготовки молоді з поглибленим вивченням військової історії та громадянських обов'язків під час виконання завдання в “воєнний час“ [10].

Існують програми, пов'язані зі збройними силами, такі як Корпус підготовки офіцерів запасу Reserve Officers' Training Corps (далі – ROTC) у коледжах та університетах, а також молодіжні кадетські програми Junior Reserve Officers Training (далі – JROTC) у середніх школах. Ці програми пропонують військове навчання та дисципліну, одночасно сприяючи розвитку лідерських якостей та громадянської відповідальності під час служби в збройних силах.

Програма JROTC є ключовою федеральною програмою, що діє в більшості середніх шкіл по всій країні. Її основна місія – “мотивувати молодь бути кращими громадянами”. Вона була започаткована законом про оборону ще у 1916 році з метою навіювання учням 9-12 класів цінностей громадянськості, служіння державі, особистої відповідальності та успіху через створення спеціалізованих військових класів у звичайних школах по всій країні. Програма пропонує учням військову підготовку, але вона не є обов'язковою, а є добровільним вибором. JROTC діє як окрема програма в межах шкіл, що дозволяє учням навчатися без обов'язку служити в армії. Навчальний план охоплює лідерство, фізичну підготовку, надання першої допомоги, американську історію та державне управління, а також військові звичаї та стройову підготовку [11].

Програма ROTC підготовки офіцерів запасу в Збройних силах США реалізовується в коледжах та університетах країни. Вона готує майбутніх офіцерів, пропонуючи стипендії, стипендіальні виплати та курси лідерства. Програма є чотирирічною, складається з базового та розширеного курсів та після закінчення випуску надає офіцерський ранг молодшого лейтенанта. Включає класні заняття, польові навчання, тренінги з лідерства та фізичну підготовку. Курси військової науки проходять паралельно з основною спеціальністю студента [12].

Існують також приватні військові школи-інтернати, які працюють за військовим принципом і виховують дисципліну, честь, обов'язок та командний дух з раннього віку, але вони не є частиною основної державної освітньої системи.

В США функціонує численна плеяда громадських організацій та ветеранських об’єднань. Вони відіграють велику роль у підтримці патріотичних цінностей (як для прикладу – VFW Auxiliary та American Legion Auxiliary), проводять заходи присвячені пам’ятним датам, організовують конкурси есе, молодіжні лідерські програми та церемонії пошани прапора, вшанування ветеранів та проводять професійну орієнтацію щодо майбутнього місця служби в збройних силах США [13].

Американська культура активно просуває патріотизм через національні свята (День незалежності, День ветеранів, День пам’яті), паради, церемонії та публічну демонстрацію прапора. Вступ до лав Збройних сил часто розглядається як один із найвищих проявів патріотизму та служіння країні.

Отже як ми бачимо з аналізу вищезазначеного, велика увага приділяється ВПВ в складовій підготовці цивільного населення США і є пріоритетним державним завданням.

Не менш цікавим прикладом є досвід ВПВ в підготовці населення Сполученого королівства Великої Британії та Північної Ірландії (далі – Велика Британія). У Великій Британії не існує єдиної обов’язкової державної системи військово-патріотичного виховання у формі подібній до деяких інших країн, як наприклад, в Україні. Натомість, формування якостей

громадянина-патріота відбувається через поєднання громадянської підготовки, добровільних молодіжних військових організацій (кадетських корпусів), волонтерських організацій з підготовки населення до дій в екстремальних умовах та загального "відчуття гордості" за країну що культивується різними шляхами.

На відміну від України, де військово-патріотичне виховання в системі підготовці громадян є складною системою, що охоплює освіту, сім'ю, громадські організації та державні структури підготовки населення до всеохоплюючої оборони у випадку збройної агресії, у Великій Британії цей процес є більш децентралізованим. Український підхід робить акцент на формуванні оборонної свідомості, готовності та здатності захищати Вітчизну, в той час як британський підхід базується на вихованні громадянської свідомості та лояльності до держави через різні механізми.

Добровільні уніформовані молодіжні військові організації (кадетські корпуси – Cadet Forces), які часто пов'язані зі школами та фінансуються Міністерством оборони, відіграють значну роль у ВПВ. Вони пропонують підліткам (зазвичай з 12 років) військову підготовку, заняття спортом та розвиток лідерських якостей. Участь у них є добровільною і не зобов'язує до подальшої військової служби.

Отже, основним механізмом, який використовує Міністерство оборони Великої Британії для ВПВ під час підготовки молоді складають чотири основні гілки: одна з найбільших молодіжних організацій – Армійські кадети (Army Cadet Force – ACF) [14], орієнтована на пригоди, навички лідерства, польову підготовку та першу допомогу, відкрита для молоді 12-18 років; Об'єднані кадетські сили (Community Cadet Forces – CCF) [15] діють безпосередньо в школах (як приватних, так і державних) і пропонують учням 13-18 років різноманітні військові та пригодницькі заходи; Морські кадети (Sea Cadet Corps) [16] та Кадети Королівських ВПС (Air Training Corps) [17] які фокусуються на відповідних видах військ.

Неоднозначним і важливим у ВПВ в підготовці молоді є вплив збройних сил на освіту. Представники збройних сил мають доступ до освітньої системи, корегують програми підготовки, проводять презентації та інші заходи в школах та коледжах щоб інформувати молодь про можливості підготовки та майбутньої служби та "встановити зв'язок населення з тими, хто її захищає".

Таким чином, британський підхід до ВПВ в підготовці населення полягає у вихованні патріотизму через дію, цінності та служіння ("Служба нації"), а не через абстрактні лекції чи пропаганду.

Безумовно корисним і актуальним є вивчення досвіду ВПВ в підготовці населення провідної європейської країни – Федеративної Республіки Німеччини (далі – Німеччина).

У Федеративній Республіці Німеччина відсутня система "військово-патріотичного виховання в системі підготовці населення" у традиційному розумінні, як це може реалізовуватися в інших країнах. Історичний досвід нацистського періоду та переосмислення націоналізму після Другої світової війни призвели до формування іншого підходу, який зосереджений насамперед на "конституційному патріотизмі" *(нім.* Verfassungspatriotismus*)* та активній громадянській позиції. Важливим елементом шкільної програми підготовки молоді та позашкільної роботи є інтенсивна громадянська освіта (politische Bildung). Вона спрямована на формування критичного мислення, розуміння політичних процесів, прав людини, історії (включаючи ретельний аналіз злочинів нацизму) та залучення до демократичного життя. У закладах освіти немає цілеспрямованої мілітаризації чи пропаганди військової служби. Бундесвер (Збройні сили Німеччини) є "парламентською армією" під жорстким демократичним контролем і його роль обговорюється в контексті забезпечення миру, участі в міжнародних місіях та захисту демократичних цінностей. Тому основна увага ВПВ в підготовці молоді не розглядається в контексті готовності до збройної агресії.

Концепція “Внутрішнє лідерство” (Innere Führung) [18] є “корпоративною філософією” Бундесверу та закладає моральну основу військової служби. Вона поєднує військову дисципліну з принципами демократії, прав людини та верховенства права. Основна мета – надати військовослужбовцям моральну та етичну базу для виконання службових обов'язків, а також спонукати їх до етичної та політичної освіти.

Не менш важливим є вивчення досвіду ВПВ населення Республіки Франція (далі – Франція). У Франції немає єдиної системи військово-патріотичного виховання з підготовки населення, як в Україні. Натомість військово-патріотичні цінності втілюються через систему освіти, культури та збройних сил, що включає національну оборону, історичну пам’ять та громадянські цінності республіки. Французька система ВПВ наголошує на професіоналізмі армії, а не на обов’язковому військовому навчанні для всього населення. Отже, як бачимо, військово-патріотичне виховання у Франції реалізується через комплексну систему, що поєднує традиційну громадянську освіту, спеціальні військові навчальні заклади та нещодавно розширену програму добровільної національної військової служби (Service national universel, SNU) [19]. Обов’язкова військова служба була призупинена у 2001 році.

Отже, як висновок ВПВ з підготовки населення є комплекс освітніх програм та ініціатив спрямованих на зміцнення соціальної згуртованості, просування національних цінностей та підготовку молоді до життя в суспільстві та, за потреби, до оборони.

Порівнявши стратегії ВПВ з підготовки населення за кращими практиками провідних держав Європейського Союзу та держав - членів НАТО автор пропонує дослідити ВПВ з підготовки населення в нашій державі.

Розвиток ВПВ з підготовки громадян України доцільніше розглядати й аналізувати за певною періодизацією подій в Україні, а саме: на етапі від проголошення незалежності України з 24 серпня 1991 року до початку “гібридної” російсько – української війни, зокрема до 20 лютого 2014 року та в умовах “гібридної” російсько – української війни з 2014 року по теперішній час: за часів Анексії Криму, Антитерористичної операції (14 квітня 2014 року – 30 квітня 2018 року), Операції Об’єднаних сил (30 квітня 2018 року – 20 лютого 2022 року) та Широкомасштабного вторгнення армії російської федерації на територію суверенної України.

У період з 1991 по 2014 роки ВПВ з підготовки населення формувалося в умовах становлення незалежної держави, спираючись на національну ідентичність, але не мало системного характеру. Домінували різні підходи, від формування загальної патріотичної свідомості до ознайомлення з історією, символікою, а також знайомства з основами військової служби через освітні заклади, громадські організації та Збройні Сили. З 1991 року – з моменту здобуття Україною незалежності, не існувало єдиної державної програми, яка б комплексно охоплювала ВПВ що призводило до фрагментарності процесу.

Основний акцент ВПВ з підготовки населення робився на формуванні патріотизму через знайомство з історією, державними символами, традиціями та культурою українського народу.

В основу побудови демократичної держави та її найважливішого соціального інституту як Збройні Сили було покладено принцип ВПВ населення та особового складу української армії. Постало закономірне питання – формування образу захисника Батьківщини, а особливо серед молоді, питання української мови як державної – обов’язкове володіння нею всіма громадянами України і в усіх галузях життєдіяльності, в тому числі, і в Збройних Силах [20].

З боку держави було приділено особливу увагу щодо створення нової програми відродження у сфері розвитку ВПВ [21].

Складною у цей період була ситуація ВПВ з підготовки студентських колективів. У багатьох регіонах України серед молоді помітно зросла злочинність, зокрема у Рівненській області – на 100%, Хмельницькій – на 94%, у Київській області та Автономній Республіці Крим – на 50%. Виникла необхідність активізації патріотичного виховання, відновлення посад проректорів із виховної та гуманітарної роботи в закладах освіти всіх категорій. На думку

освітян, відсутність державної ідеології, неналежний рівень культурної роботи, навіть недостатня кількість української літератури негативно впливало на виховання молоді. У подальшому (2005–2009 рр.) розвиток ВПВ в підготовці молоді супроводжувався євроатлантичними прагненнями України. Національна політика пам'яті, яку провадили у цей час, спрямовувалася на перегляд української національної історії, у тому числі воєнної, відхід від радянських, а фактично проросійської підготовки. Зокрема проведення спільних військово-патріотичних заходів із представниками окремих країн СНД, залучення до діяльності центральних органів виконавчої влади, зокрема Міністерства оборони України, громадських та релігійних організацій, пов'язаних із російською федерацією. Їхня діяльність характеризувалася просуванням історичних наративів, спрямованих на повернення до прорадянських поглядів на історію України. При цьому навчальний час на викладання воєнно-історичних дисциплін у вищих військових навчальних закладах на цьому етапі суттєво зменшився [22].

Наступним етапом розвитку ВПВ з підготовки населення держави став період Антитерористичної операції та Операції об'єднаних сил. Російська федерація тимчасово захопила частину території України через зраду місцевого населення та зраду присязі українському народові особового складу військових частин, які проходили військову службу на території Автономної Республіки Крим. Загрозлива ситуація актуалізувала питання підвищення якості військової освіти та ВПВ з підготовки населення держави як базису підготовки висококваліфікованих кадрів, необхідність розроблення нових підходів до питання патріотичного виховання в умовах агресії з боку російської федерації, тотального реформування національної системи виховання молоді, її зосередження на становленні свідомих громадян-патріотів, через формування мережі ветеранських об'єднань, військово-патріотичних організацій, спортивно-патріотичних товариств [23]. Як приклад, завдання з підвищення якості освіти з ВПВ підготовки молоді було визначено в Наказі Міністерства оборони України "Про затвердження Положення про вищі військові навчальні заклади" від 27 травня.2015 року № 240 [24], при цьому виховання у курсантів, слухачів, студентів глибокого почуття патріотизму виокремлено в одне з основних завдань виховної роботи у військових вузах.

Наступним кроком державної влади стає формування фактично загальнонаціональної системи НПВ, зокрема й ВПВ, Указом Президента України було створено відповідну Робочу групу з розроблення Стратегії НПВ на період 2016 – 2020 років. Саме на підставі цього Указу Кабінетом міністрів України були визначені основні завдання центральним органам виконавчої влади, державним адміністраціям, науковим установам щодо осучаснення роботи закладів освіти, музеїв, закладів культури; проведення заходів з ВПВ дітей та молоді; налагодження взаємодії у питаннях ВПВ допризовної молоді та популяризації військової служби у Збройних Силах України [25]. Результатом цієї потужної роботи стала підготовка у 2015 році певних нормативно-правових актів національного рівня, таких як Концепція національно-патріотичного виховання дітей і молоді та плану заходів щодо її реалізації [26], Стратегії НПВ дітей та молоді на період 2016 – 2020 років [27]. Відповідні нормативні документи концентрували увагу на ВПВ з підготовці населення як на складову НПВ, спрямовану набувати пріоритетного значення у період воєнної загрози.

Як висновок вказаного етапу розвитку ВПВ з підготовки населення України, можна відмітити, що упродовж 2014 – 2019 років нормативно-правова база з питань ВПВ набула значного, прогресивного розвитку, що зумовлювало оновлення його змісту, форм та засобів. Прийняті на цьому етапі нормативно-правові документи умовно можна згрупувати за такими напрямами: безпосередньо у змісті проведення ВПВ з підготовки населення; у сфері інформаційної безпеки, а саме – протидії негативному інформаційно – психологічному впливу на свідомість громадян України; у сфері відновлення та збереження національної історичної пам'яті, посилення ролі української національної історичної науки. Аналіз нормативно-

правових актів, що визначають діяльність певних структурних підрозділів Міністерства оборони та Генерального штабу ЗС України з питань військово-патріотичної та воєнно-історичної роботи, свідчить про важливість і пріоритетність організації ВПВ з підготовки населення в роботі воєнно – політичного керівництва України.

Важливим етапом ВПВ з підготовки населення України є період збройної агресії російської федерації з 24 лютого 2022 року. Період повномасштабного вторгнення зумовив підняття більш ефективного проведення ВПВ з підготовки суспільства. Зупинення російської навали в лютому 2022 року було здійснено за рахунок саме патріотизму та підготовленості громадян України. Але проблемним питанням ВПВ в підготовці населення стає масовий виїзд цивільного населення за межі держави з метою збереження власного життя та здоров'я. На підставі цієї проблеми керівництвом держави визначаються завдання з удосконалення системи патріотичного виховання на основі усвідомлення і утвердження національної ідентичності та загальнолюдських цінностей [28].

Після повномасштабного вторгнення Російської Федерації в Україну організація ВПВ з підготовки населення зазнала суттєвих змін ставши пріоритетним напрямком державної політики та суспільного життя. Основна мета полягає у формуванні оборонної свідомості, підвищенні мотивації громадян до готовності та здатності захищати Вітчизну, а також становленні свідомих громадян-патріотів.

Необхідно відмітити, що Міністерство оборони України розробило та затвердило нову Концепцію військово-патріотичного виховання в системі МОУ [29] спрямовану на підвищення мотивації військовослужбовців та потенційних рекрутів. Посилено увагу до практичних аспектів, включаючи тактичну медицину, навички поводження зі зброєю, використання дронів та інших військово-прикладних видів спорту. ВПВ в підготовці населення стало наскрізним виховним процесом у системі освіти, де воно розглядається на рівні з національно-патріотичним вихованням та громадянською освітою. У закладах освіти впроваджено низку ініціатив, як для прикладу, у сфері реформування загальної середньої освіти – "Нова українська школа" – технологізація [30].

Також одним із елементів ВПВ з підготовки населення є робота Головного штабу Всеукраїнської дитячо-юнацької військово-патріотичної гри "Сокіл" ("Джура") – громадські об'єднання та волонтерські ініціативи активно залучаються до цієї гри.

Таким чином, організація ВПВ з підготовки населення в Україні після лютого 2022 року стала більш інтенсивною, практично орієнтованою та інтегрованою в усі сфери суспільного життя з метою підготовки громадян до захисту Вітчизни та збереженню суверенітету та територіальної цілісності держави.

Підсумовуючи викладене, можна з упевненістю стверджувати що в Україні дійсно формується стійка система ВПВ з підготовки населення на державному рівні через державну програму національного спротиву, яка торкається всіх сфер життєдіяльності українського суспільства у порівнянні з провідними країнами НАТО. Україна сьогодні воює за свою українську ідентичність, даючи відсіч численному і потужному агресору – російській федерації.

Висновки

Підбиваючи підсумки проведеного дослідження слід закцентувати особливу увагу на тому, що саме ВПВ з підготовки населення, як складова НПВ, є одним із пріоритетних і чи не найважливіших напрямів діяльності Української держави та українського суспільства в умовах "гібридної" російсько-української війни 2014 – 2025 років війни за українську ідентичність, адже формування національної свідомості українського суспільства на основі національних цінностей, виховання підготовленого громадянина-патріота України з юнацьких років, здатного у майбутньому успішно будувати громадянське суспільство на демократичних принципах, набувають сьогодні, як ніколи, особливого, доленосного значення.

Перспективою подальших досліджень пріоритетності ВПВ з підготовки населення в системі підготовки громадян України до національного спротиву є вдосконалення шляхів розв'язання проблемних питань з підвищення якості ВПВ в підготовці громадян України.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Стратегія національної безпеки України : Указ Президента України від 14.09.2020 № 392/2020 (із змінами, внесеними згідно з Указом Президента України від 06.01.2025 № 16/2025). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392/2020#Text (дата звернення: 05.12.2025).
2. Про затвердження плану дій щодо реалізації Стратегії національно-патріотичного виховання на 2020–2025 роки : постанова Кабінету Міністрів України від 09.10.2020 № 932. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/932-2020-%D0%BF#Text (дата звернення: 08.12.2025).
3. Бех І. Д., Канішевська Л. В., Малиношевський Р. В. Стратегія військово-патріотичного виховання дітей та молоді в системі освіти України: реалії та орієнтовні позиції // Вісник Національної академії педагогічних наук України. 2023. Т. 5, № 2. С. 1–7.
4. Зубалій М. Д., Журба К. О., Бінецький Д. О., Касіч Н. П., Кузора І. В. Військово-патріотичне виховання учнів в умовах ідейно-світоглядної конфронтації : навч.-метод. посіб. Київ : Інститут проблем виховання НАПН України, 2023. С. 8–20.
5. Військово-патріотичне виховання дітей та учнівської молоді в системі освіти України: стратегічні напрями / за ред. І. Д. Беха, Р. В. Малиношевського. Івано-Франківськ : НАІР, 2023. 112 с.
6. Лозаренко С. С. Військово-патріотичне виховання як складова частина політики обороноздатності країни // Олімпійський та параолімпійський спорт. 2023. С. 21–25.
7. Грищенко В. В., Грищенко С. В., Ілішова О. М., Єфімов Д. В., Макогончук Н. В. Проблема національно-патріотичного виховання // Інноваційна педагогіка. 2022. Вип. 44, т. 1. С. 119–123.
8. Про основи національного спротиву : Закон України від 16.07.2021 № 1702-IX (станом на 16.05.2025). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1702-20#Text (дата звернення: 09.12.2025).
9. Про затвердження Державної цільової соціальної програми з утвердження української національної та громадянської ідентичності на період до 2028 року : постанова Кабінету Міністрів України від 30.07.2024 № 864. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/864-2024-%D0%BF#Text (дата звернення: 09.12.2025).
10. Бояринцев О. Патріотичне виховання у США: досвід для України // Соціальна робота в Україні: теорія і практика. 2014. № 1/2. С. 159–166. URL: https://enpuir.udu.edu.ua/entities/publication/db01603d-2153-4817-ba85-ff28ab240a96 (дата звернення: 10.12.2025).
11. U.S. Army Junior ROTC Program Overview. 2025. URL: https://usarmyjrotc.army.mil/army-junior-rotc-program-overview (дата звернення: 09.12.2025).
12. ROTC Programs // Today's Military. 2025. URL: https://www.todaysmilitary.com/education-training/rotc-programs (дата звернення: 09.12.2025).

13. Бідний В. А., Гребенюк М. В., Грицюк В. М. Роль та місце воєнно-історичної роботи за кордоном (на прикладі США та Росії) // Наукові праці Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. 2016. Т. 26. С. 94–104.
14. Army Cadet Force. Cadets Programme. 2025. URL: https://armycadets.com/ (дата звернення: 11.12.2025).
15. Combined Cadet Force. Roles and Responsibilities. 2025. URL: https://combinedcadetforce.org.uk/ (дата звернення: 11.12.2025).
16. Sea Cadets. Youth Development Programme. 2025. URL: https://www.seacadets.org/ (дата звернення: 11.12.2025).
17. Royal Air Force Air Cadets. 2025. URL: https://www.raf.mod.uk/ (дата звернення: 11.12.2025).
18. Das Konzept der Inneren Führung. Bundesministerium der Verteidigung. 2025. URL: https://www.bmvg.de/de/themen/verteidigung/innere-fuehrung/das-konzept (дата звернення: 11.12.2025).
19. Service National Universel (SNU). Présentation. 2025. URL: https://www.snu.gouv.fr/ (дата звернення: 11.12.2025).
20. Про забезпечення функціонування української мови як державної : Закон України від 25.04.2019 № 2704-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2704-19#Text (дата звернення: 15.10.2025).
21. Про Національну програму відродження та розвитку Українського козацтва на 2002–2005 роки : Указ Президента України від 15.11.2001 № 1092 // Урядовий кур'єр. 2001. № 216.
22. Пашкова О. О. Військово-патріотичне виховання курсантів вищих військових навчальних закладів України (1991–2019) : дис. … канд. іст. наук : 253. Київ : Національний університет оборони України, 2022. 246 с.
23. Власюк О. С., Кононенко С. В. Кремлівська агресія проти України: роздуми в контексті війни : монографія. Київ : НІСД, 2017. 304 с.
24. Про затвердження Положення про вищі військові навчальні заклади : наказ Міністерства оборони України від 27.05.2015 № 240.
25. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 29 грудня 2016 року "Про Доктрину інформаційної безпеки України" : Указ Президента України від 25.02.2017 № 47 // Урядовий кур'єр. 2017. № 38.
26. Про затвердження Концепції національно-патріотичного виховання дітей і молоді та заходів щодо її реалізації : наказ Міністерства освіти і науки України від 16.06.2015 № 641. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0641729-15#Text (дата звернення: 11.12.2025).
27. Про Стратегію національно-патріотичного виховання дітей та молоді на 2016–2020 роки : Указ Президента України від 13.10.2015 № 580/2015. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/580/2015#Text (дата звернення: 11.12.2025).
28. Про затвердження Державного стандарту початкової освіти : постанова Кабінету Міністрів України від 21.02.2018 № 87. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/87-2018-%D0%BF#Text (дата звернення: 15.10.2025).
29. Про затвердження Концепції військово-патріотичного виховання в системі Міністерства оборони України : наказ Міністерства оборони України від 14.08.2024 № 554.
30. Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти "Нова українська школа" на період до 2029 року : розпорядження Кабінету Міністрів України від 14.12.2016 № 988-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#Text (дата звернення: 16.10.2025).

References

1. President of Ukraine. (2020, September 14). *Strategy of national security of Ukraine* (Decree No. 392/2020, as amended by Decree No. 16/2025 of January 6, 2025). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392/2020#Text
2. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2020, October 9). *Action plan for the implementation of the Strategy of national-patriotic education for 2020–2025* (Resolution No. 932). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/932-2020-%D0%BF#Text
3. Bekh, I. D., Kanishevska, L. V., & Malynoshevskyi, R. V. (2023). Strategy of military-patriotic education of children and youth in the education system of Ukraine: Realities and guidelines. *Bulletin of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine, 5*(2), 1–7.
4. Zubalii, M. D., Zhurba, K. O., Binetskyi, D. O., Kasich, N. P., & Kuzora, I. V. (2023). *Military-patriotic education of students under conditions of ideological and worldview confrontation*. Institute of Problems on Education of NAES of Ukraine.
5. Bekh, I. D., & Malynoshevskyi, R. V. (Eds.). (2023). *Military-patriotic education of children and students in the education system of Ukraine: Strategic directions*. NAIR.
6. Lozarenko, S. S. (2023). Military-patriotic education as a component of national defense policy. *Olympic and Paralympic Sport*, 21–25.
7. Hryshchenko, V. V., Hryshchenko, S. V., Ilishova, O. M., Yefimov, D. V., & Makohonchuk, N. V. (2022). The problem of national-patriotic education. *Innovative Pedagogy, 44*(1), 119–123.
8. Verkhovna Rada of Ukraine. (2021, July 16). *On the foundations of national resistance* (Law No. 1702-IX). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1702-20#Text
9. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2024, July 30). *State target social program for the affirmation of Ukrainian national and civic identity until 2028* (Resolution No. 864). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/864-2024-%D0%BF#Text
10. Boiaryntsev, O. (2014). Patriotic education in the USA: Experience for Ukraine. *Social Work in Ukraine: Theory and Practice*, 1–2, 159–166. https://enpuir.udu.edu.ua/entities/publication/db01603d-2153-4817-ba85-ff28ab240a96
11. U.S. Army. (2025). *Junior Reserve Officers' Training Corps (JROTC) program overview*. https://usarmyjrotc.army.mil/army-junior-rotc-program-overview
12. Today's Military. (2025). *Reserve Officers' Training Corps (ROTC) programs*. https://www.todaysmilitary.com/education-training/rotc-programs
13. Bidnyi, V. A., Hrebeniuk, M. V., & Hrytsiuk, V. M. (2016). The role and place of military-historical work abroad (case of the USA and Russia). *Scientific Works of Kamianets-Podilskyi Ivan Ohiienko National University, 26*, 94–104.
14. Army Cadet Force. (2025). *Cadets programme*. https://armycadets.com/
15. Combined Cadet Force. (2025). *Roles and responsibilities*. https://combinedcadetforce.org.uk/
16. Sea Cadets. (2025). *Youth development programme*. https://www.seacadets.org/
17. Royal Air Force. (2025). *RAF Air Cadets*. https://www.raf.mod.uk/
18. Federal Ministry of Defence (Germany). (2025). *The concept of Innere Führung*. https://www.bmvg.de/de/themen/verteidigung/innere-fuehrung/das-konzept
19. Service National Universel. (2025). *Presentation of the SNU programme*. https://www.snu.gouv.fr/
20. Verkhovna Rada of Ukraine. (2019, April 25). *On ensuring the functioning of the Ukrainian language as the state language* (Law No. 2704-VIII). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2704-19#Text
21. President of Ukraine. (2001, November 15). *On the National program for the revival and development of Ukrainian Cossacks for 2002–2005* (Decree No. 1092). *Uriadovyi Kurier*, No. 216.

22. Pashkova, O. O. (2022). *Military-patriotic education of cadets of higher military educational institutions of Ukraine (1991–2019)* (Doctoral dissertation). National Defence University of Ukraine.
23. Vlasiuk, O. S., & Kononenko, S. V. (2017). *Kremlin aggression against Ukraine: Reflections in the context of war*. National Institute for Strategic Studies.
24. Ministry of Defence of Ukraine. (2015, May 27). *Regulations on higher military educational institutions* (Order No. 240).
25. President of Ukraine. (2017, February 25). *Doctrine of information security of Ukraine* (Decree No. 47). *Uriadovyi Kurier*, No. 38.
26. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2015, June 16). *Concept of national-patriotic education of children and youth and measures for its implementation* (Order No. 641). https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0641729-15#Text
27. President of Ukraine. (2015, October 13). *Strategy of national-patriotic education of children and youth for 2016–2020* (Decree No. 580/2015). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/580/2015#Text
28. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2018, February 21). *State standard of primary education* (Resolution No. 87). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/87-2018-%D0%BF#Text
29. Ministry of Defence of Ukraine. (2024, August 14). *Concept of military-patriotic education in the system of the Ministry of Defence of Ukraine* (Order No. 554).
30. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2016, December 14). *Concept for the implementation of state policy in reforming general secondary education "New Ukrainian School" until 2029* (Order No. 988-r). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/988-2016-%D1%80#Text

New Geopolıtıcal Features of the South Caucasus Regıon

Нові геополітичні риси регіону Південного Кавказу

Zafar Nuri Najafov
PhD in National Security and Military Sciences, e-mail: zafarnajafov@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-1392-9359
National Defence University, Baku, Republic of Azerbaijan

Зафар Нурі Наджафов
Доктор філософії з національної безпеки та військових наук, e-mail: zafarnajafov@yahoo.com, ORCID: 0000-0002-1392-9359
Національний університет оборони, Баку, Азербайджан

Received: December 17, 2025 | Revised: December 28, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.7

Purpose. To identify the main geopolitical trends of the rapid transformations that have occurred in the security architecture of the South Caucasus after the Second Karabakh War.

Method. Historical, comparative analysis, systematic approach and structural analysis methods.

Findings. The connection of new geopolitical activity with proselytism in the South Caucasus is the leitmotif of this research work. Here we can focus on two trends. First, this is a very dangerous trend and can turn the region into a battlefield of extra-state and military alliances. Second, the classical threat model can be replaced by new regionalism principles based on economic cooperation. Overall, the confrontation-cooperation axis will continue its transformative role more rapidly in the formation of the new security architecture of the South Caucasus.

Theoretical implications. The Second Karabakh War had a serious impact on theoretical issues related to security in the South Caucasus. The traditional sphere of influence and threat model that has maintained itself in the South Caucasus for a century is currently undergoing a period of transformation. The regional geopolitical order is expanding due to new actors, the range of threats is expanding and increasingly originating from abroad. Despite the influx of external influences into the region, confidence in the creation of a unified security system among the countries of the region is growing.

Practical implications. The results of the Second Karabakh War have brought the South Caucasus out of its inertia. Geopolitical dualism is noticeable in the region. On the one hand, there is an expansion of the horizons of intense armament, military-technical cooperation between local states and new transregional actors, and even the transition of extra-state competition to this region. On the other hand, confident steps towards peace and peaceful coexistence are evident in the region. The achievement of reconciliation between Azerbaijan and Armenia at the initiative of the United States and the transformation of the Zangezur corridor (TRIP) into the main object of this reconciliation creates the basis for the beginning of a new stage of regionalism in the South Caucasus, and the replacement of military rhetoric with heated disputes around regional corridors.

Value. This article is considered significant in terms of the new content of the geopolitical processes that took place in the South Caucasus after the Second Karabakh War, the radical transformation of traditional views, and the transformation of the region into a theater of extra-state conflict.

Paper type. Theoretical.

Key words: South Caucasus, Second Karabakh war, “Heartland”, extra-state confrontations, regionalism.

Мета дослідження. Визначити основні геополітичні тенденції стрімких трансформацій, що відбулися в архітектурі безпеки Південного Кавказу після Другої карабаської війни.

Метод дослідження. Історичний і порівняльний аналіз, системний підхід та методи структурного аналізу.

Результати дослідження. Лейтмотивом цього дослідження є зв’язок нової геополітичної активності з прозелітизмом у Південному Кавказі. Тут можна виокремити дві тенденції. По-перше, це вкрай небезпечна тенденція, яка може перетворити регіон на поле протиборства позадержавних і військових альянсів. По-друге, класична модель загроз може бути замінена принципами нового регіоналізму, заснованого на економічній співпраці. Загалом вісь «протистояння – співробітництво» й надалі відіграватиме трансформаційну роль, але в прискореному режимі, у формуванні нової архітектури безпеки Південного Кавказу.

Теоретична цінність дослідження. Друга карабаська війна справила істотний вплив на теоретичні проблеми безпеки Південного Кавказу. Традиційна модель сфер впливу та загроз, яка зберігалася в регіоні протягом століття, нині переживає період трансформації. Регіональний геополітичний порядок розширюється за рахунок появи нових акторів, а спектр загроз зростає та дедалі частіше має зовнішнє походження. Попри посилення зовнішніх впливів у регіоні, зростає довіра до можливості створення єдиної системи безпеки між країнами Південного Кавказу.

Практична цінність дослідження. Результати Другої карабаської війни вивели Південний Кавказ зі стану інерції. У регіоні спостерігається геополітичний дуалізм. З одного боку, відбувається розширення горизонтів інтенсивного озброєння, військово-технічного співробітництва між місцевими державами та новими трансрегіональними акторами, а також перенесення позадержавної конкуренції до цього регіону. З іншого боку, очевидними є впевнені кроки до миру та мирного співіснування. Досягнення примирення між Азербайджаном і Вірменією за ініціативи Сполучених Штатів і перетворення Зангезурського коридору (TRIP) на головний об’єкт цього примирення створюють підґрунтя для початку нового етапу регіоналізму в Південному Кавказі та заміни військової риторики гострими дискусіями навколо регіональних коридорів.

Цінність дослідження. Стаття є значущою з огляду на новий зміст геополітичних процесів, що відбулися в Південному Кавказі після Другої карабаської війни, радикальну трансформацію традиційних уявлень та перетворення регіону на театр позадержавних конфліктів.

Тип статті. Теоретичний.

Ключові слова: Південний Кавказ, Друга карабаська війна, “Гартленд”, позадержавні протистояння, регіоналізм.

Introduction

For the first time in the history of the South Caucasus, it is about to enter a period of radical transformation. The geopolitical order, which has been closely linked to the conflicts, occupations and deportations that have arisen in the region over the past two centuries, is about to collapse. The actors who have controlled the region for a long time are forced to adapt to the impact of the new geopolitical reality. The new rules of the game are about to suppress classic behaviors. It is not excluded that this situation will bring new development and breath to the region, as well as new problems in content.

The "Agreement on the Establishment of Peace and Interstate Relations between the Republic of Azerbaijan and the Republic of Armenia", which was laid with the 44-day Second Karabakh War and signed between Azerbaijan and Armenia under the mediation of the United States on August 8 in Washington, is capable of seriously influencing the formation of the new geopolitical architecture of the region. A strong desire is being observed among the countries of the region towards the logic of "0 problems". This has created unique opportunities for adapting bilateral relations to the requirements of the new reality, seeking ways to jointly solve regional security problems and realizing the principle of peaceful coexistence.

However, in the new reality, it does not seem easy to easily achieve the desired future. There are many who dream of disrupting this peace and bringing the region back into the clutches of separatism. It seems that the interests of the countries of the region have never been as close as they are today. It is this tendency that is capable of seriously hindering the advancement of divisive and disruptive plans in the South Caucasus.

Although the new conditions seem attractive compared to the previous pessimistic period, they imply the projection of military-political contradictions between transregional forces to the region. The Israel-Iran and India-Pakistan conflicts are considered new problems transferred to the region after the Second Karabakh War. This problem, if not directly, then indirectly affects the regional order.

The projection of all these foreign games into the region reflects the potential of the South Caucasus to open up to the world and become a natural geographical springboard for advancing towards the "Heartland" as Russia's main focus shifts to the war with Ukraine.

A real basis has been created for replacing long-standing violence and hostility with mutually beneficial cooperation. The future development of the region can be better and more stable on the basis of a "soft power" strategy. It is not excluded that a new wave of regionalism will create the basis for a positive transformation of a "free and stable Caucasus".

Theoretical Background

The main vectors of the theoretical foundations of the study are considered to be the following:

1. The geopolitical transformations after the Second Karabakh War gave impetus to the rise of economic and political pragmatism in the system of intra-regional cooperation.
2. The deepening of contradictions between internal independence and influences projected from abroad;
3. The potential for the region to become a stage for broader external geopolitical games.
4. Future prospects of "Pax Americana" in the South Caucasus in the context of the "Great Games".

Problem Statement

Geopolitical problems in the South Caucasus have historically been closely related to military-political events and trends. For this reason, the processes taking place in the region have always been explained in the context of political realism. After the Second Karabakh War, the new

geopolitical realities that emerged in the region created a serious need to study them from the perspective of liberalism. This can be associated with the opening of transport and communication systems in the region, the potential for expanding logistical capabilities, and the dominance of pragmatism. All these innovations are undoubtedly closely related to constructivism. Radical ideologies – Miatsum, the collapse of Greater Armenia – see "zero problems" as a new stage in the relations between states.

Results

Historically deprived of geopolitical comfort, the South Caucasus cannot escape the vortex of conflict and confrontation even today. Military campaigns, expansions, and occupations are considered concepts that determine the eternal fate and history of this region. The transformation of a small region into spheres of influence between various civilizations and empires has not created anything positive for the smooth development of regionalism. On the contrary, the hatred and distrust of major powers for each other have had a serious impact on the psyche, behavior, and way of thinking of the peoples of the region and have turned this small region into an object of severe asymmetries. Since the 19th century, merciless geopolitical disputes and wars over the South Caucasus have reached their peak and have forever left their negative mark on the life of the region – the division of the region among regional powers. In addition, during the Soviet regime, by regularly shearing borders, the regime laid the foundation for a "powder keg" in the region, created the basis for ethnic conflicts, and was able to deliberately instill ethnic antagonism among local peoples.

The geopolitical, geoeconomic and geostrategic role of the South Caucasus in Eurasia is truly unique due to its natural resources and geographical location. Its inclusion in H.Mackinder's "Heartland" makes the region attractive for the geopolitical struggle for Eurasia [1]. Undoubtedly, the aggravation of the military-political situation in the South Caucasus after the collapse of the "cold war", collisions around oil and its transportation routes have led to the formation of a conflictological architecture in the region. Military-political games continue to keep all processes, including non-military ones, dependent on it. Even if the 44-day Second Karabakh War saved the region from 30 years of destructive war and violence, it is still too early to talk about the establishment of lasting strategic stability [2]. This can be highlighted against the background of a number of emerging trends.

1. Intensification of geopolitical processes in the region. It is not surprising that the activities, interests and competition of international and regional powers in the South Caucasus have intensified in recent years, and that events are taking place with faster and deeper impacts. This trend is especially noticeable after 2020.

There is no doubt that the South Caucasus is in the sphere of interest of several major states. Any changes in the region affect the geopolitical balance. Russia is trying to maintain its traditional dominant role in the region. Its military bases in Armenia (Gyumri) and Georgia (Abkhaziya and Ossetiya) are a very serious means of influence. However, after the Russian-Ukrainian war, its influence in the region may weaken.

Turkey has further strengthened its relations with Azerbaijan after the Second Karabakh War in 2020 and increased its geopolitical weight in the region. Iran, on the other hand, is seriously concerned about Azerbaijani-Armenian relations, the Zangezur corridor and Israeli-Azerbaijani cooperation and is trying to protect its position in the region [3].

As for the US and the European Union, their interests cannot be considered unambiguous. After the second Karabakh war, the US and the European Union tried to hinder the development of the peace process in the region under the mediation of Russia and came to the center of attention with their selective approach to the countries of the region.

The 44-day war in 2020 and the end of Armenian separatism as a result of one-day anti-terrorist measures carried out in the Karabakh economic zone of Azerbaijan in 2023 had a serious

impact on the balance of power in the region. By fully restoring its sovereignty in the region, Azerbaijan changed the "status quo" and reshaped the political map of the region [4]. These changes brought to the fore sensitive issues such as the Zangezur corridor and the delimitation of the Azerbaijani-Armenian border.

After the anti-terrorist measures, another success of Azerbaijan was the closure of the Russian-Turkish monitoring center operating in the territories controlled by Russian peacekeepers last year and the departure of Russian peacekeepers from Azerbaijan. This step did not allow Russia to restore its military presence in Azerbaijan. In fact, Pashinyan's recognition of Nagorno-Karabakh as Azerbaijani territory and Russia's efforts in the Ukrainian swamp also had a positive impact on the development of events in Azerbaijan's favor.

The region has the potential to become a transit hub between Europe and Asia: the Middle Corridor (Trans-Caspian International Transport Route) increases the geopolitical importance of the region by increasing transportation in the China-Turkey-Europe direction. Azerbaijani oil and gas pipelines (BTC, TAP, TANAP) are important for Europe's energy security, which makes Azerbaijan a strategic partner.

New threats and challenges also do not go unnoticed. Moscow's focus on Ukraine has created new opportunities and gaps in the South Caucasus. It is also too early to talk about lasting stability in Iranian-Azerbaijani relations. In the post-war period, Iran's military exercises along the border with Azerbaijan, harsh rhetoric, and an armed raid on the Azerbaijani military embassy in Tehran have contributed to a cooling of bilateral relations.

The Pashinyan government's distancing from Russia and cooperation with the European Union could fuel new tensions in the region.

The Russia-Ukraine war has significantly increased Georgia's geopolitical importance for the United States. This is due to the security of communication lines passing through Georgia and its absence from Russian influence.

2. Changing the trajectory of violence. This is a very relevant and important trend. To justify this idea, it is possible to explain that violence has increased due to the influence, interests and interference of foreign powers rather than local reasons.

Although Russia tried to maintain its position in the region after the second Karabakh war, its influence has weakened as a result of the passivity of peacekeepers, the weakness of the CSTO and the deterioration of relations with Armenia. Pashinyan's recognition of Nagorno-Karabakh as Azerbaijani territory and the gradual depletion of military and human resources in the war against Ukraine resulted in the departure of Russian peacekeepers from the region. However, it is not excluded that Russia will make plans and resort to provocations to compensate for this weakening [5].

The Iranian Persian regime is also unlikely to come to terms with the current state of events in the region. The Zangezur corridor, the Middle Corridor, Israeli-Azerbaijani cooperation and the August 8 statement signed under the leadership of the United States give grounds for the above-mentioned concern.

Turkey has increased its military, economic and political activity in the region within the framework of its alliance with Azerbaijan. This is not well received by other powers (especially Russia and Iran). It is simply that the current military-political situation in the South Caucasus and the post-Soviet space and the Middle East does not allow the latent jealousy of those states towards Turkey to take on an obvious character.

The course of events gives reason to say that violence is no longer the work of only local actors. If earlier violence was mostly limited to the Azerbaijani-Armenian Nagorno-Karabakh and other South Caucasus conflicts, now sometimes foreign intelligence services, proxy actors, and ideological influence networks are behind the violence. For example: Iran's support for some radical religious networks within Azerbaijan [6], increasing tensions between pro-Western and pro-Russian political groups within Armenia, etc. are examples of what has been said.

Violence is also spreading through cyber attacks, disinformation campaigns, fake news, and foreign social media accounts that influence public opinion. Most of these information attacks originate from centers located abroad (for example, troll factories and anti-Azerbaijani platforms).

The strategic importance of the region also increases the violence originating from abroad. The Middle Corridor, energy projects, international transport routes make the region even more attractive. Tensions between external powers for control over these resources and routes are increasing, which negatively affects intra-regional stability.

Thus, after the Second Karabakh War, the trajectory of violence in the South Caucasus has changed from a local conflict to an external geopolitical tool, from internal actors to external influential players, from classical violence to hybrid and information violence, from border incidents to a clash of regional and international interests. These processes show that the cases of violence originating from abroad have not only increased, but also taken on a multifaceted and more dangerous form.

3. The transformation of the region into a theater of extra-state confrontations. The concept of extra-confrontation means the projection of conflicts between powers outside the region, not directly between states within the region, into the region, that is, their reflection here. These conflicts occur at the level of geopolitical, ideological, energy and transport interests, and information warfare. This can be seen in the short-term wars between India-Pakistan and Israel-Iran that took place this summer. The geopolitical and ideological confrontation between Israel and Iran, which has been going on for many years, is no longer limited to the Middle East. This rivalry is having an impact on the system of interstate relations in the South Caucasus region, and this region is increasingly becoming an indirect area of influence of the Israeli-Iranian conflict [7].

Israel and Azerbaijan have a strong strategic partnership in the military, security, and energy sectors. Azerbaijan provides approximately 40% of Israel's energy needs. Israel, in turn, sells modern weapons systems, including UAVs, missiles, and defense technologies to Azerbaijan. Israeli-made technologies played an important role in the Second Karabakh War of 2020. Iran perceives Azerbaijan’s rapprochement with Israel as a “threat to its national security”.

Although the conflict and tense relations between India and Pakistan (especially over the Kashmir region) mainly cover the South Asian region, this confrontation has direct and indirect geopolitical, diplomatic and economic implications for Azerbaijan [8]. The logical consequence of this is India’s veto on Azerbaijan’s membership in the organization at the 25th meeting of the Council of Heads of State of the Shanghai Cooperation Organization member states in Tianjin, China, on September 1.

Pakistan is one of the most resolute supporters of Azerbaijan on the Nagorno-Karabakh issue and does not officially recognize Armenia. This is in line with Azerbaijan’s interests. Azerbaijan, on the other hand, exhibits a pro-Pakistani approach on the Kashmir issue, which is negatively perceived by India.

India has strengthened military cooperation with Armenia in recent years: it sells it missile systems, anti-aircraft complexes and unmanned aerial vehicles. In 2022 and 2023, India signed multi-million dollar arms deals with Armenia. This rapprochement is seen as a balance to the Azerbaijan-Pakistan partnership.

The tension between India and Pakistan indirectly affects the South Caucasus and Azerbaijan, as both sides seek to strengthen their strategic partnerships there. India is developing relations with Armenia, while Pakistan provides political and military support to Azerbaijan, creating a new “polarization line” in the South Caucasus.

4. Weakening of asymmetries between the countries of the region. The South Caucasus asymmetries are noticeable in the context of frozen conflicts between the countries of the region, geopolitical orientation, routes for the development and transportation of hydrocarbon resources, and cooperation with foreign powers. Frozen conflicts have long undermined trust in the region,

laid the foundation for diversification in the foreign policy and geopolitical orientation of local countries, and have not created conditions for regional consolidation. Instead, mini-blocks have been created in the region instead of a unified security system, but it was impossible for them to act on behalf of the entire region.

At one time, the determination of the routes for the exploitation and transportation of Azerbaijani oil also created a collision between development and stability in the region and disintegration and military coups.

The prolonged existence of asymmetry met the interests of states interested in keeping the region under their control. Also, asymmetry did not allow new forces to enter the region. Armenia has been trying to cover up its weak potential in the South Caucasus for a long time with the policy of aggression carried out against Azerbaijan with the support of foreign patrons and direct military assistance, and has tried to use the biased activities of the Minsk Group for its own interests. By winning the 44-day Second Karabakh War, Azerbaijan neutralized one of the asymmetries by putting an end to Armenian separatism in the South Caucasus [9].

In addition, this conflict resulted in the collapse of another asymmetry in the region - Armenia's farewell to its pro-Russian geopolitical orientation. As is known, in January of this year, Armenia signed a document on strategic partnership with the United States, putting an end to “99 percent strategic dependence on Russia”, in Pashinyans words. The Armenia-Russia-Iran tandem, which has dominated the South Caucasus for the past 30 years, could not withstand the strategic alliance formed between Azerbaijan-Georgia and Turkey.

On August 8, the “Agreement on the Establishment of Peace and Interstate Relations between the Republic of Azerbaijan and the Republic of Armenia” was signed in Washington under the mediation of the United States. The main provisions of this agreement include the peaceful coexistence of the two countries, the resolution of state borders in accordance with the Almaty Declaration signed in 1991, the termination of the activities of the OSCE Minsk Group, etc., which created the basis for the complete elimination of a number of asymmetries.

The new geopolitical conditions may create the basis for strengthening Georgia’s national security, further strengthening its cooperation with the United States and the European Union, further expanding its constructive cooperation with China, and resolving controversial issues with Russia.

5. The new content of regionalism. For the first time in history, a unique opportunity for constructive regionalism has arisen in the South Caucasus. The results of the Second Karabakh War have created a basis for replacing disintegration with coexistence, mistrust with confidence, and isolation with cooperation. The centuries-long conflict, ethnic cleansing, territorial claims, genocide, deportation, etc. disintegrative processes in the region have led to the association of the South Caucasus with the term “balkanization”. Therefore, the principle of indivisibility of security in this region has never been ignored.

In general, regionalism is the desire or tendency of states or regions located in a certain region to cooperate. This can be in the form of political associations (for example, alliances), economic integration, and cultural rapprochement. The countries of the South Caucasus have different ethnic, religious, and political identities, but at the same time they have a number of common historical and geographical features. The region is located in the post-Soviet space and is in the sphere of interest of various global and regional powers (Russia, Turkey, Iran, the United States, the European Union, the People's Republic of China, India, Pakistan, and Israel, etc.).

There is great potential for regionalism in the South Caucasus, but there are also many challenges. If political will, real steps are taken to build trust and resolve conflicts, cooperation in this region can deepen and stable regional integration models can be formed.

Unfortunately, although a number of initiatives have been put forward in the South Caucasus to date in terms of the positive development of regionalism, ethnopolitical conflicts, political disagreements, and geopolitical trends have played a serious role in preventing it. For the first time

since the Second Karabakh War, hopes for the emergence of regionalism have increased. The peace treaty signed between Azerbaijan and Armenia in the White House on August 8, 2025, with the mediation of the United States, can make a significant contribution to the positive development of regionalism in terms of future prospects [10].

On August 8, a historic agreement was signed in Washington under the auspices of the United States, marking the beginning of a new era in relations between the two countries. For the first time in a conflict that has lasted more than a century, the parties agreed to cease hostilities, paving the way for a potential new geopolitical framework in the South Caucasus. Experts say the region is entering a period of radical change, with traditional actors at risk of losing influence and new powers seeking to assert leadership through more flexible "soft power strategies" (including the use of "smart power").

The signing of the Joint Declaration between Azerbaijan and Armenia in Washington on August 8 is a turning point in the history of the region. For the first time in more than three decades of conflict, both sides committed to normalizing relations, establishing diplomatic relations, and resolving the issues of demarcation and delimitation of borders. This not only represents an end to military operations, but also the emergence of a new geopolitical framework in the South Caucasus, in which traditional actors will gradually lose influence and new forces will shape the rules based on "soft power". For Azerbaijan, this is an opportunity to finally curb Armenia's revanchist ambitions and secure its historically justified positions.

What concrete benefits does Azerbaijan gain from signing this declaration? Azerbaijan gains on several strategic fronts. First, the declaration legally and formally eliminates Armenia's territorial claims against Azerbaijan, in particular its claims to the Karabakh economic zone, and eliminates potential disputes in the future. Second, the repeal of the US 907 amendment effectively eliminates double standards and opens the door to full-fledged defense cooperation with Washington. Third, the opening of the Zangezur Corridor under US control, rather than Russian control, creates a new model for regional logistics and strengthens Azerbaijan's position in transcontinental projects. Fourth, the OSCE Minsk Group will definitively end its activities and remove formal obstacles to the direct peace process (the OSCE Minsk Conference and the Minsk Group were legally terminated on December 1, 2025). Fifth, an agreement will be reached on the establishment of a Strategic Working Group between the United States and Azerbaijan, which will prepare a "Strategic Partnership Charter". In general, US-Azerbaijani cooperation will further deepen in priority areas such as energy, trade, defense, artificial intelligence and digital infrastructure [11].

These changes will have a serious impact on the balance of power in the region and Azerbaijan's foreign policy position.

It is likely that the influence of Russia and Iran in the region will weaken compared to previous years, and the influence of the United States, NATO and Turkey will expand. As an ally of the United States and a member of NATO, Turkey will gain additional opportunities to strengthen its regional presence. In a broader context, this creates conditions for transforming the Central Corridor into a strategic logistics artery across Eurasia and has a positive impact on the integration of the Turkic world. In this scenario, Azerbaijan, while raising its bilateral relations with the United States to the level of a strategic partnership, will have a sufficient impact on the development of events as a major regional actor. At the same time, these changes will not go unnoticed by the Russian-Azerbaijani alliance, which will have to adapt to the new reality.

Is Armenia ready to abandon the myths of the past and seize this historic opportunity to become an independent, economically strong, and strategically important transit state, based on equal and cooperative relations with its neighbors and the United States? New prospects are opening up for Armenia and the global Armenian community, ones that could transform not only the country's domestic politics but also its entire foreign policy trajectory. By abandoning utopian and destructive ideas such as the concept of "Myatsum" or "Greater Armenia", the country has the

opportunity to become a truly independent and modern state, capable of pursuing a pragmatic policy based on the real interests of its people, not on historical myths. The main outcome could be the normalization of relations with Azerbaijan and Turkey, which would restore dialogue and create opportunities for cooperation within the “zero problem” approach. This would also open Armenia's domestic market to Turkish entrepreneurs, creating new jobs, investment, and economic growth. At the same time, Armenia's relations with the United States could further develop, becoming more constructive and focused on regional development. However, such a rapprochement will raise concerns in Iran, where the current regime could perceive Yerevan’s moves as a departure from the traditional regional order. At the same time, US support will play an important role in gradually reducing Armenia's excessive dependence on Russia. In this regard, the withdrawal of the Russian military base from Armenian territory and a symbolic step toward genuine sovereignty could be a priority. Due to its strategic geopolitical location, Armenia has the potential to become an important transit country, located along the main corridors connecting the South Caucasus with Asia and Europe. This will open up new opportunities in transportation and logistics and strengthen Armenia's position as a significant regional player. Finally, strengthening ties with the West and reducing Moscow's influence will reduce the likelihood of pro-Russian forces returning to power. Thus, Armenia has a real chance for modernization, political independence, and economic revival.

As for the United States, by implementing these strategic measures, it can not only strengthen its influence in the South Caucasus but also fundamentally restructure the security architecture in the post-Soviet space. Since the United States is the author of this declaration, it can be assumed that Washington seeks to extract a number of strategic benefits from it. First and foremost, America will seek the swift signing of a peace treaty between Azerbaijan and Armenia, which will strengthen its position as a key player in the South Caucasus and gradually displace Russia from the region. At the same time, the United States will likely influence the formation of Iran's future governance model and strengthen the use of soft power instruments in regional governance. Until Russia and Iran are completely weakened, the United States will attempt to take advantage of Turkey’s growing geostrategic potential. Against this backdrop, new competition – primarily economic – will emerge in the region between the United States and China, leading to the emergence of blocs compatible with these powers. Washington will also likely hinder the expansion of BRICS into the South Caucasus, instead promoting the growth of the Abraham Accords. At the same time, the United States will seek to integrate the South Caucasus into NATO’s plans for eastward expansion and potentially create a new subregional security structure consistent with its strategic interests. More broadly, the United States intends to promote Russia's decentralization in the post-Soviet space, launch a Transcaucasian security system, gradually advance toward the center of the country, and gain control over anti-Atlantic forces [11].

The plan proposed on August 8 carries a number of serious risks. First and foremost, Russia could intensify its destructive activities aimed at undermining socio-political stability in Armenia and influencing a change of government. To achieve this goal, it could use a variety of means of influence—from its military contingent in Gyumri and the Kocharyan-Sargsyan political duo to the Church, which could act as a kind of “fifth column”. In Azerbaijan, where Moscow’s position is less entrenched than in Armenia, increased pressure can be expected in the economic, informational, and humanitarian spheres—primarily a range of hybrid measures. Attacks on strategic targets outside its borders have already been recorded: on the night of August 8, Russia used Shahed drones to strike a SOCAR oil storage facility in Ukraine’s Odessa region. Furthermore, Russia may try to use Armenia against Azerbaijan again by ramping up propaganda based on biased and politically motivated issues such as the renaming of place names, the destruction of cultural monuments, or the idea of Armenians returning to Karabakh.

Conclusion

1. After the Second Karabakh War, geopolitical games in the South Caucasus have accelerated significantly. The Agreement on the Establishment of Peace and Interstate Relations between the Republic of Azerbaijan and the Republic of Armenia, signed in Washington on August 8, has given new life to these games.

2. Hopes are growing that the South Caucasus will be freed from the destructive conflict plans of foreign powers.

3. The region has become a theater of new geopolitical (extra) games and competitions in terms of content.

4. Mutual steps towards the transition to "0 problems" between Azerbaijan and Armenia are taking a constructive character. Grain from Russia and Kazakhstan entered Armenia through Azerbaijan in November. This event is the best example of how the centuries-old conflict between Azerbaijan and Armenia will be replaced by beneficial economic cooperation.

5. The Agreement on the Establishment of Peace and Interstate Relations between the Republic of Azerbaijan and the Republic of Armenia will create a unique chance for new-content regionalism in the South Caucasus.

Funding

This study received no specific financial support.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

1. Hasanov, A. (2010). *Geopolitics*. Baku.
2. Najafov, Z. (2025, August 10). *Benefits and risks of the de-occupation of the South Caucasus*. Təzadlar.az. https://tezadlar.az/cenubi-qafqazin-deokkupasiyasinin-fayda-ve-riskleri-pesekar-tehlil/
3. Kogut, V., & Nuryshev, G. (2021). The Karabakh knot of geopolitical contradictions in the South Caucasus. *Eurasian Integration: Economics, Law, Politics*, (1), 104–111.
4. Najafov, Z. (2021, November 24). *Geopolitical consequences of the Second Karabakh War*. In *Conflict analysis: Political-psychological and socio-economic aspects* (pp. 90–97). David Aghmashenebeli National Defence Academy of Georgia.
5. Seyidov, J. (2022). Post-war vectors of South Caucasus geopolitics. *Sivilizasiya Journal*, 53(4), 28–36.
6. Report.az. (2023, May 16). *Individuals attempting to establish the "Karima" state in Azerbaijan at the request of Iranian intelligence services have been arrested*. https://report.az/hadise/din-dtx-ve-bas-prokurorluq-birge-melumat-yayib
7. JAM News. (2025, May 2). *New phase in the India–Pakistan conflict and its impact on the South Caucasus*. https://jam-news.net/new-phase-in-india-pakistan-conflict-and-its-impact-on-south-caucasus/
8. Topchubashov Center. (2025, June 18). *Regional stakes in the Iran–Israel conflict: A view from the South Caucasus*. https://top-center.org/en/analytics/3769/regional-stakes-in-the-iranisrael-conflict-a-view-from-the-south-caucasus
9. Najafov, Z. (2024). Causes and consequences of local anti-terrorism measures in the Karabakh economic zone of Azerbaijan. *Social Development and Security*, 14(1), 46–54.
10. Najafov, Z. (2025, August 10). *Benefits and risks of the de-occupation of the South Caucasus*. Təzadlar.az. https://tezadlar.az/cenubi-qafqazin-deokkupasiyasinin-fayda-ve-riskleri-

pesekar-tehlil/

11. *The South Caucasus in a new wave of regionalism*. (2025, November 20–21). In *Regionalization in the international system: The search for stability in a fragmenting world* (Book of abstracts). The Global Strategy Conference, Center for Diplomatic Affairs and Political Studies (DİPAM), Beykoz University; Department of Political and Social Sciences, University of Cagliari.

Список використаних джерел

1. Гасанов, Алі. Геополітика. Підручник. Баку, 2010. 604 с.
2. Наджафов, Зафар. Користь і ризики деокупації Південного Кавказу / *Təzadlar.az*. Баку, 10 серпня 2025 р. URL: https://tezadlar.az/cenubi-qafqazin-deokkupasiyasinin-fayda-ve-riskleri-pesekar-tehlil/
3. Когут, Віктор, Нуришев, Геннадій. Карабаський вузол геополітичних суперечностей на Південному Кавказі. Москва: *Євразійська інтеграція: економіка, право, політика*, 2021. № 1. С. 104–111.
4. Наджафов, Зафар. Геополітичні наслідки Другої карабаської війни // *Аналіз конфліктів: політико-психологічні та соціально-економічні аспекти*. LEPL — Національна академія оборони імені Давида Агмашенебелі (Грузія). 24 листопада 2021 р. С. 90–97.
5. Сеїдов, Джафар. Післявоєнні вектори геополітики Південного Кавказу // *Журнал «Сивілізація»*. Баку, 2022. № 4 (53). С. 28–36.
6. В Азербайджані за запитом іранських спецслужб заарештовано осіб, які намагалися створити державу “Керіма” / *Report.az*. Баку, 16 травня 2023 р. URL: https://report.az/hadise/din-dtx-ve-bas-prokurorluq-birge-melumat-yayib
7. Новий етап індо-пакистанського конфлікту та його вплив на Південний Кавказ / *JAM News*. 02.05.2025. URL: https://jam-news.net/new-phase-in-india-pakistan-conflict-and-its-impact-on-south-caucasus/
8. Регіональні ставки в ірано-ізраїльському конфлікті: погляд з Південного Кавказу / *Центр Топчубашова*, Баку. 18 червня 2025 р. URL: https://top-center.org/en/analytics/3769/regional-stakes-in-the-iranisrael-conflict-a-view-from-the-south-caucasus
9. Najafov, Z. (2024). Causes and consequences of local antı-terrorısm measures ın the Karabakh economıc zone of Azerbaıjan. *Social Development and Security*, *14*(1), 46-54. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.1.5
10. Наджафов, Зафар. Користь і ризики деокупації Південного Кавказу / *Təzadlar.az*. Баку, 10 серпня 2025 р. URL: https://tezadlar.az/cenubi-qafqazin-deokkupasiyasinin-fayda-ve-riskleri-pesekar-tehlil/
11. Південний Кавказ у новій хвилі регіоналізму // *Регіоналізація в міжнародній системі: пошук стабільності у фрагментованому світі*. Глобальна стратегічна конференція. Збірник тез. Центр дипломатичних справ і політичних досліджень (DİPAM), Університет Бейкоз (Туреччина) та Департамент політичних і соціальних наук (SPOL) Університету Кальярі (Італія). 20–21 листопада 2025 р.

Аналіз визначення готовності Збройних Сил України до оборони держави: спроможності в системі воєнної та національної безпеки

Analysis of the Readiness of the Armed Forces of Ukraine to Defend the State: Capabilities in the System of Military and National Security

Вадим Клименко [A]

Corresponding author: кандидат військових наук, доцент, докторант науково-організаційного відділу, e-mail: vadymklymenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-9144-2362

Юрій Клят [A]

кандидат військових наук, доцент, начальник інституту, e-mail: klyatt@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8267-3748

Олег Нечаєв [A]

перший заступник командувача Сил спеціальних операцій ЗС України, Київ, Україна, e-mail: o26811650@gmail.com, ORCID ID: 0009-0001-2839-2830

Олександр Войтко [B]

доктор військових наук, доцент, начальник інституту, e-mail: o.voytko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-4610-4476

Олег Темний [B]

ад'юнкт кафедри інформаційної боротьби, e-mail: o.temnyi@edu.nuou.org.ua, ORCID ID: 0009-0009-3173-094X

Vadym Klymenko [A]

Corresponding author: Candidate of Military Sciences, Associate Professor, e-mail: vadymklymenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-9144-2362

Yurii Kliat [A]

Ph.D., Associate Professor, Head of the Institute, e-mail: klyatt@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8267-3748

Oleh Nechaiev [A]

First Deputy Commander of the Special Operations Forces of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine, e-mail: o26811650@gmail.com, ORCID ID: 0009-0001-2839-2830

Oleksandr Voitko [B]

Dr of Military Sciences, Associate Professor, Head of the Institute, e-mail: o.voytko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-4610-4476

Oleh Temnyi [B]

Doctoral Candidate of the Department of Information Warfare, e-mail: o.temnyi@edu.nuou.org.ua, ORCID ID: 0009-0009-3173-094X

[A] Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна

[B] Національний університет оборони України, Київ, Україна

[A] Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

[B] National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 20, 2025 | Revised: December 28, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.8

Мета роботи. Аналіз та уточнення терміну "готовність Збройних Сил" до оборони держави.

Метод дослідження. Базується на системному підході, що передбачає цілісне вивчення змісту, структури та взаємозв'язків елементів процесу підготовки в інтересах оцінювання та контролю рівня готовності Збройних Сил до оборони держави. У ході дослідження застосовано сукупність загальнонаукових методів пізнання, зокрема емпіричні методи (спостереження, порівняльний аналіз) та теоретичні (аналіз, синтез, узагальнення і пояснення)

Практична цінність дослідження. Розгляд підготовки Збройних Сил України до оборони держави як процесу, що розгортається у часі, повинен дозволити обчислення "готовності" як інтегрального показника, який може змінюватись залежно від наявних ресурсів. За таких умов гнучкість управлінського впливу на процес підготовки проявляється у порівнянні альтернативних варіантів заходів, виявленні надлишкових витрат та формуванні траєкторії досягнення заданого рівня готовності.

Майбутні дослідження. Доцільно зосередити на аналізі впливу зовнішніх і внутрішніх чинників на процес підготовки Збройних Сил до оборони держави, унаслідок взаємодії яких готовність постає як інтегральна властивість складної соціально-технічної системи. Розчленування процесу підготовки на окремі підсистеми, що формують компоненти спроможностей, надає можливість ідентифікувати їх функціональні взаємозв'язки та обґрунтувати склад і завдання кожної з них у досягненні сукупного оборонного ефекту. Визначення пріоритетності заходів із нарощування спроможностей з урахуванням поставлених завдань і ймовірних сценаріїв оборони створює методологічне підґрунтя для формування системи якісних і кількісних індикаторів готовності,

Purpose. Analysis and clarification of the term "readiness of the Armed Forces" for the defense of the state.

Method. To base on a systemic approach, which involves a holistic study of the content, structure and interrelationships of the elements of the training process in the interests of assessing and monitoring the level of readiness of the Armed Forces for the defense of the state. The study used a set of general scientific methods of cognition, in particular empirical methods (observation, comparative analysis) and theoretical (analysis, synthesis, generalization and explanation).

Practical value of the study. Considering the preparation of the Armed Forces of Ukraine for the defense of the state as a process that unfolds over time should allow the calculation of "readiness" as an integral indicator that can change depending on the available resources. Under such conditions, the flexibility of managerial influence on the preparation process is manifested in comparing alternative options for measures, identifying excess costs, and shaping the trajectory of achieving a given level of readiness.

Future research. It is advisable to focus on analyzing the impact of external and internal factors on the process of preparing the Armed Forces for the defense of the state, as a result of whose interaction readiness emerges as an integral property of a complex socio-technical system. Decomposing the preparation process into individual subsystems that form the components of capabilities makes it possible to identify their functional interrelationships and to substantiate the composition and tasks of each subsystem in achieving the overall defense effect. Determining the priority of capability-building measures with due regard to assigned tasks and probable defense scenarios provides a methodological basis for developing a system of qualitative and quantitative readiness indicators necessary for planning, assessing, and

необхідних для планування, оцінювання та коригування підготовки Збройних Сил до оборони держави.

Тип статті. Теоретичний, практичний.

adjusting the preparation of the Armed Forces for the defense of the state.

Paper type. Theoretical, practical.

Ключові слова: готовність, Збройні Сили України, підготовка, оборона держави, динамічна система, управління, ефективність, система управління.

Key words: Readiness, Armed Forces of Ukraine, Training, State Defense, Dynamic System, Management, Efficiency, Management System.

Вступ

В сучасних умовах часові інтервали між досягненням військами (силами) спроможностей для виконання завдань за призначенням та потребою у їх застосуванні суттєво зменшуються. Пошук технологічної переваги вимагає швидкого відпрацювання механізмів зворотного зв'язку між інноваційними рішеннями та практичними потребами, сформованими бойовим досвідом. За таких умов час є визначальним фактором успішності у досягненні мети підготовки збройних сил до оборони держави, а готовність не зводиться до суми окремих елементів, таких як ресурси, навченість, оснащеність та інших. Вона є результатом системної якості, що з'являється внаслідок їх взаємодії. Така взаємодія відповідає принципу емерджентності – здатності до виконання завдань не від окремих компонентів, а з їх узгодженості.

Актуальність дослідження терміну "готовність" зумовлена її філософською природою як результату процесу підготовки. Вона демонструє інтегральний стан спроможностей сил оборони до виконання поставлених завдань, який формується внаслідок визначеної взаємодії. Це робить її ключовою категорією для наукового осмислення та управлінського регулювання в процесі підготовки Збройних Сил України (далі – ЗС України) до оборони держави. Якщо підготовку не завершувати оцінкою готовності, вона перетворюється на процес без чіткого результату. Готовність у цьому випадку слугує показником того, наскільки підготовка була ефективною.

Аналіз досліджень та публікацій, присвячених питанням безпеки і оборони держави свідчить, що для досягнення бажаного рівня готовності збройних сил до оборони держави недостатньо знати кінцеву мету, потрібно обрати найкращий шлях, на якому збройні сили послідовно досягають станів, що мінімізують ризики та витрати в питаннях забезпечення оборони держави. Такий підхід є методологічно обґрунтованим за умови розгляду підготовки як процесу послідовної зміни станів у часі.

Теоретичні основи дослідження

Аналіз виконання державних програм розвитку ЗС України свідчить про те, що жодна з них не була виконана згідно з планом, а заходи, спрямовані на їх будівництво, не повною мірою забезпечили рівень підготовки до оборони держави. Це вимагає пошуку дієвих механізмів для покращення системи оборонного планування та досягнення стану ЗС України, який характеризує їх здатність у будь-який час та в будь-якій ситуації до виконання завдань за призначенням.

Аналіз підходів до обґрунтування шляхів набуття збройними силами спроможностей показує, що трактування поняття "готовність збройних сил" зустрічається вкрай мало. У працях вітчизняних дослідників актуальними є такі визначення, як "оборонна достатність", "обороноздатність", "бойова готовність" та інші. Разом з тим, пошук шляхів удосконалення функціонування будь-якої системи передбачає концептуальну узгодженість у трактуванні термінології, в тому числі й з підготовки ЗС України до оборони держави [1].

За стандартами НАТО підготовка збройних сил здійснюється для досягнення конкретних описаних спроможностей, які можливо перевірити на практиці, а готовність розглядається як ступінь укомплектованості, навченості, оснащеності та здатності до розгортання у визначений час [2, 3]. Прагнення до стандартів НАТО, закріплене в Конституції України, вимагає від органів державного та військового управління використання методичного забезпечення системи оборонного планування, яке базується на засадах, прийнятих в країнах – членах Альянсу. Але наявність проблемних питань забезпечення

боєздатності та боєготовності військових формувань сил оборони свідчить про необхідність його удосконалення [4, 5].

Таким чином, прагнення до стандартів не досягає своєї мети, виникає невідповідність між оборонним плануванням та його результатами, яка впливає на спроможності військових формувань. Пошук шляхів її вирішення приводить до необхідності створення дієвих механізмів оцінювання рівня готовності ЗС України. Таке оцінювання повинне надавати коректну характеристику їх стану на визначений час та дозволити зробити висновки щодо здатності військ (сил) виконувати завдання за призначенням. Це, в свою чергу, спонукає до визначення ефективності циклу управління в процесі оборонного планування в інтересах надання відповіді щодо його адекватності вимогам підготовки Збройних Сил до оборони держави.

З методологічної точки зору, дослідження базується на системному підході, що передбачає цілісне вивчення змісту, структури та взаємозв'язків елементів процесу підготовки в інтересах оцінювання та контролю рівня готовності Збройних Сил до оборони держави. У ході дослідження застосовано сукупність загальнонаукових методів пізнання, зокрема емпіричні методи (спостереження, порівняльний аналіз) та теоретичні (аналіз, синтез, узагальнення і пояснення). Теоретичним завданням дослідження є наукове обґрунтування методологічних підходів адаптивного управління підготовкою Збройних Сил України до оборони держави, що забезпечують визначення пріоритетних напрямів розвитку спроможностей військових формувань з урахуванням змін динаміки воєнних загроз національній безпеці.

Метою статті є аналіз та уточнення терміну "готовність Збройних Сил" до оборони держави.

Результати та обговорення

Пошук шляхів удосконалення системи оборонного планування призводить до вибору та переосмислення існуючих, а також створення нових категорій і понять, які слугуватимуть основою для дієвих підходів щодо системного покращення результатів підготовки до оборони. Зокрема у наукових дослідженнях, присвячених питанням підготовки держави до оборони підкреслюється, що на систему оборони впливають характер загроз, історичні й політичні умови розвитку держави, стратегічні орієнтири та її ресурсний потенціал.

Як відомо, оборонна достатність держави – це стан її воєнної могутності, який забезпечує стримування потенційного противника від агресії та її відбиття. Досягнення оборонної достатності забезпечується, перш за все, проведенням певних заходів у воєнній галузі відповідно до прогнозованого ступеню воєнної небезпеки та економічних можливостей держави. Стан ЗС України, їх здатність виконати конституційні завдання може оцінюватись через набуті ними рівні бойової та мобілізаційної готовності [6, 7].

У своїх поглядах щодо теоретичного змісту поняття "оборонної достатності" країни і представленні власного бачення сутності цього поняття у сучасних реаліях розвитку держави та її наукової сфери Семененко О.М. визначає, що "оборонна достатність" – це здатність держави захистити свою територіальну цілісність, суверенітет, національну безпеку, громадян та інтереси від зовнішньої агресії, терористичних актів, агресивної зовнішньої політики, а також від загроз внутрішньої безпеки, таких як збройні конфлікти в межах країни або терористичні акти від внутрішніх груп. Вона, "оборонна достатність", базується на комплексі різних сфер, таких як військові сили та їхній ефективний розвиток, інфраструктура оборони, військові технології та наука, кадровий потенціал та громадська підтримка. Для її забезпечення держава повинна мати достатній рівень військової потужності та ресурсів, а також відповідну політичну волю та здатність до співпраці з іншими державами та міжнародними організаціями [1, 8].

Проблемні питання обороноздатності України піднімали у своїх наукових дослідженнях

такі вчені як: Горбулін В.П., Радецький В.Г., Телелим В.М., Романенко І.С., Затинайко О.І., Косевцов В.О., Семененко О.М., Дєнєжкін М.М., Авер'янов В. Б., Сокуренко В.В. та багато інших. Під обороноздатністю держави розуміється здатність держави до захисту в разі збройної агресії або збройного конфлікту, яка складається з матеріальних і духовних елементів і є сукупністю воєнного, економічного, соціального та морально-політичного потенціалу у сфері оборони та належних умов для його реалізації. Досягнення необхідного рівня обороноздатності держави здійснюється шляхом формування і реалізації воєнно-економічної, військово-промислової та військово-технічної політики. Системні дослідження проблем воєнної безпеки визначають категорію "обороноздатність держави", як вихідну, що застосовується для розкриття сутності та змісту процесів забезпечення її оборони. При цьому наголошується, що національна система воєнної безпеки має свої закономірності існування, що обґрунтовуються взаємною компенсацією позитивних і негативних зв'язків між її складовими, які чутливо реагують на взаємні зміни і утримують всю систему в стані відносної рівноваги [9, 10, 11].

Чимало науковців у своїх дослідженнях розглядають бойову готовність, як показник функціонального стану спроможностей військ (сил), що відображає ступінь їх реалізованості та опосередковано впливає на рівень воєнної безпеки держави.

Як відомо, бойова готовність (боєготовність) визначається, як стан військ (сил), який дозволяє їм у встановлений термін розпочати бойові дії та успішно виконати бойові завдання. Так, у своєму дослідженні [12] Деменко М.П., Кулешов О.В., Петренко О.С. звертають увагу на просторово-часовий вимір поняття бойової готовності і зазначають, що категорія "бойова готовність" об'єднує два головних поняття, таких як боєздатність і просторово-часовий фактор, а також порівнюють її з можливостями, які певним чином приведені в дію, тобто поставлені у зв'язок за місцем і часом. В роботі наводиться порівняльній аналіз бойової готовності в країнах членах НАТО, яка визначається як стан збройних сил та їх складових військових частин і формувань, військових кораблів, літаків, систем озброєння або іншої військової техніки та обладнання для ведення бойових дій або виконання функцій у відповідності до мети їх створення та управління матеріально-технічним забезпеченням і підготовкою особового складу до бойових дій. Вона складається з готовності матеріально-технічного забезпечення, готовності особового складу та рівня підготовки.

Отже, наукові дослідження категорій "оборонна достатність" та "обороноздатність" надають розуміння про комплекс сфер, від яких залежить воєнна безпека держави. Вони характеризують те, що держава може протиставити агресії загалом. Боєготовність – це те, на що спроможні війська (сили) на визначений час. Разом з тим, є актуальним питання здатності збройних сил, з урахуванням внеску всіх складових, які передбачає їх підготовка до оборони держави. Це обґрунтовує необхідність визначення "готовності збройних сил".

В Конституції України готовність ЗС України до виконання завдань за призначенням трактується як результат стратегічного розгортання, який являє собою систему завчасно спланованих та взаємоузгоджених заходів щодо створення угруповань військ (сил) для організованого початку воєнних дій з оборони держави [13].

Словник основних військових термінів для використання у навчальному процесі та науковій і науково-технічній діяльності Національної академії оборони України видання 2005 року трактує поняття готовності наступним чином: "готовність воєнна" – стан воєнної організації держави, що характеризує її спроможність до невідкладного виконання функцій і завдань за призначенням [14].

Дєнєжкін М.М. у своїх роботах, присвячених обґрунтуванню заходів розвитку ЗС України для забезпечення заданого рівня їх боєздатності [15, 16], визначав, що готовність до бойових дій характеризується необхідним часом (часом готовності) до виконання заходів, що дозволяють вивести показники боєздатності військового формування на максимальні

значення. Вона забезпечується і визначається наступними показниками:

реальністю і якістю плануючих документів;

своєчасністю прийняття рішення і надання наказу на введення в дію планів;

навченістю військ (сил) виконанню заходів ступенів бойової готовності;

своєчасною підготовкою до майбутніх дій;

виконанням заходів ступенів бойової готовності.

Необхідність визначення готовності збройних сил зумовлюється тим, що сучасні завдання оборони держави вимагають не лише наявності визначених спроможностей, а й розуміння ступеня їх фактичної реалізованості в конкретних умовах і в конкретний момент часу. У цьому контексті готовність постає як категорія, що поєднує результати підготовки, стан ресурсного забезпечення, організаційної узгодженості та спроможності до виконання завдань за призначенням.

У державах – членах НАТО засобом оцінювання сучасного стану їх оборонного потенціалу та визначення шляхів досягнення його необхідного рівня у майбутньому виступає стратегічний оборонний огляд. Створений у 1993 році найбільш прогресивним міністром оборони США, як "огляд знизу вверх" для того щоб побачити загальну картину наскільки обороноздатність США відповідає вимогам, які до неї пред'являються, оборонний огляд став основним регулюючим інструментом оборонного планування провідних країн світу. Аналіз показав, що з кожним оборонним оглядом його зміст і процедури удосконалюються, має місце відмова від напрямків, які стають неперспективними і обтяжливими для бюджету, акцент у проведенні досліджень робиться на нових аспектах, які відповідають сучасним викликам національній безпеці. Разом з тим визначається, що єдиного стандарту для оборонного планування не існує, кожна держава Альянсу має свою систему оборонного планування на основі спроможностей [17].

У міністерстві оборони США детально вивчають досвід бойових дій на території України. Трансформація бойового протистояння під впливом стрімкого розвитку безпілотних систем та інноваційних цифрових технологій зумовлює зміну характеру, форм і способів збройної боротьби і вимагає перегляду визначення готовності збройних сил. З огляду на це Кімберлі Джексон та Девід Бергер пропонують створення суворої аналітичної системи готовності, яка могла би краще збалансувати вимоги найближчої перспективи з майбутніми цілями модернізації збройних сил США [18]. Вони розглядають стратегічну готовність як здатність формувати, підтримувати та збалансовувати бойові спроможності й конкурентні переваги з метою досягнення стратегічних цілей з урахуванням характеру загроз і часових горизонтів, закликаючи до фундаментального переходу від зосередження на негайній, передбачуваній готовності сил і засобів до побудови тривалого терміну адаптивної здатності, модернізації та гнучкості до протидії загрозам з боку конкурентів, які розвиваються. Це способи інвестування інновацій, нових технологій і гнучких структур замість простого збереження колишніх сил, що несе у собі ризик втрати глобальної конкурентоспроможності.

Досвід широкомасштабного вторгнення свідчить про необхідність формування в Україні інструментів оборонного планування на основі спроможностей, адаптованих до умови ведення сучасної війни. Це спонукає до думки, що для України набули особливого значення питання генерування нових високотехнологічних оборонних спроможностей, які є результатом ефективного менеджменту фінансових та інших оборонних ресурсів. Важливим є пошук дієвих механізмів, які оцінюють рівень підготовки ЗС України до оборони держави і забезпечують оптимальне управління процесом змін характеристик властивостей військових формувань в ході реалізації програм і планів їх розвитку.

На сьогодні в ЗС України успішно використовується підхід до напрямів розвитку спроможностей через зміни їх базових компонентів. Проте, в процесі реформування деякі процедури залишились незавершеними, серед яких опинились оцінювання та вимірювання

спроможностей, а використання окремих процедур без їх взаємозв'язку не надають бажаного результату. В контексті сказаного слабкою ланкою циклу управління підготовкою виступає функція оцінювання, яка має бути доповнена дієвим механізмом контролю реалізації планів розвитку спроможностей на етапах їх формування або нарощування.

Покращення оцінювання має бути спрямоване на адекватність виміру характеристик носіїв спроможностей та варіанти багаточисельної комбінації їх сумісного застосування. Зусилля органів оборонного планування з планування розвитку спроможностей мають бути доповнені інструментарієм адекватного оцінювання та контролю процесу змін до тактико-технічних характеристик озброєння, організаційно-штатної структури, прийомів і способів застосування сил і засобів, напрямків щодо їх подальшого удосконалення та розвитку. Прозорість та детальність оцінювання повинна забезпечуватись висновками, які є підставою для практичних заходів контролю подальшого нарощування спроможностей. Вони повинні надавити відповіді щодо етапності перевірки, результативності виконаних проміжних заходів, ефективності розподілених ресурсів, коригування планів з метою утримання заданих результатів на досягнутому рівні або їх покращення.

Оцінювання та контроль в процесі появи окремого перспективного зразка озброєння регламентується часовими рамками його розроблення, випробування та сертифікації. Оцінювання досягнутого рівня спроможностей військового формування в рамках комплексної перевірки організаційно-штатної структури та результатів впровадження перспективного зразка озброєння здійснюється, як правило, плановими перевірками та інспектуванням у будь-який час, або в ході перевірки бойової підготовки. Систематизація оцінювання вимагає переходу ЗС України на систему сертифікації, яка забезпечить упорядкування перевірок військових формувань та зробить їх більш цілеспрямованими. Методологічно упорядковані системні дослідження повинні надати науково-обґрунтовані пропозиції щодо подальшого розвитку носіїв спроможностей в інтересах забезпечення здатності військових формувань до виконання завдань за призначенням.

Покращення ТТХ окремих зразків ОВТ та комбінація носіїв в організаційній структурі військового формування є похідною від оцінювання спроможностей та аналізу отриманого результату. Це обґрунтовує потребу у формалізації спланованих заходів розвитку, кількісного оцінювання їх обсягів та ефективності впровадження з метою подальшого контролю коригування процесу підготовки. Таким чином, потребує наукового обґрунтування динамічний стан процесу підготовки Збройних Сил до оборони держави, який розгортається у часі через виконання конкретних заходів формування та підтримання стану готовності і змінюється під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів. Кожен наступний крок залежить від попереднього стану системи, що характерно саме для динамічних систем. Кількісно обґрунтований рівень готовності повинен надавати уявлення щодо його оптимального значення у визначений час, що можливо за допомогою застосування методів динамічного програмування в інтересах прийняття ефективних рішень щодо напрямів удосконалення підготовки і розподілу ресурсів з метою забезпечення оборони.

Поняття "готовності збройних сил" обґрунтовує важливість оцінювання та контролю рівня підготовки. Саме ці етапи циклу управління підготовкою зменшують розрив між її "уявним" і "реальним" станом, компенсують помилки планування, враховують нелінійність розвитку та зовнішні збурення, забезпечують наближення заданої готовності до її фактичного значення. Доцільність такої інтерпретації полягає в тому, що цикл підготовки набуває властивостей адаптивної системи управління, а готовність – ролі найбільш достовірного індикатора її стану.

Стан, який забезпечує ефективність реалізації завдань оборони держави може інтерпретуватись, як результат зіставлення бажаної готовності з наявною, яка досягається за поточних умов. Це найкращий рівень і з тих, що можуть бути досягнуті при заданих ресурсних

і часових обмеженнях з урахуванням визначених пріоритетів і ризиків. Таким чином, на думку автора готовність є обґрунтованим компромісом між бажаними та наявними результатами, оскільки відомо, що компроміс є раціональною формою узгодження цілей і можливостей в умовах обмежень.

Вирішення практичної задачі оцінювання і контролю рівня підготовки потребує формалізації процесу як інструменту обґрунтування компромісу з метою визначення рівня готовності на визначений момент часу. Вона дозволяє побачити та порівняти альтернативні управлінські рішення, а також забезпечує прозорість зв'язку між витратами та результатом. У такому підході рівень готовності може бути інтерпретований як оптимальний компроміс між бажаним і досяжним, оптимальність якого забезпечується системою пріоритетів і раціональним обґрунтуванням управлінських рішень у процесі коригування підготовки.

Таким чином, це підводить нас до визначення "готовності збройних сил", яка з урахуванням викладеного може інтерпретуватись наступним чином: готовність збройних сил до оборони держави є похідною від процесу їх підготовки, що характеризує досягнутий інтегральний стан їх спроможностей до виконання завдань на визначений момент часу.

Використання категорії "готовність Збройних Сил" як інструменту регулювання потребує декомпозиції процесу підготовки із визначенням складових спроможностей, підсистем і функцій, їх узгодження з конкретними завданнями та сценаріями, а також формування системи вимірюваних показників, оскільки кількісне оцінювання залишається методологічно складним [19, 20]. Підготовку Збройних Сил України до оборони держави доцільно розглядати як процес, що розвивається у часі та спрямований на досягнення визначеного результату. Рівень готовності при цьому є проміжним підсумком підготовки, який відображає розбіжність між запланованими й фактичними результатами та слугує підставою для коригування пріоритетів підготовки на основі зворотного зв'язку.

Висновки

Категорії "оборонна достатність" і "обороноздатність" відображають узагальнений стан воєнної безпеки держави, це зумовлює потребу у додаткових підходах для оцінки здатності Збройних Сил України як системи виконувати покладені на них завдання. Водночас поняття "боєготовність" фіксує функціональний стан військ (сил) у конкретний момент часу, але не охоплює повноту процесів, результатів і ресурсів, що формуються в межах підготовки до оборони держави.

Таким чином, існуючий понятійний апарат потребує доповнення для більш повного відображення системної здатності ЗС України діяти в умовах сучасних воєнних загроз, що важливо для обґрунтування управлінських рішень у сфері оборонного планування. Це свідчить про необхідність уточнення взаємозв'язку між об'єктом управління та категоріями його пізнання з метою підвищення обґрунтованості управлінських рішень у сфері оборонного планування.

Збалансований розвиток відповідних спроможностей складових сил оборони України потребує єдиних поглядів на процес оборонного планування і окремі його процедури. Поєднання процесів планування з результатами оцінювання і контролю створює адаптивну систему розвитку спроможностей з урахуванням впливу зовнішніх та внутрішніх факторів.

Аналіз та уточнення терміну "готовність Збройних Сил" обумовлює роль оцінювання та контролю, як важливих функцій управлінського впливу на процес їх підготовки до оборони держави. Коректність оцінювання повинна забезпечуватись урахуванням ступеню участі та рівнем підготовки до обороні держави органів державного управління, інших військових формувань та правоохоронних органів (ІВФ та ПрО), національної економіки, населення й території держави тощо. Розгляд підготовки Збройних Сил України до оборони держави як процесу, що розгортається у часі, повинен дозволити обчислення "готовності" як інтегрального показника, який може змінюватись залежно від наявних ресурсів. Гнучкість

управлінського впливу передбачає порівняння альтернативних варіантів заходів, виявлення надлишкових витрат та формування траєкторії досягнення заданого рівня готовності.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Семененко, О., Абрамова, М., Таран, О., Побережець, Т., Кравченко, Є., & Паламарчук, С. (2023). Аналіз теорії та практики визначення, обгрунтування та оцінювання оборонної достатності держави. *Social Development and Security*, *13*(1), 38-51. https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.1.5.
2. Defense planning overview / Col. S. R. Lescoutre ; NATO Allied Command Transformation, NATO Security Investment Programme Staff Element Europe. – [Б. м.], [б. р.].
3. Дєнежкін М., Плахута О. Стандарти НАТО та оборонне планування в Збройних Силах України // *Збірник наукових праць Центрального науково-дослідного інституту Збройних Сил України*. – 2016. – № 3 (77).
4. Дєнєжкін М. (2021). Шляхи вирішення проблемних питань планування розвитку спроможностей військових формувань Збройних Сил України. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. № 1(42). С. 28-33. https://doi.org/10.30748/nitps.2021.42. 03.
5. Соломицький О. Шляхи набуття Україною технологічної переваги та нових спроможностей // Проблематика, тенденції і перспективи розвитку воєнної науки та освіти в умовах сучасних глобальних викликів та конфліктів : зб. тез міжнар. наук.-практ. семінару. – Київ : ЦНДІ ЗС України ; 7БЦ, 2024. – С. 350–355.
6. Основи стратегії національної безпеки та оборони держави : підручник / В. Г. Радецький та ін. – Київ : Вид-во Нац. ун-ту оборони України, 2009. – 596 с.
7. Замана В. Оборонна достатність України як фактор стримування воєнної агресії проти України // *Честь і закон*. – 2013. – № 4 (47). – С. 4–9. – ISSN 2078-7480.
8. Семененко, О., Воронченко , І., Онофрійчук, П., Харитонов, К., Сафронов , І., & Скиба, М. (2021). Аналіз та оцінка воєнно-економічних умов розвитку збройних сил країн світу та України як основного фактору забезпечення необхідного рівня воєнно-економічної безпеки (2012-2021 рр.). *Social Development and Security*, *11*(6), 41-63. https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.6.4.
9. Смолянюк В. Військова могутність України: теоретико-методологічні засади формування та розвитку (політологічний аналіз досвіду 1990-х років) : монографія. – Київ ; Ірпінь : ВТФ «Перун», 2000. – 448 с.
10. Сокуренко В. Особливості організації оборони в Україні // *Підприємництво, господарство і право*. – 2017. – № 3. – С. 172–177.
11. Пасічко В. Обороноздатність держави: теоретичні основи системного дослідження // *Політичний менеджмент*. – 2008. – № 2. – С. 135–143.
12. Деменко М., Кулешов О., Петренко О. Пропозиції щодо визначення поняття бойової готовності військових частин (підрозділів) зенітних ракетних військ та військ ППО Сухопутних військ // *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*. – 2018. – Вип. 2 (56). – С. 14–21. – https://doi.org/10.30748/zhups.2018.56.02.
13. Конституція України // *Відомості Верховної Ради України*. – 1996. – № 30.
14. Словник основних військових термінів для використання у навчальному процесі та науковій

і науково-технічній діяльності Національної академії оборони України. – Київ, 2005.
15. Дєнєжкін М. До питання планування розвитку Збройних Сил України // *Збірник наукових праць ЦНДІ ЗС України*. – 2017. – № 2 (80). – С. 199–209.
16. Рувін О., Дєнєжкін М., Колонюк В., Гаврилюк Н. Проблемні питання методичного забезпечення оборонного планування розвитку Збройних Сил України на основі принципів та правил країн-членів НАТО // *Криміналістика та судова експертиза*. – 2023. – Вип. 68. – С. 698–715. – https://doi.org/10.33994/kndise.2023.68.69
17. Ворович Б., Горбенко С., Кравченко Є., Прима А. Аналіз досвіду оборонних оглядів, що проводяться в державах – членах НАТО // *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень НУОУ*. – 2025. – № 2 (85). – С. 24–33. – DOI: https://doi.org/10.33099/2304-2745/2025-2-85/24-33
18. Brown C. Q., Jr., Berger D. H. Redefine readiness or lose // *War on the Rocks*. – 2021. – 15 March. – URL: https://warontherocks.com/2021/03/redefine-readiness-or-lose
19. Крикун П., Павленко В., Корендович В., Ясенко С., Ткач М. Розбудова національної системи оборонного планування України за євроатлантичними принципами: воєнно-історичний аналіз // *Social Development and Security*. – 2024. – Т. 14, № 3. – С. 14–32. – https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.3.2.
20. Телелим В., Пунда Ю., Косевцов В. Погляди на організацію процесу управління підготовкою держави до оборони // *Стратегічна панорама*. – 2015. – Вип. 1. – С. 21–27.

References

1. Semenenko, O., Abramova, M., Taran, O., Poberezhets, T., Kravchenko, Y., & Palamarchuk, S. (2023). Analysis of the theory and practice of defining, justifying and evaluating the defense adequacy of the state. *Social Development and Security*, *13*(1), 38-51. https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.1.5
2. Lescoutre, S. R. (n.d.). *Defense planning overview*. NATO Allied Command Transformation, NATO Security Investment Programme Staff Element Europe.
3. Dieniezhkin, M., & Plakhuta, O. (2016). Standarty NATO ta oboronne planuvannia v Zbroinykh Sylakh Ukrainy [NATO standards and defense planning in the Armed Forces of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Tsentralnoho naukovo-doslidnoho instytutu Zbroinykh Syl Ukrainy*, (3[77]).
4. Dieniezhkin, M. (2021). Shliakhy vyrishennia problemnykh pytan planuvannia rozvytku spromozhnostei viiskovykh formuvan Zbroinykh Syl Ukrainy [Ways of addressing problematic issues in capability development planning of the Armed Forces of Ukraine]. *Science and Technology of the Air Force of Ukraine, 1*(42), 28–33. https://doi.org/10.30748/nitps.2021.42.03
5. Solomytskyi, O. (2024). Shliakhy nabuttia Ukrainoiu tekhnolohichnoi perevahy ta novykh spromozhnostei [Ways for Ukraine to acquire technological superiority and new capabilities]. In *Problematyka, tendentsii i perspektyvy rozvytku voiennoi nauky ta osvity v umovakh suchasnykh hlobalnykh vyklykiv ta konfliktiv* (pp. 350–355). Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine.
6. Radetskyi, V. H. (Ed.). (2009). *Osnovy stratehii natsionalnoi bezpeky ta oborony derzhavy* [Fundamentals of national security and defense strategy]. National Defence University of Ukraine.
7. Zamana, V. (2013). Oboronna dostatnist Ukrainy yak faktor strymuvannia voiennoi ahresii proty Ukrainy [Defense sufficiency of Ukraine as a deterrence factor against military aggression]. *Chest i zakon*, (4[47]), 4–9.
8. Semenenko , O., Voronchenko , I., Onofriichuk, P., Kharytonov , K., Safronov , I., & Skyba , M. (2021). Analysis and assessment of the military-economic conditions for the development of

the armed forces of the countries of the world and Ukraine as a main factor in providing the necessary level of military-economic security (2012-2021). *Social Development and Security*, *11*(6), 41-63. https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.6.4.

9. Smolianiuk, V. (2000). *Viiskova mohutnist Ukrainy: teoretyko-metodolohichni zasady formuvannia ta rozvytku* [Military power of Ukraine: Theoretical and methodological foundations of formation and development]. Perun.
10. Sokurenko, V. (2017). Osoblyvosti orhanizatsii oborony v Ukraini [Features of defense organization in Ukraine]. *Pidpryiemnytstvo, hospodarstvo i pravo*, (3), 172–177.
11. Pasichko, V. (2008). Oboronozdatnist derzhavy: teoretychni osnovy systemnoho doslidzhennia [Defense capability of the state: Theoretical foundations of a systems approach]. *Politychnyi menedzhment*, (2), 135–143.
12. Demenko, M., Kuleshov, O., & Petrenko, O. (2018). Propozytsii shchodo vyznachennia poniattia boiovoi hotovnosti viiskovykh chastyn (pidrozdiliv) ZRV ta PPO Sukhoputnykh viisk [Proposals for defining combat readiness of air defense units]. *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University, 2*(56), 14–21. https://doi.org/10.30748/zhups.2018.56.02
13. Verkhovna Rada of Ukraine. (1996). *Konstytutsiia Ukrainy* [Constitution of Ukraine].
14. *Slovnyk osnovnykh viiskovykh terminiv dlia vykorystannia u navchalnomu protsesi ta naukovii diialnosti Natsionalnoi akademii oborony Ukrainy* [Glossary of basic military terms]. (2005).
15. Dieniezhkin, M. (2017). Do pytannia planuvannia rozvytku Zbroinykh Syl Ukrainy [On the issue of Armed Forces development planning]. *Zbirnyk naukovykh prats TsNDI Zbroinykh Syl Ukrainy*, (2[80]), 199–209.
16. Ruvin, O., Dieniezhkin, M., Koloniuk, V., & Havryliuk, N. (2023). Problemni pytannia metodychnoho zabezpechennia oboronnoho planuvannia rozvytku Zbroinykh Syl Ukrainy na osnovi pryntsypiv i pravyl krain-chleniv NATO [Methodological issues of defense planning based on NATO principles]. *Criminalistics and Forensic Examination*, 68, 698–715. https://doi.org/10.33994/kndise.2023.68.69
17. Vorovych, B., Horbenko, S., Kravchenko, Ye., & Pryma, A. (2025). Analiz dosvidu oboronnykh ohliadiv u derzhavakh–chlenakh NATO [Analysis of defense review practices in NATO member states]. *Scientific Papers of the Centre for Military and Strategic Studies, 2*(85), 24–33. https://doi.org/10.33099/2304-2745/2025-2-85/24-33
18. Brown, C. Q., Jr., & Berger, D. H. (2021, March 15). Redefine readiness or lose. *War on the Rocks*.
19. Krykun, P., Pavlenko, V., Korendovych, V., Yasenko, S., & Tkach, M. (2024). Rozbudova natsionalnoi systemy oboronnoho planuvannia Ukrainy za yevroatlantychnymy pryntsypamy: voienno-istorychnyi analiz. *Social Development and Security, 14*(3), 14–32. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.3.2
20. Telelym, V., Punda, Yu., & Kosevtsov, V. (2015). Pohliady na orhanizatsiiu protsesu upravlinnia pidhotovkoiu derzhavy do oborony [Views on organizing the process of managing state defense preparation]. *Stratehichna panorama*, (1), 21–27.

Моделювання подолання інженерних загороджень противника

Modelling the Overcoming of Enemy Engineering Barriers

Володимир Коцюруба [A]

Corresponding author: доктор технічних наук, професор, заслужений винахідник України, e-mail: kotcuru@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-6565-9576

Олег Хоптій [B]

ад'юнкт кафедри інженерної підтримки, e-mail: olegkhoptii@gmail.com, ORCID ID: 0009-0001-9462-5559

Volodymyr Kotsyuruba [A]

Corresponding author: Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of Ukraine, e-mail: kotcuru@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-6565-9576

Oleg Khoptii [B]

PhD Student of the Department of Engineering Support, e-mail: olegkhoptii@gmail.com, ORCID ID: 0009-0001-9462-5559

[A] Командування Сил підтримки Збройних Сил України, м. Київ, Україна
[B] Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

[A] Support Forces Command of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[B] National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: November 23, 2025 | Revised: December 9, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.9

Мета роботи. Удосконалення напівмарківської математичної моделі подолання інженерних загороджень противника, яка, на відміну від існуючих, враховує особливості виконання завдань з подолання інженерних загороджень противника, що розглядається як окремий варіант операції (бою).

Метод. Метод системного аналізу, математичний метод моделювання, теорія марківських процесів.

Результати дослідження. Удосконалена напівмарківська математична модель подолання загороджень противника, що на відміну від існуючих, враховує імовірнісні показники процесів пропуску загальновійськових підрозділів, передачі проходів та переїзд до запасних районів, здійснення об'єднаної вогневої підтримки, радіоелектронної підтримки підрозділів розгородження та ураження засобів пророоблення проходів.

Теоретична цінність дослідження. Приділена увага особливостям виконання завдань з розмінування із використанням специфіки застосування безпілотних систем розмінування. Враховані часові параметри дистанційної ідентифікації вибухонебезпечних предметів та зміна порядку прийняття рішень із використанням системи підтримки прийняття рішень.

Тип статті. Описова та дослідницька.

Purpose. Improvement of the semi-Markov mathematical model for overcoming enemy engineering obstacles, which, unlike existing models, takes into account the specifics of performing tasks to overcome enemy engineering obstacles, which are considered as a separate variant of an operation (battle).

Method. System analysis method, mathematical modelling method, Markov process theory.

Findings. An improved semi-Markov mathematical model for overcoming enemy barriers, which, unlike existing models, takes into account the probability indicators of the processes of passing through general military units, transferring passages and moving to reserve areas, providing combined fire support, radio-electronic support for clearing units, and the destruction of passage-making means.

Theoretical implications. Attention is paid to the specifics of performing demining tasks using the specific features of unmanned demining systems. The time parameters of remote identification of explosive objects and changes in the decision-making process using a decision support system are taken into account.

Paper type. Descriptive and research.

Ключові слова: воєнний конфлікт, операції (бойові дії), озброєння, військова та спеціальна техніка, засоби інженерного озброєння, вибухонебезпечні предмети, розмінування, розгородження, інженерні загородження.

Key words: military conflict, operations (combat), weapons, military and special equipment, engineering weapons, explosives, demining, clearing, engineering barriers.

Вступ

Досвід воєнних конфліктів останніх десятиліть, проведення Операції об'єднаних сил (ООС), антитерористичної операції (АТО) та війни рф проти України свідчить про суттєве зростання ролі мінної зброї на полі бою [1,2]. Відносна дешевизна боєприпасів різного призначення та достатньо висока їх ефективність призводить до широкомасштабного застосування мінно-вибухових загороджень (МВЗ), які суттєво перешкоджають веденню наступальних операцій та призводять до суттєвих втрат в бойовій та іншій техніці, а також особового складу. Так, за оцінкою загальних втрат як противника так і наших підрозділів втрати від підриву на мінах та інших вибухонебезпечних предметах (ВНП) складають близько 20%, що є вагомим аргументом ефективності таких загороджень. Окрім стандартних інженерних боєприпасів противник широко застосовує системи дистанційного мінування та імпровізовані вибухові пристрої.

З метою усунення зазначеного проблемного питання розроблено ряд пропозицій щодо підвищення ефективності виконання завдань з розмінування за рахунок впровадження перспективної системи засобів розмінування основою якої є безпілотні системи розмінування.

Проведено аналіз відповідності існуючої системи розмінування сучасним умовам ведення збройної боротьби. Встановлено її невідповідність через відсутність комплексного підходу до процесу подолання інженерних загороджень противника. Для вирішення зазначеного проблемного питання запропоновано удосконалення математичної напівмарківської моделі подолання інженерних загороджень противника, що розглядається як окремий етап операції (бою).

Постановка проблеми

Необхідно зауважити, що традиційна тактика влаштування МВЗ передбачала щільність мінування перед переднім краєм оборони противника 1,0, що відповідало стандартному мінному полю глибиною до 100 м., що відповідало концепції розробки засобів (комплексів) розмінування (ЗКР) за класичним підходом [3-5]. Крім того, всі засоби механізованого подолання МВЗ були екіпажні. В першу чергу це пов’язано із недостатньо великими можливостями засобів ураження противника.

Проте, досвід ведення війни рф проти України вказує на наявність тенденції щодо суттєвих змін щодо характеру та обсягів улаштування противником МВЗ. Так, щільність мінування перед переднім краєм оборони зросла в 2-2,5 рази, а точність ураження ЗКР вогневими засобами противника, за рахунок високоточних боєприпасів та застосування ударних безпілотних літальних апаратів, збільшилась до 0-5 м. Наслідком чого збільшились втрати високовартісних ЗКР (типу WICENT-1, М-1150 тощо), які надані країнами партнерами. Темп наступу наших підрозділів знизився в 5-7 разів, а частка втрат техніки та особового складу інших підрозділів на інженерних боєприпасах в загальному вогневому ураженні збільшилась до 25%. Такий стан справ призвів ще до одного негативного наслідку – відмову або неякісне та несвоєчасне виконання завдань з розмінування. Отже, виникла нагальна проблема підвищення ефективності застосування ЗКР та забезпечення безпеки групам розмінування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

У попередніх дослідженнях [6, 7] розглядалася напівмарківська модель розмінування і забезпечення інженерними боєприпасами (ІБП) адаптивної системи ЗКР. При цьому, авторами недостатньо уваги приділялось особливостям виконання завдань з розмінування із використанням специфіки застосування безпілотних ЗКР. Зокрема, не враховано часові параметри дистанційної ідентифікації ВНП на основі їх амплітудно-частотних характеристик та зміна порядку прийняття рішень із використанням системи підтримки прийняття рішень (СППР).

Результати

Ефективність подолання інженерних загороджень противника будемо оцінювати за величиною ймовірності виконання комплексу завдань і заходів, що виконується за заданий час.

Для оцінки впливу на значення якісних показників функціонування угруповання військ в умовах ведення бойових дій за рахунок пророоблення проходів у інженерних загородженнях можна скористатися підходом, запропонованим в [6].

Для цього, розглянемо розроблену в роботі [6] напівмарківську модель розмінування та забезпечення ІБП під час подолання інженерних загороджень противника. Орієнтований граф переходів системи $S = \{S1, S2, \ldots, S14\}$ з одного стану в інший під час розмінування наведено на рисунку 1.

Представлений на рисунку 1 розмічений граф відображає всю кількість можливих

станів процесів подолання інженерних загороджень противника, характеристики кожного з яких істотно залежать від характеру та обсягів завдань з прооблення проходів у інженерних загородженнях [6].

Кінцевою метою аналізу такої НПМ є оцінка можливого впливу на обсяги завдань з подолання МВЗ та НВЗ противника, що виникають перед діючими угрупованнями військ.

Для завдання НПМ повинні бути відомі елементи матриці функцій розподілу випадкових інтервалів часу перебування системи в кожному стані $\underline{F}(t)$ і матриці ймовірностей переходів її зі стану в стан $\underline{P}$.

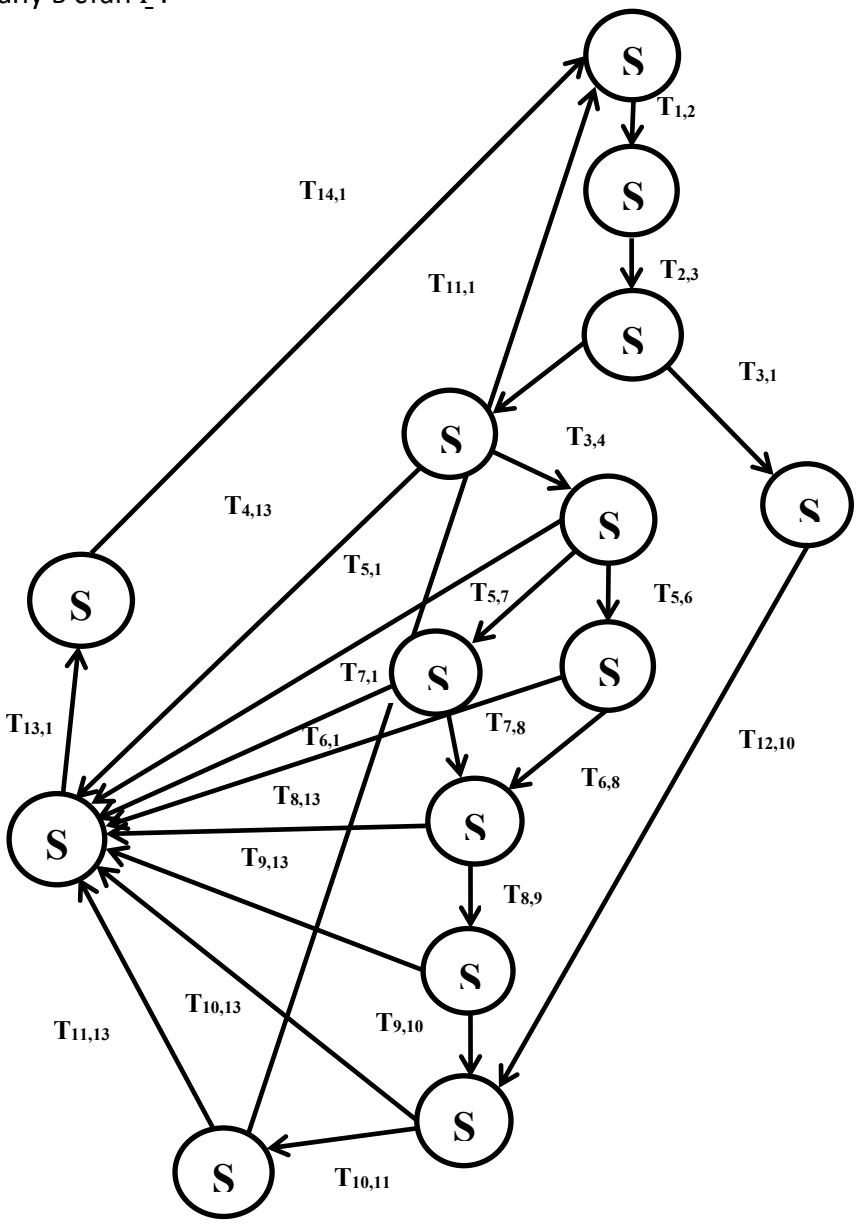


Рисунок 1 – Орієнтований граф станів процесу подолання інженерних загороджень противника

У загальному підході постановка задачі щодо моделювання подолання інженерних загороджень противника може бути здійснена у такий спосіб. Нехай система *S* може перебувати в одному зі станів:

S_1 – отримання завдання на подолання інженерних загороджень;

S_2 – прийняття рішення на подолання інженерних загороджень;

S_3 – постановка завдання на подолання інженерних загороджень;

S_4 – інженерна розвідка інженерних загороджень противника;

S_5 – висування засобів дистанційного розмінування (ЗДР) до замінованих ділянок місцевості;

S_6 – пророоблення проходів у мінно-вибухових загородженнях (МВЗ);

S_7 – пророоблення проходів у невибухових загородженнях (НВЗ);

S_8 – дорозвідка проходів у інженерних загородженнях;

S_9 – маркування проходів в інженерних загородженнях;

S_{10} – пропуск загальновійськових підрозділів по проходах;

S_{11} – передача проходів та переїзд до запасних районів;

S_{12} – здійснення об'єднаної вогневої підтримки (ОВП) та радіоелектронної підтримки (РЕП) підрозділів розгородження;

S_{13} – ураження засобів пророоблення проходів;

S_{14} – відновлення (поповнення) втрат.

T_{ij} – значення часу перебування сил і засобів для подолання інженерних загороджень або її елементів (засобів для пророоблення проходів) в стані *i* до переходу його в стан$j(i, j \in \overline{1,14})$.

Для визначення показників ефективності застосування сил і засобів для подолання інженерних загороджень противника, як системи *S*, оцінимо ймовірність її перебування у момент часу t в одному із станів S_i при умові, що у початковий момент часу система перебувала у стані S_j, $(i = 1, 2,...,14)$.

Як відомо, подібна задача розглядалася у роботах [6-8], де моделювання функціонування воєнно-інженерних комплексів запропоновано проводити за допомогою марківського процесу із дискретною множиною станів та безперервним часом.

Для ПСЗР будемо вважати, що перехід системи S із одного стану в інший відбувається наступним чином:

1) у початковий момент часу $t = 0$ система перебуває у стані S_1 деякий випадковий час Q_1 (відлік часу починається з моменту початку розгортання сил і засобів для подолання інженерних загороджень). Тобто це час, який система S перебуває у стані S_1 до переходу у стан S_2 з довільною функцією розподілу $F_{12}(t)$;

2) перехід системи S зі стану S_i у стан S_j відбувається з ймовірністю $p_{ij} \geq 0, \sum_{j \in S} p_{ij} = 1$ для $j \in S$;

3) якщо зі стану S_i відбувся перехід у стан S_j, то в цьому стані система перебуває випадковий час Q_i із довільною функцією розподілу $F_{ij}(t)$ тощо.

Тоді згідно [6], математичною моделлю, яка описує процес подолання інженерних загороджень противника, є НПМ $\{\nu(t), t \geq 0\}$. Виходячи із [9], цей процес задамо конструктивно за допомогою початкового розподілу

$$p = \{pi,\ i\ \in S\}\ (i = 1, 2,...,14), \tag{1}$$

і напівмарковської матриці

$$Q_{ij}(t) = p_{ij}F_{ij}(t) = P_i\{\nu(t) = S_j, Q_{ij} \leq t\}. \tag{2}$$

Тоді розв'язання задачі зводиться до визначення ймовірностей

$$P_{ij}(t) = P_i\{\nu(t) = S_j/\nu(0) = S_i\}\ (i, j = 1, 2, \ldots, 14), \tag{3}$$

які згідно із [4] відповідають рівнянням

$$P_{ij}(t) = \delta_{ij}[1 - F_i(t)] + \sum_{k \in S} \int_0^t Q_{ik}(du)P_{kj}(t - u), \tag{4}$$

$$F_i(t) = \sum_j Q_{ij}(t) = \sum_j p_{ij}F_{ij}(t) = P_i(\theta_i < t),$$

де $\delta_{ij} = \begin{cases} 1, i = j, \\ 0, i \neq j. \end{cases}$; θ_i – час перебування системи S у стані S_i незалежно від переходу в наступний стан.

Приймаючи до уваги орієнтований граф переходів системи S (рис. 1), виникає можливість із використанням (2) визначити шукані ймовірності того, що НМП $\nu(t)$ перебуває у стані S_j за умови, що час перебування менший, ніж t.

Таким чином, співвідношення (3) та напівмарковська матриця (1) дозволяють дати відповіді на цілу низку питань відносно подолання інженерних загороджень противника, зокрема щодо часу перебування у відповідній множині станів, часу функціонування до моменту переходу у наступний стан тощо. Відмітимо також, якщо час перебування системи S у кожному стані S_i, $(i = 1, 2,...,14)$буде розподілено за показовим законом, тоді із розглянутих співвідношень витікають формули для розрахунку ймовірностей, які одержані в роботі [6].

Визначимось із законом розподілу часу перебування системи S у кожному із можливих станів S, $(i = 1, 2,...,14)$.

При прийнятих припущеннях та отриманих даних матриця $\underline{F}(t)$ має вигляд

$$F(t) = \begin{vmatrix} 0 & F_{1,2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & F_{2,3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & F_{3,4} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F_{3,12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & F_{4,5} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F_{4,13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F_{5,6} & F_{5,7} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F_{5,13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F_{6,8} & 0 & 0 & 0 & 0 & F_{6,13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F_{7,8} & 0 & 0 & 0 & 0 & F_{7,13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F_{8,9} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F_{9,10} & 0 & 0 & F_{9,13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F_{10,11} & 0 & F_{10,13} & 0 \\ F_{11,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F_{11,13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F_{12,10} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & F_{13,14} \\ F_{14,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}, t \geq 0$$

(5)

Елементи матриці розраховуються із співвідношень [9].

Значення елементів матриці $\underline{P}$:

$$P = \begin{vmatrix} 0 & P_{1,2} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & P_{2,3} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & P_{3,4} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{3,12} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & P_{4,5} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{4,13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{5,6} & P_{5,7} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{5,13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{6,8} & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{6,13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{7,8} & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{7,13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{8,9} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{9,10} & 0 & 0 & P_{9,13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{10,11} & 0 & P_{10,13} & 0 \\ P_{11,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{11,13} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{12,10} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & P_{13,14} \\ P_{14,1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}, \quad (6)$$

можуть бути отримані за формулою

$$P_{ij} = \frac{1/T_{ij}}{\sum_{j=1}^{J} 1/T_{ij}}, \quad (7)$$

де T_{ij} – це середній час переходу з одного стану до іншого.

При наявності даних про значення елементів матриць $\underline{F}$ і $\underline{P}$ можна визначити середнє значення часу перебування в одному із станів.

Такий підхід дозволить виділити конкретні напрямки удосконалення ПСЗР.

Висновки

Таким чином розглянута в статті удосконалена напівмарківська математична модель, на відміну від існуючих, враховує особливості виконання завдань з подолання інженерних загороджень противника, що розглядається як окремий етап операції (бою). Вона враховує, зокрема, імовірнісні показники процесів пропуску загальновійськових підрозділів, передачі проходів та переїзд до запасних районів, здійснення об'єднаної вогневої підтримки (ОВП), радіоелектронної підтримки (РЕП) підрозділів розгородження та ураження засобів пророоблення проходів.

Погляди, що викладені в статті, ґрунтуються на усвідомленні необхідності зміни існуючих підходів щодо створення перспективної системи подолання інженерних загороджень для успішного вирішення завдань в нових умовах ведення збройної боротьби та мінімізації ризику втрат особового складу.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Проблемні питання підтримки дій військ (сил) Збройних Сил України в ході відбиття широкомасштабної збройної агресії РФ проти України (операції Об'єднаних сил) та шляхи їх вирішення : матеріали наук.-практ. сем. (Київ, 28 жовт. 2022 р.). Київ, 2022. 198 с.
2. Проблемні питання організації виконання заходів щодо влаштування і подолання інженерних загороджень підрозділами інженерних військ та можливості шляхи їх вирішення з урахуванням досвіду російсько-української війни : матеріали наук.-практ. сем. (Київ, 30 квіт. 2025 р.). Київ, 2025.
3. Керівництво з улаштування інженерних загороджень підрозділами Міністерства оборони України та Збройних Сил України. Затв. наказом Міністра оборони України від 10.07.2015 № 330. Київ, 2015. 176 с.
4. Керівництво з подолання інженерних загороджень підрозділами Збройних Сил України. Затв. наказом Міністра оборони України від 19.10.2016 № 390. Київ, 2016. 111 с.
5. Настанова з подолання (маркування) інженерних загороджень. Київ : Командування Сил підтримки Збройних Сил України, 2020. 209 с.
6. Коцюруба В.І. Використання напівмарковського процесу для моделювання функціонування комплексу розмінування // Труди університету : зб. наук. праць / Національний університет оборони України імені Івана Черняховського. Київ : НУОУ, 2014. № 2(123). С. 178–180.
7. Дачковський В.О., Стрельбіцький М. А. Математична модель технічного функціонування системи відновлення озброєння та військової техніки // Сучасні інформаційні технології

у сфері безпеки та оборони. Київ, 2020. Т. 38, № 2. С. 87–94. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2020-38-2-87-94.
8. Мірненко В.І., Кітік С.В. Напівмарківська математична модель технічного обслуговування радіоелектронних засобів зенітного ракетного озброєння // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. Київ, 2019. Т. 36, № 3. С. 29–34. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2019-36-3-29-34.
9. Королюк В.С., Турбин А.Ф. Полумарковские процессы и их приложения. Киев : Наукова думка, 1976. 184 с.

References

1. National Defence University of Ukraine. (2022). *Problemni pytannia pidtrymky dii viisk (syl) Zbroinykh Syl Ukrainy v khodi vidbyttia shyrokomasshtabnoi zbroinoi agresii RF proty Ukrainy (operatsii Obiednanykh syl) ta shliakhy yikh vyrishennia: Materialy naukovo-praktychnoho seminaru (Kyiv, 28 zhovtnia 2022 r.)* [Materials of the scientific and practical seminar]. Kyiv.
2. National Defence University of Ukraine. (2025). *Problemni pytannia orhanizatsii vykonannia zakhodiv shchodo vlashtuvannia i podolannia inzhenernykh zahorodzhen pidrozdilamy inzhenernykh viisk ta mozhlyvi shliakhy yikh vyrishennia z urakhuvanniam dosvidu rosiisko-ukrainskoi viiny: Materialy naukovo-praktychnoho seminaru (Kyiv, 30 kvitnia 2025 r.)* [Materials of the scientific and practical seminar]. Kyiv.
3. Ministry of Defence of Ukraine. (2015). *Kerivnytstvo z vlashtuvannia inzhenernykh zahorodzhen pidrozdilamy Ministerstva oborony Ukrainy ta Zbroinykh Syl Ukrainy* (Order No. 330, July 10, 2015). Kyiv.
4. Ministry of Defence of Ukraine. (2016). *Kerivnytstvo z podolannia inzhenernykh zahorodzhen pidrozdilamy Zbroinykh Syl Ukrainy* (Order No. 390, October 19, 2016). Kyiv.
5. Support Forces Command of the Armed Forces of Ukraine. (2020). *Nastanova z podolannia (markuvannia) inzhenernykh zahorodzhen*. Kyiv.
6. Kotsiuruba, V. I. (2014). Vykorystannia napivmarkovskoho protsesu dlia modeliuvannia funktsionuvannia kompleksu rozminuvannia [Using a semi-Markov process to model the functioning of a demining system]. *Trudy universytetu*, 2(123), 178–180.
7. Dachkovskyi, V. O., & Strelbitskyi, M. A. (2020). Matematychna model tekhnichnoho funktsionuvannia systemy vidnovlennia ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky [Mathematical model of the technical functioning of the armament and military equipment recovery system]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony*, 38(2), 87–94. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2020-38-2-87-94.
8. Mirnenko, V. I., & Kitik, S. V. (2019). Napivmarkivska matematyčna model tekhnichnoho obsluhovuvannia radioelektronnykh zasobiv zenitnoho raketnoho ozbroiennia [Semi-Markov mathematical model of maintenance of radioelectronic means of air defense missile systems]. *Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky ta oborony*, 36(3), 29–34. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2019-36-3-29-34.
9. Korolyuk, V. S., & Turbin, A. F. (1976). *Polumarkovskie protsessy i ikh prilozheniia* [Semi-Markov processes and their applications]. Naukova dumka.

Рекомендації щодо адаптації нормативно-правового поля у сфері воєнної безпеки України для імплементації методологічних основ оцінювання стану та рівня воєнної безпеки держави

Recommendations on the Adaptation of the Regulatory and Legal Field in the Field of Military Security of Ukraine for the Implementation of Methodological Foundations for Assessing the State and Level of Military Security of the State

Андрій Ігнатьєв
кандидат наук з державного управління, докторант, e-mail: ertya1978@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0482-6024

Національний університет оборони України, Київ, Україна

Andrii Ihnatiev
Candidate of Sciences in Public Administration, Doctoral Student, e-mail: ertya1978@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0482-6024

National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: November 24, 2025 | Revised: December 08, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.10

Мета роботи. Формування рекомендацій щодо адаптації нормативно-правового поля у сфері воєнної безпеки України шляхом імплементації методологічних основ оцінювання стану та рівня воєнної безпеки держави.

Метод дослідження. Дослідження ґрунтується на комплексному методологічному підході, що включає: аналіз нормативно-правових актів України у сфері національної та воєнної безпеки; порівняльно-правовий метод; метод системного аналізу; логіко-структурний метод.

Результати дослідження. За результатами дослідження запропоновано систему національних інтересів у сфері воєнної безпеки; розроблено зміни до законодавства України у сфері національної та воєнної безпеки; уточнено ключові поняття (стан і рівень воєнної безпеки, національні інтереси); визначено принципи функціонування системи забезпечення воєнної безпеки; обґрунтовано механізм циклічного моніторингу, зокрема через ситуаційні центри; доведено необхідність окремого розділу закону щодо системи воєнної безпеки держави.

Теоретична цінність дослідження. Теоретична цінність дослідження полягає у: розробленні концептуальної моделі системи забезпечення воєнної безпеки держави; обґрунтуванні нових підходів до визначення стану та рівня воєнної безпеки на основі національних інтересів; уточненні понятійно-категоріального апарату, що раніше був фрагментарним; розвитку наукових основ правового забезпечення воєнної безпеки в умовах широкомасштабної збройної агресії.

Практична цінність дослідження. Практична значущість проявляється у можливості: нормативно закріпити процедури оцінки стану воєнної безпеки; підвищити ефективність взаємодії суб'єктів сектору безпеки й оборони; посилити оперативність реагування на воєнні загрози на національному рівні; стандартизувати термінологію та управлінські підходи у діяльності органів державної влади; забезпечити інтеграцію із системами НАТО за принципом взаємосумісності.

Тип статті. Аналітична наукова стаття з елементами прикладного нормотворчого проєктування.

Purpose. To develop recommendations for the adaptation of the regulatory and legal framework in the field of Ukraine's military security through the implementation of methodological foundations for assessing the state and level of the state's military security.

Method. The research is based on a comprehensive methodological approach that includes analysis of Ukrainian regulatory and legal acts in the field of national and military security; the comparative legal method; the system analysis method; and the logical-structural method.

Results of the research. The research results include: a proposed system of national interests in the field of military security; drafted amendments to Ukrainian legislation in the field of national and military security; clarification of key concepts (state and level of military security, national interests); identification of principles for the functioning of the military security system; substantiation of a mechanism for cyclical monitoring, including through situational centers; and justification of the need for a separate section of the law dedicated to the state's military security system.

Theoretical implications. The theoretical value lies in the development of a conceptual model of the state's military security system; the substantiation of new approaches to determining the state and level of military security based on national interests; clarification of the conceptual and categorical framework, which was previously fragmented; and the advancement of scientific foundations for the legal support of military security under conditions of large-scale armed aggression.

Practical implications. The practical significance is reflected in the possibility to: legally formalize procedures for assessing the state of military security; improve the effectiveness of interaction among actors in the security and defense sector; strengthen the operational response to military threats at the national level; standardize terminology and management approaches in the activities of public authorities; and ensure integration with NATO systems based on the principle of interoperability.

Paper type. Analytical research article with elements of applied legislative design.

Ключові слова: нормативно-правове поле, сектор безпеки і оборони України, реагування на загрози воєнній безпеці, науково-методичний апарат оцінювання стану та рівня воєнної безпеки держави.

Key words: regulatory and legal framework, Ukraine's security and defense sector, the Security and Defense Sector of Ukraine, response to military security threats, scientific and methodological framework for assessing the state and level of the state's military security.

Вступ

Національна безпека є надбанням лише сильної державної організації суспільства, де право здатне виконати своє призначення.

Якщо звернутися до історії України, то знайдемо підтвердження правила, відповідно до якого ігнорування безпекових питань суттєво послаблює не лише прагнення, але й реальні дії щодо розбудови суверенної держави. Такою є історія української державності упродовж минулого століття, такими є соціальні, політико-правові події на початку XXI століття [1]. Сьогодні, під час героїчного протистояння Українського Народу збройній навалі російської федерації питання забезпечення воєнної безпеки є як ніколи в історії України актуальним.

На сьогодні наукові дослідження правових проблем національної та воєнної безпеки в юридичній науці представлені чисельними розробками. Проте далеко не всі наукові дослідження (точніше їх взагалі не виявлено) стосуються безпосередньо удосконаленню (адаптації) нормативно-правового поля на засадах імплементації методологічних розробок науковців з військового напряму дослідження, а саме інструментальних засобів використання яких надає можливість оцінювати стан та рівень воєнної безпеки держави. У переважній більшості розкриваються окремі аспекти правових проблем у сфері національної безпеки.

Серед значної кількості наукових праць з проблем національної безпеки найбільш значущим для наукової теорії і практики є запропонований В. П. Горбуліним та А. Б. Качинським підхід до стратегічного планування у вирішенні проблем національної безпеки [2], який натомість не знайшов необхідного та постійного застосування у секторі безпеки і оборони.

Однакове тлумачення усіма суб'єктами забезпечення воєнної безпеки основного понятійно-категорійного апарату у сфері воєнної безпеки, а також удосконалення законодавчої бази у контексті удосконалення системи забезпечення воєнної безпеки держави, її принципів функціонування та функцій покладених на неї в разі впровадження у нормативно-правове поле України сприятиме підвищенню відповідальності за забезпечення воєнної безпеки, підвищить ефективність процедур взаємодії та сприятиме подальшому сталому розвитку системи забезпечення воєнної безпеки України. Запропоновані у науковій праці пропозиції щодо удосконалення нормативно-правового поля України дозволять більш оперативно та адекватно реагувати на виявлені загрози у сфері воєнної безпеки, упереджувати в їх динамічному розвитку та більш гарантовано захищати національні інтереси України, її територіальну цілісність та державний суверенітет.

Теоретичні основи дослідження

Аналіз останніх досліджень і публікацій, свідчить про те, що у сучасному науковому світі в цілому дослідження присвячені проведенню теоретико-правового аналізу ключових особливостей національної безпеки в умовах дії правового режиму воєнного стану (наприклад [4]).

Окремо доцільно зазначити роботу [5]. У праці розкрито концептуальні, політико-правові та організаційно-управлінські засади дослідження воєнної безпеки України, які дозволяють розв'язувати складні спеціалізовані завдання щодо адекватного реагування на загрози національним інтересам України у воєнній сфері в сучасних умовах державотворення.

У [6] акцентовано увагу на те, що в умовах трансформаційних змін в Україні питання національної безпеки є одним з ключових. У статті використано ряд загальнонаукових, юридичних, філософських методів і підходів. Світоглядна позиція авторів зумовлюється розвитком сучасного складного стану нашої держави, воєнний стан, виклики, глобалістична військова інтервенція росії і т.п. Все це вимагає характерних підходів і методологічного розширення проблематики на його засадах цивілізаційного підходу, концептуальних підходів правознавства із застосовуванням системних методів. Теоретичне і практичне значення

дослідження містить комплексний аналіз окресленої проблематики інституційного забезпечення проблеми національної безпеки в Україні на законодавчому рівні.

У [7] представлено матеріали доповідей учасників Всеукраїнської науково-практичної конференції «Організаційно-правове забезпечення національної безпеки в умовах воєнного стану» (7 липня 2023 р., м. Кропивницький). Розглянуто актуальні теоретичні та практичні питання, що стосуються забезпечення національної безпеки України з урахуванням воєнно-політичних загроз і викликів. Наведено пропозиції з удосконалення законодавства і правозастосовної практики, спрямовані на підвищення ефективності діяльності державних органів та інших суб'єктів, що беруть участь у забезпеченні національної безпеки України.

Таким чином, аналізуючи представлені та інші напрацювання наукового товариства, стає зрозумілим, що на сьогоднішній день наукових доробок щодо удосконалення нормативно-правового поля на засадах імплементації методичних напрацювань щодо оцінки стану та рівня воєнної безпеки держави не існує.

З метою вдосконалення нормативно-правового поля України та впровадження у практичну площину методології представленої у [3; 8-11 та інші] автором статті розроблені пропозиції щодо внесення змін у чинне законодавство України, що виявило потребу представлення їх на загал наукового товариства.

Мета статті. Розкрити рекомендації, щодо адаптації нормативно-правового поля, які спрямовані на забезпечення своєчасного реагування сектору безпеки і оборони на виявлені загрози в інтересах воєнної безпеки України на засадах імплементації методологічних основ оцінювання стану та рівня воєнної безпеки держави.

Постановка проблеми

Роль нормативно-правового поля в Україні відіграє першорядну позицію у забезпечення воєнної безпеки держави, своєчасному та адекватному реагуванні на виявлені воєнні загрози системою забезпечення воєнної безпеки. Тому нормативно-правове поле потребує уважного, постійного вдосконалення. Існуючі некоректності та недоліки у нормативно-правовому полі України викриті та висвітлені у багатьох наукових публікаціях у фахових науково-практичних виданнях України (наприклад [3; 4]).

Результати

У Законі України "Про національну безпеку України" [12] (в Розділі I Загальні положення, стаття 1. Визначення термінів) додати:

Національні цінності – це фундаментальні моральні норми, звичаї, традиції, що визначають життєву позицію людей, а також надбання суспільства в матеріальній та духовній культурі;

"підсистема реалізації національного інтересу" – блок юридичних, нормативно-правових актів, створена організаційна підсистема, що здійснює комплекс заходів та сам комплекс заходів, що практично реалізують національний інтерес;

Об'єкти воєнної безпеки є громадяни, суспільство, сектор безпеки і оборони, держава та національні інтереси у сфері воєнної безпеки.

Суб'єкти забезпечення воєнної безпеки України – Верховна Рада України, Президент України, Рада національної безпеки та оборони України (Ставка Верховного Головнокомандувача сил оборони у разі її створення), Кабінет Міністрів України, судова гілка влади, центральні та місцеві органи виконавчої влади та органи місцевого самоврядування, органи влади Автономної Республіки Крим, інші державні органи, Збройні Сили України, інші військові формування, правоохоронні органи, підприємства, установи та організації (у тому числі наукові), які виконують завдання у сфері воєнної безпеки;

паспорт національного інтересу – опис процесу реалізації кожного національного інтересу, який включає: нормативно-правове поле, яке описує процедури взаємодії елементів підсистеми реалізації національного інтересу; повний опис структури організаційної підсистеми, а також повний опис комплексу заходів, спрямованих на реалізацію даного національного інтересу;

система забезпечення воєнної безпеки держави – соціально-організаційна багаторівнева система державних та недержавних інститутів (суб'єктів забезпечення воєнної безпеки), об'єднаних загальними цілями і завданнями із захисту процесу реалізації національних інтересів у сфері воєнної безпеки від негативного впливу зовнішніх та внутрішніх загроз;

цільова функція (ефективність функціонування) системи забезпечення воєнної безпеки держави – ступінь наявності основних системних властивостей (якостей), які забезпечуватимуть максимальну нейтралізацію загроз національним інтересам у сфері воєнної безпеки*;*

Стан воєнної безпеки держави – характеристика ступеня реалізації національних інтересів у сфері воєнної безпеки, яка ураховує вплив небезпек і загроз цім інтересам;

рівень воєнної безпеки – інтегральний показник ступеня захищеності процесу реалізації національних інтересів у сфері воєнної безпеки від негативного впливу можливих загроз на певний момент (період) часу;

Розділ II Засади національної безпеки України, стаття 3. назву статті змінити на Національні інтереси України та викласти усі національні інтереси за сферами національної безпеки, при цьому національні інтереси у сфері воєнної безпеки є таблиця.

У зв'язку з надважливістю забезпечення воєнної безпеки для збереження незалежності та суверенітету України її територіальної цілісності додати Розділ Забезпечення воєнної безпеки України. Для цього Розділ IV Сектор безпеки і оборони змістити та призначити його розділом V, аналогічно змістити нумерацію усіх наступних розділів та вставити Розділ IV Забезпечення воєнної безпеки України, в якому викласти:

Роль воєнної безпеки. Воєнна безпека України є однією із засадничих умов реалізації права українського народу на самовизначення, збереження держави Україна та забезпечення її сталого розвитку на основі найвищих цінностей демократії, верховенства права, свободи, гідності, безпеки і процвітання громадян усіх національностей [13].

Воєнна безпека досягається комплексним використанням політичного, військового, економічного, науково-технологічного, демографічного, ресурсного, інформаційного, морально-психологічного потенціалу країни, насамперед для зниження рівня воєнної небезпеки в будь-яких умовах.

Забезпечується воєнна безпека України через реалізацію Стратегії воєнної безпеки системою забезпечення воєнної безпеки.

Головною метою забезпечення воєнної безпеки України є виявлення і нейтралізація зовнішніх і внутрішніх загроз національним інтересам України у воєнній сфері для створення сприятливих умов реалізації національних інтересів у сфері воєнної безпеки.

Забезпечення воєнної безпеки України базується на концепціях:

Таблиця – Національні інтереси України у сфері воєнної безпеки (варіант)

Сфера воєнної безпеки	Національні інтереси у сфері воєнної безпеки
Воєнно-політична сфера (зовнішньополітична)	Підтримання мирного і взаємовигідного співробітництва з членами міжнародного співтовариства за загальновизнаними принципами і нормами міжнародного права. Приривнювання міжнародних договорів, згода на обов'язковість яких надана Верховною Радою України, до статусу Законів України.

Сфера воєнної безпеки	Національні інтереси у сфері воєнної безпеки
	Гарантування піклування та захист своїх громадян, які перебувають за межами України. Інтеграція України в європейський політичний, економічний, безпековий, правовий простір, набуття членства в Європейському Союзі та в Організації Північноатлантичного договору. Активізація реформ з метою досягнення відповідності критеріям членства в НАТО у рамках імплементації річних національних програм під егідою Комісії Україна – НАТО. Отримання запрошення до приєднання до Плану дій щодо членства в НАТО. Всебічне співробітництво зі США, Сполученим Королівством Великої Британії і Північної Ірландії, Канадою, Федеративною Республікою Німеччина, Французькою Республікою спрямоване на зміцнення гарантій незалежності й суверенітету, сприяння демократичному поступу та розвитку України. Стратегічне партнерство з Азербайджанською Республікою, Грузією, Литовською Республікою, Республікою Польща, Турецькою Республікою. Партнерські відносини з іншими державами Балтії та державами Північної Європи, а також тісні добросусідські відносини з державами Центральної та Південно-Східної Європи. Практична взаємодія з державами – членами НАТО у гарантуванні безпеки у Чорноморському басейні. Відстоювання незалежності і державного суверенітету в умовах відбиття широкомасштабної агресії РФ проти України Відновлення територіальної цілісності у межах міжнародно визнаного державного кордону України. Захист прав, свобод і законних інтересів своїх громадян на тимчасово окупованих територіях. Вдосконалення санкційної політики і мінімізації шкоди для своїх національних інтересів.
Воєнно-політична сфера (внутрішньополітична)	Недопущення використання ЗС України та інших військових формувань для обмеження прав і свобод громадян або з метою повалення конституційного ладу, усунення органів влади чи перешкоджання їх діяльності. Демократичний цивільний контроль над сектором безпеки і оборони. Забезпечення об’єктивного і своєчасного інформування вищих органів влади і громадськість про стан справ в органах сектору безпеки і оборони. Дотримання вимог Конституції і законів України у діяльності органів сектору безпеки і оборони, недопущення їх використання для узурпації влади, порушення прав і свобод людини і громадянина. Ефективна реалізація стратегій, доктрин, концепцій, державних програм та планів у сферах національної безпеки і оборони. Дотримання стану правопорядку в органах сектору безпеки і оборони. Ефективне використання ресурсів, зокрема бюджетних коштів, органами сектору безпеки і оборони. Наявність можливості утворення вищого колегіального стратегічного органу воєнного керівництва обороною держави в особливий період. Ефективне планування у сферах національної безпеки і оборони, визначення засад воєнної, військової кадрової та військово-технічної політики у сфері оборони, координація діяльності державних органів та органів місцевого самоврядування щодо підготовки держави до оборони.

Сфера воєнної безпеки	Національні інтереси у сфері воєнної безпеки
	Своєчасність у прийнятті рішень щодо захисту національних інтересів України. Оснащення сектору безпеки і оборони сучасним озброєнням і військовою технікою, створення необхідних запасів матеріально-технічних засобів та необхідних для цього потужностей оборонно-промислового комплексу, реалізація інших заходів з посилення обороноздатності держави. Ефективне проведення комплексного огляду сектору безпеки і оборони, яке включає оборонний огляд, огляд громадської безпеки та цивільного захисту, огляд оборонно-промислового комплексу, огляд розвідувальних органів України, огляд загальнодержавної системи боротьби з тероризмом, огляд стану кіберзахисту державних інформаційних ресурсів та критичної інформаційної інфраструктури. Розвиток інституційних спроможностей Міністерства оборони України та інших органів управління складових сил оборони. Удосконалення систем мобілізаційної підготовки та мобілізації, оперативного обладнання території держави Державна підтримка оснащення Збройних Сил України та інших складових сил оборони новим, зокрема високотехнологічним, озброєнням, військовою та спеціальною технікою Реалізація ефективних антикорупційних програм і запровадження нетерпимості до корупції та проявів корупційних явищ,. Запобігання, виявлення та припинення проявів сепаратизму, тероризму, екстремізму, припинення діяльності незаконних збройних формувань, політично мотивованого насильства та інших зазіхань на конституційний лад. Забезпечення державної безпеки, з неухильним дотриманням прав і свобод людини і громадянина: протидії розвідувально-підривній діяльності проти України; боротьби з тероризмом; контррозвідувального захисту державного суверенітету, конституційного ладу і територіальної цілісності, оборонного і науково-технічного потенціалу, об’єктів критичної інфраструктури; охорони державної таємниці. Забезпечення розвідувальної діяльності з метою захисту національних інтересів України від зовнішніх загроз. Забезпечення державної охорони органів державної влади України, забезпечення безпеки посадових осіб та охорони об’єктів, визначених законом. Забезпечення функціонування і розвитку державної системи урядового зв’язку, Національної системи конфіденційного зв’язку
Воєнно-стратегічна (військова) сфера	Забезпечення укомплектованості Сектору безпеки і оборони, та готовності до виконання завдань за призначенням у мирний час та в особливий період. Здатність забезпечити ЗС України стримування та відсіч збройної агресії проти України, охорону повітряного простору держави та підводного простору у межах територіального моря України, приймати участь у заходах, спрямованих на боротьбу з тероризмом. Здатність ведення силами оборони всіх форм і способів збройної боротьби з агресором, зокрема асиметричних та інших дій. Нарощування спроможностей системи протиповітряної оборони. Створення цілісної системи територіальної оборони.

Сфера воєнної безпеки	Національні інтереси у сфері воєнної безпеки
	Здатності системи управління, сил оборони, швидко відновлюватися та адаптуватися до змін у безпековому середовищі й до тривалого протистояння в наданні відсічі і стримування збройної агресії проти України. Забезпечення професійним кадровим потенціалом ЗС України та інших складових сил оборони. Розвиток систем військової освіти та підготовки особового складу для сил оборони. Розвиток системи воєнної науки, спрямованої на вирішення теоретичних і практичних завдань забезпечення всеохоплюючої оборони України, розроблення новітніх систем озброєння, військової та спеціальної техніки. Підтримання технічної готовності та модернізація озброєння, військової та спеціальної техніки, оснащення сил оборони високоточними засобами ураження, безпілотними платформами (системами), космічною технікою військового (подвійного) призначення. Розвиток спроможностей сил оборони України щодо стратегічних комунікацій у сфері оборони. Ефективна організація в силах оборони заходів оборонного планування, визначення засад воєнної, військової кадрової політики. Ефективне планування, координація та контроль за підготовкою всіх складових сил оборони з метою набуття ними необхідних об'єднаних спроможностей. Спроможність видів, окремих родів військ (сил) ЗС України здійснювати передачу визначеного комплекту боєздатних сил і засобів Командувачу об'єднаних сил. Здатність Командування об'єднаних сил здійснювати ефективне планування застосування та безпосереднє управління об'єднаними силами і засобами ЗС України, інших складових сил оборони, а також національним контингентом і національним персоналом у міжнародних операціях з підтримання миру і безпеки. Забезпечення стійкого функціонування транспорту в мирний час та в особливий період, зокрема виконання завдань з технічного прикриття, відбудови, встановлення загороджень на об'єктах національної транспортної системи України з метою забезпечення діяльності ЗС України та інших військових формувань, утворених відповідно до законів України.
Воєнно-економічна сфера	Розвиток рівноправних взаємовигідних відносин у воєнно-економічній сфері з іншими державами. Розвивати ринкову конкуренцію, забезпечити демонополізацію економіки у воєнно-економічній сфері. Забезпечення створення, утримання та оновлення запасів матеріальних засобів, достатніх для проведення стратегічного розгортання військ (сил), операцій сил оборони, ведення територіальної оборони України та організації руху опору. Здатність системи управління національною економікою, інфраструктурою швидко відновлюватися та адаптуватися до змін у безпековому середовищі й до тривалого протистояння в наданні відсічі і стримування збройної агресії проти України.
Воєнно-технологічна сфера	Визначення засад військово-технічної політики у сфері оборони. Упровадження сучасних інформаційних та космічних технологій, автоматизація управлінських процесів і цифровізація діяльності в силах оборони України з відповідним рівнем захищеності інформації.

Сфера воєнної безпеки	Національні інтереси у сфері воєнної безпеки
	Сприяти розвитку авіаційної та космічної галузей як таких, що мають значний потенціал і можливості для виробництва високотехнологічної продукції цивільного та оборонного призначення. Державна підтримка оснащення ЗС України та інших складових сил оборони новим, зокрема високотехнологічним, озброєнням, військовою та спеціальною технікою.
Воєнно-інформаційна сфера	Підвищення рівня інформаційної культури та медіаграмотності в суспільстві для протидії маніпулятивним та інформаційним впливам. Створення системи раннього виявлення, прогнозування та запобігання гібридним загрозам. Ужиття заходів щодо запобігання та протидії поширенню дезінформації та деструктивної пропаганди стосовно європейської та євроатлантичної інтеграції України. Створення системи протидії дезінформації та інформаційним операціям, спрямованої на запобігання, максимально швидке виявлення та реагування держави і суспільства на інформаційні загрози. Розвиток спроможностей складових сил оборони щодо протидії загрозам в інформаційному просторі. Набуття спроможностей сил оборони проведення інформаційно-психологічних операцій та інших заходів, спрямованих на запобігання, стримування та відсіч збройної агресії Російської Федерації проти України Запровадження дієвих механізмів виявлення, фіксації, обмеження доступу та/або видалення з українського сегмента мережі Інтернет інформації, розміщення якої обмежено або заборонено законом
Воєнно-кібернетична сфера	Розбудова національної системи кібербезпеки на засадах стримування, кіберстійкості та взаємодії. Розвиток спроможностей щодо забезпечення кібербезпеки, кіберзахисту та кібероборони під час підготовки та ведення всеохоплюючої оборони України. Набуття здатності національної системи кібербезпеки швидко адаптуватися до внутрішніх і зовнішніх загроз у кіберпросторі, підтримувати та відновлювати стале функціонування національної інформаційної інфраструктури, насамперед об'єктів критичної інформаційної інфраструктури. Розвиток стратегічних відносин у сфері кібербезпеки із ключовими іноземними партнерами, передусім з ЄС, США та іншими державами - членами НАТО, співробітництво у цій сфері з іншими державами та міжнародними організаціями на основі національних інтересів України (взаємодія). Створення та забезпечення розвитку (у тому числі кадрово та технологічно) підрозділів з повноваженнями ведення збройного протиборства в кіберпросторі. Запровадження ефективних механізмів взаємодії основних суб'єктів національної системи кібербезпеки та сил оборони в частині спільного виконання завдань кібероборони. Забезпечення безперервного здійснення контррозвідувальних заходів з виявлення, попередження та припинення розвідувально-підривної діяльності іноземних держав, актів кібершпигунства та кібертероризму, усунення умов, що їм сприяють, та причин їх виникнення для убезпечення інтересів держави, суспільства і окремих громадян.

Сфера воєнної безпеки	Національні інтереси у сфері воєнної безпеки
	Забезпечення набуття правоохоронними органами та державним органом спеціального призначення з правоохоронними функціями спроможностей для мінімізації загроз кіберзлочинності, посилення їх технологічного і кадрового потенціалу для проведення превентивних заходів та розслідування кіберзлочинів Набуття здатності всіх заінтересованих сторін, насамперед суб'єктів сектору безпеки і оборони, своєчасно й ефективно реагувати на кібератаки, забезпечити режим постійної готовності до реальних та потенційних кіберзагроз, виявляти та усувати передумови до їх виникнення, забезпечивши тим самим кіберстійкість, передусім об'єктів критичної інформаційної інфраструктури Створення національну систему управління інцидентами в кіберпросторі. Реформування системи підготовки та підвищення кваліфікації фахівців у сфері кібербезпеки,
Воєнно-соціальна сфера	Забезпечення соціального захисту громадян України, які перебувають на службі у Збройних Силах України та в інших військових формуваннях, а також членів їхніх сімей Забезпечення всебічного розвитку і функціонування української мови в усіх сферах суспільного життя на всій території України Право громадян, які перебувають на службі у Збройних Силах України та в інших військових формуваннях брати участь в управлінні державними справами, у всеукраїнському та місцевих референдумах, вільно обирати і бути обраними до органів державної влади та органів місцевого самоврядування Не може бути привілеїв чи обмежень за ознаками раси, кольору шкіри, політичних, релігійних та інших переконань, статі, етнічного та соціального походження, майнового стану, місця проживання, за мовними або іншими ознаками. Сприяння консолідації та розвиткові української нації, її історичної свідомості, традицій і культури, а також розвиткові етнічної, культурної, мовної та релігійної самобутності всіх корінних народів і національних меншин України. Захист Вітчизни, незалежності та територіальної цілісності України, шанування її державних символів є обов'язком громадян України. Надання жінкам рівних з чоловіками можливостей у громадсько-політичній і культурній діяльності, у здобутті освіти і професійній підготовці, у праці та винагороді за неї; спеціальними заходами щодо охорони праці і здоров'я жінок, встановленням пенсійних пільг; створенням умов, які дають жінкам можливість поєднувати працю з материнством; правовим захистом, матеріальною і моральною підтримкою материнства і дитинства, включаючи надання оплачуваних відпусток та інших пільг вагітним жінкам і матерям. Забезпечення житлом усіх військовослужбовців сектору безпеки і оборони. Громадянам, які потребують соціального захисту, житло надається державою та органами місцевого самоврядування безоплатно або за доступну для них плату відповідно до закону. За віддання і виконання явно злочинного розпорядження чи наказу настає юридична відповідальність.
Воєнно-епідеміологічна сфера	Становлення та розвиток Медичних сил Збройних Сил України, набуття ними спроможностей щодо лікувально-профілактичних заходів, надання

Сфера воєнної безпеки	Національні інтереси у сфері воєнної безпеки
	всіх видів безоплатної медичної допомоги військовослужбовцям, у тому числі і стоматологічної, а також проведення медичної і медико-психологічної реабілітації. Належне медичне забезпечення військ, своєчасна та якісна медична допомога і медична евакуація поранених, уражених, травмованих і хворих з районів бойових дій сприяють зміцненню бойового духу військовослужбовців.
Воєнно-екологічна сфера	Ведення навчальних та бойових дій з дотриманням норм Конституції України щодо збереження навколишнього природного середовища та раціонального використання природних ресурсів, Конвенції Про хімічну зброю.

Концепція запобігання виникнення воєнного конфлікту – передбачає активну співпрацю з усіма державами світу у напрямі забезпечення стратегічної стабільності і відвертання воєнних конфліктів виключно політичними, дипломатичними та економічними методами; створення воєнного потенціалу України, здатного звести до мінімуму імовірність виникнення воєнного конфлікту за рахунок потенційної можливості завдати агресору шкоди, при якій він втрачає стимули для нападу;

Концепція стримування можливої збройної агресії в контексті всеохоплюючої оборони України передбачає готовність сил оборони України, національної економіки, населення та всієї держави до надання відсічі збройній агресії проти України, нарощування спроможностей системи протиповітряної оборони, створення цілісної системи територіальної оборони, вжиття превентивних заходів щодо протидії воєнним загрозам, досягнення та підтримання спроможностей завдати противнику неприйнятних політичних, економічних, воєнних та інших втрат, з огляду на які він буде змушений відмовитися від ескалації або припинити збройну агресію проти України;

Концепція відсічі можливій збройній агресії, яка передбачає можливість завдання агресору поразки і примушення його до припинення воєнних дій та відмови від своїх намірів шляхом здійснення всеохоплюючої оборони.

Захищеність національних інтересів у сфері воєнної безпеки покладено на систему забезпечення воєнної безпеки України, цільовою функцією якої є забезпечення реалізації національних інтересів у сфері воєнної безпеки в умовах негативного впливу зовнішніх та внутрішніх загроз.

Процес функціонування система забезпечення воєнної безпеки має відбуватися за такими етапами: моніторинг небезпек і загроз національним інтересам у сфері воєнної безпеки; ідентифікація небезпек і загроз; розроблення варіантів нейтралізації загроз (комплексу скоординованих дій); прийняття рішення про нейтралізацію загрози; забезпечення виконання рішення; практична реалізація рішення; контроль за виконанням.

Для ефективного захисту національних інтересів у сфері воєнної безпеки система забезпечення воєнної безпеки повинна функціонувати базуючись на принципах:

принцип потрійного реагування, досягається активною співпрацією з усіма державами світу у напрямі забезпеченням стратегічної стабільності і відвертанням воєнних конфліктів виключно політичними, дипломатичними та економічними методами; створенням воєнного потенціалу України та його демонстрацією, здатного звести до мінімуму імовірність виникнення воєнного конфлікту за рахунок потенційної можливості завдати агресору шкоди, при якій він втрачає стимули для нападу; відсічю можливої збройної агресії в разі її

виникнення, яка забезпечить завдання агресору поразки і примушення його до припинення воєнних дій та відмови від своїх намірів;

принцип безперервності досягається безперевним моніторингом небезпек і загроз національним інтересам та постійним підтриманням спроможності органів державного управління постійно здійснювати вплив на суб'єкти забезпечення воєнної безпеки під час моніторингу, в ході підготовки і ведення комплексу заходів з нейтралізації виявлених небезпек і загроз, а також отримувати від них інформацію (доповіді, донесення, зведення про обстановку, яка склалася); безперервність передбачає, що в умовах виникнення загрози, настання кризової ситуації система забезпечення воєнної безпеки продовжує діяти без значної втрати функціональності, усі суб'єкти забезпечення національної стійкості здатні виконувати основні функції;

принцип – циклічність функціонування передбачає повторення циклу системою забезпечення воєнної безпеки – моніторингу небезпек і загроз національним інтересам у сфері воєнної безпеки; ідентифікації небезпек і загроз; розроблення варіантів нейтралізації загроз; прийняття рішення про нейтралізацію загрози; забезпечення виконання рішення; практична реалізація рішення; контроль виконання рішення з визначення стану воєнної безпеки;

принцип оперативності **–** досягається здатністю суб'єктів забезпечення воєнної безпеки виконувати завдання управління системою забезпечення воєнної безпеки у строки, які дозволяють випереджати ескалацію небезпеки, загрози в діях, швидко реагувати на виявлену загрозу та своєчасно впливати на суб'єкти забезпечення воєнної безпеки в інтересах забезпечення воєнної безпеки;

принцип керованості системи забезпечення воєнної безпеки забезпечує здатність системи приймати якісні рішення про запобігання зародженню та розвитку загроз національним інтересам у сфері воєнної безпеки, шляхом реалізації комплексу скоординованих дій із нейтралізації виявлених загроз, стримування та відсічі збройної агресії; розроблення та прийняття рішень про розвиток системи, про координацію і контроль за виконанням прийнятих рішень та контроль поточного і прогнозованого стану та рівня воєнної безпеки, ступеня реалізації цільової функції системи забезпечення воєнної безпеки після виконання прийнятого рішення;

принцип адаптивності системи забезпечення воєнної безпеки до зміни зовнішнього середовища безпеки досягатися перш за все своєчасними змінами у структурі та складі системи забезпечення воєнної безпеки, які дозволять виявляти нові види, типи небезпек і загроз воєнного характеру. У першу чергу до таких нових типів небезпек і загроз будуть відноситись загрози пов'язані з розвитком науково-технічного прогресу, різноманітними інноваціями в ІТ-сфері, роботизованих систем озброєння та військової техніки, форм та способів ведення бойових дій, застосуванням зброї на нових фізичних принципах тощо;

принцип адекватності у реагуванні на зовнішні подразники забезпечує здатність органів державного управління забезпечити ефективну реалізацію можливостей ресурсів системи забезпечення воєнної безпеки для успішного виконання нею поставлених завдань і досягнення необхідного стану воєнної безпеки з найменшими втратами та у визначені строки. Саме тому адекватність у реагуванні на зовнішні подразники необхідно розглядати у взаємозв'язку з оперативністю;

принцип взаємосумісності – досягається перш за все сумісністю процедур, взаємовідносин між суб'єктами СБіО, а також сумісністю між СБіО України та міжнародними системами безпеки (НАТО), які можуть бути залучені до надання допомоги нашій державі з реагування на виявлені загрози;

принцип відповідності ресурсним можливостям держави досягається вираховуванням у мирний час, перш за все, економічні можливості держави на утримання і

розвиток суб'єктів забезпечення воєнної безпеки, забезпечувати неперевантаження, упередження "перегріву" економіки держави;

принцип *відповідності структури системи забезпечення воєнної безпеки покладеним функціям та завданням* – досягається створенням такої структури системи, яка буде повністю відповідати покладеним функціям та завданням, у якій будуть відсутні дублювання функцій та завдань між суб'єктами забезпечення воєнної безпеки та/або відсутність функцій або завдань, які не закріплені за суб'єктами забезпечення воєнної безпеки;

принцип відкритості – досягається ступенем достатності впровадження демократичного цивільного контролю над сектором безпеки і оборони та іншими суб'єктами забезпечення воєнної безпеки;

принцип зворотного зв'язку – забезпечує контрольну функцію відстежування за функціонуванням системи забезпечення воєнної безпеки, координацію функціонування державних органів СБіО та хід проходження фаз циклу функціонування самої системи забезпечення воєнної безпеки, а також контроль рівня воєнної безпеки держави.

Система забезпечення воєнної безпеки України як підсистема системи забезпечення національної безпеки забезпечує сприятливі умови реалізації національних інтересів у сфері воєнної безпеки шляхом реалізації своїх функцій:

моніторингова реалізується шляхом проведення постійного моніторингу безпекового середовища з метою виявлення найбільш динамічних небезпек і загроз у сфері воєнної безпеки;

прогнозна-аналітична реалізується шляхом аналізу, ідентифікації та визначення рівня загроз національним інтересам у сфері воєнної безпеки та прогнозування їх подальшого розвитку;

управлінська реалізується шляхом вироблення рішень з комплексу скоординованих заходів щодо нейтралізації виявлених загроз національним інтересам у сфері воєнної безпеки, координації функціонування підсистем системи забезпечення воєнної безпеки та забезпечення зворотного зв'язку суб'єктів забезпечення воєнної безпеки з РНБО України (воєнним кабінетом при РНБО України, Ставкою Верховного Головнокомандуючого Силами Оборони України), хід проходження фаз циклу функціонування самої системи забезпечення воєнної безпеки та контролювання рівня та стану воєнної безпеки;

програмно-аналітична реалізується шляхом розроблення програм щодо удосконалення функціонування суб'єктів забезпечення воєнної безпеки, як складових системи забезпечення воєнної безпеки та нарощування і розвитку їх спроможностей, а також реалізацію (виконанням) цих програм;

підготовчо-виконавча реалізується шляхом підготовки, забезпечення ресурсами виконання рішень з комплексу скоординованих заходів щодо нейтралізації виявлених загроз національним інтересам у сфері воєнної безпеки

інтеграційна реалізується шляхом процедурно-технічної та нормативної інтеграції з міжнародними системами безпеки та НАТО зокрема, а також досягненням інтероперабельності ситуаційних центрів суб'єктів забезпечення воєнної безпеки України;

у розділі V Сектор безпеки України, статтю 12, пункту 2 "До складу сектору безпеки і оборони входять" доповнити Президент України, Рада національної безпеки і оборони України;

у статтю 13 "Керівництво у сферах національної безпеки і оборони" внести зміни:

1. Керівництво у сферах національної безпеки і оборони відповідно до Конституції України здійснює Президент України, який:

1) забезпечує державну незалежність та національну безпеку;

2) є Верховним Головнокомандувачем Сил Оборони України,…;

у Законі України "Про оборону України" [14] (в Розділі II Повноваження органів державної влади, основні функції та завдання органів військового управління, місцевих державних адміністрацій, органів місцевого самоврядування, підприємств, установ і організацій, обов'язки посадових осіб, права та обов'язки громадян україни у сфері оборони,

статті 6 замінити посаду Верховного Головнокомандувача Збройних Сил України на Верховного Головнокомандувача Сил Оборони України;

в Указі Президента України "Про затвердження Положення про Апарат Ради національної безпеки і оборони України" [15] у пункт 3 "Апарат Ради" додати – щомісячно у мирний час та в умовах особливого періоду кожні два тижні визначає стан та рівень воєнної безпеки України з висвітленням на екрані Головного ситуаційного центру України.

Висновки

Однозначне розуміння усіма суб'єктами забезпечення воєнної безпеки основного понятійно-категорійного апарату у сфері воєнної безпеки, удосконалення законодавчої бази у контексті системи забезпечення воєнної безпеки держави, принципів її функціонування та функцій покладених на неї в разі впровадження у нормативно-правове поле України сприятиме підвищенню відповідальності за забезпечення воєнної безпеки, підвищить ефективність процедур взаємодії та сприятиме подальшому сталому розвитку системи забезпечення воєнної безпеки України. Запропоновані пропозиції до удосконалення нормативно-правового поля України дозволять більш оперативно та адекватно реагувати на виявлені загрози у сфері воєнної безпеки, упереджувати в їх динамічному розвитку та більш гарантовано захищати національні інтереси України, її територіальну цілісність та державний суверенітет.

Подальші наукові дослідження доцільно спрямувати на розробку методичних рекомендацій щодо забезпечення інтероперабельності ситуаційних центрів України на національному та міжнародному рівнях.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Концептуальні засади права національної безпеки України : монографія / П. П. Богутський. Київ : Науково-дослідний інститут інформатики і права НАПрН України; Одеса : Фенікс, 2020. 376 с.
2. Горбулін В. П., Качинський А. Б. Стратегічне планування: вирішення проблем національної безпеки : монографія. К. : НІСД, 2010. 288 с.
3. Ігнатьєв А. М., Гнасевич В. Ю. Нормативно-правова база забезпечення воєнної безпеки України в умовах повномасштабної російської агресії проти України. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень НУОУ. 2025. № 1(84). С. 87–97.
4. Загуменна Ю. О., Сокуренко В. В. Національна безпека України в умовах воєнного стану: теоретико-правовий аналіз. Вісник ХНУС ім. П. Й. Фальківського. 2024. № 31(2). С. 114–138. URL: https://visnyk.kh.ua/web/uploads/pdf/31(2)_2024-114-138.pdf (дата звернення: 05.06.2024).
5. Ситник Г. П. Організаційно-правові засади забезпечення воєнної безпеки України. Київ : ТОВ «САК Лтд», 2023. 112 с. (КНУ імені т. Шевченка Навчально-науковий інститут публічного управління та державної служби кафедра глобальної та національної безпеки).
6. Степаненко Н. В., Безкровний А. В. Законодавчі основи забезпечення національної безпеки України. зб. наук. праць. Київ : Вищий навчальний заклад "Університет економіки та права "КРОК", 2025. Вип. 3 (17). С. 10–17.
7. Організаційно-правове забезпечення національної безпеки в умовах воєнного стану : матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Кропивницький, 7 липня

2023 року) / Донецький державний університет внутрішніх справ. Кропивницький, 2023. 340 с.
8. Ігнатьєв А. Визначення стану воєнної безпеки на засадах використання ймовірнісної моделі реалізації національного інтересу. У: Оперативно-бойова діяльність сил сектору безпеки і оборони в умовах воєнного стану : Всеукраїнська науково-практична конференція (30 жовт. 2025 р., м. Київ) / НАСБУ. Київ, 2025.
9. Ігнатьєв А. Щодо розробки методики визначення стану воєнної безпеки держави. У: Актуальні питання правового забезпечення сектору безпеки та оборони у сучасних умовах : ІІІ всеукраїнська науково-практична конференція (21 листоп. 2025 р., м. Харків) / НАНГУ. Харків, 2025.
10. Соломицький, О., Гаврилюк, І., Ігнатьєв, А., Водчиць, О., Ремез, А., & Чернега, Т. (2025). Рекомендації щодо організації комплексного моніторингу воєнно-політичної обстановки в системі забезпечення воєнної безпеки держави. *Social Development and Security*, *15*(3), 108-118. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.3.12
11. Ігнатьєв А. М. Принципи функціонування системи забезпечення воєнної безпеки держави. Науковий журнал «Безпека держави». НАНГУ. 2025. Вип. 1(5). С. 41–47.
12. Про національну безпеку України : Закон України від 21.06.2018 р. № 2469-VII. Відомості Верховної Ради (ВВР). 2018. № 31, ст. 241.
13. Про Стратегію воєнної безпеки України : Указ Президента України від 25.03.2021 р. № 121/2021.
14. Про оборону України : Закон України від 06.12.1991 р. № 1932-XII. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 1992. № 9, ст. 106.
15. Про затвердження Положення про Апарат Ради національної безпеки і оборони України : Указ Президента України від 14.10.2005 р. № 1446/2005.

References

1. Bohutskyi, P. P. (2020). Kontseptualni zasady prava natsionalnoi bezpeky Ukrainy [Conceptual principles of the law of national security of Ukraine]. Naukovo-doslidnyi instytut informatyky i prava NAPrN Ukrainy; Feniks. [in Ukrainian]
2. Horbulin, V. P., & Kachynskyi, A. B. (2010). Stratehichne planuvannia: vyrishennia problem natsionalnoi bezpeky [Strategic planning: Solving national security problems]. NISD. [in Ukrainian]
3. Ihnatiiev, A. M., & Hnasevych, V. Yu. (2025). Normatyvno-pravova baza zabezpechennia voiennoi bezpeky Ukrainy v umovakh povnomasshtabnoi rosiiskoi ahresii proty Ukrainy [Regulatory framework for ensuring Ukraine's military security in the context of Russia's full-scale aggression against Ukraine]. Zbirnyk naukovykh prats Tsentru voienno-stratehichnykh doslidzhen NUOU, (1(84)), 87–97. [in Ukrainian]
4. Zahumenna, Yu. O., & Sokurenko, V. V. (2024). Natsionalna bezpeka Ukrainy v umovakh voiennoho stanu: teoretyko-pravovyi analiz [National security of Ukraine under martial law: theoretical and legal analysis]. Visnyk KhNUS im. P. I. Falkivskoho, (31(2)), 114–138. https://visnyk.kh.ua/web/uploads/pdf/31(2)_2024-114-138.pdf [in Ukrainian]
5. Sytnyk, H. P. (2023). Orhanizatsiino-pravovi zasady zabezpechennia voiennoi bezpeky Ukrainy [Organizational and legal principles for ensuring military security of Ukraine]. TOV «SAK Ltd». [in Ukrainian]
6. Stepanenko, N. V., & Bezkrovnyi, A. V. (2025). Zakonodavchi osnovy zabezpechennia natsionalnoi bezpeky Ukrainy [Legislative foundations for ensuring national security of Ukraine]. zb. nauk. prats, (3(17)), 10–17. Vyshchyi navchalnyi zaklad “Universytet ekonomiky ta prava “KROK”. [in Ukrainian]

7. Donetskyi derzhavnyi universytet vnutrishnikh sprav. (2023). Orhanizatsiino-pravove zabezpechennia natsionalnoi bezpeky v umovakh voiennoho stanu: materialy Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii (m. Kropyvnytskyi, 7 lypnia 2023 roku) [Organizational and legal support of national security under martial law: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference]. [in Ukrainian]
8. Ihnatiiev, A. (2025). Vyznachennia stanu voiennoi bezpeky na zasadakh vykorystannia imovirnisnoi modeli realizatsii natsionalnoho interesu [Determining the state of military security based on the use of a probabilistic model for realizing national interest]. In Operatyvno-boiova diialnist syl sektoru bezpeky i oborony v umovakh voiennoho stanu: Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia (m. Kyiv, 30 zhovtnia 2025 r.). NASBU. [in Ukrainian]
9. Ihnatiiev, A. (2025). Shchodo rozrobky metodyky vyznachennia stanu voiennoi bezpeky derzhavy [Regarding the development of a methodology for determining the state of military security of the state]. In Aktualni pytannia pravovoho zabezpechennia sektoru bezpeky ta oborony u suchasnykh umovakh: III Vseukrainska naukovo-praktychna konferentsiia (m. Kharkiv, 21 lystopada 2025 r.). NANHU. [in Ukrainian]
10. SolomitskyO., Havryliuk, I., Ihnatiev, A., Vodchyts, O., Remez, A., & Cherneha, T. (2025). Recommendations on the Organization of Comprehensive Monitoring of the Military-Political Situation in the System of Ensuring Military Security of the State. *Social Development and Security*, *15*(3), 108-118. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.3.12 [in Ukrainian]
11. Ihnatiiev, A. M. (2025). Pryntsypy funktsionuvannia systemy zabezpechennia voiennoi bezpeky derzhavy [Principles of functioning of the state military security system]. Naukovyi zhurnal «Bezpeka derzhavy», (1(5)), 41–47. NANHU. [in Ukrainian]
12. Pro natsionalnu bezpeku Ukrainy [On National Security of Ukraine]. (2018). Law of Ukraine No. 2469-VII of June 21, 2018. Vidomosti Verkhovnoi Rady (VVR), 31, Article 241.
13. Pro Stratehiiu voiennoi bezpeky Ukrainy [On the Military Security Strategy of Ukraine]. (2021). Decree of the President of Ukraine No. 121/2021 of March 25, 2021. [in Ukrainian]
14. Pro oboronu Ukrainy [On Defense of Ukraine]. (1991). Law of Ukraine No. 1932-XII of December 6, 1991. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy (VVR), 9, Article 106. [in Ukrainian]
15. Pro zatverdzhennia Polozhennia pro Aparat Rady natsionalnoi bezpeky i oborony Ukrainy [On Approval of the Regulation on the Apparatus of the National Security and Defense Council of Ukraine]. (2005). Decree of the President of Ukraine No. 1446/2005 of October 14, 2005. [in Ukrainian]

The Experience of Using Innovative Technologies in the Training Process of Military Pedagogical Personnel

Досвід використання інноваційних технологій у процесі підготовки військово-педагогічних кадрів

Mujkan Mammadzada
PhD in Pedagogy, e-mail: mujkanmemmedzade@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5693-3748

Military Scientific Research Institute of the National Defense University, Baku, Azerbaijan

Муджкан Маммадзада
доктор у галузі педагогіки, e-mail: mujkanmemmedzade@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5693-3748

Військовий науково-дослідний інститут Національного університету оборони, Баку, Азербайджан

Received: November 29, 2025 | Revised: December 11, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.11

Purpose. To scientifically analyze the theoretical foundations and practical experience of using innovative technologies in the training process of military pedagogical personnel and to evaluate their effectiveness.

Method. The methodological approach of the article is based on the analysis of existing scientific literature, the comparative analysis of international and national military education practices, and the application of observation methods in pedagogical practice.

Theoretical implications. The study revealed that the integration of innovative technologies into the training process enhances the flexibility of pedagogical models and approaches, thereby renewing traditional concepts of military education. This approach contributes to the creation of an adaptive, interactive, and learner-centered training environment that supports the development of cadets' knowledge, skills, and competencies. At the same time, from a theoretical perspective, the use of artificial intelligence, simulation, and digital resources lays the foundation for new methodological directions in the advancement of military pedagogy.

Practical implications. Cadets who engage with simulation and virtual reality technologies adapt more rapidly to real combat conditions and develop their decision-making skills. Through e-learning platforms, military pedagogical personnel can continuously update their knowledge and construct individualized training trajectories. Artificial intelligence-based analytical systems identify the strengths and weaknesses of participants in the training process, thereby creating more effective learning opportunities. At the same time, the application of innovative technologies enhances the operational efficiency of training and fosters the consolidation of officers' teamwork, leadership, and strategic planning skills.

Value. This article systematizes the theoretical and practical foundations of innovative technologies in the training process of military pedagogical personnel, thereby creating a methodological basis for future research and applications.

Paper type. Empirical.

Key words: military pedagogical personnel, innovative technologies, training process, digital transformation, professional development.

Мета дослідження. Провести науковий аналіз теоретичних засад і практичного досвіду застосування інноваційних технологій у процесі підготовки військово-педагогічного персоналу та оцінити їхню результативність.

Метод дослідження: Методологічний підхід ґрунтується на аналізі сучасної наукової літератури, порівняльному вивченні міжнародних та національних практик військової освіти, а також на використанні методів педагогічного спостереження.

Теоретична цінність дослідження. Дослідження засвідчує, що інтеграція інноваційних технологій у систему підготовки підвищує варіативність і гнучкість педагогічних моделей, модернізуючи традиційні концепції військової освіти. Це забезпечує формування адаптивного, інтерактивного та студентоцентричного освітнього середовища, яке сприяє розвитку знань, умінь і компетентностей майбутніх офіцерів. Одночасно використання штучного інтелекту, симуляційних систем та цифрових ресурсів формує підґрунтя для нових методологічних підходів у розвитку військової педагогіки.

Практична цінність дослідження. Залучення курсантів до роботи із симуляційними технологіями та засобами віртуальної реальності прискорює їхню адаптацію до умов, наближених до бойових, і розвиває навички прийняття рішень. Платформи електронного навчання забезпечують можливість безперервного підвищення кваліфікації військово-педагогічного персоналу та формування індивідуальних освітніх траєкторій. Аналітичні системи, побудовані на технологіях штучного інтелекту, дають змогу ідентифікувати сильні та слабкі сторони учасників освітнього процесу та підвищувати ефективність навчання. Використання інноваційних технологій також підсилює оперативність підготовки та сприяє розвитку командної взаємодії, лідерства й стратегічних управлінських компетентностей офіцерів.

Цінність дослідження. Стаття системно узагальнює теоретичні та практичні засади застосування інноваційних технологій у підготовці військово-педагогічного персоналу, формуючи методологічну основу для подальших досліджень і практичного застосування.

Тип статті. Емпірична.

Ключові слова: військово-педагогічний персонал, інноваційні технології, навчальний процес, цифрова трансформація, професійний розвиток.

Introduction

In the contemporary system of international relations, the constant transformation of the security environment, the dynamics of regional conflicts, the rise of hybrid warfare, and the integration of advanced technologies into the arsenal of armed forces necessitate new approaches to traditional models of military education. Under these conditions, the training of military pedagogical personnel should not be limited to the transmission of theoretical knowledge but must also ensure the development of practical skills that prepare service members for modern combat environments. Particularly, wars and local armed conflicts of the 21st century have demonstrated that officers familiar with technology achieve greater success in rapid decision-making, strategic planning, and team leadership.

A striking example of this was Azerbaijan's victory in the 44-day Patriotic War of 2020, which vividly demonstrated the role of technology in modern military operations. The effective use of UAVs and other high-tech systems was not only a matter of technical superiority but also the result of the training of highly qualified military personnel capable of operating such technologies. Therefore, the integration of innovative technologies into the training of military pedagogical personnel carries strategic importance for ensuring national security.

The purpose of this article is to investigate the theoretical foundations of employing innovative technologies in the training process of military pedagogical personnel, to analyze practical examples based on Azerbaijani and international experiences, and to scientifically substantiate effective application opportunities derived from the results.

The relevance of this research lies in the fact that the changing requirements of modern warfare demand the continuous renewal of pedagogical approaches. In this regard, the application of information and communication technologies, simulation systems, virtual and augmented reality, and AI-based educational resources in the preparation of military pedagogical personnel must be studied both from methodological and practical perspectives. The exploration of this topic is not only consistent with the modernization policy of the Armed Forces of Azerbaijan but is also crucial in terms of integration into international standards.

Theoretical background

The application of innovative technologies in the training process of military pedagogical personnel is closely connected with learner-centered and competence-based approaches, which represent key principles of modern pedagogy. Information and communication technologies, simulation and modeling systems, as well as virtual and augmented reality tools, complement traditional teaching methods, making learning more interactive and adaptive. These technologies not only facilitate the acquisition of theoretical knowledge by cadets but also contribute to the development of practical skills in environments that closely resemble real combat conditions. At the same time, AI-based instructional models enable the creation of individualized learning trajectories, which theoretically substantiates the effectiveness of military pedagogical practice.

Problem Statement

Traditional military training methods do not fully correspond to the dynamics of modern combat operations, the rapid implementation of technological innovations, and the evolving competency requirements of personnel. The contemporary military environment demands high adaptability, swift decision-making, and advanced technological proficiency, which necessitates the application of new approaches in the activities of pedagogical personnel. Since the theoretical and practical foundations of integrating innovative technologies into the training process are not yet fully systematized, certain gaps remain in pedagogical preparation. This situation particularly complicates the effective integration of information and communication technologies, simulation

systems, and AI-based training environments into the military education system. Therefore, scientific investigation of the problem and the development of solution mechanisms aligned with modern requirements are of critical importance.

Results

The Impact of Innovative Technologies on Military Pedagogical Activity

The role of innovative technologies in the development of modern military pedagogical activity is indispensable. Information and communication technologies, simulation and modeling systems, artificial intelligence, and applications of virtual and augmented reality transform traditional training methods and contribute to the formation of new pedagogical approaches. These technologies enable military pedagogical personnel to use more flexible and effective tools not only in the transmission of knowledge but also in the development of cadets' skills and competencies [3, pp. 44].

In addition to increasing interactivity in the training process, innovative technologies also enhance the learning motivation of personnel. For instance, simulation and virtual reality systems provide cadets with an opportunity to operate in environments that imitate real combat conditions, allowing the development of practical skills without risk [9, pp. 15]. This approach contributes to the more effective formation of officers' decision-making under stress, operational planning, and team management abilities [2].

On the other hand, AI-based adaptive learning systems personalize instructional materials by taking into account the individual characteristics of cadets and creating conditions for addressing weaker areas more intensively. This improves the quality of pedagogical activity and ensures a more purposeful organization of the training process [8, pp. 120]. The application of information and communication technologies also enables the wider and faster dissemination of knowledge, which is particularly significant in the acquisition of rapidly evolving military knowledge and technologies [7, pp. 33].

Thus, innovative technologies not only enrich the methodological foundation of military pedagogical activity but also enhance the effectiveness of instruction by ensuring the preparedness of personnel for modern combat conditions. The new pedagogical model shaped by the implementation of these technologies aligns with the modernization strategy of the Armed Forces of Azerbaijan and directly contributes to the strengthening of national defense potential [1].

The Application of Innovative Technologies in the Armed Forces of Azerbaijan

The application of innovative technologies constitutes one of the key directions in the development strategy of the Armed Forces of Azerbaijan. In the modern era, the integration of technological innovations into military education and training not only ensures the professional growth of officers and pedagogical staff but also emerges as a fundamental factor in strengthening national defense potential. In particular, the implementation of information and communication technologies, simulation and modeling systems, e-learning platforms, and artificial intelligence-based tools has significantly enhanced the quality of instructional and training activities in the Azerbaijani Armed Forces [1].

As a result of reforms carried out in the military education system during the period of independence, special attention has been given to the integration of new technological opportunities into the training curriculum. The electronic educational databases created by the Ministry of Defense not only ensure that officers and cadets acquire up-to-date knowledge but also enable the preparation of personnel in accordance with international standards [3, pp. 52]. Consequently, the use of modern methods in the teaching process by military pedagogical staff has expanded, while their information literacy and technological competence have been strengthened [7, pp. 41].

The 44-day Patriotic War provided a practical demonstration of the Azerbaijani Army's

proficiency in employing modern technologies. During the conflict, the effective use of UAV technologies not only secured tactical superiority on the battlefield but also highlighted the pedagogical and training levels of the highly qualified officers who operated them [4, pp. 77]. This experience reaffirmed that simulation, modeling, and real-time training systems play an irreplaceable role in ensuring the effective application of modern technologies within military pedagogical training.

Within the framework of recent reforms, simulation centers and modern training ranges have been established in the Azerbaijani Armed Forces. These centers provide cadets with the opportunity to develop decision-making skills in environments that simulate combat conditions. The application of simulation systems enhances not only officers' tactical knowledge but also their essential competencies such as psychological resilience, leadership under stress, and teamwork in operational contexts [9, pp. 28].

At the same time, the application of e-learning systems within the Azerbaijani Armed Forces is being expanded. Through these systems, cadets and pedagogical staff are able to continuously enhance their knowledge, with training materials remaining readily accessible online. The use of e-learning is particularly important under conditions of rapid technological change, as it allows for the frequent updating of knowledge and ensures the continuity of pedagogical activity [8, pp. 135].

Furthermore, the cooperation of the Azerbaijani Armed Forces with international military education structures has accelerated the adoption of innovative technologies. In joint training programs implemented with NATO and other international partners, digital simulation systems, modern command and control platforms, and cybersecurity training modules are widely applied [2]. This cooperation ensures that Azerbaijani officers acquire the knowledge and skills necessary not only for national defense but also for operating effectively within the international security environment.

Overall, the application of innovative technologies in the Armed Forces of Azerbaijan ensures the transformation of pedagogical activity in line with contemporary requirements. This approach not only increases the quality of training but also strengthens the preparedness, adaptability, and technological competence of personnel in real combat conditions. As a result, the technology-driven reforms carried out in the Azerbaijani Army contribute to the effectiveness of the national defense strategy while simultaneously reinforcing the scientific and methodological foundations of military pedagogical activity.

Innovative Technologies in International Military Practice

In the modern era, one of the key directions in military pedagogical activity is the application of innovative technologies in the training process. International experience demonstrates that military educational institutions do not rely solely on traditional teaching methods but also extensively utilize digital resources, simulation and modeling systems, AI-based training tools, and virtual reality technologies. In particular, the implementation of innovative technologies in the military academies of NATO member states plays a significant role in developing officers' knowledge and skills in accordance with the requirements of the international security environment [5].

At the United States Military Academy and other Western higher military institutions, operational planning and decision-making exercises are conducted in digital environments known as *war-gaming*. These exercises allow cadets to work with real-time scenarios under simulated combat conditions, developing situational analysis, strategic decision-making, and leadership skills [2]. At the United States Naval Academy, simulation laboratories provide cadets with the opportunity to test various operational conditions, enabling the development of practical skills in a safer environment [9, pp. 23].

European countries also place particular emphasis on the use of innovative technologies in military education. For example, in Germany and the United Kingdom, virtual reality (VR) and augmented reality (AR) technologies are widely applied in military pedagogical training. These technologies allow cadets to experience operational conditions without entering a real battlefield,

helping to build psychological resilience [6, pp. 216]. Simultaneously, joint military training programs within the European Union include specialized simulation exercises in cybersecurity and information warfare, highlighting the importance of preparing for new types of hybrid threats [8, pp. 124].

Another significant trend observed in international practice is the implementation of AI-based learning systems. NATO training centers employ adaptive learning platforms that provide individualized learning trajectories, allowing cadets to master knowledge more effectively. Artificial intelligence analyzes cadets' responses, participation, and performance to personalize the training process and encourage focus on weaker areas [8, pp. 130]. Additionally, military educational institutions in the United States and the United Kingdom utilize *big data* technologies to monitor officers' training outcomes in real time, supporting pedagogical decision-making with statistical analyses [2].

International experience also demonstrates that innovative technologies play a crucial role not only in tactical and strategic training but also in the socio-psychological domain. For instance, the Canadian Armed Forces' training programs extensively use interactive simulation games to develop decision-making under stress and teamwork skills. This approach enhances personnel resilience to the emotional and psychological pressures they may encounter in real operational conditions [9, pp. 26].

Overall, research indicates that innovative technologies have become an integral part of military pedagogical activity. They make officer training more flexible, adaptive, and interactive, and they develop the capabilities required to operate effectively in contemporary security environments. Studying and applying international experience in Azerbaijan's military education system is therefore considered a significant step in strengthening national security.

Recommendations and Development Perspectives

The research indicates that the effective implementation of innovative technologies in the training process of military pedagogical personnel requires the development of a purposeful strategy. First and foremost, it is essential to design specialized programs aimed at enhancing the digital literacy of pedagogical personnel. Within the framework of these programs, practical training on the use of information and communication technologies, simulation systems, and virtual and augmented reality tools will significantly improve the quality of pedagogical activity [7, pp. 36].

The second important direction is the strengthening of the material and technical base for the application of modern technologies. The establishment of simulation laboratories and e-learning platforms in military training centers, as well as the integration of AI-based adaptive learning systems, will facilitate the professional preparation of officers for real combat conditions [8, pp. 124]. At the same time, this will allow for a more objective assessment of the training process based on measurable outcomes.

The third direction concerns the expansion of international cooperation. Implementing joint projects with NATO and other international military education structures, studying modern practices, and adapting them to the national military education system create significant opportunities for future development [5].

From a development perspective, the continuation of the digital transformation process within the Armed Forces of Azerbaijan is of particular importance. As a result of this transformation, it will be possible to implement personalized learning models, cybersecurity simulation programs, and real-time analytics systems in the training process. Thus, organizing military pedagogical activity on an innovative basis will not only enhance the quality of education but also strengthen the resilience of the national security system.

Conclusion

The conducted research demonstrated that the application of innovative technologies in the training process of military pedagogical personnel represents not only a methodological advancement but also a strategic necessity. In the contemporary era, the dynamic transformation

of the security environment, the emergence of new types of warfare based on information, cyberspace, and technology, and the evolving requirements for officers' professional training necessitate such innovations. In this context, alongside traditional teaching methods, the integration of innovative technologies such as artificial intelligence, simulation and modeling systems, virtual and augmented reality, and e-learning platforms is of critical importance.

The results indicate that innovative technologies enhance the effectiveness of military pedagogical activity in several ways. First, they develop cadets' abilities to adapt to real combat conditions and improve their decision-making, team management, and performance under stress. Second, the implementation of personalized learning models allows cadets to address their weaknesses, thereby facilitating more effective knowledge acquisition. Third, the use of information and communication technologies in the training process increases pedagogical flexibility and strengthens learning motivation.

At the same time, the digital transformation policy implemented within the Armed Forces of Azerbaijan creates favorable conditions for the application of innovative technologies. Projects carried out by the Ministry of Defense in recent years, along with experience gained through international cooperation, demonstrate that both institutional and technical capacities exist for further development in this area. Nevertheless, enhancing the digital literacy of pedagogical personnel, strengthening the material and technical base, and systematically assimilating international experience remain current and pressing tasks.

Thus, the application of innovative technologies in the training process of military pedagogical personnel is not only a requirement of modern educational methodology but also one of the strategic pillars of the national security system. This approach will directly contribute to enhancing the combat capability of the Armed Forces of Azerbaijan, ensuring the comprehensive professional preparation of officers, and further strengthening the country's defense potential.

Funding

This study received no specific financial support.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

1. Ministry of Defence of the Republic of Azerbaijan. (2025). The military science and education system of the Azerbaijani Armed Forces. https://mod.gov.az
2. Brown, T. (2020). *Military education and digital war-gaming.* Washington, DC: US Army Press.
3. Aliyev, A. (2019). The role of ICT in higher military education in Azerbaijan. *Education and Society, 3*(12), 44–52.
4. Hasanov, R. (2021). The role of military technologies in the Patriotic War. *Journal of National Security and Defense, 2*(4), 77–89.
5. James, A. D. (2020). *Technological innovation in modern military education.* London: Routledge.
6. Petrov, I. (2021). Simulation-based training in European military academies. *Defence Studies, 21*(3), 214–230.
7. Guliyev, E. (2021). The nature of modern wars and military pedagogical training. *Azerbaijan University Scientific Reports, 2*(6), 33–41.
8. Rahman, K. (2022). Artificial intelligence and adaptive learning in military training. *Journal of Defense Education, 15*(2), 120–135.
9. Smith, J. (2018). Simulation and leadership training in armed forces. *Military Pedagogy Review, 10*(1), 15–28.

Список використаних джерел

1. Ministry of Defence of the Republic of Azerbaijan. (2025). The military science and education system of the Azerbaijani Armed Forces. https://mod.gov.az
2. Brown, T. (2020). *Military education and digital war-gaming.* Washington, DC: US Army Press.
3. Aliyev, A. (2019). The role of ICT in higher military education in Azerbaijan. *Education and Society, 3*(12), 44–52.
4. Hasanov, R. (2021). The role of military technologies in the Patriotic War. *Journal of National Security and Defense, 2*(4), 77–89.
5. James, A. D. (2020). *Technological innovation in modern military education.* London: Routledge.
6. Petrov, I. (2021). Simulation-based training in European military academies. *Defence Studies, 21*(3), 214–230.
7. Guliyev, E. (2021). The nature of modern wars and military pedagogical training. *Azerbaijan University Scientific Reports, 2*(6), 33–41.
8. Rahman, K. (2022). Artificial intelligence and adaptive learning in military training. *Journal of Defense Education, 15*(2), 120–135.
9. Smith, J. (2018). Simulation and leadership training in armed forces. *Military Pedagogy Review, 10*(1), 15–28.

Підготовка об’єктів критичної інфраструктури до захисту від збройних сил країни агресора

Preparation of Critical Infrastructure Facilities for Protection Against the Armed Forces of the Aggressor State

Олег Соколовський
старший науковий співробітник науково-дослідного відділу проблем розвитку та застосування частин і підрозділів військової розвідки та Сил спеціальних операцій, e-mail: bizoklop@ukr.net, ORCID ID: 0009-0002-5234-2590

Військова академія, м. Одеса, Україна

Oleg Sokolovsky
Senior Research Fellow of the Research Department on the Development and Employment of Military Intelligence Units and Special Operations Forces, e-mail: bizoklop@ukr.net, ORCID ID: 0009-0002-5234-2590

Military Academy, Odessa, Ukraine

Received: December 06, 2025 | Revised: December 20, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.12

Мета роботи. Аналіз чинників, що впливають на підготовку об’єктів критичної інфраструктури до оборони та їх захист під час ведення наступальних дій противником, вироблення пропозицій щодо удосконалення захисту об’єктів критичної інфраструктури та участь в ньому центральних та місцевих державних органів влади.

Метод дослідження. У процесі дослідження використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів, зокрема аналіз і синтез нормативно-правових актів у сфері національної безпеки та захисту критичної інфраструктури, логіко-структурний і порівняльний аналіз для побудови та зіставлення моделей захисту, системний підхід для оцінювання ролі критичної інфраструктури у забезпеченні стійкості держави, а також узагальнення практичного досвіду з метою розроблення прикладних рекомендацій щодо підготовки об’єктів і територій до оборони в умовах воєнного стану.

Результати дослідження. За результатами дослідження визначено основні загрози об’єктам критичної інфраструктури в умовах збройної агресії, виявлено недоліки чинної системи їх захисту в мирний і воєнний час та обґрунтовано необхідність створення ефективної координаційної вертикалі. Визначено роль ГШ Збройних Сил України, Міністерства внутрішніх справ, Національної гвардії України й органів державної влади у забезпеченні захисту об’єктів критичної інфраструктури та запропоновано практичні заходи з підготовки об’єктів і територій до оборони, у тому числі із залученням сил руху опору.

Теоретична цінність дослідження. Теоретична цінність дослідження полягає в поглибленні наукових уявлень про захист критичної інфраструктури як складову національної безпеки й оборонного планування в умовах збройного конфлікту, а також у розвитку положень військової науки щодо асиметричних форм боротьби та забезпечення стійкості держави під час воєнного стану.

Практична цінність дослідження. Практична цінність дослідження визначається можливістю використання його результатів у діяльності органів державної влади та військового управління при вдосконаленні нормативно-правового забезпечення захисту критичної інфраструктури, у процесі оборонного і мобілізаційного планування, організації оборони об’єктів і територій, а також у підготовці офіцерських кадрів та фахівців сектору безпеки і оборони України.

Тип статті. теоретичний.

Purpose. The purpose of the study is to analyze the factors influencing the preparation of critical infrastructure facilities for defense and their protection during the adversary’s offensive operations, to develop proposals for improving the protection of critical infrastructure facilities, and to determine the role of central and local public authorities in this process.

Method. The study employs a set of general scientific and specialized methods, including analysis and synthesis of regulatory and legal acts in the field of national security and critical infrastructure protection; logical-structural and comparative analysis to develop and compare protection models; a systems approach to assess the role of critical infrastructure in ensuring state resilience; and the generalization of practical experience to formulate applied recommendations for preparing facilities and territories for defense under martial law.

Findings. The study identifies the main threats to critical infrastructure facilities under conditions of armed aggression, reveals shortcomings in the existing protection system in both peacetime and wartime, and substantiates the need to establish an effective coordination hierarchy. The roles of the General Staff of the Armed Forces of Ukraine, the Ministry of Internal Affairs, the National Guard of Ukraine, and public authorities in ensuring the protection of critical infrastructure facilities are defined, and practical measures for preparing facilities and territories for defense, including the involvement of resistance movement forces, are proposed.

Theoretical implications. The theoretical contribution of the study lies in deepening scholarly understanding of critical infrastructure protection as a component of national security and defense planning in conditions of armed conflict, as well as in advancing military science perspectives on asymmetric forms of warfare and state resilience during martial law.

Practical implications. The practical implications of the study consist in the applicability of its findings for public authorities and military command bodies in improving the regulatory framework for critical infrastructure protection, in defense and mobilization planning, in organizing the defense of facilities and territories, and in the training of officers and specialists of Ukraine’s security and defense sector.

Type of article: theoretical.

Ключові слова: оборонна сфера, рух опору, планування, оперативне середовище, об’єкти критичної інфраструктури, мирний та воєнний час.

Key words: Defense Sector, Resistance Movement, Planning, Operational Environment, Critical Infrastructure Facilities, Peacetime and Wartime.

Вступ

Захист і підготовка до оборони об'єктів критичної інфраструктури від дій окупаційних військ держави-агресора на території України є важливим елементом боротьби за суверенітет і територіальну цілісність держави. Актуальність зазначеної проблематики зумовлена тим, що на сучасному етапі противник систематично здійснює вогневий вплив на об'єкти критичної інфраструктури та намагається захопити їх у разі проведення наземних наступальних операцій. Водночас, як засвідчив досвід останніх років, національна система захисту об'єктів критичної інфраструктури (далі — ОКІ) була орієнтована переважно на виклики мирного часу та не забезпечувала наявності чіткого алгоритму їх захисту в умовах надзвичайного і воєнного стану [1].

Захист ОКІ становить собою комплексну систему заходів, спрямованих на забезпечення їх безпеки, стійкості та безперебійного функціонування, що є складовою національної безпеки України. Така система передбачає ідентифікацію та категоризацію об'єктів критичної інфраструктури, визначення актуальних загроз їх функціонуванню, упровадження інженерно-технічних, організаційних і кіберзахисних заходів, а також координацію дій між органами державної влади, органами місцевого самоврядування, суб'єктами господарювання незалежно від форми власності та інститутами громадянського суспільства [1; 5].

Теоретичні основи дослідження

Підготовка об'єктів критичної інфраструктури до захисту під час організації оборони як ключового елементу асиметричної боротьби в умовах війни є важливою складовою стратегічного планування оборонних операцій. Зазначена проблематика перебуває в полі досліджень військової науки та охоплює питання тактики, оперативного мистецтва і стратегії ведення бойових дій.

Відповідно до Закону України «Про критичну інфраструктуру» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2023, № 5, ст. 13) захист критичної інфраструктури є складовою частиною забезпечення національної безпеки України. Віднесення об'єктів до критичної інфраструктури здійснюється за сукупністю критеріїв, що визначають їх соціальну, політичну, економічну та екологічну значущість для забезпечення оборони держави, безпеки громадян, суспільства і правопорядку. До таких критеріїв, зокрема, належать: забезпечення реалізації життєво важливих функцій і надання життєво важливих послуг; наявність загроз функціонуванню об'єктів; імовірність виникнення кризових ситуацій унаслідок несанкціонованого втручання, дії людського чинника або природних лих; тривалість робіт, необхідних для ліквідації наслідків і повного відновлення штатного режиму функціонування [1].

Досвід інших держав у розвитку систем захисту об'єктів критичної інфраструктури свідчить, що ключовими елементами таких систем є чітке визначення переліку критичних об'єктів, а також закріплення відповідальності за їх захист за конкретними органами державної влади та посадовими особами. Водночас у більшості країн основними джерелами ризиків тривалий час розглядалися передусім терористичні загрози та загрози у сфері кібербезпеки.

У Сполучених Штатах Америки об'єкти критичної інфраструктури законодавчо визначаються як сукупність фізичних або віртуальних систем і засобів, настільки важливих для держави, що їх виведення з ладу або знищення може призвести до катастрофічних наслідків у сферах оборони, економіки, охорони здоров'я та національної безпеки. Центральним органом, відповідальним за захист критичної інфраструктури, є Міністерство внутрішньої безпеки США. У 2018 році в його структурі було створено Агентство з кібербезпеки та безпеки інфраструктури як виконавчий орган оперативного рівня, уповноважений на протидію загрозам критичній інфраструктурі.

У Великій Британії законодавство у сфері захисту критичної інфраструктури також орієнтоване на пріоритетність протидії терористичним і кіберзагрозам. До об'єктів критичної інфраструктури віднесено системи телекомунікацій, банківського і фінансового секторів, водопостачання, енергозабезпечення та інші об'єкти, що мають ключове значення для економіки країни. У 1999 році було створено спеціалізований координаційний центр із безпеки національної інфраструктури як складову системи Міністерства внутрішніх справ, який у 2007 році було реорганізовано в окремий урядовий центр із захисту національної критичної інфраструктури.

У Франції координація діяльності у сфері захисту критичної інфраструктури покладена на прем'єр-міністра, а на організаційному рівні відповідні функції здійснює Генеральний секретаріат з оборони і національної безпеки. Згідно із Законом про захист основних економічних секторів від 2014 року № 6600/SGDSN/PSE/HSN до критичних і таких, що потребують захисту, віднесено всі сектори, які забезпечують базові соціальні та економічні процеси держави, зокрема державне управління, судочинство, збройні сили, сільське господарство, електронні комунікаційні системи, енергетику, космічну діяльність, водні ресурси, промисловість, охорону здоров'я та транспорт.

У Німеччині поняття об'єктів критичної інфраструктури визначено в Національній стратегії захисту критичної інфраструктури, де до них віднесено організаційні та фізичні структури і об'єкти, що є настільки життєво важливими для суспільного й економічного існування нації, що порушення їх функціонування може призвести до суттєвих прогалин у системі державної безпеки або інших тяжких наслідків. Ключовими критеріями віднесення об'єктів до критичної інфраструктури визначено інтереси нації та безпеку держави. Координаційні функції у цій сфері покладено на Федеральне міністерство внутрішніх справ, а також на спеціалізований орган виконавчої влади, завданням якого є моніторинг вразливостей інфраструктури та розроблення рекомендацій щодо її захисту.

У 2025 році уряд Республіки Польща ухвалив постанову, якою заборонено передавати в оренду об'єкти критичної інфраструктури для здійснення на них господарської діяльності суб'єктам недержавної форми власності [2].

Водночас покладання функцій захисту об'єктів критичної інфраструктури в Україні на Державну службу спеціального зв'язку та захисту інформації України не вирішує, а ускладнює наявні проблеми, оскільки зазначений орган не наділений достатніми інструментами впливу та не має реальних важелів взаємодії з Силами оборони України, зокрема Збройними Силами України та Національною гвардією України. Рада національної безпеки і оборони України, яка відповідно до Конституції України здійснює координацію і контроль у сфері національної безпеки, також не спроможна самостійно повноцінно виконувати ці функції через відсутність належних законодавчих і управлінських механізмів впливу на органи державної влади.

Ефективне здійснення зазначених функцій Кабінетом Міністрів України ускладнюється відсутністю в системі органів виконавчої влади чітко вибудуваної інституційної вертикалі, а також невирішеністю питань залучення до захисту об'єктів критичної інфраструктури збройних формувань, які мають необхідну номенклатуру озброєння та військової техніки. У цьому контексті ключовою проблемою залишається відсутність чіткого законодавчого визначення ролі, місця та завдань Генерального штабу Збройних Сил України у сфері захисту об'єктів критичної інфраструктури в мирний і воєнний час.

Постановка проблеми

Досвід засвідчує, що зверхнє ставлення до підготовки населення, територій та об'єктів критичної інфраструктури до дій груп руху опору не дало змоги в перші дні широкомасштабної збройної агресії завдати противнику таких втрат, які могли б змусити його відмовитися від реалізації поставлених цілей принаймні на окремих оперативних напрямках. Станом на

сьогодні противник не відмовився від зазіхань на нові території України, що зумовлює об'єктивну необхідність ретельної підготовки населення та оперативного середовища для ефективних дій груп руху опору із захисту об'єктів критичної інфраструктури [5].

Дослідження зазначеної проблематики та вироблення дієвих пропозицій щодо організації системи захисту об'єктів критичної інфраструктури є основним завданням, яке ставить перед собою автор у цій публікації. Чинна система захисту виявилася неготовою до функціонування в умовах воєнного часу та до ефективного реагування на притаманні йому загрози, насамперед щодо збройного ураження об'єктів критичної інфраструктури в ході бойових дій [1].

Подальші спроби Російської Федерації знищити українські енергетичні та інші критично важливі об'єкти зумовлюють необхідність ухвалення органами державної влади України невідкладних управлінських рішень та вжиття термінових практичних заходів, спрямованих на їх збереження, захист і оперативне відновлення.

У зв'язку з цим виникає потреба у проведенні ґрунтовного наукового аналізу окреслених питань з метою формування обґрунтованих висновків і внесення відповідних змін до нормативно-правових та керівних документів. Окремим завданням дослідження є впровадження отриманих результатів у навчальні плани та програми підготовки офіцерських кадрів для забезпечення належного рівня готовності до виконання бойових завдань у визначених районах і на об'єктах критичної інфраструктури.

Результати

Основними аспектами захисту критичної інфраструктури є: визначення та категоризація об'єктів; оцінювання ризиків; системні заходи безпеки; кіберзахист; координація та взаємодія; система раннього виявлення загроз; ведення єдиного реєстру; міжнародне співробітництво [1].

Станом на сьогодні чинна система координації та контролю у сфері захисту об'єктів критичної інфраструктури потребує вдосконалення як для воєнного, так і для мирного часу. Як і на початку повномасштабної війни, покладання зазначених функцій на Державну службу спеціального зв'язку та захисту інформації України, яка не наділена достатніми інструментами впливу та не має дієвих механізмів взаємодії із Силами оборони України (Збройними Силами України, Національною гвардією України), не розв'язує проблеми, а лише ускладнює її. Рада національної безпеки і оборони України, що відповідно до Конституції України здійснює координацію і контроль у сфері національної безпеки, також не може повноцінно виконувати зазначене завдання за відсутності належних законодавчих та управлінських механізмів впливу на органи державної влади [1].

Організація руху опору проти окупаційних сил охоплює комплекс заходів, спрямованих на забезпечення ефективного спротиву окупаційній владі, збереження національної ідентичності та підтримання стійкості держави, і безпосередньо залежить від наявності в потенційних районах окупації об'єктів критичної інфраструктури, які противник намагатиметься знищити або захопити [5].

Роботу з організації оборони та розгортання мережі опору необхідно здійснювати з урахуванням напрямків і конкретних об'єктів критичної інфраструктури, на ураженні чи захопленні яких противник зосереджуватиме основні зусилля. Таку діяльність доцільно розпочинати в мирний час і активізувати в загрозливий період, виходячи з оцінювання ймовірного характеру дій власних Сил оборони та сил противника. Це дає змогу діяти превентивно, випереджаючи противника та ускладнюючи досягнення ним поставлених цілей. Зазначена робота має проводитися на всіх рівнях — як Силами оборони, так і органами державної влади та місцевого самоврядування, із залученням керівництва підприємств різних форм власності та з дотриманням режиму обмеження інформації: коло осіб, обізнаних із завданнями, має бути чітко визначеним і функціонально необхідним [5].

Перелік секторів критичної інфраструктури та суб'єктів, відповідальних за формування і реалізацію державної політики у відповідних секторах національної системи захисту критичної інфраструктури, визначається Кабінетом Міністрів України. У разі потреби внесення змін Кабінет Міністрів України переглядає та коригує зазначений перелік відповідно до критеріїв критичності, установлених законом [1].

До життєво важливих функцій та/або послуг, порушення яких може спричинити негативні наслідки для національної безпеки України, належать, зокрема: урядування та надання найважливіших публічних (адміністративних) послуг; енергозабезпечення (у тому числі постачання теплової енергії); водопостачання та водовідведення; продовольче забезпечення; охорона здоров'я; фармацевтична промисловість; виготовлення вакцин і забезпечення сталого функціонування біолабораторій; інформаційні послуги; електронні комунікації; фінансові послуги; транспорт; оборона і державна безпека; правопорядок і правосуддя (включно з триманням під вартою); цивільний захист і служби порятунку; космічна діяльність, космічні технології та послуги; хімічна промисловість; дослідницька діяльність [1] (див. табл. 1; також узагальнення заходів — [2]).

Одним із напрямів організації руху опору є підготовка територій та об'єктів інфраструктури для сприяння діям сил руху опору. Особливу увагу слід приділяти створенню й підготовці формувань, які діятимуть на шляхах висування противника до важливих економічних та потенційно небезпечних об'єктів критичної інфраструктури у взаємодії з підрозділами протиповітряного прикриття [5].

Підготовка територій для сприяння діям сил руху опору має здійснюватися в мирний час, у загрозливий період, а також у ході ведення противником бойових дій. До підготовки територій та об'єктів критичної інфраструктури доцільно залучати органи державної влади, органи місцевого самоврядування та підприємства всіх форм власності. На законодавчому рівні доцільно визначити вимоги до оснащення будівель, об'єктів і комунікацій з метою можливості їх використання підрозділами Сил оборони в оборонному бою. Передбачаються, зокрема: підготовка місць укриття для особового складу та майна груп опору; створення (або інженерне пристосування) елементів економічної інфраструктури, які в умовах бойових дій можуть виконувати функцію штучних фортифікаційних перешкод і знижувати темпи просування колон техніки противника (водні перешкоди, насадження, інженерні бар'єри тощо); спорудження (за встановленими вимогами) об'єктів, що можуть бути використані як довготривалі вогневі споруди для унеможливлення просування противника до критично важливих об'єктів [5].

В умовах бойових дій уразливість об'єктів критичної інфраструктури негативно впливає на стійкість держави та її здатність до опору [1].

В Україні модель захисту критичної інфраструктури розвивається з 2014 року — від початку збройної агресії Російської Федерації. У 2021 році було ухвалено Закон України «Про критичну інфраструктуру», яким врегульовано низку питань, зокрема: створення реєстру об'єктів, що потребують захисту; покладання координації та контролю в цій сфері на Кабінет Міністрів України; визначення органів виконавчої влади, відповідальних за захист у мирний час (Державна служба спеціального зв'язку та захисту інформації України) та у воєнний час (Генеральний штаб Збройних Сил України), тощо [1]. Водночас, як засвідчує практичний досвід, домінування підходів «мирного часу» не забезпечувало наявності чіткого алгоритму захисту критичної інфраструктури в умовах воєнного стану, що призводило до втрат окремих об'єктів та підприємств, зокрема на територіях Луганської й Донецької областей, а також до несвоєчасної евакуації частини промислових потужностей [1].

Подальші спроби російської федерації знищити українські енергетичні та інші критично важливі об'єкти вимагають від органів державної влади ухвалення рішень і вжиття термінових практичних заходів щодо їх збереження та оперативного відновлення. Водночас ключовими

завданнями залишаються: ухвалення й імплементація нормативно-правових рішень у сфері захисту критичної інфраструктури; удосконалення процедур категоризації; розроблення критеріїв безпеки та стійкості; підготовка планів захисту [1; 2].

Закон України "Про Збройні Сили України" (ст. 1, розд. I) визначає, що Збройні Сили України виконують завдання з протиповітряного прикриття важливих об'єктів, перелік яких визначається Кабінетом Міністрів України. Закон України "Про правовий режим воєнного стану" (ст. 4, п. 7) передбачає спрямування, координацію та контроль за діяльністю обласних військових адміністрацій з питань захисту критичної інфраструктури та здійснення заходів правового режиму воєнного стану Генеральним штабом Збройних Сил України. Закон України "Про оборону України" (ст. 13, розд. II) визначає, що органи державної влади, органи військового управління, місцеві державні адміністрації, органи місцевого самоврядування, підприємства, установи й організації узгоджують дії з Генеральним штабом ЗСУ та забезпечують проведення заходів щодо розвитку системи зв'язку, шляхів, транспорту, інших об'єктів інфраструктури і територій [1]. Водночас деталізація зазначених законодавчих норм у Положенні про Генеральний штаб ЗСУ відсутня; окремий координаційний орган у його складі не створено, що негативно впливає на реалізацію функцій захисту та розподіл відповідальності [1].

Для належного унормування функцій і завдань державних органів та суб'єктів господарювання у сфері захисту критичної інфраструктури доцільним є внесення змін до Закону України "Про правовий режим воєнного стану", з огляду на те, що в період воєнного стану відповідним органам державної влади, військовому командуванню, військовим адміністраціям та органам місцевого самоврядування надаються додаткові повноваження [1]. Військове командування видає обов'язкові до виконання накази і директиви з питань забезпечення оборони, громадської безпеки й порядку, здійснення заходів правового режиму воєнного стану та визначає сили і засоби, на які покладаються відповідні завдання. Військові адміністрації на територіях, де введено воєнний стан, разом із військовим командуванням запроваджують і здійснюють заходи оборони, цивільного захисту, громадської безпеки і порядку, захисту критичної інфраструктури, а також охорони прав і законних інтересів громадян. При цьому спрямування, координацію та контроль за діяльністю обласних військових адміністрацій щодо забезпечення оборони, громадської безпеки й порядку, захисту критичної інфраструктури та дотримання правового режиму воєнного стану здійснює Генеральний штаб ЗСУ, а з інших питань — Кабінет Міністрів України в межах повноважень [1]. Серед заходів правового режиму воєнного стану (ст. 8 Закону) передбачено завдання "встановлювати (посилювати) охорону об'єктів критичної інфраструктури та об'єктів, що забезпечують життєдіяльність населення, і вводити особливий режим їх роботи" [1].

Крім того, у Законі України "Про національну безпеку України" доцільно чіткіше визначити повноваження Міністерства оборони України щодо захисту об'єктів критичної інфраструктури в умовах ведення бойових дій (зокрема шляхом уточнення Плану оборони України та його складових), що дасть змогу оперативніше реагувати на зміни в оперативному середовищі [1]. До ймовірних сценаріїв залучення Сил безпеки і Сил оборони до виконання завдань з оборони держави доцільно також включити захист ОКІ, що забезпечить ефективніший розподіл сил і засобів під час планування оборонних операцій [1].

Кожен об'єкт критичної інфраструктури має бути завчасно оцінений фахівцями та підготовлений до оборони з урахуванням пропозицій військового командування, підрозділи якого здійснюватимуть його утримання. Підготовку об'єкта до оборони слід розпочинати з далеких підступів до нього, які проходять територіями місцевих громад; отже, представники місцевої влади мають бути залучені до процесів планування і підготовки територій до оборони [1].

Недостатньо лише спланувати й підготувати оборону об'єкта: у мирний час необхідно розробити алгоритм дій та матеріально-технічне забезпечення для евакуації обладнання і персоналу в безпечні райони, а в окремих випадках — передбачити заходи щодо підготовки

об’єкта до контрольованого виведення з ладу/знищення за визначеними процедурами [1].

Найважливішим завданням є захист ОКІ від ударів з повітря (ракетних ударів, атак ударних БпЛА). Маскування, заглиблення (укриття) ключових елементів, зміна режимів функціонування, розосередження компонентів, дублювання функцій структурними елементами підприємства мають бути інтегровані в загальний задум забезпечення стійкості та збереження працездатності [1; 2].

За практичним досвідом, одна з бригад ТрО отримала перелік об’єктів, які необхідно було взяти під охорону та оборону. Перелік налічував майже 200 об’єктів в обласному центрі, тоді як спроможності бригади не були розраховані на таку кількість. Після ретельного аналізу списку в обласній державній адміністрації було встановлено, що близько 30% позицій становили приватні дрібні підприємства, які не відповідали критеріям критичності. Водночас низку дійсно критичних підприємств не було включено до переліку, а їх керівництво помилково вважало, що може організувати оборону силами внутрішньої служби безпеки або приватної охоронної структури, зокрема групами швидкого реагування мінімального складу та з обмеженим озброєнням [1].

Шляхи посилення захисту об’єктів критичної інфраструктури

- розроблення чітких критеріїв віднесення об’єктів до критичної інфраструктури [1; 2];
- упровадження системних заходів підвищення безпеки ОКІ з боку органів державної влади та керівників підприємств державного і приватного секторів із належним ресурсним забезпеченням [1; 2];
- обладнання критично важливих об’єктів захисними спорудами, підземними комунікаціями/приміщеннями, шляхами евакуації з урахуванням маскувальних можливостей від наземного та повітряного противника [2];
- розосередження майданчиків для персоналу та місць зберігання вибухонебезпечних матеріалів [2];
- розбудова інтегрованої системи протиповітряної і протиракетної оборони для захисту критичної інфраструктури та енергетичного сектору, а також уточнення завдань підрозділів ППО/ПРО під час бойових дій [1; 2];
- узгодження дій органів влади всіх рівнів щодо прикриття ОКІ, чіткий розподіл відповідальності за моніторинг, захист і своєчасне ухвалення рішень [1; 2];
- ретельне планування охорони й оборони ОКІ, визначення загроз та виділення сил і засобів для протидії [1];
- відпрацювання довідників і настанов із застосування підрозділів Сил оборони під час оборони ОКІ; вивчення тактики противника; проведення командно-штабних навчань і практичних тренувань [2].

Таблиця – Сектори критичної інфраструктури та система їх захисту

Сектори критичної інфраструктури	**Система захисту (узагальнено)**
Урядування та публічні (адміністративні) послуги	Має здійснюватися удосконалення законодавства та уніфікація критеріїв критичності і процедур категоризації
Енергозабезпечення (у т.ч. теплова енергія)	Слід забезпечити функціонування чіткої координаційної вертикалі через КМУ та профільний координаційний центр
Водопостачання та водовідведення	Має бути розмежовано повноваження координації і контролю між КМУ та РНБО з постійним моніторингом
Продовольче забезпечення	Доцільно визначити провідного координатора: у мирний час — МВС, у воєнний — МО та ГШ ЗСУ
Охорона здоров’я	Слід здійснювати планування захисту з визначенням необхідних сил і засобів та їх резервування

Сектори критичної інфраструктури	Система захисту (узагальнено)
Фармацевтична промисловість	Має бути покладено охорону об’єктів на НГУ як спроможний інструмент мирного і воєнного часу
Виробництво вакцин, біолабораторії	Доцільно планувати оборону об’єктів із залученням ЗСУ та інших складових Сил оборони
Інформаційні послуги, електронні комунікації	Слід упроваджувати довідники і настанови щодо оборони з урахуванням тактики противника
Фінансові послуги	Має здійснюватися регулярна підготовка органів управління та підрозділів (навчання, тренування)
Транспортне забезпечення	Доцільно забезпечити міжвідомчу взаємодію та чіткий розподіл відповідальності
Оборона, державна безпека	Має бути інтегровано захист ОКІ в оборонне планування та розподіл сил і засобів
Правопорядок і правосуддя	Слід запроваджувати посилені режимні заходи та спеціальні режими роботи об’єктів
Цивільний захист і служби порятунку	Має забезпечуватися безперервність функцій, резервування та готовність до відновлення
Космічна діяльність і технології	Доцільно закріпити інституційну відповідальність і інтеграцію в державні програми стійкості
Хімічна промисловість	Слід посилювати фізичний захист і інженерну стійкість залежно від рівня критичності
Дослідницька діяльність	Має плануватися безперервність функціонування, збереження даних і обладнання

Примітка. Таблицю складено на основі положень Закону України “Про критичну інфраструктуру” та узагальнених аналітичних матеріалів щодо захисту об’єктів критичної інфраструктури в умовах збройної агресії (1; 2).

Слід відмітити що в разі ретельно відпрацьованих зазначених вище питань всіма вказаними структурами особливу увагу потрібно приділити саме підготовці підрозділів які будуть безпосередньо здійснювати оборону об’єктів критичної інфраструктури а також органам управління і планування які отримають визначень завдання.

Висновки

Система захисту критичної інфраструктури України потребує якнайшвидшого комплексного та системного вдосконалення, що, з урахуванням сучасних воєнних загроз, доцільно реалізувати за такими основними напрямами:

1. **Удосконалення законодавства України** у сфері захисту об’єктів критичної інфраструктури з урахуванням умов воєнного стану та досвіду збройної агресії Російської Федерації [1].
2. **Створення чіткої координаційної вертикалі**, відповідальної за захист об’єктів критичної інфраструктури, що передбачає формування профільного координаційного центру при Кабінеті Міністрів України на чолі з Прем’єр-міністром або Віце-прем’єр-міністром. До складу такого центру мають увійти центральні органи виконавчої влади, відповідальні за відповідні сектори критичної інфраструктури та їх захист. Центр має затверджувати перелік об’єктів, що підлягають захисту, плани їх захисту, склад необхідних сил і засобів, а також нормативно-правові акти з відповідної проблематики та узгоджувати з Генеральним штабом Збройних Сил України плани захисту таких об’єктів [1; 2].
3. **Покладання на Міністерство внутрішніх справ України** координаційних функцій щодо

захисту об’єктів критичної інфраструктури у мирний час та загрозливий період, що обґрунтовується наявністю у його підпорядкуванні збройних формувань Національної гвардії України, здатних виконувати відповідні завдання [1; 5].

4. **Покладання на Національну гвардію України** завдань з охорони об’єктів критичної інфраструктури як на структуру, що має необхідні сили і засоби та може ефективно застосовуватися в мирний час, загрозливий період і під час дії воєнного стану [1; 5].
5. **Покладання на Генеральний штаб Збройних Сил України** завдань щодо розроблення планів захисту й оборони об’єктів критичної інфраструктури, які залучаються в умовах воєнного стану, а також визначення складу сил і засобів Збройних Сил України та інших складових Сил оборони, що мають бути задіяні для посилення захисту (оборони) таких об’єктів [1].
6. **Розмежування завдань координації та контролю** у сфері захисту об’єктів критичної інфраструктури між Кабінетом Міністрів України та Радою національної безпеки і оборони України, що передбачає посилення контрольних функцій РНБО України та запровадження системи постійного моніторингу стану захисту об’єктів критичної інфраструктури [1].
7. **Розроблення і відпрацювання довідників та настанов** щодо застосування підрозділів Сил оборони під час ведення оборони об’єктів критичної інфраструктури, систематичне вивчення тактики дій підрозділів противника, а також проведення командно-штабних навчань з органами управління і практичних тренувань з підрозділами, залученими до захисту об’єктів критичної інфраструктури [2; 5].

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Про критичну інфраструктуру : Закон України № 1882-IX від 16.11.2021. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 2022. № 16. Ст. 146. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text
2. Як удосконалити захист об’єктів критичної інфраструктури України. Оборонно-промисловий кур’єр : інформаційне агентство. 25.02.2025. URL: https://opk.com.ua/
3. Про внесення змін до деяких законів України щодо удосконалення системи підготовки громадян України до військової служби : Закон України № 3724-IX від 22.05.2024. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 2024. № 31. Ст. 229. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3724-20#Text
4. Про внесення змін до деяких законів України щодо уточнення завдань та основ підготовки і ведення національного спротиву : Закон України № 2024-IX від 27.01.2022. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 2023. № 14. Ст. 35. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2024-20#Text
5. Про основи національного спротиву : Закон України № 1702-IX від 16.07.2021. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 2021. № 41. Ст. 339. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1702-20#Text
6. Кілька фактів про Рух опору та Сили спеціальних операцій ЗСУ. Espreso.tv (укр.). 29.07.2023. URL: https://espreso.tv/den-sso-kilka-faktiv-pro-rukh-oporu-ta-sili-spetsialnikh-operatsiy-zsu

7. Командувач ССО: Рух опору діє на всіх операційних напрямках. Українська правда (укр.). 10.01.2023. URL: https://www.pravda.com.ua/news/2023/01/10/7384226/

References

1. Verkhovna Rada of Ukraine. (2021, November 16). *Pro krytychnu infrastrukturu* [Law of Ukraine No. 1882-IX]. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1882-20#Text
2. Oboronno-promyslovyi kurier. (2025, February 25). *Yak udoskonalyty zakhyst obiektiv krytychnoi infrastruktury Ukrainy*. https://opk.com.ua/
3. Verkhovna Rada of Ukraine. (2024, May 22). *Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo udoskonalennia systemy pidhotovky hromadian Ukrainy do viiskovoi sluzhby* [Law of Ukraine No. 3724-IX]. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3724-20#Text
4. Verkhovna Rada of Ukraine. (2022, January 27). *Pro vnesennia zmin do deiakykh zakoniv Ukrainy shchodo utochnennia zavdan ta osnov pidhotovky i vedennia natsionalnoho sprotyvu* [Law of Ukraine No. 2024-IX]. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2024-20#Text
5. Verkhovna Rada of Ukraine. (2021, July 16). *Pro osnovy natsionalnoho sprotyvu* [Law of Ukraine No. 1702-IX]. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1702-20#Text
6. Espreso.tv. (2023, July 29). *Kilka faktiv pro rukh oporu ta syly spetsialnykh operatsii ZSU*. https://espreso.tv/den-sso-kilka-faktiv-pro-rukh-oporu-ta-sili-spetsialnikh-operatsiy-zsu
7. Ukrainska Pravda. (2023, January 10). *Komanduvach SSO: Rukh oporu diie na vsikh operatsiinykh napriamkakh*. https://www.pravda.com.ua/news/2023/01/10/7384226/

Удосконалений метод агрегатного ремонту за критерієм живучості

Improved Aggregate Repair Method Based on the Survivability Criterion

Ярослав Павлов
кандидат педагогічних наук, доцент, начальник навчально-наукового інституту логістики, e-mail: palych.yaroslav@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0852-5659

Національна академія Національної гвардії України, м. Київ, Україна

Yaroslav Pavlov
PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Educational and Research Institute of Logistics, e-mail: palych.yaroslav@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0852-5659

National Academy of the National Guard of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 12, 2025 | Revised: December 27, 2025 | Accepted: December 31, 2025

UDC 623:62-192:658.58

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.13

Мета роботи. Підвищення ефективності відновлення боєздатності озброєння та військової техніки в умовах ведення бойових дій шляхом удосконалення процесу агрегатного ремонту за критерієм максимізації живучості.

Метод дослідження. У дослідженні застосовано аналітико-алгоритмічний підхід, що охоплює оцінювання пошкоджень, визначення структурної цілісності, перевірку забезпеченості агрегатами та прогнозування часу ремонту. Отримані дані забезпечують на основі індексів боєздатності та живучості вибір найефективнішої черги агрегатного відновлення.

Результати дослідження. Розроблено удосконалений метод агрегатного ремонту, що поєднує оцінку пошкоджень, структурної цілісності, забезпеченість агрегатами та прогноз часу відновлення. Метод підвищує оперативність відновлення автомобільної та бронетанкової техніки за критерієм живучості та зменшує нераціональні витрати ресурсів у бойових умовах.

Теоретична цінність дослідження. Дослідження формує цілісну теоретичну модель агрегатного ремонту, яка використовує коефіцієнт боєздатності та живучості. Дані коефіцієнти кількісно описують вплив рівня пошкоджень на відновлюваність АБТТ. Запропонований підхід поглиблює наукове розуміння поняття живучості військової техніки та розширює методологічні засади оптимізації ремонтних процесів у бойових умовах.

Оригінальність/Цінність дослідження. Запропоновано новий метод агрегатного ремонту, що вперше поєднує оцінку коефіцієнтів боєздатності, живучості та прогноз часу відновлення в єдину інформаційну систему ранжування. Такий підхід забезпечує науково обґрунтований вибір оптимальної черги ремонту зразків, що суттєво підвищує ефективність відновлення автобронетанкової техніки у динамічних бойових умовах.

Подальші дослідження: Розширення методу шляхом урахування стохастичних факторів бойової обстановки, інтеграції даних технічної розвідки в режимі реального часу та розроблення адаптивних алгоритмів ранжування. Перспективним є створення програмного модуля для автоматизованої системи підтримки прийняття рішень у ремонтно-евакуаційних підрозділах.

Тип статті. Дослідницька.

Purpose. Enhancing the Effectiveness of Combat Readiness Restoration of Weapons and Military Equipment in Combat Operations through an Improved Aggregate Repair Process Based on the Maximization of Survivability.

Method. The study employs an analytical-algorithmic approach that includes damage assessment, evaluation of structural integrity, verification of spare-unit availability, and repair-time forecasting. The obtained data, through combat capability and survivability indices, enable the selection of the most effective sequence of aggregate restoration.

Findings. An improved aggregate repair method has been developed that integrates damage assessment, structural integrity evaluation, spare-unit availability analysis, and repair-time forecasting. This method enhances the operational efficiency of restoring automotive and armored vehicles according to the survivability criterion and reduces inefficient resource expenditures under combat conditions.

Theoretical value of the study. The study establishes an integrated theoretical model of aggregate repair that employs combat capability and survivability coefficients. These coefficients provide a quantitative description of how damage levels affect the recoverability of armored vehicles. The proposed approach deepens the scientific understanding of military equipment survivability and expands the methodological foundations for optimizing repair processes under combat conditions.

Originality / Research value. A new aggregate repair method is proposed that, for the first time, integrates combat capability indices, survivability coefficients, and repair-time prediction into a unified information-based ranking system. This approach enables a scientifically grounded selection of the optimal repair sequence, significantly enhancing the effectiveness of armored vehicle recovery in dynamic combat environments.

Future research. A new aggregate repair method is proposed that, for the first time, integrates combat capability indices, survivability coefficients, and repair-time prediction into a unified information-based ranking system. This approach enables a scientifically grounded selection of the optimal repair sequence, significantly enhancing the effectiveness of armored vehicle recovery in dynamic combat environments.

Paper type. Research article.

Ключові слова: автобронетанкова техніка, критерій живучості, коефіцієнт боєздатності, бойові пошкодження, кінцевий елемент заміни, технічний стан, агрегатний ремонт, боєздатність, ранжування ремонту, відновлення автобронетанкової техніки.

Key words: Armored Vehicles, Survivability Criterion, Combat Capability Index, Battle Damage, Replaceable and Item, Technical Condition, Aggregate Repair, Combat Readiness, Repair Prioritization, Armored Vehicle Recovery.

Вступ

Для забезпечення успішного виконання різноманітних бойових завдань у війні проти російській федерації, наряду із частинами та з'єднаннями Збройних Сил України (ЗСУ) в оборонних заходах приймають участь і підрозділи Національної гвардії України. Велику роль наступальних або оборонних операціях відводиться зразкам автобронетанкової техніки (АБТТ), які забезпечують вогневу підтримку та мобільність особовому складу військових підрозділів.

Але інтенсифікація бойових дій та удосконалення сучасних засобів ураження противника приводять до збільшення бойових втрат техніки на полі бою. Для досягнення успіху у цих військових операціях особливу роль, поряд із раптовістю, інтенсивністю та сміливістю дій, відіграє проблематика забезпечення живучості зразків озброєння та зразків АБТТ за рахунок їх швидкого відновлення.

На даній час за досвідом бойових дій, існуючий традиційний підхід до організації ремонту зразків АБТТ у польових умовах не в повному обсязі задовольняє сучасним вимогам. Метод агрегатного ремонту за критерієм живучості удосконалює традиційний агрегатний метод ремонту. Цей підхід має вирішальне значення в умовах інтенсивних бойових дій для забезпечення живучості озброєння та військової техніки (ОВТ), у тому числі і АБТТ, та виконанні службово-бойових (бойових) завдань.

Таким чином, дослідження що спрямовані на удосконалення методу агрегатного ремонту за критерієм живучості є найбільш актуальніший проблемою у військової сфері.

Теоретичні основи дослідження

У колективній монографії Павлова та Сівака подано системний аналіз ремонтно-відновлювальних процесів бронетехніки в бойових умовах та описано сучасні українські підходи до агрегатного ремонту [1]. Праця є фундаментальною для розуміння структури технічного забезпечення. Однак автори не пропонують формалізованого методу ранжування зразків для першочергового відновлення .

У роботі Гнатова, Шевченка і Мороза розглянуто сучасні методи неруйнівного контролю пошкоджень бронетехніки [2]. Дослідження важливе для формування етапу діагностики у процесі ремонту. Недоліком є відсутність формалізованих критеріїв переходу від діагностики до рішення щодо відновлення.

У роботі Кривонос та інших розглянуто напрями удосконалення сучасних засобів об'єктивного контролю [2], що має важливе значення для формування етапу технічної діагностики в процесі ремонту озброєння та військової техніки. Водночас недоліком дослідження є відсутність формалізованих критеріїв переходу від результатів діагностики до обґрунтованого рішення щодо доцільності та черговості відновлення.

Дачковський аналізує методику оцінювання відновлюваності озброєння та військової техніки, зокрема з урахуванням залишкового ресурсу та рівня працездатності [3], що створює підґрунтя для формування інтегрального коефіцієнта боєздатності. Проте в межах запропонованого підходу не розглянуто вплив коефіцієнта живучості на визначення послідовності відновлення техніки. У військово-технічній сфері живучість розглядається як здатність зразка озброєння та військової техніки зберігати або оперативно відновлювати боєздатність після отримання бойових пошкоджень.

Пепеляєв та Іванов досліджують практичні аспекти відновлення бронетехніки після бойових уражень [4]. Робота цінна реальними прикладами бойових пошкоджень та заходами щодо їх ремонту. Водночас відсутня математизація процесу прийняття рішень на відновлення.

Герасименко і Юревич пропонують моделі оптимізації технічного забезпечення підрозділів у бойових умовах [5], що є релевантним для прогнозу часу ремонту. Недоліком є відсутність урахування критичності пошкоджених елементів та рівня живучості зразка.

Швець та ін. аналізують застосування БпЛА для технічної розвідки [6], що значно скорочує час первинної оцінки пошкоджень зразків АБТТ. Проте результати не інтегровані в алгоритми планування ремонту.

Marais і Saleh вводять деградаційно-орієнтовані моделі живучості складних систем [7], що є фундаментальною основою для оцінки боєздатності. Недоліком є неврахування реальних схем бойових пошкоджень техніки.

Sun та ін. досліджують процеси деградації багатофункціональних систем із використанням марковських наближень [8], що забезпечує ґрунтовний математичний базис моделювання. Водночас запропонована модель не передбачає механізмів пріоритезації ремонтних заходів.

Wu і Guo розглядають інтегровані моделі оцінювання бойових пошкоджень із використанням діагностичних підходів [9], що є релевантним для визначення рівня структурної цілісності об’єктів. Водночас у межах запропонованого підходу відсутня методика вибору оптимального сценарію ремонтних дій.

Zhao і Li пропонують модель багатокритеріальної оптимізації пріоритезації технічного обслуговування [10], яка потенційно може бути адаптована до ремонту АБТТ. Проте в цій моделі не враховано живучість як цільову функцію оптимізації.

Аналіз опрацьованих джерел свідчить, що як вітчизняні, так і зарубіжні науковці досягли значного поступу в дослідженні питань діагностики пошкоджень, оцінювання структурної цілісності та організації системи технічного забезпечення військової техніки. Праці українських авторів формують ґрунтовне прикладне підґрунтя для розуміння реальних процесів ремонту АБТТ у бойових умовах, тоді як міжнародні дослідження забезпечують розвиток формалізованих моделей живучості, відмовостійкості та багатокритеріальних підходів до ухвалення управлінських рішень.

Таким чином, результати проведеного огляду підтверджують високу наукову й практичну доцільність подальшого дослідження, спрямованого на розроблення удосконаленого методу агрегатного ремонту за критерієм живучості. Реалізація такого методу забезпечить формалізоване й обґрунтоване ранжування ремонтних рішень та сприятиме суттєвому підвищенню ефективності відновлення АБТТ у динамічних бойових умовах.

Постановка проблеми

Ефективність відновлення автобронетанкової техніки в умовах сучасних бойових дій значною мірою визначається спроможністю ремонтно-евакуаційних підрозділів оперативно та обґрунтовано ухвалювати рішення щодо доцільності й пріоритетності відновлення пошкоджених зразків. Наявні підходи до агрегатного ремонту забезпечують високу оперативність заміни вузлів і агрегатів, однак не враховують інтегрованого впливу ступеня пошкодження, рівня структурної цілісності, критичності елементів, ресурсних обмежень і прогнозованої тривалості ремонту на загальну живучість відновленого зразка.

Аналіз вітчизняних і зарубіжних досліджень свідчить про відсутність єдиної математично формалізованої моделі, здатної забезпечити кількісне оцінювання боєздатності та живучості техніки після ураження з подальшим урахуванням цих показників у процесі визначення черговості зразків для ремонту. Унаслідок цього ухвалення рішень часто ґрунтується на експертних судженнях, що не завжди забезпечує оптимальне використання часу, ресурсів і ремонтного потенціалу підрозділів.

Отже, постає наукова проблема розроблення удосконаленого методу агрегатного ремонту, який поєднував би оцінювання технічного стану, живучості та часові прогнози з алгоритмом обґрунтованого прийняття рішень щодо відновлення, спрямованим на підвищення оперативності й ефективності повернення автобронетанкової техніки до строю.

Результати

Алгоритм методу агрегатного ремонту військової АБТТ передбачає низку послідовних етапів (рис. 1), на кожному з яких приймається рішення про подальшу дію щодо пошкодженого зразка. Критерієм для переходу на наступний етап служить визначений показник – бінарний або кількісний індикатор, що характеризує можливість швидкого відновлення боєздатності конкретного зразка. Метод охоплює отримання інформації про пошкодження, технічну діагностику, оцінювання структурної цілісності, наявності необхідних запасних агрегатів, прогнозування часу ремонту, а також розрахунок коефіцієнтів боєздатності і живучості для визначення пріоритету ремонту. Нижче детально розглянуто основні стадії запропонованого методу.

Етап збору інформації (блок 2-3). Після надходження повідомлення про бойове пошкодження техніки здійснюється її технічна розвідка. Збір даних про характер і ступінь ушкоджень виконується силами ремонтно-евакуаційних груп на місці інциденту, а також із залученням дистанційних засобів спостереження (БпЛА тощо). Виявлена техніка доставляється на найближчий збірний пункт пошкоджених машин, де проводиться детальне діагностування технічного стану. На цьому етапі фахівці визначають перелік несправностей і працездатність основних систем кожного зразка. Результатом діагностики є узагальнений висновок про поточний технічний стан.

Оцінка структурної цілісності (бл. 4). Наступним кроком алгоритму є визначення, чи придатний даний зразок до агрегатного ремонту. Іншими словами, оцінюється ступінь руйнувань несучих конструкцій корпусу та шасі. Якщо пошкодження мають катастрофічний характер (значні пробоїни броні, деформація корпусу, вигоряння тощо), то навіть повна заміна агрегатів не відновить боєздатність такої машини. Введемо показник структурної цілісності S, який набуває бінарних значень:

$$S = \begin{cases} 1, & \text{якщо } S > S_{min} \\ 0, & \text{інакше} \end{cases}, \quad (1)$$

Для зразків техніки, у яких $S = 0$, подальший агрегатний ремонт не проводиться. Такі машини відправляються на майданчик відстою з перспективою глибокого відновлення на спеціалізованих підприємствах або списання (за невиконання критерію живучості). Якщо ж $S=1$, тобто пошкодження носять локальний характер і не порушують загальної міцності конструкції, зразок переходить на наступний етап оцінювання. Значення границі $S_{\min}$ встановлюється відповідно до директивних документів та вимог командування.

Аналіз забезпеченості запасними агрегатами (бл. 5). На цій стадії визначають перелік необхідних елементів заміни D та перелік критичних елементів заміни $D_{\text{к}} \in D$ – ті вузли і системи, які необхідно замінити для відновлення заданого рівня боєздатності конкретного зразка. До множини $D_{\text{к}}$ включаються тільки критичні компоненти, від виходу з ладу яких залежить функціонування зразка (наприклад, двигун, трансмісія, прицільні прилади тощо). Натомість елементи, що не впливають на бойову ефективність (скажімо, дзеркала заднього виду тощо), не розглядаються як критичні. Після цього проводиться перевірка наявності потрібних агрегатів на складі запасних частин (бл. 5, 6). Нехай R позначає множину агрегатів, доступних в обмінному фонді. Тоді для даного зразка можна сформувати множину доступних елементів A. Результат перевірки описується бінарним індикатором:

$$A = \begin{cases} 1, & \text{якщо } D_{\text{к}} \in R \\ 1, & \text{якщо } D \in R \\ 0, & \text{інакше} \end{cases}, \quad (2)$$

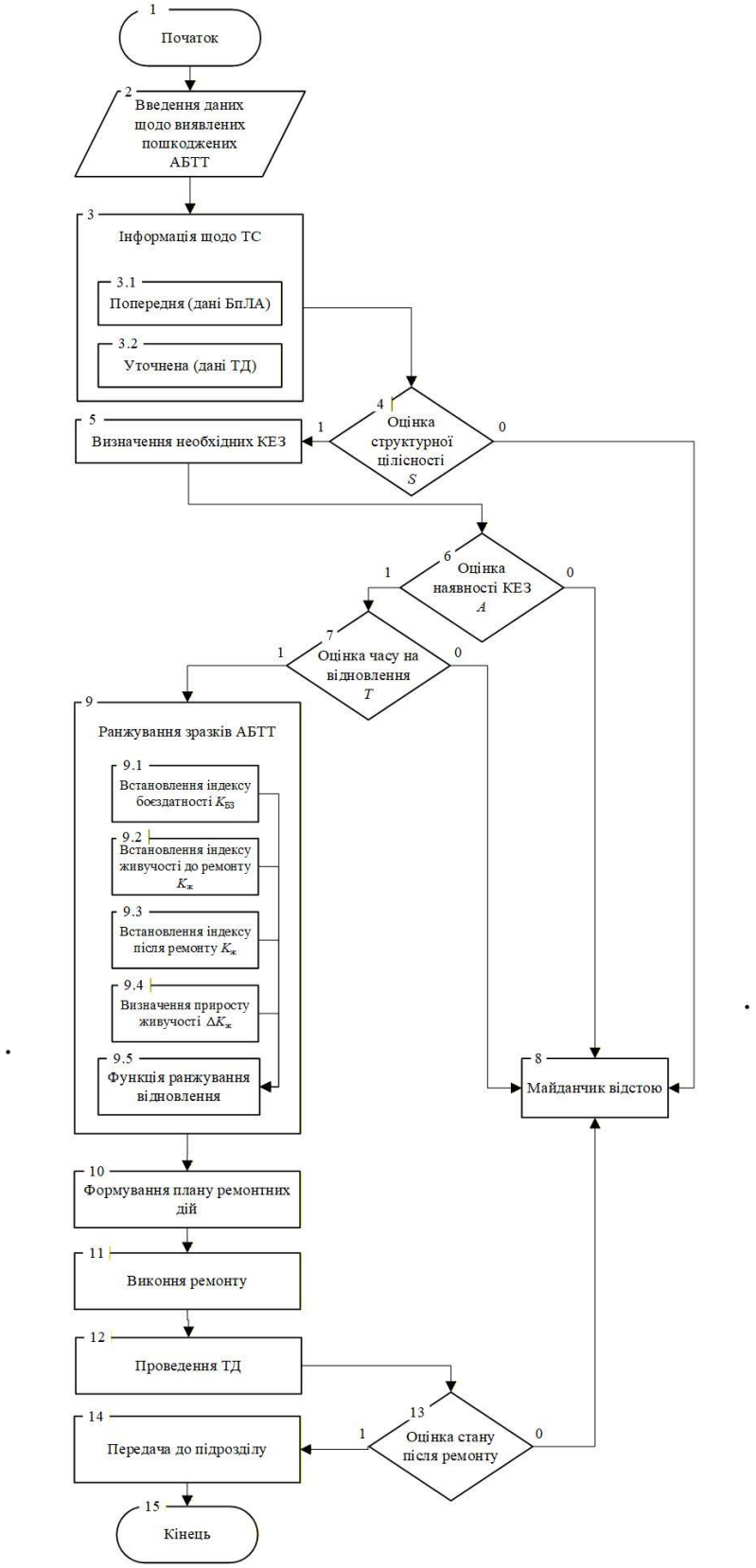


Рисунок 1 – Алгоритм удосконаленого методу агрегатного ремонту за критерієм живучості

Джерело: розроблено автором у Visio

При *A*=0 агрегатний ремонт призупиняється, оскільки неможливо оперативно замінити відсутні вузли. Така техніка також переводиться на майданчик відстою до надходження

запасних агрегатів або направляється в капітальний ремонт. Якщо ж *A*=1 (усі КЕЗ або усі критичні КЕЗ на складі наявні), зразок підлягає агрегатному ремонту.

Прогнозування часу відновлення (бл. 7). Враховуючи наявні ресурси та пошкодження, оцінюється орієнтовний час, необхідний для ремонту даного зразка $T_{\text{ор}}$. До нього входить тривалість безпосередніх ремонтних робіт (заміна агрегатів, відновлення пошкоджених систем), час на тестування після ремонту, а також логістичні затримки (доставка агрегатів, евакуація машини тощо). Отримане значення порівнюється з допустимим граничним часом $T_{\text{доп}}$, відведеним на польовий ремонт техніки цього типу. Якщо прогнозований ремонт триватиме надто довго (більше, ніж дозволяє оперативна обстановка), тоді машину доцільніше виключити з черги і направити на глибокий ремонт в тилу. Формально це рішення можна записати як умову:

$$T = \begin{cases} 1, & \text{якщо } T_{\text{ор}} \le T_{\text{доп}} \\ 0, & \text{інакше} \end{cases}, \tag{3}$$

Якщо *T*=0, зразок знімається з черги (переміщується на майданчик відстою для можливого подальшого ремонту в стаціонарних умовах). За умови *T*=1 зразок переходить до наступної стадії – безпосередньо ранжування зразків для ремонту.

Ключовим етапом удосконаленого агрегатного методу є ранжування зразків для ремонту (блок 9), у якій реалізується основний принцип запропонованого методу – повернення до строю тих зразків АБТТ, які демонструють найвищий потенціал живучості після відновлення за мінімально можливих витрат часу й ресурсів. Послідовність виконання цього етапу включає низку взаємопов'язаних процедур, від розрахунку коефіцієнта боєздатності до формування функції пріоритету відновлення.

На першому кроці ранжування зразків для ремонту визначається коефіцієнт боєздатності $K^{\text{бз}}$, який виступає інтегральною характеристикою поточного технічного стану зразка після ураження. Коефіцієнт враховує:

кількість пошкоджених кінцевих елементів заміни (КЕЗ);

ступінь пошкодження кожного КЕЗ;

критичність кожного елемента для загальної боєздатності машини.

Аналітично коефіцієнт задається співвідношенням:

$$K^{\text{бз}} = 1 - \sum_{i=1}^{N} \frac{K_i^{\text{сп}}}{K^{\text{сп}D}} \cdot W_i \cdot \text{C}_\text{i} \tag{4}$$

де N – кількість пошкоджених КЕЗ після бойових дій;

$\frac{K_i^{\text{сп}}}{K^{\text{сп}D}}$ – нормований коефіцієнт ступеня пошкодження КЕЗ відносно ступеня пошкодження до рівня *D*, $K^{\text{сп}D} = 4$ (0 – 0, 1 – 0.25, 2 – 0.5, 3 – 0.75, 4 – 1.0);

W_i – показник важливості *i*-го КЕЗ;

C_i – показник критичності *i*-го КЕЗ.

Важливість КЕЗ це статистична характеристика, яка визначається за конструкцією. Важливість КЕЗ характеризується таким показником, як коефіцієнт важливості (W), значення якого може бути від 0 до 1. Це константа, яка залежить від типу техніки та ролі КЕЗ для функціонування всього зразка АБТТ. Наприклад, двигун буде мати дуже високу важливість (W = 0.18), гусениця – високу важливість, але нижче ніж у двигуна (W = 0.12) тощо. Сума коефіцієнтів важливості всіх КЕЗ зразка АБТТ повинна дорівнювати 1.

Критичність КЕЗ $K_i^{\text{сп}}$ це динамічна характеристика, яка визначається за типом та ступенем пошкоджень КЕЗ. В якості показника оберемо коефіцієнт критичності (C), який також має значення від 0 до 1. Це змінне значення, яке залежить від наслідків пошкодження цього КЕЗ та характеризує наскільки дане пошкодження є небезпечним для всього зразка АБТТ. Наприклад, розглянемо:

$K^{\text{сп}} = 0$ (подряпина): $\text{C}_i = 0{,}05$
$K^{\text{сп}} = 2$ (подряпина): $\text{C}_i = 0{,}2$
$K^{\text{сп}} = 3$ (подряпина): $\text{C}_i = 0{,}85$
$K^{\text{сп}} = 4$ (детонація): $\text{C}_i = 1$

Визначення значення коефіцієнта критичності проводиться на основі статистичних даних ремонтів різних КЕЗ та аналізу наслідків пошкодження даного елементу щодо забезпечення життєздатності всієї машини у сукупності з методом експертної оцінки.

Коефіцієнт боєздатності (бл. 9.2) є базовою величиною для визначення поточної живучості машини, яка відображає ймовірність її ефективного застосування у бойовій обстановці.

Коефіцієнт живучості визначається

$$K_{\text{ж}} = K^{\text{бз}} \cdot P(t), \tag{5}$$

де

$$P(t) = P\left(K^{\text{бз}}(t) \geq K^{\text{бз}}_{\text{зад}}\right), \tag{6}$$

а часова динаміка боєздатності розраховується за експоненційною моделлю:

$$K^{\text{бз}}(t) = e^{-\lambda t}, \tag{7}$$

де λ – інтенсивність ураження зразка АБТТ (функція щільності вогневого впливу та ймовірності повторного ураження).

Таким чином, чим інтенсивнішим був вогневий вплив, тим швидше зменшується показник живучості навіть за однакового рівня технічних пошкоджень.

Приріст живучості після відновлення (блок 9.4) є ключовим параметром, який демонструє ефект від проведення агрегатної заміни:

$$\Delta K_{\text{ж}} = K^{+}_{\text{ж}} - K_{\text{ж}}. \tag{8}$$

Це значення фактично є економіко-функціональним показником, що відображає раціональність витрат часу та ресурсів на ремонт конкретної машини. Чим більшим є $\Delta K_{\text{ж}}$ при рівної боєздатності після ремонту, тим більш привабливим є цей варіант для ремонтного підрозділу. Тобто, спочатку проводиться ранжування до рівня живучості, а потім за максимумом приросту.

Функція ранжування відновлення визначається як залежність між показником живучості зразка та часом його оперативного відновлення:

$$\max(P_R) = f(K_{\text{ж}}, \Delta K_{\text{ж}}, T_{\text{op}}^{-1}). \tag{9}$$

Отже, у пріоритет потрапляють зразки, які:

мають максимальні значення $K_{\text{ж}}$ та максимальний приріст живучості $\Delta K_{\text{ж}}$;

можуть бути відновлені швидше, тобто мають менший оперативний час ремонту T_{op}.

У випадках, коли два однотипні зразки мають однакову пріоритетність, перевага надається тому, який має максимальний приріст:

$$\Delta K_{\text{ж}} \to \max. \tag{10}$$

Це дозволяє забезпечити максимально швидке повернення до строю найбільш придатних до відновлення зразків, не витрачаючи ресурси на ті, чий ремонт буде менш ефективним.

Після чого обраний зразок вибуває з рейтингу оцінки і процес повторюється доки не оцінюються всі зразки. У випадку якщо у процесі оцінки додається новий зразок пошкодженої АБТТ оцінка проводиться з урахування цього зразка.

Ремонт, оцінка, передача у підрозділ

Після визначення черговості формується план ремонтних дій, у якому враховуються трудомісткість, доступність КЕЗ, завантаженість майстерень і вимоги командування. Ремонт виконується відповідно до визначеного пріоритету.

Після завершення робіт проводиться технічне діагностування (блок 12), у ході якого визначається відповідність зразка техніки встановленим нормативам боєздатності. Рішення щодо можливості повернення до строю задається умовою:

$$\text{відновлення} = \begin{cases} 1, & \text{якщо } K_{\text{ж}} > 0{,}7 \\ 0, & \text{інакше} \end{cases}. \quad (11)$$

При отриманні результату “1” (змога бойового застосування) машина передається у підрозділ (блок 14). Якщо “0”, вона направляється на майданчик відстою з подальшим рішенням про капітальний ремонт.

Після кожного етапу дані автоматично вносяться в обчислювальний модуль, що формує динамічну історію технічного стану зразка.

Висновки

У роботі розроблено удосконалений метод агрегатного ремонту, що поєднує оцінювання пошкоджень, структурної придатності, забезпеченості агрегатами та прогноз часу відновлення в єдиний алгоритм прийняття рішень. Запропонована система коефіцієнтів боєздатності та живучості забезпечує формалізовану процедуру ранжування зразків АБТТ щодо рівню пошкоджень і дозволяє обґрунтовано визначати черговість відновлення пошкодженої АБТТ.

Ефективність методу заключається у підвищенні оперативності та раціональності ремонтних процесів у бойових умовах. Метод забезпечує скорочення неефективних витрат ресурсів, підвищує ймовірність повернення техніки до строю у мінімальні терміни й може слугувати основою для створення автоматизованих систем підтримки прийняття рішень ремонтно-евакуаційних підрозділів.

Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні методу шляхом урахування стохастичних факторів бойової обстановки, інтеграції даних технічної розвідки в режимі реального часу та розроблення адаптивних алгоритмів ранжування. Перспективним є створення програмного модуля для автоматизованої системи підтримки прийняття рішень у ремонтно-евакуаційних підрозділах.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Павлов Я. В., Сівак Ю. О. Ремонт і відновлення бронетанкової техніки в умовах бойових дій. Київ : НУОУ, 2021. 156 с.
2. Кривонос В.М., Білий В.В., Хахалкіна О.А., Хахалківна В.А. Удосконалення сучасних бортових засобів об’єктивного контролю повітряних суден. Системи озброєння і військова техніка, 67(3) 2021, 75–80. https://doi.org/10.30748/soivt.2021.67.09.

3. Дачковський В.О. Методика оцінювання відновлюваності озброєння та військової техніки. Інформаційно-аналітична діяльність у сфері безпеки та оборони. 3(36)/2019. № 2. С. 89–96. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2019-36-3-89-96.
4. Пепеляєв С. М., Іванов С. І. Проблеми відновлення бронетехніки після бойових уражень. Військово-технічний збірник. 2020. № 23. С. 102–109.
5. Герасименко В. М., Юревич О. В. Оптимізація технічного забезпечення підрозділів в умовах бойових дій. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2023. № 3. С. 87–96.
6. Швець Р. В., Мельник А. Ю., Мельничук О. І. Застосування БпЛА у технічній розвідці пошкодженої техніки. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки. 2023. Т. 11, № 3. С. 59–68.
7. Marais K., Saleh J. H. Survivability in complex engineering systems: A degradation-based approach. Reliability Engineering & System Safety. 2020. Vol. 199. Art. 106911. https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.106911.
8. Sun C. P., Zhou D., Du Y.-M., Guan X. Degradation and reliability of multi-function systems using the hazard rate matrix and Markovian approximation. Reliability Engineering & System Safety. 2022. Vol. 218. Art. 108166. https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108166.
9. Wu S., Guo B. Battle damage assessment using integrated diagnostic models. Defense Technology. 2021. Vol. 17, No. 4. P. 1120–1135. https://doi.org/10.1016/j.dt.2020.10.003.
10. Zhao Y., Li H. Multi-criteria optimization of maintenance priority in complex systems. Journal of Manufacturing Systems. 2022. Vol. 62. P. 690–703. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.12.008.

References

1. Pavlov, Ya. V., & Sivak, Yu. O. (2021). *Remont i vidnovlennia bronetankovoi tekhniky v umovakh boiovykh dii*. Kyiv: NUOU, 156 p.
2. Kryvonos, V. M., Bilyi, V. V., Khakhalkina, O. A., & Khakhalkivna, V. A. (2021). Improvement of modern onboard objective monitoring systems of aircraft. Systemy ozbroiennia i viiskova tekhnika, 67(3), 75–80. https://doi.org/10.30748/soivt.2021.67.09.
3. Dachkovskyi, V. O. (2019). Methodology for assessing the recoverability of weapons and military equipment. Informatsiino-analitychna diialnist u sferi bezpeky ta oborony, 3(36), No. 2, 89–96. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2019-36-3-89-96.
4. Pepeliaiev, S. M., & Ivanov, S. I. (2020). Problemy vidnovlennia bronetekhniky pislia boiovykh urazhen. *Viiskovo-tekhnichnyi zbirnyk*, (23), 102–109.
5. Herasymenko, V. M., & Yurevych, O. V. (2023). Optymizatsiia tekhnichnoho zabezpechennia pidrozdiliv v umovakh boiovykh dii. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho NUPS*, (3), 87–96.
6. Shvets, R. V., Melnyk, A. Yu., & Melnychuk, O. I. (2023). Zastosuvannia BpLA u tekhnichnii rozvidtsi poshkodzhenoi tekhniky. *Suchasni informatsiini tekhnolohii u sferi bezpeky*, 11(3), 59–68.
7. Marais, K., & Saleh, J. H. (2020). Survivability in complex engineering systems: A degradation-based approach. *Reliability Engineering & System Safety*, 199, 106911. https://doi.org/10.1016/j.ress.2020.106911
8. Sun, C. P., Zhou, D., Du, Y.-M., & Guan, X. (2022). Degradation and reliability of multi-function systems using the hazard rate matrix and Markovian approximation. *Reliability Engineering & System Safety*, 218, 108166. https://doi.org/10.1016/j.ress.2021.108166.
9. Wu, S., & Guo, B. (2021). Battle damage assessment using integrated diagnostic models. *Defense Technology*, 17(4), 1120–1135. https://doi.org/10.1016/j.dt.2020.10.003.
10. Zhao, Y., & Li, H. (2022). Multi-criteria optimization of maintenance priority in complex systems. *Journal of Manufacturing Systems*, 62, 690–703. https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2021.12.008.

Контент-аналіз теорії військового управління воєнного противника України за аспектом застосування розвідувально-ударних комплексів в операції (бою)

Content Analysis of the Russian Tactics in Terms of the Use of Reconnaissance and Strike Complexes in Large-Scale Combat Operations

Олег Головченко
доктор філософії, професор кафедри, e-mail: golovchenko19850306@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3715-7872

Назар Линок
ад'юнкт, e-mail: nazar.lynok@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4489-2472

Роман Шевцов
Corresponding author: доктор філософії, доцент кафедри, e-mail: r_19821219@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2683-7525

Олексій Іщенко
д-р філософії, доцент кафедри, e-mail: ssalex13@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-6693-164X

Олег Голіней
магістрант, e-mail: goliney.oleg@icloud.com

Андрій Остапенко
магістрант, e-mail: ostapenkoa669@gmail.com

Oleg Golovchenko
PhD, Professor at the Department, e-mail: golovchenko19850306@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3715-7872

Nazar Lynok
Postgraduate Student, e-mail: nazar.lynok@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4489-2472

Roman Shevtsov
Corresponding author: PhD, Associate Professor at the Department, e-mail: r_19821219@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2683-7525

Oleksii Ishchenko
PhD, Associate Professor at the Department, e-mail: ssalex13@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-6693-164X

Oleh Holiney
Master Student, e-mail: goliney.oleg@icloud.com

Andrii Ostapenko
Master Student e-mail: ostapenkoa669@gmail.com

Національний університет оборони України, м. Київ, Україна
National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 14, 2025 | Revised: December 27, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.14

Мета роботи. Оприлюднення результатів дослідження теорії військового управління воєнного противника України за аспектом застосування розвідувально-ударних комплексів в операції (бою).

Метод дослідження. Основними у дослідженні є метод контент-аналізу та синтезу.

Результати дослідження. Контент-аналіз показав, що основною тенденцією в теорії військового управління воєнного противника України для досягнення мети операції (бою) є широке застосування тимчасових і штатних розвідувально-ударних комплексів зі складу артилерійської бригади (полку). Максимізація результативності їх застосування відбуватиметься за рахунок перманентного ведення артилерійської розвідки та дискретного вогневого впливу в ході ведення ними розвідувально-ударних дій. Встановлено, що для отримання синергетичного ефекту від застосування сил і засобів артилерійської розвідки та вогневого впливу противник вестиме розвідувально-ударні дії у чітко ранжованих зонах відповідальності за розвідку і вогневе ураження. Наукові результати, отримані методом контент-аналізу, пропонуємо застосовувати в центрах об'єднаної вогневої підтримки під час заходів оперативного планування різних видів операції в цілому та об'єднаної вогневої підтримки зокрема.

Теоретична цінність дослідження. Визначення тенденцій максимізації результативності застосування розвідувально-ударних комплексів в операції (бою) зі складу військових організаційних структур ракетних військ і артилерії сухопутних військ збройних сил російської федерації. Наукові результати прикладного теоретичного дослідження отримані із застосуванням методу контент-аналізу, який за своєю природою дає змогу віднаходити причинно-наслідкові зв'язки та закономірності, притаманні досліджуваним процесам у теорії воєнного мистецтва та військового

Purpose. Publication of the results of research into the Russian Tactics in terms of the use of reconnaissance and strike complexes in large-scale combat operations.

Method. The main methods of research are the method of content analysis and synthesis.

Findings. Content analysis of Russian Federation military publication showed that the main trend in the Russian Tactics in large-scale combat operations is the widespread use of temporary and organic reconnaissance and strike complexes from the field artillery brigade (regiment). Maximizing the effectiveness of their use will be achieved through continuous artillery reconnaissance and discrete fire support during reconnaissance and strike operations. It has been established that in order to achieve a synergistic effect from the use of artillery reconnaissance unit and fire support units, the Russian commanding will conduct reconnaissance and strike operations in clearly defined areas of responsibility for reconnaissance and fire support. Scientific results obtained by content analysis may be applied in Corps staff during the planning of fire support and field artillery operations in large-scale combat operations.

Theoretical implications. The main results of research on the topic of this article are the identification of trends in maximizing the effectiveness of the use of reconnaissance and strike complexes in large-scale combat operations from the field artillery brigade (regiment) of the Missile Troops and Artillery of the Russian Army. The scientific results of the applied theoretical research were obtained using the content analysis method, which by its nature allows identifying causal relationships and patterns inherent in the processes studied in the theory of military art and military management,

управління, виявляти їх пріоритетність і взаємний вплив, щоб на їх основі обґрунтовувати набір базових способів ведення воєнних дій чи варіантів застосування своїх сил і засобів об'єднаної вогневої підтримки під час проведення прикладних теоретичних досліджень з питань військового управління Збройних Сил України.

Тип статті. Науково-теоретична.

identify their priority and mutual influence in order to justify a set of basic methods of conducting large-scale combat operations or methods of fire support and field artillery operations during applied theoretical research on military management of the Armed Forces of Ukraine.

Paper type. Scientific and theoretical article.

Ключові слова: військове управління, воєнний противник України, розвідувально-ударний комплекс, ефективність, результативність, артилерійська розвідка, контрбатарейна боротьба, операція (бій).

Key words: Military Management, Russian Federation, Reconnaissance and Strike Complexes, Efficiency, Effectiveness, Artillery Reconnaissance, Counterbattery Fire, Large-Scale Combat Operations.

Вступ

Двадцять четвертого лютого 2022 року президент російської федерації (далі – рф) віддав наказ про вторгнення в Україну після восьми років ведення проти нашої держави комплексних непрямих стратегічних дій, що включали спеціальні операції, застосування приватних військових компаній, приховане застосування збройних сил рф, а також інформаційно-психологічні та кібер-операції. Формальним приводом розпочати широкомасштабну збройну агресію РФ проти України з проведенням сухопутних, повітряно-космічних, морських операцій із рішучими воєнно-політичними цілями стало визнання 21 лютого 2022 року за результатам засідання Ради Безпеки рф незалежності і суверенітету так званих Донецької Народної Республіки і Луганської Народної Республіки [1]. Результати аналізу ведення воєнних дій під час відсічі широкомасштабної збройної агресії рф проти України показали, що найчисленнішим серед усіх сил вторгнення воєнного противника України, як у 2022 році, так і на цей час, є оперативні об'єднання, з'єднання та військові частини зі складу сухопутних військ (далі – СВ) збройних сил рф [2–9].

Відомо, що метою наукової діяльності є формулювання і систематизація об'єктивних знань про реальну дійсність, відповідно у воєнній науці – отримання нових і систематизованих знань у галузі ведення воєнних дій та військового управління в їх ході [10]. Наукові результати, здобуті в ході проведення прикладних теоретичних досліджень [2, 11–13], показують, що усталеними формами збройної боротьби у воєнних діях із залученням СВ збройних сил РФ на період до 2030 року вважатимуться операції, битви, бої, систематичні бойові дії, удари та маневр. У ході контент-аналізу джерел, в яких розкрито зміст і тенденції розвитку теорії і практики застосування військових організаційних структур зі складу СВ збройних сил рф у різних формах ведення воєнних дій, визначено кілька основних тенденцій стосовно сучасних поглядів на напрями розвитку форм і способів збройної боротьби для досягнення мети операції (бою) оперативними об'єднаннями, загальновійськовими з'єднаннями (військовими частинами). Як основну тенденцію в теорії та практиці ведення воєнних дій військовими організаційними структурами в операції (бою) розглянуто діалектичну єдність розвідки, вогню, радіоелектронної боротьби, маневру, інформаційного протиборства й автоматизованого управління військовими формуваннями (далі – ВФ) [14]. За поглядами наукової спільноти воєнного противника, для досягнення мети операції (бою) військові організаційні структури мають бути обладнані високотехнологічними компонентами, і, як правило, поєднані в єдину мережоцентричну структуру, що даватиме змогу в реальному масштабі часу отримувати дані про противника і свої підрозділи, розподіляти їх, аналізувати бойові можливості, надавати ґрунтовні рекомендації щодо вогневого впливу у поєднанні з радіоелектронними ударами.

Послідовне зміщення центру тяжіння у впливі на противника з його вогневого ураження на комплексний функціональний вплив на основі інтегрованих в єдину систему засобів ураження, розвідки, радіоелектронної боротьби в сучасних умовах, а особливо в перспективних формах збройної боротьби, зумовлює доцільність створення і функціонування на період операції (бою) розвідувально-електронної ударної (вогневої) системи загальновійськового формування. Така система, за поглядами наукової спільноти воєнного

противника України, є організаційно, інформаційно і технічно інтегрованою на базі автоматизованої системи управління сукупністю сил і засобів різних видів розвідки, управління, вогневого та радіоелектронного впливу, що відбувається в режимі реального (близького до реального) часу, розвідки й ураження важливих, у тому числі критично важливих за часом, об'єктів противника. Досягати мети операції (бою) противник передбачає за допомогою організації і забезпечення вибірковості в ураженні критично важливих об'єктів протиборчої сторони, раптовості вогневого ураження переважно високоточними боєприпасами на всю глибину її оперативної побудови (бойового порядку), випередження у завдаванні ударів і відкритті вогню. При цьому головну роль у виконанні таких завдань в операції (бою) відіграватимуть розвідувально-ударні комплекси (далі – РУК).

Аналіз науково-теоретичних і науково-практичних фахових видань України, на сторінках яких триває обговорення тенденцій розвитку воєнного мистецтва, здобутих уроків застосування військ (сил) у збройних конфліктах, результатів наукових досліджень з питань воєнної науки в цілому та військового управління зокрема показав, що з початком широкомасштабної агресії науковці не вели систематизованого наукового пошуку тенденцій і закономірностей дій РУК зі складу СВ воєнного противника України для досягнення мети операції (бою). Таким чином, у теорії військового управління виникло актуальне наукове завдання, що полягає в пошуку валідної інформації для узагальнення поглядів наукової спільноти і керівництва збройних сил рф на застосування РУК в операції (бою).

Теоретичні основи дослідження

Одним із ключових методів вирішення цього наукового завдання, на думку авторів, є контент-аналіз – змістовий аналіз масивів однорідних документів, зокрема публікацій у засобах масової інформації. Цей метод застосовують для оцінювання якісної та кількісної присутності компанії (бренду, ідеї) у пресі, як правило, порівняно з конкуруючими об'єктами тієї ж категорії. Сучасну версію контент-аналізу започаткували в середині XX ст. американський соціолог Г. Лассуел і французький журналіст Ж. Кайзер, які результати своїх досліджень виклали у монографії "Le quontiden francais" [15].

Поява методу контент-аналізу у науковій практиці для досліджень у теорії воєнного мистецтва в цілому та військового управління зокрема на пострадянському просторі пов'язана з ім'ям доктора військових наук професора Ю. Репіла, який у 2006 році опублікував монографію "Бойове застосування ракетних військ і артилерії: досвід, реальність і перспективи", де запропонував застосовувати для потреб воєнної науки метод контент-аналізу. Ці наукові викладки дають змогу визначати основні закономірності, притаманні досліджуваним процесам, виявляти їх пріоритетність і взаємний вплив.

Постановка проблеми

Відомо, що опосередковане та узагальнене відображення в мозку людини істотних властивостей, причинних відносин і закономірних зв'язків між об'єктами і явищами, – це раціональне пізнання, формою якого є абстрактне мислення, а його структурними елементами – поняття, судження, умовивід [16]. Абстрактне мислення сприяє усвідомленню сутності процесу, допомагає виявляти закономірності розвитку. Отже, воєнна наука має дати відповіді на запитання: "Що?", "Скільки?", "Які?", "Як?", методика – на запитання: "Як зробити?", практика – на запитання: "Що зробити?". Отримані відповіді відображатимуть безпосередні цілі воєнної науки, тобто надаватимуть опис, пояснення і передбачення процесів та явищ об'єктивної дійсності, що становлять предмет її вивчення на основі законів, які вона відкриває, тобто у широкому значенні – теоретичне відтворення дійсності під впливом внутрішніх та зовнішніх чинників, притаманних середовищу застосування об'єкта дослідження. Водночас за результатами аналізу доповіді НАТО "Тренди у науці і технологіях

2020–2040" визначено, що військово-наукова спільнота країн – членів НАТО вважає за доцільне прогнозувати причинно-наслідкові зв'язки та виявляти їх вплив на форми і способи застосування військових організаційних структур, що прямо будуть пов'язані з їх бойовими можливостями, без зниження результативності застосування та забезпечення необхідного рівня їх живучості, у тому числі сил і засобів (далі – СіЗ) об'єднаної вогневої підтримки, краще за потенційного противника, що є одним із засобів Північноатлантичного альянсу зберегти конкурентну перевагу [15].

Метою статті є висвітлення результатів дослідження, проведеного методом контент-аналізу воєнно-наукових, воєнно-практичних видань міністерства оборони російської федерації в аспекті теорії та практики застосування РУК в операції (бою).

Результати

Результати контент-аналізу [11; 12; 15–19] показують, що головною тенденцією в розвитку теорії військового управління СВ збройних сил рф є розроблення доктринального забезпечення з питань визначення основних положень, які стосуються підготовки та виконання завдань вогневого впливу РУК зі складу військових організаційних структур ракетних військ і артилерії СВ у взаємодії з ВФ родів військ і видів збройних сил рф у різних формах ведення воєнних дій. Як розвідувально-ударний комплекс у теорії військового управління воєнного противника України на цей час розуміють тимчасове або штатне ВФ, що матиме сукупність засобів управління, розвідки і вогневого впливу (комплекс керованої зброї), створену для виконання завдань вогневого впливу по об'єктах противника в режимі реального часу з високою ефективністю (необхідним збитком) [19]. Водночас у ході контент-аналізу відкритих джерел, у яких порушено питання підвищення результативності ведення бойових дій РУК, виявлено, що головним чинником максимізації результативності їх застосування в операції (бою) є ефективне планування, синхронізація та ведення артилерійської розвідки.

Результати дослідження, проведеного методом контент-аналізу, показують, що поняття артилерійської розвідки воєнний противник України розуміє як комплекс організаційних заходів і дій органів військового управління артилерією, штабів артилерійських бригад (полків, підрозділів), СіЗ артилерійської розвідки, спрямованих на добування розвідувальної інформації про противника та місцевість в районі майбутніх дій, необхідної для підготовки та успішного виконання визначених завдань ВФ ракетних військ і артилерії в цілому та РУК зокрема в інтересах досягнення мети операції (бою). За поглядами наукової спільноти воєнного противника України артилерійська розвідка є найважливішим видом бойового забезпечення ракетних військ і артилерії, складовою тактичної розвідки та чинником, який впливає на ступінь реалізації бойових можливостей РУК, ходу і результату вогневого ураження противника (далі – ВУП) у цілому та контрбатарейної боротьби (далі – КББ) зокрема.

Зауважимо, що за результатами контент-аналізу змісту системного словника оперативно-тактичних і воєнно-технічних термінів воєнного противника України встановлено, що в теорії воєнного мистецтва збройних сил рф як вогневе ураження противника розуміють знищення (подавлення) противника вогнем із різних видів озброєння, ударами ракетних військ, авіації та розвідувально-ударних (розвідувально-вогневих) комплексів із застосуванням боєприпасів у звичайному спорядженні та запалювальних боєприпасів. Водночас контент-аналіз показав, що під час виконання завдань ВУП на військові організаційні структури артилерії СВ збройних сил рф будуть покладатися завдання зі стрільби, а саме знищення, подавлення, руйнування та виснаження цілі [18]. Як ціль у теорії військового управління воєнного противника України на цей час розуміють об'єкт, для ураження якого призначено конкретні вогневі засоби, встановлено витрату ракет (боєприпасів), визначено час і порядок ураження. Знищення цілі полягає в завдаванні їй таких втрат (пошкоджень), за яких ціль повністю втрачає боєздатність. Подавлення цілі полягає в завдаванні їй втрат (пошкоджень) чи створенні вогнем таких умов, за яких ціль

тимчасово втрачає боєздатність, обмежується її маневр чи порушується управління нею.

Контент-аналіз теорії військового управління воєнного противника України показав, що завдання артилерійської розвідки, спрямовані на максимізацію результативності ведення бойових дій РУК, залежатимуть від результатів оцінювання умов ведення операції (бою), тобто встановлення таких даних:

бойового складу, належності, боєздатності, положення та стану артилерії противника, характеристик її дій, намірів протиборчої сторони, сильних та слабких сторін;

координат засобів вогневої підтримки, наземних систем високоточної зброї, місць розташування пунктів управління артилерії, радіолокаційних станцій зі складу ВФ артилерії;

результатів завданого противнику ураження;

наявності нових засобів збройної боротьби;

прийомів та способів ведення бойових дій артилерією противника.

Водночас зауважимо, що, за поглядами військових науковців та практиків воєнного противника України, основні зусилля артилерійської розвідки мають бути зосереджені на виявленні угруповання ракетних військ і артилерії, особливо засобів високоточної зброї та комплексів керованого озброєння, а також цілей зі складу угруповання ракетних військ і артилерії в інтересах вирішення завдань КББ в операції (бою).

Контент-аналіз теорії військового управління воєнного противника України за аспектом застосування РУК в операції (бою) показав, що для максимізації результативності ведення артилерійської розвідки артилерійські штаби зі складу військових організаційних структур СВ збройних сил рф будуть розподіляти всі об’єкти артилерійської розвідки на звичайні та важливі. На цей час у теорії воєнного мистецтва та військового управління воєнного противника України важливі об’єкти розподіляють на критично важливі та критично важливі за часом. Як критично важливий об’єкт розуміють ключовий об’єкт протиборчого угруповання військ (сил) противника, знищення (подавлення) якого створить умови для розгрому противника чи приведе до гарантованого зниження його бойового потенціалу. Водночас за результатами дослідження встановлено, що критично важливий за часом об’єкт – це об’єкт протиборчого угруповання військ (сил), критичність якого починається на певному етапі операції (бою) або під час виконання визначеного завдання.

До важливих об’єктів артилерійської розвідки належать об’єкти, ураження чи виведення з ладу яких значною мірою може послабити протиборче угруповання (завоювання й утримання вогневої переваги над противником), а також об’єкти, спостереження за діяльністю яких дає змогу знизити ефективність (не допустити) раптовості дій з боку противника (артилерії противника) та визначити його бойовий склад, стан і ймовірний задум дій у цілому та специфіку дій артилерії противника. За результатами контент-аналізу встановлено, що на цей час у теорії військового управління воєнного противника України та доктринальному забезпеченні стосовно підготовки та виконання завдань з вогневого впливу РУК, завоювання та утримання вогневої переваги над противником в операції (бою) розуміють як дії, що полягають у випереджувальному завдаванні по противнику ударів різними засобами (вогневими, радіоелектронними, зброєю на нових фізичних принципах), за умови, що цикл “розвідка – організація ураження – завдавання удару – контроль за ударом – противогневий маневр” коротший, ніж часові показники готовності засобів ураження противника до завдавання ними удару. За поглядами військових науковців та практиків воєнного противника України, час циклу управління в ході ураження артилерією критично важливих за часом об’єктів не має перевищувати 3 хв, критично важливих об’єктів – 10 хв [11; 12; 15–19]. До звичайних об’єктів артилерійської розвідки належать об’єкти противника, ураження чи виведення з ладу яких завдасть збиток противнику, який змусить його відмовитися на визначений період від активних дій.

Контент-аналіз теорії військового управління воєнного противника України показав, що для максимізації результативності ведення бойових дій РУК в операції (бою) його органи

військового управління (штаби) будуть розподіляти зусилля артилерійської розвідки на рівні з'єднань, військових частин та підрозділів. Такий розподіл відбуватиметься залежно від умов ведення воєнних дій та чинників внутрішнього середовища, а саме можливостей засобів вогневого впливу та СіЗ артилерійської розвідки. Службові особи органів військового управління (штабів) воєнного противника України для максимізації результативності ведення бойових дій РУК в операції (бою) призначатимуть зони артилерійської розвідки (зони відповідальності за ведення артилерійської розвідки; зони відповідальності за артилерійську розвідку та ВУП). Загальновійськовому з'єднанню (військовій частині, підрозділу) другого ешелону (резерву), як правило, призначатимуть зони відповідальності за ведення розвідки.

Результати дослідження показують, що зони артилерійської розвідки призначатимуть:

в загальновійськовому об'єднанні – начальник ракетних військ і артилерії об'єднання;

в загальновійськовому з'єднанні (військовій частині, підрозділі) – начальник артилерії загальновійськового з'єднання (військової частини, підрозділу);

в артилерійському з'єднанні (військовій частині) – командир артилерійського з'єднання (військової частини), якщо зони артилерійської розвідки не призначені старшим начальником, суворо відповідно до розмірів (у межах) зон розвідки загальновійськового об'єднання (з'єднання, військової частини).

В межах зони відповідальності за ведення розвідки загальновійськового об'єднання (з'єднання, військової частини) будуть призначені зона оглядової розвідки і зона детальної розвідки. Точність визначення координат (середня колова похибка) в зонах детальної розвідки військових організаційних структур в ланці батальйон – армія має становити не більше 50 м, у зоні оглядової розвідки – 100…200 м [19].

Контент-аналіз теорії військового управління воєнного противника України за аспектом застосування РУК в операції (бою) показав, що для максимізації ведення ними бойових дій призначають зону відповідальності за артилерійську розвідку і ВУП – ділянку району (місцевості), в межах якої планують і проводять артилерійську розвідку та вогневе ураження об'єктів противника. Зону призначають з урахуванням особливостей фізико-географічних умов району бойових дій, обсягу завдань ВУП (за результатами оцінювання обстановки), бойових можливостей засобів вогневого ураження та підрозділів артилерійської розвідки. Як бойові можливості підрозділів артилерійської розвідки в теорії та практиці військового управління військові фахівці воєнного противника України розуміють кількісні та якісні показники, що характеризують здатність виконувати бойові завдання (з ведення артилерійської наземної та повітряної розвідки) в конкретних умовах обстановки.

Результати дослідження показують, що бойові можливості підрозділів повітряної розвідки зі складу ВФ артилерійської розвідки військових організаційних структур ракетних військ і артилерії СВ збройних сил рф на цей час у теорії військового управління воєнного противника України залежать від таких даних:

параметрів району розвідки (смуги, дальності);

кількості і типу об'єктів, розрізнених за визначений період часу;

точності визначення місця з розташування об'єктів розвідки;

кількості обслуг, призначених для виконання завдань;

показників мобільності підрозділів;

строків надання розвідувальних відомостей (даних).

Водночас у ході дослідження визначено, що на цей час у теорії воєнного мистецтва та військового управління воєнного противника України застосовано поняття ефективності і результативності. Ефективність розвідувальних дій – це комплексна операційна властивість процесу ведення артилерійської розвідки, що характеризує його пристосованість до досягнення мети артилерійської розвідки (виконання завдань розвідки) з урахуванням часових, ресурсних та інших витрат і впливу умов ведення артилерійської розвідки. Результативність розвідувальних дій

характеризується отриманням у ході їх реалізації цільового ефекту, що зумовлено здатністю артилерійської розвідки давати цільовий ефект, тобто результат, заради якого її ведуть в операції (бою). Також під час дослідження встановлено, що прогнозування результатів артилерійської розвідки полягає у визначенні очікуваного ступеня викриття об'єктів (цілей противника) за напрямками, завданнями і видами розвідки з урахуванням умов її ведення. Прогнозування є обов'язковою умовою розроблення та визначення завдань підпорядкованим підрозділам. Під час проведення оперативних (тактичних) розрахунків у ході планування ведення бойових дій РУК в операції (бою) достовірність розвідувальної інформації про об'єкти (цілі) ВУП ракетними військами і артилерією, за поглядами наукової спільноти воєнного противника України, має становити не менше 0,9…0,95 [19].

Контент-аналіз показав, що артилерійську розвідку за вирішуваними завданнями, способом дій та призначенням для максимізації результативності застосування військових організаційних структур ракетних військ і артилерії СВ збройних сил рф у цілому та ведення бойових дій РУК поділяють на такі види: артилерійська оптична (оптико-електронна), звукова (звукотеплова), радіолокаційна, радіотехнічна розвідка та артилерійська повітряна розвідка. Крім того, завдання артилерійської розвідки вирішують на основі взаємодії розвідувальної авіації: екіпажів літаків-розвідників, розвідувальних вертольотів і підрозділів безпілотних літальних апаратів (далі – БпЛА), органів військової розвідки (в обсязі можливостей виділеного для ракетних військ і артилерії ресурсу або органів розвідки). Залежно від поставленого завдання, особливостей об'єкта, типу наявних засобів вогневого впливу, технічних характеристик БпЛА, стану і специфіки системи протиповітряної оборони противника, метеорологічних умов, часу доби, загальної обстановки в районі об'єкта й інших чинників артилерійська повітряна розвідка БпЛА (спеціальний політ) для максимізації результативності ведення бойових дій РУК може бути виконана такими способами:

пошуком цілей (об'єктів) у призначеному районі (за призначеним маршрутом польоту чи у призначеному секторі);

чергуванням у призначеному районі (дозором на заданому рубежі);

виходом у призначену точку на території противника і її обльотом;

обльотом призначеного рубежу бойових порядків противника;

польотом для забезпечення вогню артилерії (зависанням безпосередньо над об'єктом ураження, зависанням на підступах до об'єкта ураження, чергуванням у повітрі в районі об'єкта ураження).

Водночас у ході дослідження встановлено, що радіолокаційні станції залежно від можливостей з дальності ведення розвідки в теорії воєнного мистецтва та військового управління воєнного противника України поділено на радіолокаційні станції близької дальності, середньої дальності і дальньої дії. Контент-аналіз теорії військового управління воєнного противника України за аспектом застосування РУК в операції (бою) показав, що радіолокаційні станції близької дії призначені для розвідки мінометів та артилерійських гармат, які ведуть стрільбу в зоні від 1 до 8 км від лінії фронту. Радіолокаційні станції середньої дальності призначені для розвідки мінометів, артилерійських гармат і реактивних систем залпового вогню, які ведуть стрільбу на відстані від 1 до 15 км від лінії фронту. Радіолокаційні станції дальньої дії призначені для розвідки гармат і реактивних систем залпового вогню, які ведуть стрільбу, а також пускових установок тактичних ракет – у зоні від 15 до 30 км і більше від лінії фронту.

Контент-аналіз теорії військового управління воєнного противника України за аспектом застосування РУК в операції (бою) показав, що командиру розвідувально-ударного комплексу старший начальник делегує повноваження із завдавання ударів по об'єктах противника у призначених районах (зонах) ведення артилерійської розвідки, у встановлений час, встановленим ресурсом засобів вогневого впливу. Щоб максимізувати результативність ведення бойових дій РУК в операції (бою), військові науковці та практики воєнного противника України пропонують

застосовувати розвідувально-ударні дії, які розуміють як сукупність взаємоузгоджених та взаємопов'язаних за метою, завданнями, місцем і часом одночасних і послідовних функціонально об'єднаних дій засобів розвідки, управління та засобів ураження для знищення виявлених критично важливих за часом об'єктів противника. При цьому в ході ведення розвідувально-ударних дій максимізацію результативності застосування РУК в операції (бою), на думку військових науковців та практиків воєнного противника України, можуть забезпечити перманентний процес управління і розвідки та дискретний процес вогневого впливу. В цілому проведене дослідження показало, що мета створення РУК полягає в максимізації ступеня реалізації потенційних вогневих можливостей СіЗ управління, розвідки та вогневого впливу за рахунок скорочення циклу "розвідка – ураження". Водночас встановлено, що основними вимогами до розвідувально-ударних дій є:

забезпечення необхідної результативності ВУП у призначеній зоні відповідальності за розвідку і вогневий вплив за рахунок застосування баражуючих боєприпасів, які дають змогу визначити необхідну точність, оперативність, дальність і масштаби застосування;

забезпечення розвідувальною інформацією необхідної якості про об'єкти противника, в тому числі із застосуванням орбітального угруповання космічних апаратів;

обмін розвідувальною інформацією в межах автоматизованої системи управління діями;

відповідність часу підготовки і ведення розвідувально-ударних дій часу реагування об'єкта (цілі) противника під час виконання конкретних вогневих завдань;

підвищення обґрунтованості кількості управлінських дій і скорочення циклу управління ураженням за рахунок впровадження нових систем управління, інформаційних і телекомунікаційних технологій, інтеграції СіЗ розвідки, управління та ураження в РВК;

автоматизація вирішення інформаційно-розрахункових завдань із планування, підготовки і ведення розвідувально-ударних дій.

Результати контент-аналізу [11; 12; 15–19] показують, що максимізувати результативність застосування військових організаційних структур ракетних військ і артилерії СВ збройних сил РФ в операції (бою) можна за різними варіантами призначення створюваних або штатних РУК:

контрбатарейної боротьби;

знищення пунктів управління, ураження колон та радіоелектронних систем противника;

пошуку й ураження об'єктів, які не можуть бути виявлені завчасно (по засобах функціонування такого РУК реалізовують функцію адаптивного управління вогневим впливом, що дає змогу уразити противника з необхідною ефективністю за будь-яких змін обстановки).

Дослідження теорії військового управління воєнного противника України за аспектом застосування РУК в операції (бою) показало, що основним підрозділом артилерійської бригади (полку) зі складу СВ збройних сил РФ, здатним виконувати поставлені завдання з ведення розвідувально-ударних дій, на цей час і на перспективу до 2030 року є розвідувально-ударна батарея на озброєнні якої перебувають:

засоби повітряної розвідки – БпЛА малої дальності, близької дії;

засоби управління – наземний пункт дистанційного управління, наземна станція управління;

розвідувально-ударні засоби – багатофункціональні розвідувальні БпЛА;

ударні засоби (засоби ВУП) – безпілотні баражуючі боєприпаси;

засоби бойового забезпечення – прилади і засоби розвідки, пускова установка (катапульта), система посадки, засоби наземного, в тому числі після польотного, обслуговування).

Застосування розвідувально-ударної батареї, за результатами проведеного контент-аналізу теорії військового управління воєнного противника України, відбувається за уточненим рішенням командира артилерійської бригади (полку) на наступну добу ведення бойових дій в операції (бою). В ході ведення розвідувально-ударних дій в операції (бою)

відповідно до положень теорії військового управління розвідувально-ударна батарея зі складу військової організаційної структури артилерії буде реалізовувати наступний вогневий цикл “розвідка – дорозвідка – цілевказання – удар – контроль за ударом – противогневий маневр” [19]. На думку військових науковців та практиків воєнного противника України, доцільним варіантом застосування РУК під час виконання завдань КББ зі складу артилерійської бригади може бути такий (рис. 1).

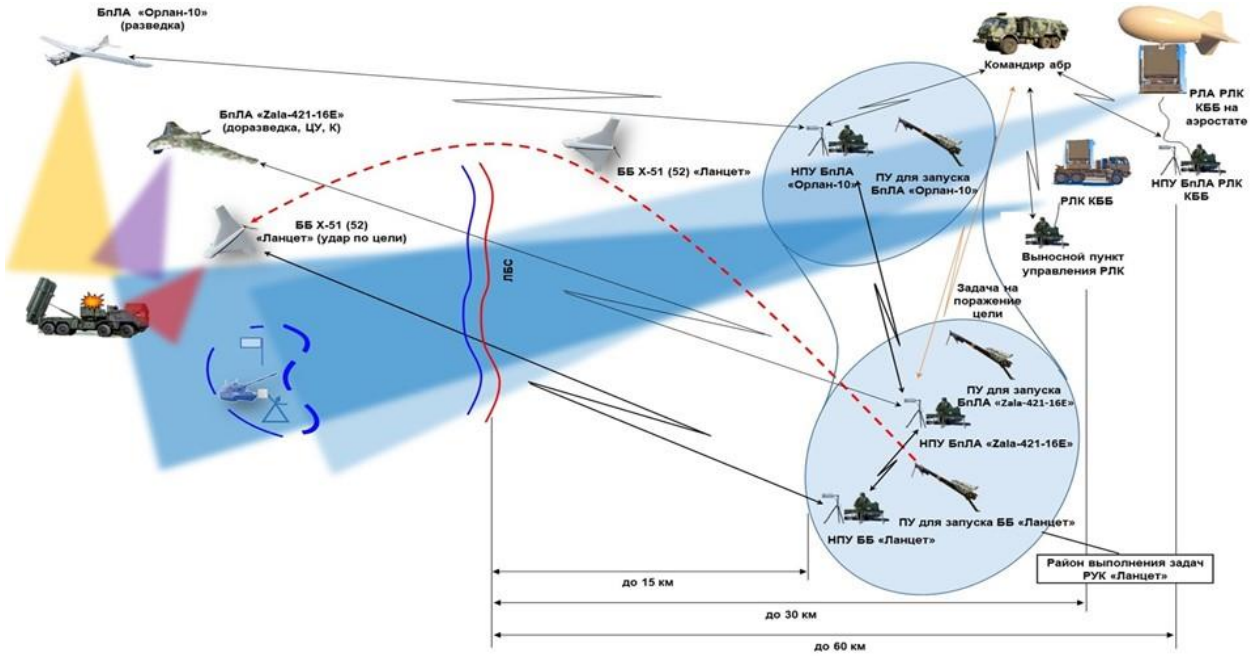


Рисунок 1 – Принципова схема розвідувально-ударних дій РУК “Ланцет” в інтересах вирішення завдань КББ

Контент-аналіз теорії військового управління воєнного противника України за аспектом застосування РУК в операції (бою) показав, що під час реалізації розвідувально-ударних дій, показаних на рис. 1, основними уражуваними цілями для досягнення проактивної КББ будуть завчасно або нововиявлені об’єкти:

артилерійські гармати, реактивні системи залпового вогню, міномети;

радіолокаційні станції КББ і протиповітряної оборони, станції радіоелектронної боротьби;

обслуги безпілотної авіації, баражуючих боєприпасів, FPV дронів, наземних роботизованих систем;

пункти боєпостачання та заправлення пальним.

Контент-аналіз показав, що для максимізації результативності ведення розвідувально-ударних дій у цілому та застосування РУК в операції (бою) зокрема військові науковці та практики воєнного противника України на основі прикладних теоретичних досліджень з теорії воєнного мистецтва та військового управління пропонують призначати зони розвідки та вогневого впливу підрозділам зі складу артилерійської бригади сухопутних військ збройних сил рф (рис. 2).

Розвідувально-ударні дії в інтересах вирішення завдань КББ в операції (бою) із застосуванням баражуючих боєприпасів будуть організовані об’єктово-зональним методом у чотирьох зонах розвідки і вогневого впливу (див. рис. 2). Контент-аналіз теорії військового управління воєнного противника України за аспектом застосування РУК в операції (бою) показав, що їх ранжування проводитимуть за зонами від переднього краю оборони його військ (сил):

перша – більше 30 км (зона ураження ВФ ракетних військ, складів з боєприпасами та пально-мастильними матеріалами);

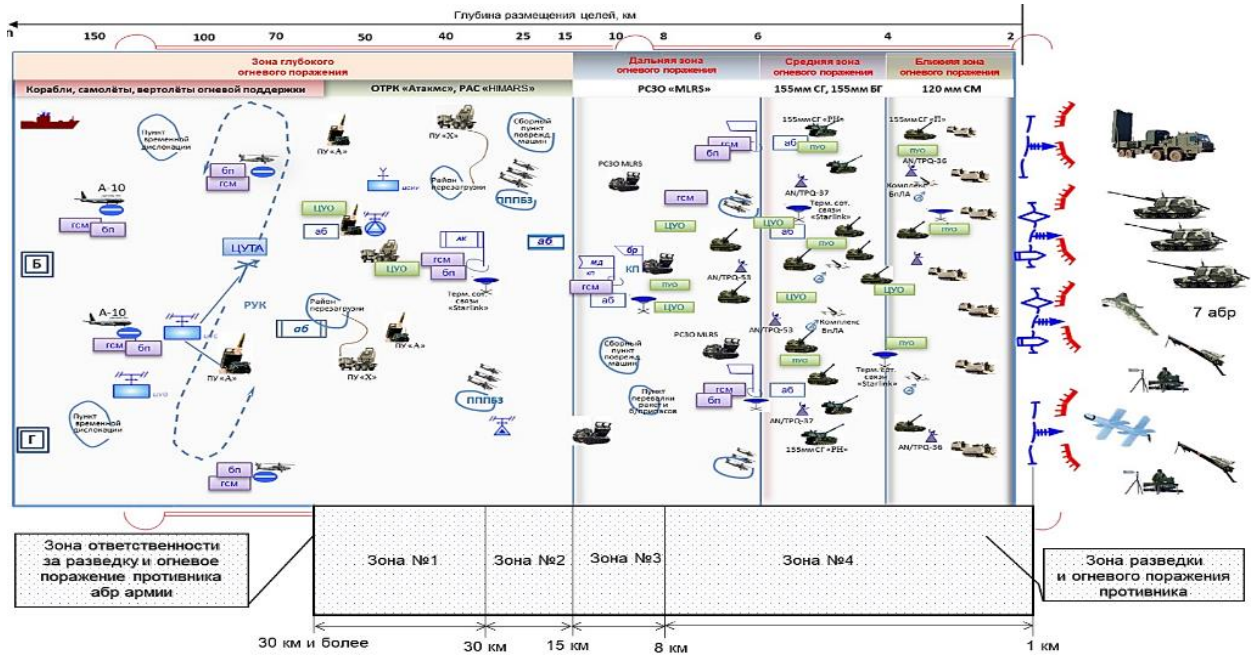


Рисунок 2 – Зона відповідальності за розвідку і ВУП артилерійської бригади зі складу СВ збройних сил рф

друга – 15…30 км (зона ураження далекобійних артилерійських систем і реактивних систем залпового вогню загальної підтримки противника);

третя – 8…15 км (зона боротьби з артилерією безпосередньої підтримки (середньої дальності) противника);

четверта – 1…8 км (зона боротьби з мінометами).

Результати дослідження показують, що для розвідувально-ударних підрозділів артилерійської бригади пріоритетним завданням буде боротьба з артилерією противника в першій і другій зонах, артилерійського полку – у третій і четвертій зонах. Щоб отримати вихідні дані, кількісні, якісні, тимчасові та інші нормативні показники, необхідні командиру артилерійської бригади (полку) для прийняття рішення на ведення розвідувально-ударних дій, а також максимізувати результативність ведення бойових дій тимчасовими та штатними РУК, штаби військових організаційних структур ракетних військ і артилерії СВ збройних сил РФ під час планування на основі даних та висновків з оцінювання обстановки будуть проводити такі розрахунки:

часу на підготовку дій (виконання визначених завдань);

розподілу СіЗ артилерійської розвідки, розвідувально-ударних дій (розвідувальних (розвідувально-ударних) органів на виконання визначених завдань);

ефективності (результативності) виконання завдань артилерійської розвідки засобами (розвідувальними органами), витрати засобів;

вогневого ураження об’єктів противника наявними РУК і засобами, ефективності їх застосування, витрати засобів;

висування, розгортання та переміщення СіЗ (розвідувальних і РУК);

обґрунтування заходів забезпечення прихованості і живучості, ефективності прикриття СіЗ підрозділів наявними засобами радіоелектронної боротьби, протиповітряної оборони противника та протидронового захисту.

Контент-аналіз теорії військового управління воєнного противника України за аспектом застосування розвідувально-ударних комплексів в операції (бою) показав, що розвідувально-ударні дії РУК в обороні будуть спрямовані на знищення критично важливих, у тому числі за часом, об’єктів противника із застосуванням баражуючих боєприпасів у ході систематичного

вогневого впливу під час виконання загальновійськовими об'єднаннями (з'єднаннями) оперативних (тактичних) завдань в операції (бою). Командири підрозділів (розвідувальних органів) артилерійської розвідки РВК зі складу СВ збройних сил воєнного противника України організовуватимуть розвідувальні і спеціальні дії в два етапи.

На **першому етапі** до виявлення артилерійських систем, які ведуть стрільбу, пунктів управління і радіоелектронних засобів СіЗ артилерійської і повітряної розвідки буде проведено:

перманентний аналіз раніше виявлених районів застосування артилерійських систем, які ведуть стрільбу, часу і порядку ведення ними вогню, можливих місць розташування пунктів управління артилерії та радіоелектронних засобів, очікувальних районів артилерії (районів перезаряджання, місць укриття особового складу і вогневих засобів);

прикриття позицій (постів) засобів артилерійської розвідки зі складу РУК засобами радіоелектронної боротьби і протиповітряної оборони із завданням протидії БпЛА і протирадіолокаційним ракетам противника.

На **другому етапі**, після викриття систем противника, які ведуть стрільбу, буде виконано:

контроль за результатами вогневого впливу цілей зі складу угруповання ракетних військ і артилерії, визначення результатів їх вогневого ураження (подавлення чи знищення);

для дотримання принципу "перманентності" ведення розвідки, спрямованої на викриття районів вогневих позицій артилерії противника, почергове залучення підрозділів звукової (звукотеплової) розвідки, комплексів повітряної розвідки з БпЛА та радіолокаційних станцій розвідки вогневих підрозділів, з мінімізацією часу роботи радіоелектронних засобів на випромінювання і дублюванням секторів (районів особливої уваги) вмикання радіолокаційних комплексів.

Розвідувально-ударні дії в наступі РУК (розвідувально-ударний дивізіон) вестимуть з метою знищення виявлених у ході виконання військами оперативних (тактичних) завдань критично важливих за часом об'єктів. Під час підготовки до наступу основні зусилля артилерійської розвідки будуть зосереджені зосереджуватимуться на встановленні переднього краю, опорних пунктів і розташування вогневих засобів на передньому краї та вглибині; викритті вогневих позицій артилерії; визначенні (уточненні) координат об'єктів противника (цілей), намічених до вогневого ураження; встановленні місць розташування і складу резервів, їх маршрутів висування та рубежів розгортання, пунктів управління, радіолокаційних станцій КББ і станцій радіоелектронної боротьби, пунктів бойового постачання артилерійських підрозділів. Під час переходу в наступ із висуванням із глибини висування і розгортання РУК та розвідувально-ударних підрозділів воєнного противника України буде організовано з розрахунку, щоб вони мали не менше 8 год. [19] для ведення розвідки у встановленій зоні відповідальності за розвідку і ВУП до початку наступу.

Висновки

За результатами дослідження, проведеного методом контент-аналізу, автори дійшли висновку, що на цей час у теорії та практиці застосування РУК існує ряд тенденцій, що визначають сучасні напрями розвитку форм і способів ведення бойових дій тимчасовими або штатними ВФ зі складу ракетних військ і артилерії СВ збройних сил рф. Виявлені напрями розвитку тенденцій стійкі, мають практичне застосування та відображають сукупність умов і чинників результативного застосування РУК в операції (бою).

За поглядами військових науковців та практиків воєнного противника України, головними чинниками максимізації результативності застосування РУК в операції (бою) є планування, синхронізація та результативне ведення артилерійської розвідки. Із проведеного контент-аналізу випливає, що ВФ ракетних військ і артилерії залишаються головним носієм бойових можливостей із завоювання й утримання вогневої переваги над противником в операції (бою). Далекобійність, точність РУК зі складу артилерійських бригад (полків) СВ

збройних сил рф дає змогу забезпечувати глибоке і результативне вогневе ураження під час ведення розвідувально-вогневих дій в операції (бою). В умовах, коли значно збільшилася глибина ураження РУК, у тому числі із застосуванням баражуючих боєприпасів, головною закономірністю досягнення результативності ВУП є широке застосування БпЛА. Крім отримання повної і достовірної розвідувальної інформації та пошуку об'єктів для ураження, БпЛА можуть бути застосовані для виконання ударних завдань. Ударні БпЛА стали реальним компонентом підсистеми розвідки і радіоелектронної боротьби, їх значущість у вогневому ураженні противника в операції (бою) стрімко зростає.

Знання виявлених тенденцій, відповідних їм законів і закономірностей застосування РУК зі складу СВ збройних сил воєнного противника України в операції (бою) дає змогу на їх основі обґрунтувати набір базових способів ведення воєнних дій чи варіантів застосування своїх СіЗ об'єднаної вогневої підтримки. Наукові результати, отримані методом контент-аналізу, пропонуємо застосовувати в центрах об'єднаної вогневої підтримки під час заходів оперативного планування оборонної та наступальної операції в цілому та об'єднаної вогневої підтримки зокрема. Доцільним напрямом подальшого дослідження буде системний аналіз здобутих уроків застосування СіЗ об'єднаної вогневої підтримки під час відсічі широкомасштабної збройної агресії рф. Результати системного аналізу дадуть змогу систематизувати чинники зовнішнього середовища та управління, щоб дослідити ефективність функціонування центру об'єднаної вогневої підтримки під час планування, координації та виконання завдань об'єднаної вогневої підтримки в оборонній операції оперативного об'єднання.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Головченко, О., Голіней, О., Шевцов, Р., & Мурай, О. (2025). Теорія військового управління збройних сил україни: зіткнення цивілізацій. *Collection of Scientific Papers «ΛΌГОΣ»*, (April 4, 2025; Paris, France), 131–134. https://doi.org/10.36074/logos-04.04.2025.026.
2. Головченко, О., Шевцов, Р., Лихольот, О., Кіслов, М., Потапов, М., & Столярук, В. (2025). Методика оцінювання вогневих можливостей військових формувань артилерії сухопутних військ збройних сил російської федерації в операції (бою). *Collection of Scientific Papers «ΛΌГОΣ»*, (May 9, 2025; Cambridge, UK), 198–210. https://doi.org/10.36074/logos-09.05.2025.038.
3. Zabrodskyi, M., Watling, J., Danylyuk, O. V., & Reynolds, N. (2022). Preliminary Lessons in Conventional Warfighting from Russia's Invasion of Ukraine: February–July 2022. RUSI.
4. Watling, J., Danylyuk, O. V., & Reynolds, N. (2023). Preliminary Lessons from Russia's Unconventional Operations During the RussoUkrainian War, February 2022–February 2023. RUSI.
5. Watling, J., & Reynolds, N. (2023). Meatgrinder: Russian Tactics in the Second Year of Its Invasion of Ukraine. RUSI.
6. Watling, J., & Reynolds, N. (2023). Stormbreak: Fighting Through Russian Defences in Ukraine's 2023 Offensive. RUSI.
7. Watling, J., & Reynolds, N. (2022). Ukraine at War Paving the Road from Survival to Victory. RUSI.
8. Bronk, J., Reynolds, N., & Watling, J. (2022). The Russian Air War and Ukrainian Requirements for Air Defence. RUSI.
9. Головченко, О., Стецюк, Р., & Лісогор, Б. (2024). Аналіз здобутих уроків ведення бойових дій розвідувально-вогневими комплексами під час відсічі та стримування широкомасштабної

збройної агресії російської федерації проти України. *Grail of Science*, (37), 114–121. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.15.03.2024.019.
10. Головченко, О., Шевцов, Р., Полоз, О., Яриш, Є., Довгорук, В., & Заїка, С. (2024). Аналіз здобутих уроків ведення бойових дій артилерією під час відсічі широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти україни у 2022–2023 роках за аспектом організації та ведення контрвогню. *Grail of Science*, (39), 215–224. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.10.05.2024.031.
11. Мацей, Д., Столярук, В., Лихольот, О. (2025). Аналіз особливостей ведення наступальних дій (операцій) військовими формуваннями зс рф за досвідом російсько-української війни. *Grail of Science*, (58), 722–733. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.14.22.2025.085.
12. Golovchenko, O. (2020). Content-analysis of trends of waging warfare by the army of the armed forces of the Russian Federation. Sciences of Europe, 58(2 (2020), 54–61. https://www.europe-science.com/archive/.
13. Golovchenko, O., & Ishchenko, O. (2020). Infantry division of the armed forces of the Russian Federation: analysis of combat opportunities and their influence at the survivability artillery units in armed conflicts. The scientific heritage, 55(5 (2020), 27–33. http://www.scientific-heritage.com/archive/.
14. Головченко, О., Шевцов, Р., Лихольот, О., Линок, Н., Полоз, О., & Яриш, Є. (2024). Аналіз основних методів планування та ведення контрвогню військовими формуваннями артилерії, прийнятих в арміях країн-членів НАТО. *Social Development and Security*, 14(4), 181–193. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.4.15.
15. Головченко, О. (2021). Тенденції ведення збройної боротьби армією російської федерації – дослідження через призму контент-аналізу. *Грааль Науки*, (7), 122–124. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.27.08.2021.020.
16. Цехмістрова, Г. (2004). Основи наукових досліджень. Видавничий Дім «Слово».
17. Headquarters, Department of the Army. (2024). Russian Tactics (ATP 7-100.1).
18. TRADOC G2. (2025). How Russia Fights in Large-Scale Combat Operations.
19. Министерство обороны Российской Федерации. (2019). Боевой устав артиллерии. Часть 2, Дивизион, батарея, взвод, орудие.
20. Министерство обороны Российской Федерации. (2025). Боевой устав артиллерии. Часть 3, Разведывательный артиллерийский (разведывательно-ударный) дивизион (батарея, взвод, отделение, расчет).

References

1. Golovchenko, O., Holinei, O., Shevtsov, R., & Murai, O. (2025). *Teoriia viiskovoho upravlinnia Zbroinykh syl Ukrainy: Zitknennia tsyvilizatsii* [Theory of military command and control of the Armed Forces of Ukraine: Clash of civilizations]. *Collection of Scientific Papers "ΛΌГОΣ"*, April 4, 2025 (Paris, France), 131–134. https://doi.org/10.36074/logos-04.04.2025.026
2. Golovchenko, O., Shevtsov, R., Lykholiot, O., Kislov, M., Potapov, M., & Stoliariuk, V. (2025). *Metodyka otsiniuvannia vohnevykh mozhlyvostei viiskovykh formuvan artylerii Sukhoputnykh viisk Zbroinykh syl Rosiiskoi Federatsii v operatsii (boiu)* [Methodology for assessing fire capabilities of artillery formations of the Russian Ground Forces in operations (combat)]. *Collection of Scientific Papers "ΛΌГОΣ"*, May 9, 2025 (Cambridge, UK), 198–210. https://doi.org/10.36074/logos-09.05.2025.038
3. Zabrodskyi, M., Watling, J., Danylyuk, O. V., & Reynolds, N. (2022). *Preliminary lessons in conventional warfighting from Russia's invasion of Ukraine: February–July 2022*. Royal United Services Institute.
4. Watling, J., Danylyuk, O. V., & Reynolds, N. (2023). *Preliminary lessons from Russia's unconventional operations during the Russo-Ukrainian war, February 2022–February 2023*. Royal United Services Institute.

5. Watling, J., & Reynolds, N. (2023a). *Meatgrinder: Russian tactics in the second year of its invasion of Ukraine*. Royal United Services Institute.
6. Watling, J., & Reynolds, N. (2023b). *Stormbreak: Fighting through Russian defences in Ukraine's 2023 offensive*. Royal United Services Institute.
7. Watling, J., & Reynolds, N. (2022). *Ukraine at war: Paving the road from survival to victory*. Royal United Services Institute.
8. Bronk, J., Reynolds, N., & Watling, J. (2022). *The Russian air war and Ukrainian requirements for air defence*. Royal United Services Institute.
9. Golovchenko, O., Stetsiuk, R., & Lisohor, B. (2024). *Analiz zdobutykh urokiv vedennia boiovykh dii rozviduvalno-vohnevymy kompleksamy pid chas vidsichi ta strymuvannia shyrkomasshtabnoi zbroinoi ahresii Rosiiskoi Federatsii proty Ukrainy* [Analysis of lessons learned from combat operations of reconnaissance-fire complexes during the repulse and containment of Russia's large-scale armed aggression against Ukraine]. *Grail of Science*, 37, 114–121. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.15.03.2024.019
10. Golovchenko, O., Shevtsov, R., Poloz, O., Yarysh, Ye., Dovhoruk, V., & Zaika, S. (2024). *Analiz zdobutykh urokiv vedennia boiovykh dii artyleriieiu pid chas vidsichi shyrkomasshtabnoi zbroinoi ahresii Rosiiskoi Federatsii proty Ukrainy u 2022–2023 rokakh za aspektom orhanizatsii ta vedennia kontrvohniu* [Analysis of lessons learned from artillery combat operations during the repulse of Russia's large-scale armed aggression against Ukraine in 2022–2023 with regard to counter-fire organization]. *Grail of Science*, 39, 215–224. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.10.05.2024.031
11. Matsei, D., Stoliariuk, V., & Lykholiot, O. (2025). *Analiz osoblyvostei vedennia nastupalnykh dii (operatsii) viiskovymy formuvanniamy ZS RF za dosvidom rosiisko-ukrainskoi viiny* [Analysis of offensive operations conducted by Russian Armed Forces formations based on the experience of the Russo-Ukrainian war]. *Grail of Science*, 58, 722–733. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.14.22.2025.085
12. Golovchenko, O. (2020). Content analysis of trends in warfare conducted by the Armed Forces of the Russian Federation. *Sciences of Europe*, 58(2), 54–61. https://www.europe-science.com/archive/
13. Golovchenko, O., & Ishchenko, O. (2020). Infantry divisions of the Armed Forces of the Russian Federation: Analysis of combat capabilities and their influence on the survivability of artillery units in armed conflicts. *The Scientific Heritage*, 55(5), 27–33. http://www.scientific-heritage.com/archive/
14. Golovchenko, O., Shevtsov, R., Lykholiot, O., Lynok, N., Poloz, O., & Yarysh, Ye. (2024). Analysis of main methods of counter-fire planning and execution by artillery formations adopted in NATO member states. *Social Development and Security*, 14(4), 181–193. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.4.15
15. Golovchenko, O. (2021). Tendencies of armed struggle conducted by the army of the Russian Federation: A content-analysis perspective. *Grail of Science*, 7, 122–124. https://doi.org/10.36074/grail-of-science.27.08.2021.020
16. Tsekhmistrova, H. (2004). *Osnovy naukovykh doslidzhen* [Fundamentals of scientific research]. Slovo Publishing House.
17. Headquarters, Department of the Army. (2024). *Russian tactics* (ATP 7-100.1). U.S. Army.
18. TRADOC G-2. (2025). *How Russia fights in large-scale combat operations*. U.S. Army Training and Doctrine Command.
19. Ministry of Defence of the Russian Federation. (2019). *Boevoi ustav artillerii. Chast 2: Divizion, batareia, vzvod, orudie* [Artillery combat regulations. Part 2: Battalion, battery, platoon, gun].
20. Ministry of Defence of the Russian Federation. (2025). *Boevoi ustav artillerii. Chast 3: Razvedyvatelnyi artilleriyskii (razvedyvatelno-udarnyi) divizion* [Artillery combat regulations. Part 3: Reconnaissance artillery (reconnaissance-strike) battalion].

Аналіз організації логістичного забезпечення передових позицій в сучасних умовах ведення бойових дій

Analysis of the Organization of Logistics Support of Advanced Positions in Modern Conditions of Combat Actions

Руслан Булгаков
Corresponding author: кандидат технічних наук, доцент, начальник кафедри забезпечення військ (сил), e-mail: od_va_kaf_rao@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8825-718X

Дар'я Пугачова
старший викладач кафедри забезпечення військ (сил), e-mail: tarantokhsirova@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-6372-3896

Ірина Замкова
доктор економічних наук, професор, професор кафедри продовольчого та речового забезпечення, e-mail: iryna_zamkova@meta.ua, ORCID ID: 0000-0001-5172-3821

Військова академія, м. Одеса, Україна

Ruslan Bulhakov
Corresponding author: Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Troops (Forces) Support, e-mail: od_va_kaf_rao@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8825-718X

Daria Puhachova
Senior Lecturer, Department of Troops (Forces) Support, e-mail: tarantokhsirova@gmail.com, ORCID ID: 0009-0000-6372-3896

Iryna Zamkova
Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Food and Material Supply, e-mail: iryna_zamkova@meta.ua, ORCID ID: 0000-0001-5172-3821

Military Academy, Odesa, Ukraine

Received: December 20, 2025 | Revised: December 28, 2025 | Accepted: December 31, 2025

УДК 355.41:355.42(005.8)

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.15

Мета роботи. Аналіз особливостей організації логістичного, зокрема продовольчого, забезпечення передових позицій військових підрозділів Збройних Сил України в сучасних умовах ведення бойових дій за наявності постійного розвідувального та вогневого впливу противника.

Метод дослідження. У дослідженні застосовано методи аналізу і синтезу для вивчення структури логістичного забезпечення військових підрозділів Збройних Сил України. Описовий метод використано для фіксації реальних умов бойової обстановки та практики забезпечення підрозділів. Порівняльний метод дав змогу зіставити традиційні та альтернативні способи доставки матеріально-технічних засобів у зону безпосереднього ведення бойових дій. Системний підхід застосовано для розгляду логістики як комплексної багаторівневої системи. Також використано метод узагальнення бойового досвіду та емпіричні методи спостереження.

Результати дослідження. Встановлено, що традиційні способи логістичного забезпечення в умовах сучасної війни є малоефективними та небезпечними. Виявлено критичну вразливість наземних маршрутів підвезення у зоні активних бойових дій. Доведено неможливість системного використання штатних засобів приготування їжі на передових позиціях. Визначено особливості організації харчування особового складу з використанням сухих пайків. Здійснено аналіз практики безпілотної доставки матеріально-технічних засобів на передові позиції. Встановлено оптимальні підходи до пакування та номенклатури вантажів. Показано, що децентралізовані логістичні рішення знижують ризики втрат особового складу Збройних Сил України. Обґрунтовано доцільність мінімізації участі людини у небезпечних логістичних операціях. Визначено ключові чинники ефективності безпілотного забезпечення. Сформульовано практичні рекомендації щодо адаптації логістичних підрозділів.

Теоретична цінність дослідження. Дослідження розширює наукові уявлення про логістику в умовах високотехнологічної війни. Уточнено роль продовольчого забезпечення у підтриманні бойової стійкості підрозділів Збройних Сил України. Систематизовано чинники, що впливають на живучість логістичних ланцюгів. Розкрито трансформацію логістичних процесів під впливом сучасних засобів

Purpose. To analyze the features of the organization of logistical, in particular food, support of forward positions of military units of the Armed Forces of Ukraine in modern conditions of combat operations in the presence of constant reconnaissance and fire influence of the enemy.

Method. The study used methods of analysis and synthesis to study the structure of logistical support of military units of the Armed Forces of Ukraine. The descriptive method was used to record the real conditions of the combat situation and the practice of supporting units. The comparative method made it possible to compare traditional and alternative methods of delivering material and technical resources to the zone of direct combat operations. The systemic approach was used to consider logistics as a complex multi-level system. The method of generalizing combat experience and empirical observation methods were also used.

Findings. It was established that traditional methods of logistical support in the conditions of modern warfare are ineffective and dangerous. Critical vulnerability of ground transportation routes in the zone of active combat operations was identified. The impossibility of systematic use of regular cooking facilities at forward positions has been proven. The peculiarities of organizing personnel nutrition using dry rations have been determined. The practice of unmanned delivery of logistical equipment to forward positions has been analyzed. Optimal approaches to packaging and cargo nomenclature have been established. It has been shown that decentralized logistics solutions reduce the risks of losses of personnel of the Armed Forces of Ukraine. The feasibility of minimizing human participation in dangerous logistical operations has been substantiated. Key factors of the effectiveness of unmanned support have been determined. Practical recommendations for the adaptation of logistics units have been formulated.

Theoretical implications. The study expands scientific ideas about logistics in conditions of high-tech war. The role of food supply in maintaining the combat stability of units of the Armed Forces of Ukraine has been clarified. Factors affecting the survivability of logistics chains have been systematized. The transformation of

ураження. Результати можуть бути використані у подальших наукових дослідженнях. Отримані висновки мають міждисциплінарний характер.

Практична цінність дослідження. Матеріали статті можуть бути використані у діяльності підрозділів логістики Збройних Сил України. Рекомендації придатні для планування забезпечення передових позицій. Висновки можуть застосовуватися у підготовці особового складу. Запропоновані підходи сприяють зниженню втрат під час логістичних операцій. Результати корисні для удосконалення нормативних документів. Дослідження має прикладний характер для умов реальних бойових дій.

Оригінальність. Стаття базується на безпосередньому узагальненні сучасного бойового досвіду логістичного забезпечення передових позицій.

Майбутні дослідження. Подальші дослідження доцільно спрямувати на кількісну оцінку ефективності безпілотної логістики.

Тип статті. Емпіричний.

Ключові слова: військова логістика; продовольче забезпечення; безпілотні літальні апарати; бойові підрозділи; зона ведення бойових дій; безпілотна доставка; децентралізоване забезпечення; живучість логістичних систем.

logistics processes under the influence of modern means of destruction has been revealed. The results can be used in further scientific research. The conclusions obtained are interdisciplinary in nature.

Practical value of the study. The materials of the article can be used in the activities of the logistics units of the Armed Forces of Ukraine. The recommendations are suitable for planning the provision of forward positions. The conclusions can be applied in the training of personnel. The proposed approaches contribute to reducing losses during logistical operations. The results are useful for improving regulatory documents. The study is of an applied nature for the conditions of real combat operations.

Originality of the study. The article is based on a direct generalization of modern combat experience in the logistical provision of forward positions.

Future research. Further research should be directed at quantitatively assessing the effectiveness of unmanned logistics.

Paper type. Empirical.

Key words: Military Logistics; Food Supply; Unmanned Aerial Vehicles; Combat Units; Combat Zone; Unmanned Delivery; Decentralized Supply; Survivability of Logistics Systems.

Вступ

Характер дій та засоби ведення сучасної війни формують нові вимоги до усіх видів логістичного забезпечення, зокрема, і продовольчого напрямку. Сьогодні вже неможливо реалізовувати заходи продовольчого забезпечення способами, що використовувались до початку російсько-української війни та з дотриманням вже застарілих через це нормативів. Дії підрозділів логістики корегуються щодня, підлаштовуються під реальну обстановку щодо застосування противником сучасних засобів спостереження та розвідки, а також ударно-вогневого впливу. Актуальність даного дослідження підтверджується щоденною потребою організації якісного продовольчого забезпечення.

Постановка проблеми. Інновації у галузі виробництва, а також форм та способів застосування безпілотних літальних апаратів (БПЛА) зруйнували усі відомі способи ведення війни.

В умовах застосування поодиноких розвідувально-ударних комплексів (РУК) Bayraktar TB2та баражуючих боєприпасів у ході вірмено-азербайджанського конфлікту 2020 року, з урахуванням складного гірського характеру місцевості, організація логістичного забезпечення підрозділів армії Нагірного Карабаху була фактично знищена. Основними проблемами з якими зіткнулися її підрозділи логістики були: по-перше, ускладнення організації підвезення матеріально-технічних засобів (МТЗ) (пального, боєприпасів, води, продовольства); по-друге, ускладнення евакуації пошкодженого озброєння та військової техніки (ОВТ), що унеможливило його відновлення та введення до строю. Наслідками зазначених ускладнень стали перебої у поповненні запасів МТЗ передових підрозділів в зв’язку з допущенням панування у повітрі БПЛА противника та майже повним його контролем шляхів підвезення та евакуації армії Нагірного Карабаху.

Початком активного застосування безпілотних засобів обома сторонами російсько-української війни можна умовно вважати осінню кампанію 2022 року у результаті якої, були звільнені значні окуповані території Херсонської та Харківської областей. Але на думку професіоналів, які займаються питаннями безпілотних систем з початку війни, на теперішній час некоректно порівнювати інтенсивність застосування БПЛА у 2022 та у 2025 роках, їх мультизадачність, гнучкість та постійну модернізаційну придатність.

Отже знищення або суттєве ускладнення безперебійної роботи системи логістичного забезпечення противника є одною з пріоритетних задач для командної ланки, що займається плануванням операцій. Відповідно, основними принципами системи логістичного забезпечення є гнучкість та надійність, які забезпечують безперебійність.

Таким чином, основною проблемою, яка розглядається у статті, є способи та методи розташування і діяльності підрозділів логістики військових формувань Збройних Сил України, відповідальних за виконання функцій продовольчого забезпечення; їх розгортання для забезпечення зберігання продуктів харчування, приготування гарячої їжі; підвезення (доставка) наборів продуктів ДПНП особовому складу у ланках від бригади до відділення.

Метою статті є аналіз організації логістичного (передусім продовольчого) забезпечення передових позицій військових підрозділів в умовах сучасних бойових дій, за наявності постійного розвідувально-ударного впливу противника, а також обґрунтування доцільності застосування альтернативних, децентралізованих та безпілотних способів доставки матеріально-технічних засобів з метою підвищення живучості логістичних ланцюгів і збереження особового складу.

Для досягнення поставленої мети у статті передбачено вирішення таких завдань**:**

здійснити аналіз сучасних умов ведення бойових дій та дослідити їх вплив на традиційну систему логістичного і продовольчого забезпечення військових підрозділів;

виявити основні проблеми організації харчування особового складу на передових позиціях у зоні постійного застосування БПЛА, артилерії та мінометів противника;

оцінити практичний досвід застосування децентралізованих способів забезпечення, зокрема доставки матеріально-технічних засобів за допомогою важких вантажних БПЛА.

здійснити аналіз ефективності наявних технічних засобів приготування та розігріву їжі в умовах високої демаскувальної загрози;

обґрунтувати доцільність впровадження альтернативних технічних рішень (сухі пайки з автономним підігрівом, туристичні газові плитки, безпілотна доставка);

сформулювати практичні рекомендації щодо удосконалення системи логістичного забезпечення передових позицій у сучасних умовах ведення бойових дій.

Наукова новизна проведеного дослідження: вперше на основі узагальнення актуального бойового досвіду російсько-української війни здійснено комплексний аналіз організації продовольчого забезпечення передових позицій військових підрозділів Збройних Сил України в умовах постійного розвідувально-ударного впливу противника. Також вперше систематизовано практичні підходи до формування номенклатури, маси та способів пакування вантажів для безпілотної доставки у зоні активних бойових дій, з урахуванням вимог безпеки, збереження майна та технічних обмежень безпілотних платформ. Обґрунтовано доцільність інтеграції безпілотних логістичних засобів у систему продовольчого забезпечення як постійного елементу бойового забезпечення, а не як допоміжного або тимчасового рішення.

Авторами уточнено та розширено наукові уявлення про трансформацію логістичних процесів у сучасній високотехнологічній війні шляхом обґрунтування переходу від централізованих наземних систем підвезення до децентралізованих, малопомітних і безпілотних способів доставки матеріально-технічних засобів.

Виявлено нові закономірності впливу сучасних засобів повітряної розвідки та ураження на можливість використання штатних засобів приготування їжі, що дозволило обґрунтувати відмову від їх застосування безпосередньо на передових позиціях.

Набуло подальшого розвитку положення щодо забезпечення живучості логістичних ланцюгів шляхом мінімізації демаскувальних чинників та зниження участі особового складу у найбільш небезпечних логістичних заходах.

Теоретичні основи дослідження

У контексті російсько-української війни, логістичне забезпечення Збройних сил України, зокрема продовольче, зазнало докорінних змін. *Застарілі нормативи та методи* більше не відповідають реаліям сучасної агресивної війни, що підтверджується щодня в практичній

площині в зоні активних бойових дій, а також низкою наукових досліджень як українських, так і зарубіжних науковців і практиків.

Так, Постанова Кабінету Міністрів України № 950 від 20 серпня 2024 року внесла зміни до Порядку логістичного забезпечення сил оборони під час виконання завдань з оборони держави, захисту її суверенітету, територіальної цілісності та недоторканності. Документ визнає недієвість попередніх стандартів і наголошує на необхідності адаптації логістики до умов високотехнологічної війни, включно з протидією засобам розвідки та ударним БПЛА [1].

У навчальному посібнику "Продовольче забезпечення" систематизовані та висвітлені основні положення з організації продовольчого забезпечення у воєнний та мирний час у військових частинах Збройних Сил України із врахуванням бойового досвіду їх застосування в російсько-українській війні, показано порядок роботи з програмним забезпеченням із застосуванням Каталогу продуктів харчування, надані методичні рекомендації щодо удосконалення матеріально-технічної бази продовольчої служби військових частин новітніми зразками обладнання стаціонарних їдалень та їх експлуатації [2].

Гресь О.М. здійснює аналіз труднощів логістики в умовах постійної зміни лінії фронту, обстрілів та обмеженого доступу до ресурсів. Автор наголошує, що інтенсивна зміна лінії фронту унеможливлює класичне планування логістичного забезпечення та пропонує заходи оптимізації логістики в умовах бойових дій [3, с. 4-7].

У наукових доробках Павленка С.О. та Ковальчука Ю.І. висвітлено досвід Національної Гвардії України щодо логістики в умовах активної дії БПЛА та розглянуто питання взаємодії між підрозділами тилового забезпечення в цих умовах; запропоновано використання мобільних логістичних модулів [4, с. 13-15].

Аналіз нормативної бази логістики в умовах воєнного стану проведено у науковому дослідженні Фівкіна П.М., Іващенка С.М. і Куртова А.І. Авторами досліджено правові засади логістичного забезпечення та військового діловодства у Збройних Силах України, підкреслено потребу в цифровізації документообігу. Також ними розглянуто міжнародний досвід (НАТО) у стандартизації логістичних процедур [5].

Загальні питання потенційного використання вантажних БПЛА для підвищення операційної ефективності гуманітарних логістичних операцій в зоні стихійних лих розглядають у своїх дослідженнях Роберт ван Стінберген, Воутер ван Хісвейк, Мартійн Мес [6].

Серед зарубіжних авторів можно виділити наукові доробки Лі Юань, Лю Мей та Цзян Дуна щодо систематичного огляду ними наукових публікацій щодо застосування безпілотних літальних апаратів у логістиці. Автори проаналізували основні напрями використання БПЛА, зокрема доставку вантажів "останньої милі", роботу в умовах обмеженої інфраструктури та зниження часових і ресурсних витрат. Окрему увагу приділено технічним, організаційним і правовим обмеженням застосування дронів, а також питанням безпеки та інтеграції з традиційними логістичними системами [7].

Дослідженнями БПЛА-логістики як рішення для забезпечення військових підрозділів у важкодоступних або ворожих умовах, займається Георге Мінкулеце [8]. Автор зазначає, що тактичні вантажні БПЛА можуть доставляти магістральні та тактичні запаси, зменшуючи час і ризики для наземних конвоїв; підкреслює відмінність цих БПЛА від цивільних логістичних дронів через їх фокус на швидкість, безпеку і тактичну інтеграцію з бойовими операціями.

У статті Джона Спенсера та Майка Мартіна розглядається вирішальна роль тактичної логістики в утриманні міських позицій за умов інтенсивних бойових дій. Автори наголошують, що в урбанізованому середовищі логістика безпосередньо впливає на стійкість підрозділів, їх боєздатність і можливість тривалого утримання районів оборони. Обґрунтовується доцільність створення "міських логістичних осередків" — децентралізованих пунктів забезпечення, здатних діяти автономно та приховано. Такий підхід зменшує вразливість логістичних

маршрутів, підвищує живучість підрозділів і адаптує систему забезпечення до умов постійної загрози з боку артилерії та БПЛА [9].

Військове застосування безпілотних літальних апаратів, включно з їх роллю в логістичних задачах, а також класифікація різних типів БПЛА з їх аналізом за технічними характеристиками та формами інтеграції цих платформ у військові операції (доставка вантажів, розвідка та підтримка тилу) досліджено Кріолло Л., Мена-Арчініьєгою К., та Шень С. Робота також висвітлює виклики та потенціал для зростання можливостей логістичного використання дронів на полі бою, таких як покращення комунікацій, навігації та автономізації систем [10, с. 115-127].

У статті “Considerations on the Influence of Small Aerial Drones on the Actions of Logistics Forces” автори здійснюють аналіз того, як малі безпілотні літальні апарати впливають на військову логістику та дії логістичних підрозділів у сучасних конфліктах. Автори розглядають взаємодію дронів з традиційними логістичними ланцюгами, особливо у зоні бойових дій, і виявляють, що застосування малих БПЛА радикально змінює методи забезпечення підрозділів, прискорюючи доставку вантажів і зменшуючи ризики для персоналу. Стаття також висвітлює питання інтеграції БПЛА у тактичні операції та підкреслює потребу адаптації існуючих логістичних процедур до нових технологій [11].

Методи дослідження

У ході дослідження використано комплекс загальнонаукових і спеціальних методів, зокрема:

Контент-аналіз нормативних і наукових джерел було застосовано під час огляду вітчизняних і зарубіжних наукових публікацій, а також при формуванні теоретичного підґрунтя дослідження.

Метод аналізу та синтезу застосовано при здійснені аналізу впливу сучасних засобів ведення війни (БПЛА, артилерія) на класичні логістичні підходи; при розкладанні логістичної системи на окремі елементи (приготування їжі, підвезення, зберігання, розосередження) та подальшому узагальненні отриманих висновків.

Описовий метод було застосовано під час детального опису умов бойової обстановки (урбанізована місцевість, ротації, маршрути пересування); при викладенні практики організації харчування на різних рівнях (передові позиції, батальйонна та бригадна ланка); у прикладах реальних заявок на матеріально-технічне забезпечення.

Порівняльний метод використовувався авторами при порівнянні традиційних способів логістичного забезпечення (наземні підвози, штатні кухні) з альтернативними (розігрів сухих пайків, безпілотна доставка); у зіставленні умов застосування логістики у 2022 році та у 2024–2025 роках; при аналізі різних ешелонів забезпечення (відділення — взвод — батальйон — бригада).

Системний підхід знайшов застосування при розгляді логістичного забезпечення як єдиної взаємопов’язаної системи, що включає постачання, маскування, збереження, доставку, евакуацію та управління; при формуванні висновків щодо необхідності гнучкої, децентралізованої та адаптивної логістичної моделі.

Метод узагальнення бойовогодосвіду застосовувався авторами при розгляді логістичного забезпечення як єдиної взаємопов’язаної системи, що включає постачання, маскування, збереження, доставку, евакуацію та управління, а також під час формування висновків.

Емпіричні методи було застосовано авторами при узагальненні інформації, отриманої від військовослужбовців, які знаходяться на передових позиціях; у формуванні переліку реально затребуваних матеріально-технічних засобів; при оцінці ризиків логістичних операцій у 3–5 км зоні від лінії бойового зіткнення (далі – ЛБЗ).

Результати та обговорення

Підрозділи Збройних Сил України, що перебувають на лінії бойового зіткнення, не мають можливості використовувати штатні засоби приготування їжі у звичайному режимі у всіх ешелонах розташування військ від ЛБЗ до оперативного тилу угруповань військ.

Сучасні засоби спостереження та розвідки, а саме БПЛА аеророзвідки різних ієрархічних ланок, прилади нічного бачення та тепловізори, радіолокаційні та звукометричні засоби, роблять викриття прихованих шляхів підвезення та евакуації, об'єктів, зокрема тилового забезпечення, лише питанням часу з їх послідуючим вогневим ураженням.

Розташування підрозділів та частин таборами у наметових містечках з розгорнутими засобами приготування їжі можливо лише у оперативній глибині країни, лісистій місцевості з природним маскуванням [2].

Тому підвезення гарячої їжі на передові позиції стало вкрай небезпечним та практично неможливим, загрожує демаскуванням місць перебування та скупчення особового складу, викриттям маршрутів пересування та знищенням персоналу підвозу.

Приготування їжі за допомогою штатних засобів також тягне за собою низку ускладнень:

1) демаскуючі фактори – задимлення місцевості (у разі використання твердого палива – дров), тепловий слід, що елементарно відстежується противником;

2) необхідність забезпечення значною кількістю дров [11];

3) невідповідність штатних (КП-130, КП-125, КП 2-48, КО-75, ПП-1, КП-30, МК-30, КП-20, МК-10) засобів приготування їжі, що мають утримуватися у підрозділі (частині) реальній кількості військовослужбовців (команд, що діють на окремих ділянках);

4) недостатня кількість штатних навчених кухарів, що тягне за собою відсутність у позаштатних призначених військовослужбовців розуміння та навченості щодо варіантів застосування засобів приготування їжі з використанням дизельного пального у якості палива.

З досвіду підрозділів, що беруть участь у міських боях (зокрема у м. Бахмут) відомо, що на передових позиціях спостережних постах та вогневих точках взагалі приготуванням або розігріванням їжі особовий склад не займається. Значний тепловий слід від засобів приготування їжі говорить про скупчення особового складу та одразу провокує до вогневого ураження цієї локації противником. Як правило, харчування особового складу відбувається позмінно, у глибині оборони на відстані 300-500 м від умовного переднього краю. Для цього намагаються обирати приміщення, що розташовані у підвальних (цокольних) поверхах, заглиблених комунікаційних спорудах (тунелі, канали, колектори, галереї, естакади тощо) або відокремлені від зовнішнього середовища двома стінами (приміщення у приміщенні, наприклад – коридор). Цим досягається зменшення імовірності виявлення пунктів обігріву, відпочинку та харчування особового складу, а також ускладнює їх вогневе ураження [7].

Завдяки волонтерській допомозі та особистій ініціативі військовослужбовців на передових позиціях, особливо розташованих у польовій місцевості/посадках, широке застосування знайшли туристичні газові плитки зі змінними балонами. Так, одного балону вистачає приблизно на дві години безперервного горіння з середньою інтенсивністю, що дозволяє забезпечити декілька розігрівань сухих пайків. В залежності від ступеню інтенсивності бойових дій на кожному конкретному напрямку, ротація особового складу на передових позиціях повинна відбуватися кожні 1-3 дні у зимовий період та до 10 діб у теплу пору року (статистика 2023 року).

Таким чином, харчування особового складу на теперішній час здебільшого організовується:

на передових позиціях – позмінно, за рахунок розігрівання сухих пайків;

на рівні командно-спостережних пунктів (КСП) ротної ланки (на віддаленні до 5 км до лінії бойового зіткнення – особовий склад максимально розосереджується малими групами, що також ускладнює застосування штатних засобів приготування. Але залишається можливість підвезення гарячої їжі від взводу матеріального забезпечення батальйону з використанням штатних термосів. Даний захід може реалізовуватися приховано, цивільним автотранспортом військовослужбовцями у цивільному одязі;

на рівні КСП батальйонної, ОКП бригадної ланки (на віддаленні до 10-20 км до ЛБЗ) – можуть використовуватися штатні засоби приготування їжі, а також місцева промислово-економічна база (харчоблоки закладів громадського харчування, лікарень, пансіонатів тощо) та персонал з місцевого населення [8].

У районах відновлення боєздатності особовий склад також розосереджується по місцевих об'єктах інфраструктури за погодженням з військово-цивільною адміністрацією населеного пункту (регіону). Харчування організовується, як правило побатальйонно.

Отже, на даний час, залишається недостатньо врегульованим питання щодо організації харчування військовослужбовців на передових позиціях відділень, взводних опорних пунктів.

По-перше, існує необхідність розширення спектру можливостей продовольчої служби щодо розігріву їжі за рахунок більш сучасних технічних засобів (зменшення їх габаритно-вагових характеристик, вартості, підвищення гнучкості у застосуванні). Мається на увазі постачання у війська газових плит зі змінними газовими балонами. Видача раціонів харчування (сухих пайків) укомплектованих засобами підігріву (безполуменевими хімічними нагрівачами) [4].

По-друге, внесення рішучих змін у порядок доставки їжі на передові позиції. Спілкування з військовослужбовцями, які безпосередньо діють на ЛБЗ відкриває низку невирішених питань щодо харчування, які можуть бути вирішені лише шляхом застосування сучасних технологічних рішень, основним з яких є застосування безпілотних засобів (далі – БПЛА).

Перші експерименти у цьому напрямку проводилися ще на початку 2000 років. А у 2021 році українська компанія "Нова пошта" тестувала БПЛА PD-2 UAV для перевезення документів з Києва до Львова. Дана модель дрону може нести корисне навантаження до 16 кг, має варіанти вертикального та горизонтального підйому/спуску у повітря [12].

Складові логістичного забезпечення Збройних Сил України зобов'язані своєчасно реагувати та пристосовуватись до змін у формах і способах ведення війни. Українська армія змінюється з урахуванням сучасних технологій і тенденцій з розумінням головного, що найцінніший ресурс на війні – це солдат.

Розглянемо практичний приклад організації логістичного забезпечення передових позицій в сучасних умовах ведення бойових дій.

ЗАГАЛЬНА ОБСТАНОВКА:

н.п. В…К. Кінець січня, початок лютого 2025 року. Батальйонний район оборони складається з 6-8 позицій у міській забудові. На позиціях знаходяться від 2-х до 6-ти військовослужбовців, в залежності від розташування, умов та завдань.

В урбанізованій місцевості ротації особового складу на передових позиціях проводяться один раз на три-шість тижнів (ще навесні 2024 року ротації на позиціях проводилися раз на 2-7 діб, у багатьох випадках на бронетехніці безпосередньо до позиції). Але зараз більшість втрат особового складу відбувається під час заходу/виходу з позицій. Пересування проводиться короткими прискореними ривками від укриття до укриття. Іноді "вхід" може тривати до 2-3 діб, так само і вихід.

Доставка зміни особового складу на позиції відбувається засобами доставки (переважно – автотранспортом, рідше гусеничною бронетехнікою) до точки висадки (2-4 км від позиції), а далі – у пішому порядку.

З боку противника: чиниться постійний тиск на шляхи логістичного забезпечення передових позицій (1-ша лінія) шляхом застосування артилерії, fpv-дронів та скидів по техніці та особовому складу. Щільність польотів малої авіації останнім часом зросла настільки, що одночасно в одному квадраті може спостерігатися декілька типів дронів – розвідка та спостереження у постійному режимі, камікадзе, бомбери (скиди), якщо ціль не знищено з першого разу, то посилаються додаткові БПЛА. Тільки погодні умови (дощ, сніг та туман) знижують чи, взагалі, придушують активність БПЛА противника. Засоби РЕБ також не дають 100% гарантії, в зв'язку з тим, що противник періодично змінює діапазони частот на яких здійснюється управління дронами та організація зв'язку. Фактично унеможливлюється здійснення логістики у 3 км зоні наземними технічними засобами доставки. Всі незахищені відкриті або бар'єрні ділянки підвезення пристріляні артилерією та мінометами. Починає з'являтися не епізодично, а більш масово управління дронами на оптоволоконному кабелі, що не залежить від дії РЕБ. Є відомості про застосування таких засобів на відстані 12-13 км від ЛБЗ у глибину наших підрозділів (за технічними характеристиками від виробника довжина оптоволоконного кабелю на котушці сягає 20 км).

З боку своїх військ: подолання шляху від більш-менш небезпечної 5-ти кілометрової зони до передових позицій стає найбільш небезпечним заходом під час ротації особового складу, евакуації поранених та загиблих воїнів, логістичному забезпеченні. За оцінками різних підрозділів, безповоротні втрати особового складу саме при виконанні цих заходів сягають 50-70%, тобто навіть більше ніж безпосередньо на передових позиціях! Противник періодично використовує тактику підранків, тобто залишає поранених у відносному спокої, не добиває, та очікує на спроби евакуації для враження більшої кількості особового складу евакуаційної команди. Евакуація загиблих воїнів з передових позицій фактично неможлива, ризики втрати евакуаційної команди максимальні (навіть за несприятливих погодних умов, коли у повітрі не можуть працювати БпАК, противник періодично відпрацьовує артилерією та мінометами по шляхам евакуації, а міська забудова та водні перешкоди зводять до мінімума кількість альтернативних маршрутів).

Отже, враховуючи постійний вогневий вплив противника на підступи до передових позицій, для здійснення доставки матеріально-технічних засобів використовуються сільськогосподарські дрони-гексакоптери типу "R18" або Vampire (Баба Яга), вантажопідйомність до 15 кг, обладнаний денним і нічним (тепловізійним) баченням (рис.1 і рис. 2).



Рисунок 1 – Нічні важкі дрони Збройних Сил України (колаж УНІАН, фото facebook.com/JointForcesCommandAFU)

Джерело: [13]



Рисунок 2 – Дрон-гексакоптер типу “R18” або Vampire (Баба Яга)
Джерело: [13]

Завдання: в умовах постійної дії розвідувальних та ударних БПЛА, артилерії та мінометів противника, організувати логістичне забезпечення особового складу на передових позиціях батальйону.

Реалізація поставленного завдання: забезпечення передових позицій відбувається шляхом скидання «посилок» з використанням важких дронів типу Vampire, R18 тощо. Раз на 1-3 доби (в залежності від поточної обстановки, втрат та витрат МТЗ) сержант з МТЗ підрозділу організовує підготовку посилок за замовленням (по засобам звязку) бійців, що знаходяться на передових позиціях.

Основний набір матеріально-технічних засобів, що переважно замовляється це:

1) боєприпаси (патрони до стрілецької зброї, якою озброєні піхотинці, гранати– завжди, їх багато не буває);

2) вода;

3) продукти харчування (консерви з тушонкою, рибою, боби, каші; лапша швидкого приготування; хліб; сиров’ялена або сирокопчена ковбаса; сир; солодкі смаколики – шоколад, цукерки, печиво, горішки, чай або кава тощо. Розігрів – на окопних свічках);

4) ліки (особливо у холодну пору року від застуди, температури, обмороження, антисептики тощо);

5) речове майно на заміну (шкарпетки, труси, рукавички, бафи, грілки тощо);

6) пауербанки (резервні джерела живлення для тепловізорів, радіостанцій тощо);

7) засоби обігріву (окопні свічки, іноді балони газові змінні для плити туристичної, сірники, запальнички);

8) цигарки;

9) засоби особистої гігієни (туалетний папір, вологі серветки);

10) інформаційні листи про перебіг подій на фронті та у світі, мотиваційні малюнки від дітей, державна символіка, плетінки, стрічки тощо;

11) інше (майно за потреби).

Приклад реальної заявки від особового складу з передових позицій:

ВОДА – вода, їжа, цигарки 2, таблетки від кашлю, вологі серветки, 2 пари носків, чай від застуди;

ГРАД – вода, їжа, 2 пауербанка, солодке, цигарки 2, вологі серветки, 2 пари носків, чай від застуди;

ШАБЛЯ – вода, їжа, 2 пауербанка, солодке, цигарки 2, годинник, 2 пачки 5,45, вологі серветки, 2 пари носків, чай від застуди;

ВОГОНЬ – вода, хліб, кава, рукавички 2 пари, стельки, солодке, цигарки 2, цукор, вологі серветки, 2 пари носків, чай від застуди;

ВІТЕР – вода, хліб, їжа, цигарки 4, солодке,грілки, пауербанк -1, 2 пари носків, чайки гранати, вологі серветки

ЧЕБУРАШКА – вода, хліб, грілки, солодке, таблетки від печії, цигарки 4, 6 батарейок, 2 пари носків, чай від застуди, гранати, туалетний папір, вологі серветки.

Особливістю (проблемним моментом) такого виду доставки є вимушена висота скидання 60-100 метрів, що обумовлено можливістю втрати контролю дрону на малих висотах, а також вогневою протидією противника, який знає про доставку вантажів, зустрічає і намагається посадити їх за допомогою РЕБ, збивати важкі дрони вогнем зі стрілецької зброї і, навіть, снайперським вогнем.

В зв’язку зпадінням зі значної висоти матеріально-технічні засоби зазнають сильного ударного навантаження, частина їх виходить з ладу, розбивається, розливається, рветься. Методом спроб та помилок відповідальними особами відпрацьовано певні робочі правила щодо порядку пакування посилок для максимального збереження їх вмісту:

з півтора літрових пластикових пляшок відливається 150-200 мл води (для того, щоб їх не розривало при падінні);

консерви перев’язуються скотчем (навіть якщо консерва і втратить герметичність, все одно більшість вмісту залишиться);

гранати пакуються у окремі коробки, кожна чарунка відокремлюється пенопластом, запали окремо загортаються у папір або повітряно-бульбашкову плівку, коробка після пакування обкладається пінопластом з усіх боків;

патрони пачками загортаються у повітряно-бульбашкову плівку;

пауербанки загортаються у повітряно-бульбашкову плівку та перекладаються пенопластом;

чаї, ліки, смаколики та інше загортаються у харчову плівку, на випадок розливання води або консервів.

Посилки комплектують таким чином, щоб їх вага була не більше 10 кг, якщо більше – дрон не витримує навантаження або починається розхитування. Воду та боєприпаси за можливістю складають окремо від інших засобів. Дно мішка викладається пустими півторалітровими пляшками (для амортизації ударного навантаження), всередину закладається майно і також обкладається по периметру пустими пляшками. Після скиду над визначеною точкою максимально близько від позиції, мішок падає хаотично, може перекрутитися на будь який бік, тому необхідно обкладати вантаж з усіх боків і зверху також. Мішки підписуються: підрозділ, назва позиції, зміст мішка (наприклад, б/к, вода та їжа). Після цього посилки передаються підрозділу БпАК, який здійснює доставку, як правило, у нічний час, по заздалегідь визначеним координатам.

Матеріали для забезпечення складання посилок: скотч; харчова плівка; повітряно-бульбашкова плівка; пенопласт; мішки поліпропіленові для будівельного сміття.

Матеріально-технічні засоби, що не входять до норм забезпечення: пауербанки; хімічні грілки для тіла, рук, пальців ніг; балони газові змінні.

Найбільш проблемним моментом у доставці МТЗ методом скидання на позиції з БПЛА є великий відсоток пошкодження майна. Даний негативний чинник можливо нівелювати за рахунок створення та виробництва спеціальної тари, контейнерів для скидання, що у своїй конструкції мали б:

1) засоби амортизації, певні демпферні пристрої, що гаситимуть ударні навантаження за рахунок піни, картонних перетинок тощо;

2) стабілізуючий пристрій для упорядкування падіння та приземлення вантажу.

Собівартість подібної тари виготовленої, наприклад, з сировини від пластикових пляшок, буде мінімальною, а ефект від застосування – надзвичайно вагомий.

Висновки

У ході проведеного дослідження було встановлено, що традиційна система логістичного та продовольчого забезпечення військових підрозділів Збройних Сил України не відповідає сучасним умовам ведення бойових дій, зокрема через постійний розвідувально-ударний вплив противника, масове застосування БПЛА, артилерії та мінометів, що робить класичні наземні логістичні маршрути підвезення надзвичайно вразливими.

Доведено, що організація харчування особового складу на передових позиціях супроводжується високими демаскувальними ризиками, які унеможливлюють використання штатних засобів приготування їжі та підвезення гарячих страв безпосередньо до лінії бойового зіткнення. У цих умовах основною формою продовольчого забезпечення стає використання сухих пайків з автономними засобами розігріву або без нього.

Аналіз практичного бойового досвіду показав, що децентралізована логістика з використанням важких вантажних безпілотних літальних апаратів (типу Vampire, R18 тощо) є одним з найбільш життєздатних способів доставки матеріально-технічних засобів на передові позиції у зоні до 3–5 км від ЛБЗ, де застосування наземного транспорту практично неможливе або пов’язане з неприйнятними втратами.

Встановлено, що ефективність безпілотної доставки значною мірою залежить від правильної організації процесу пакування вантажів, обмеження маси, застосування амортизаційних матеріалів та чіткого розподілу номенклатури матеріально-технічних засобів, що дозволяє мінімізувати втрати під час скидання з висоти.

Дослідження підтвердило, що основні втрати особового складу під час логістичних заходів припадають на етапи заходу та виходу з позицій, а не безпосередньо на бойові зіткнення, що підкреслює необхідність перегляду пріоритетів у плануванні логістичних операцій із максимальним зниженням участі людини в небезпечних ділянках.

Обґрунтовано доцільність розширення номенклатури технічних засобів продовольчого забезпечення, зокрема впровадження компактних газових плит, сухих пайків із безполуменевими хімічними нагрівачами, автономних засобів обігріву та живлення, які відповідають вимогам прихованості, мобільності та безпеки.

Узагальнені результати дослідження свідчать, що подальший розвиток системи логістичного забезпечення передових позицій має здійснюватися на засадах гнучкості, децентралізації, технологічної адаптивності та інтеграції безпілотних платформ, що дозволить підвищити стійкість підрозділів, зберегти особовий склад та забезпечити безперервність бойових дій у сучасній високотехнологічній війні.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Про внесення змін до Порядку логістичного забезпечення сил оборони під час виконання завдань з оборони держави, захисту її суверенітету, територіальної цілісності та недоторканності та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету

Міністрів України : Постанова Кабінету Міністрів України №950 від 20 серпня 2024 року. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/950-2024-%D0%BF#Text.
2. Гнатишин В., Кімнатний М., Гарджало М., Кучер Л., Ільясов Р., Гордяк В. Продовольче забезпечення. Навчальний посібник. Львів: НАСВ, 2023. 215 с.
3. Гресь О.М. Оптимізація логістичних процесів забезпечення військових підрозділів в умовах активних бойових дій: український досвід. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*. Сер.: Юриспруденція. 2024 № 71. С. 4-7. URL : https://vestnik-pravo.mgu.od.ua/archive/juspradenc71/3.pdf
4. Павленко С.О. Ковальчук Ю.І., Деякі аспекти застосування механізму державно-приватного партнерства у сфері логістичного (тилового та технічного) забезпечення підрозділів НГУ. Науковий круглий стіл «Актуальні проблеми технічного забезпечення підрозділів НГУ та шляхи їх вирішення» : збірник тез доповідей. 30 травня 2024 року, м. Харків. Національної академії Національної гвардії України майдан Захисників України. С. 13-15.
5. Фівкін П.М., Іващенко С.М., Куртов А.І., Артюшенко О.В., Потіхенский А.І. Правове забезпечення діяльності ЗС України: правові засади логістичного забезпечення та військового діловодства. Правове забезпечення діяльності ЗС України: правові засади логістичного забезпечення та військового діловодства. URL : https://dspace.nlu.edu.ua/handle/123456789/20125.
6. Steenbergen R., Heeswijk W., Mes M. The Stochastic Dynamic Post-Disaster Inventory Allocation Problem with Trucks and UAVs. https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.00140.
7. Li Y., Liu, M., & Jiang D. (2022). Application of Unmanned Aerial Vehicles in Logistics: A Literature Review. Sustainability, 14(21), 14473. https://doi.org/10.3390/su142114473.
8. Minculete G. Military Logistics Drones: The Innovative Solution for Transportation Challenges on the Battlefield. *Land Forces Academy Review*. Volume 30 (2025): Issue 2 (June 2025) https://doi.org/10.2478/raft-2025-0033.
9. Spencer J., Martin M. Special Release: an Update on Ukraine. URL : https://thevoicesofwar.com/68-special-release-dr-mike-martin-and-john-spencer-an-update-on-ukraine/.
10. Criollo, L., Mena-Arciniega, C., & Xing, S. (2024). Classification, military applications, and opportunities of unmanned aerial vehicles. *Aviation*, *28*(2), 115–127. https://doi.org/10.3846/aviation.2024.21672.
11. Mandache R.A., Bojor L. Considerations on the influence of small aerial drones on the actions of logistics forces. https://doi.org/10.2478/kbo-2025-0015.
12. Вперше в Україні пошту доставили безпілотником. Офіційний сайт BBC News Ukraine. URL : https://www.bbc.com/ukrainian/news-58015578.
13. Кобзар Ю. Прилітає вночі, і від неї немає порятунку: хто така «Баба Яга» і чому її бояться окупанти. URL : https://www.unian.ua/weapons/baba-yaga-vazhkiy-dron-boombarduvalnik-zsu-yakiy-prihodit-do-rosiyan-vnochi-12618138.html.

References

1. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2024, August 20). *Resolution No. 950 "On amendments to the procedure for logistical support of the defense forces during the performance of tasks to defend the state, protect its sovereignty, territorial integrity and inviolability, and on invalidating certain resolutions of the Cabinet of Ministers of Ukraine"*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/950-2024-%D0%BF#Text [in Ukrainian].
2. Hnatyshyn, V., Kimnatnyi, M., Hardzhalo, M., Kucher, L., Iliasov, R., & Hordiak, V. (2023). *Prodovolche zabezpechennia* [Food supply]. National Academy of Land Forces.

3. Hres, O. M. (2024). Optymizatsiia lohistychnykh protsesiv zabezpechennia viiskovykh pidrozdiliv v umovakh aktyvnykh boiovykh dii: Ukrainskyi dosvid [Optimization of logistics processes for military units under active combat conditions: Ukrainian experience]. *Scientific Bulletin of the International Humanitarian University. Series: Jurisprudence*, (71), 4–7. https://vestnik-pravo.mgu.od.ua/archive/juspradenc71/3.pdf
4. Pavlenko, S. O., & Kovalchuk, Yu. I. (2024). Deiaki aspekty zastosuvannia mekhanizmu derzhavno-pryvatnoho partnerstva u sferi lohistychnoho zabezpechennia pidrozdiliv NHU [Some aspects of applying public–private partnership mechanisms in logistics support of the National Guard of Ukraine units]. In *Proceedings of the Scientific Round Table "Current Problems of Technical Support of NGU Units and Ways to Solve Them"* (pp. 13–15). National Academy of the National Guard of Ukraine.
5. Fivkin, P. M., Ivashchenko, S. M., Kurtov, A. I., Artiushenko, O. V., & Potikhenskyi, A. I. (n.d.). *Pravove zabezpechennia diialnosti Zbroinykh Syl Ukrainy: Pravovi zasady lohistychnoho zabezpechennia ta viiskovoho dilovodstva* [Legal support of the Armed Forces of Ukraine: Legal foundations of logistics support and military records management]. https://dspace.nlu.edu.ua/handle/123456789/20125
6. Steenbergen, R., Heeswijk, W., & Mes, M. (2023). *The stochastic dynamic post-disaster inventory allocation problem with trucks and UAVs*. arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2312.00140
7. Li, Y., Liu, M., & Jiang, D. (2022). Application of unmanned aerial vehicles in logistics: A literature review. *Sustainability, 14*(21), 14473. https://doi.org/10.3390/su142114473
8. Minculete, G. (2025). Military logistics drones: The innovative solution for transportation challenges on the battlefield. *Land Forces Academy Review, 30*(2). https://doi.org/10.2478/raft-2025-0033
9. Spencer, J., & Martin, M. (2024). *Special release: An update on Ukraine*. https://thevoicesofwar.com/68-special-release-dr-mike-martin-and-john-spencer-an-update-on-ukraine/
10. Criollo, L., Mena-Arciniega, C., & Xing, S. (2024). Classification, military applications, and opportunities of unmanned aerial vehicles. *Aviation, 28*(2), 115–127. https://doi.org/10.3846/aviation.2024.21672
11. Mandache, R. A., & Bojor, L. (2025). Considerations on the influence of small aerial drones on the actions of logistics forces. https://doi.org/10.2478/kbo-2025-0015
12. BBC News Ukraine. (2021, August 31). *Vpershe v Ukraini poshtu dostavyly bezpilotnykom* [For the first time in Ukraine, mail was delivered by a drone]. https://www.bbc.com/ukrainian/news-58015578
13. Kobzar, Yu. (2024). *Prylitaie vnochi, i vid nei nemaie poriatunku: Khto taka "Baba Yaha" i chomu yii boiatsia okupanty* [It arrives at night, and there is no escape: Who "Baba Yaga" is and why occupiers fear it]. UNIAN. https://www.unian.ua/weapons/baba-yaga-vazhkiy-dron-boombarduvalnik-zsu-yakiy-prihodit-do-rosiyan-vnochi-12618138.html

Потенціал Збройних Сил України як основа забезпечення безпеки держави у діяльності Головнокомандувача Збройних Сил України

The Potential of the Armed Forces of Ukraine as the Foundation for Ensuring State Security in the Activities of the Commander-in-Chief of the Armed Forces of Ukraine

Микола Дєнєжкін [A]
Corresponding author: доктор військових наук, професор, провідний науковий співробітник, e-mail: denejkin07@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-0918-0880,

Анатолій Баргилевич [B]
кандидат військових наук, старший дослідник, e-mail: A.barhilevych@mil.ua, ORCID ID: 0000-0002-4799-0908

Сергій Митченко [C]
доктор філософії, доцент кафедри, e-mail: serhii.mytchenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3711-2033

Артем Ремез [C]
доктор філософії, доцент кафедри оперативного мистецтва, e-mail: remez.art.86@gmail.com

Олег Зарицький [D]
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри, e-mail: kataza@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-3044-6148

Станіслав Петренко [D]
викладач, e-mail: aosemenenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-5369-1683

Mykola Dieniezhkin [A]
Corresponding author: Dr of Military Sciences, Professor, Leading Research Associate, e-mail: denejkin07@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-0918-0880

Anatolii Barhylevych [B]
Candidate of Military Sciences, Senior Researcher, e-mail: A.barhilevych@mil.ua, ORCID ID: 0000-0002-4799-0908

Serhii Mytchenko [C]
Dr of Philosophy, Associate Professor of the Department, e-mail: serhii.mytchenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-3711-2033

Artem Remez [C]
Doctor of Philosophy, senior lecturer at the Department of Operative Art, e-mail: remez.art.86@gmail.com

Oleh Zarytskyi [D]
candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department, e-mail: kataza@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-3044-6148

Stanislav Petrenko [D]
Lecturer, e-mail: aosemenenko@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-5369-1683

[A] Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна
[B] Міністерство оборони України, м. Київ, Україна
[C] Національний університет оборони України, Київ, Україна
[D] Кафедра військової підготовки Державного університету "Київський авіаційний університет", м. Київ, Україна

[A] Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[B] Ministry of Defense of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[C] National Defence University of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[D] Department of Military Training, State University "Kyiv Aviation University", Kyiv, Ukraine

Received: December 20, 2025 | Revised: December 28, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.16

Мета роботи. Визначення потенціалу ЗС України, який можна використати у визначений час (період) для вирішення завдань оборони України.

Метод дослідження. Базується на інтеграції двох підходів, які базуються на теорії бойових потенціалів та плануванні на основі спроможностей (здатності виконати поставлені завдання) та адаптація цих методів до умов воєнного часу, з використанням методів досліджень – загальнонаукових емпіричних (статистичний опис, порівняльний аналіз) та теоретичних (аналіз, синтез, узагальнення, математичне моделювання, індукція, дедукція, пояснення, класифікація).

Практична цінність дослідження. Полягає у можливості під час визначення потенціалу ЗС України користуватись двома методами (що базується на теорії бойових потенціалів та на оцінюванні спроможностей) шляхом їх взаємної інтеграції при використання одного з методів як для своїх військ (сил), так і для військ (сил) противника.

Майбутні дослідження. Майбутні дослідження будуть зосереджені на доменно орієнтованому порівняльному оцінюванні зразків озброєння і військової техніки на основі об'єктивних тактико-технічних показників з метою визначення стандартизованих коефіцієнтів для планування складу військових формувань та оцінювання ефективності виконання завдань за показниками бойових і спеціальних спроможностей.

Тип статті. Теоретичний, практичний.

Purpose. To determine the potential of the Armed Forces of Ukraine, which can be used at a certain time (period) to solve the tasks of Ukraine's defense.

Method. The methodological Basis of the study based on the integration of two approaches, which are based on the theory of combat potentials and capabilities-based planning (the ability to perform assigned tasks) and the adaptation of these methods to wartime conditions, using research methods - general scientific empirical (statistical description, comparative analysis) and theoretical (analysis, synthesis, generalization, mathematical modeling, induction, deduction, explanation, classification).

Practical value of the study. lies in the possibility of using two methods (based on the theory of combat potentials and on the assessment of capabilities) when determining the potential of the Armed Forces of Ukraine through their mutual integration when using one of the methods for both one's own troops (forces) and the enemy's troops (forces).

Future research. Future research will focus on domain-specific comparative evaluation of weapon systems based on objective technical-tactical parameters to derive standardized coefficients for force composition planning and to assess mission effectiveness through combat and special capability indicators.

Paper type. Theoretical, practical.

Ключові слова: бойовий потенціал, носій спроможностей, спроможність, потенціал ЗС України, потенціал засобів забезпечення і управління, операційне середовище, планування сил, статичний під процес, динамічний під процес.

Key words: Combat Potential, Capability Carrier, Capability, Potential of the Armed Forces Of Ukraine, Potential of Support and Control Means, Operational Environment, Force Planning, Static Sub-Process, Dynamic Sub-Process.

Вступ

З розвитком технічних засобів ведення війни та знань у сфері воєнної справи виникають нові проблеми у воєнному мистецтві, які постають на шляху ефективного використання воєнної техніки, а також нових методів і концепцій, що формуються на основі накопичення нових знань.

Україна, усвідомлюючи, що з погляду економічного потенціалу не може конкурувати з російською федерацією, обрала найбільш прийнятний за цих умов асиметричний спосіб ведення війни — завдання ураження противнику невеликими штурмовими маневровими бойовими групами. Серед засобів ураження було обрано відносно дешевий ударний безпілотний літальний апарат (БПЛА) — бойовий (ударний) дрон. Надалі, у ході бойових дій, безпілотні системи набули широкого розвитку. Серед таких систем особливо вирізняються засоби зі штучним інтелектом.

Обраний спосіб боротьби проти “броньованих кулаків” агресора на початковому етапі вторгнення виявився ефективним — противника було зупинено. Водночас завдання звільнення захоплених (окупованих) територій в умовах “дронної” війни потребує нових ідей, концепцій і знань.

Сучасні безпілотні системи сформували у воєнному мистецтві ефект, який отримав назву Ляоянського стояння (1904 рік), коли поява автоматичної стрілецької зброї у складі військ (сил) фактично зводила нанівець усі наміри сторін вирішити поставлені завдання наступальними діями. Це протиріччя між маневром і вогнем на початку XX століття було подолано завдяки появі нового типу зброї — танка. На початку XXI століття, у ході відбиття збройної агресії російської федерації проти України, це протиріччя виникло знову.

Розв’язання зазначеного протиріччя за умов обраного способу боротьби з агресором, що передбачає застосування асиметричних дій проти значно сильнішого за ресурсами та чисельністю військ (сил) противника, стає однією з ключових проблем, яка потребує науково обґрунтованого вирішення.

Теоретичні основи дослідження

Теоретичні основи дослідження місця і ролі потенціалу Збройних Сил України в оборонному плануванні ґрунтуються на комплексному розумінні взаємозв’язку планування сил, планування ресурсів та стратегічного планування застосування Збройних Сил з метою набуття військовими формуваннями визначених спроможностей (здатності) виконувати поставлені завдання у відповідних умовах операційного середовища. Оборонне планування в Україні базується на принципах цільового програмування, аналізу ризиків, оцінювання наявних і необхідних спроможностей, а також на визначенні пріоритетів розвитку Збройних Сил України. Центральне місце у цьому процесі посідає аналіз спроможностей — системний підхід, що передбачає порівняння наявних можливостей із тими, які зумовлюються завданнями та прогнозованими викликами. Оцінювання потенціалу Збройних Сил, а також типових носіїв спроможностей, є однією зі складових такого аналізу. Воно безпосередньо впливає на формування оборонних програм, коректність визначення потреб у ресурсах, організацію логістики, підготовку особового складу та загальну здатність Збройних Сил України ефективно виконувати бойові завдання [1–3]. Концептуально потенціал Збройних Сил України визначається як сукупність усього того, що Головнокомандувач Збройних Сил України може використати у певний момент (період) часу для виконання поставлених завдань з оборони України [4].

З методологічної точки зору дослідження базується на інтеграції двох підходів, а саме: теорії бойових потенціалів та планування на основі спроможностей (здатності виконувати поставлені завдання). Важливим аспектом є також адаптація зазначених підходів до умов воєнного часу, оскільки традиційні методи не повною мірою враховують динаміку сучасних конфліктів і гібридних загроз. Це, своєю чергою, зумовлює необхідність перегляду системи показників та інтеграції нових критеріїв оцінювання із застосуванням комплексу загальнонаукових методів дослідження — емпіричних (статистичний опис, порівняльний аналіз) і теоретичних (аналіз, синтез, узагальнення, математичне моделювання, індукція, дедукція, пояснення, класифікація) [5–7].

Ключовим теоретичним завданням є формування такого потенціалу Збройних Сил України, який Головнокомандувач Збройних Сил України здатний реалізувати у визначений період (момент) часу для виконання завдань з оборони України. Це, своєю чергою, забезпечує науково обґрунтоване управління розвитком Збройних Сил України та сприяє підвищенню стійкості національної безпеки в умовах сучасних викликів і загроз.

Метою статті є визначення потенціалу ЗС України, який можна використати у визначений час (період) для вирішення завдань оборони України.

Результати

На сучасному етапі в Збройних Силах України продовжується впровадження у практику оборонного планування методу, що базується на оцінюванні спроможностей, який включає:

1. Планування сил.
2. Планування ресурсів.
3. Планування застосування Збройних Сил.

Процес планування включає два різних за змістом, але взаємозалежних підпроцеси:

статичний (планування сил) — визначення складу (набору засобів, необхідних для формування структури, а також типів військових формувань, які необхідно мати);

динамічний (планування стратегічного застосування Збройних Сил) — планування процесу досягнення стратегічних цілей у війні (конфлікті), а також забезпечення ефективного функціонування в умовах визначеного операційного середовища [1].

Метод, що базується на оцінюванні спроможностей, за всієї його ефективності є досить тривалим за часом реалізації, тому в сучасних умовах виникла потреба провести дослідження з метою пошуку показника, який за своїм призначенням є ідентичним бойовому потенціалу в умовах застосування зазначеного методу [4].

При цьому Головнокомандувач Збройних Сил України повинен чітко розуміти, яким потенціалом він володіє для виконання поставлених завдань на визначений момент часу (рис. 1).

На рисунку показано потенціал, який перебуває у розпорядженні командування Збройних Сил України. Він складається з потенціалу, який може бути використаний (застосований) негайно; потенціалу, який здатний виконувати завдання за призначенням після доукомплектування та відповідної підготовки; а також потенціалу забезпечення стійкості (підтримання здатності виконувати поставлені завдання у ході війни (конфлікту)). Кожен із цих видів потенціалу має власне призначення, властивості, характеристики та показники, зокрема: час готовності, обсяги ресурсів, необхідних для приведення у повну бойову готовність.

Водночас Головнокомандувач Збройних Сил України на різних етапах воєнних (бойових) дій у своєму розпорядженні може мати лише той потенціал, який дозволяє на його рівні виконувати поставлені завдання. Інші потенційні сили і засоби, що можуть бути залучені до ведення бойових дій після здійснення відповідних організаційних, підготовчих і ресурсних заходів, Головнокомандувачу Збройних Сил України безпосередньо не підпорядковані. При цьому не підпорядкований йому потенціал може становити значну, а інколи й основну, частину загального потенціалу Збройних Сил для вирішення завдань у ході довготривалої

війни (збройного конфлікту). Зазначена частина потенціалу, відповідно до принципів і правил, прийнятих у більшості країн — членів НАТО, перебуває у розпорядженні Міністерства оборони України (МО) [6–8].

Чому використовується показник “потенціал”, а не “бойовий потенціал”? Існує декілька причин застосування саме такого показника, а саме:

По-перше, кінцевим результатом планування сил у процесі, що базується на оцінюванні спроможностей, є визначення набору спроможностей та набору типових носіїв спроможностей. Водночас процес застосування (оперативного планування) оперує боєздатними та боєготовими військовими формуваннями, тобто такими, що здатні виконувати поставлені завдання у визначений момент (період) часу.

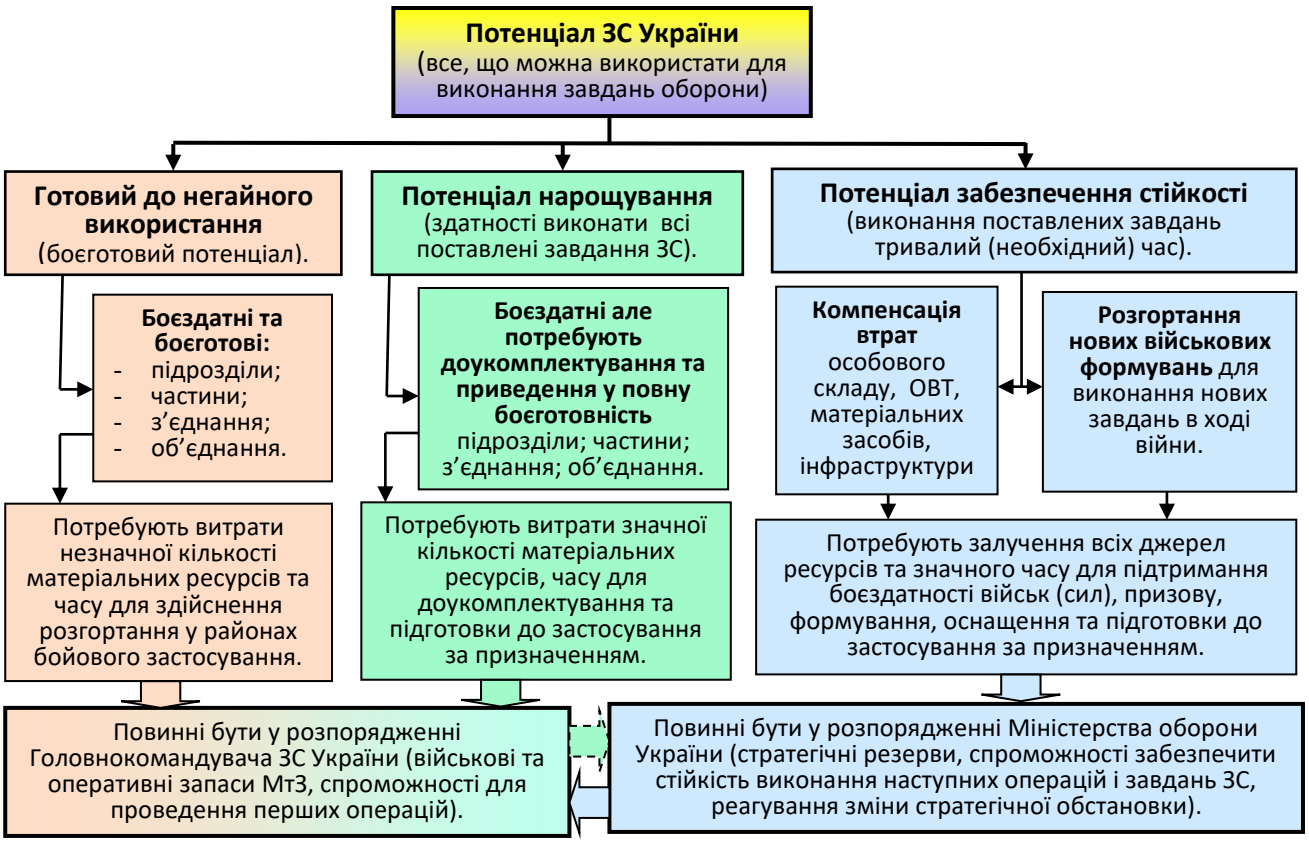


Рисунок 1 – Схематичне зображення змісту та взаємної залежності складових потенціалу Збройних Сил [1].

По-друге, бойовий потенціал є інтегрованим показником, який відображає насамперед бойові можливості засобів ураження противника (тих, що безпосередньо завдають шкоди його потенціалу). При цьому характеристики спеціальних можливостей (засобів забезпечення та управління) у процесі визначення коефіцієнта бойового потенціалу безпосередньо не враховуються. Водночас у процесі планування застосування їхні можливості, залежно від стану, можуть зменшувати або обмежувати числове значення коефіцієнта бойового потенціалу. Разом з тим важливою складовою планування застосування є визначення способу розгрому противника шляхом формування додаткового ефекту синергії — об’єднання окремих елементів у єдине ціле, що не зменшує показники бойових можливостей, а, навпаки, підсилює їх.

По-третє, показник “потенціал” поєднує всі складові: носії бойових можливостей, носії спеціальних можливостей (забезпечення та управління), а також інші (специфічні) носії. Це

відкриває для командувачів і командирів ширший простір для оцінювання можливих варіантів способів розгрому противника та вибору найбільш раціонального з них залежно від умов операційного середовища і наявних ресурсів.

Наприклад, дрон (платформа) за методикою бойових потенціалів має дуже малий коефіцієнт бойового потенціалу, який віддзеркалює переважно властивості його бойової частини (здатної наносити збитки потенціалу противника). Водночас, коли для його ефективного функціонування в умовах сучасного операційного середовища до складу платформи додаються системи забезпечення польоту, розвідки, позиціювання, зв'язку, передавання зображення, а також засоби подолання радіоелектронної боротьби (РЕБ), такий дрон перетворюється на комплекс, який або керується оператором, або діє автономно (безпілотно). У цьому випадку до бойового потенціалу засобу ураження додаються такі властивості, як маневреність, захищеність, точність, швидкість тощо. За цих умов засоби забезпечення та управління створюють синергетичний ефект, унаслідок чого з'являються нові, більш ефективні властивості порівняно з поодинокими можливостями окремих елементів. Таким чином, носій стає не лише засобом ураження, а й носієм відповідної спроможності [3].

Існують альтернативні підходи до визначення інтегрального показника бойових і спеціальних можливостей носія спроможностей. До таких підходів належить метод оцінювання на основі багатокритеріальної оцінки зразка озброєння (у даному випадку — комплексу), в основу якого покладено поєднання бойових носіїв із носіями забезпечення та управління. До такого показника інтегруються різні за характером, принципами дії та організаційною належністю потенціали в один (єдиний) інтегральний показник. При цьому його значення є більшим, ніж проста сума окремих потенціалів, оскільки додатковий ефект формується за рахунок синергії [9].

Крім того, результати досліджень свідчать [10–13], що порівняння однорідних зразків озброєння і військової техніки (ОВТ) доцільно здійснювати за доменами (сферами) протиборства. Такий підхід унеможливлює порівняння різнорідних зразків (корабля і бойової машини піхоти, літака і корабля тощо) під час формування угруповань військ (сил) для проведення операцій (бойових дій). Для багатокритеріального оцінювання зразка ОВТ або комплексу зазвичай використовують об'єктивні характеристики, зокрема тактико-технічні характеристики (ТТХ) та функції ведення операцій.

На сьогодні у Сухопутних військах Збройних Сил США командувачі та командири розглядають спроможності крізь призму концепції «бойова потужність», яка полягає в поєднанні всіх деструктивних, конструктивних та інформаційних можливостей підрозділу або військового формування, що перебувають у розпорядженні командира (командувача) у відповідний (визначений) момент часу [5].

Бойова потужність характеризується інтеграцією та синхронізацією дій партнерів, які зводяться командирами в єдине ціле відповідно до визначених цілей з метою досягнення зосередження зусиль у конкретних операціях. До складу бойової потужності входять вісім елементів, а саме: лідерство; інформація; командування і контроль; рухомість і маневреність; розвідка; вогонь; стійкість; захист військ (сил).

Лідерство визначається як сукупність заходів впливу на особовий склад з метою досягнення визначених цілей, формування напрямів діяльності та мотивації для виконання місії, а також підтримання належного рівня організованості.

Інформація є ключовим елементом, який забезпечує адекватну основу для прийняття рішень і застосування військ (сил). Ефективне командування і контроль передбачають трансформацію інформації у знання, що надають командирам можливість усвідомлено керувати діями підпорядкованих сил.

Командири використовують лідерство та інформацію для досягнення синергетичного ефекту решти шести елементів — командування і контролю; рухомості і маневреності; розвідки;

вогню (вогневого ураження); стійкості; захисту військ (сил), які в практиці об'єднуються під поняттям функцій ведення воєнних (бойових) дій.

Функція ведення операції — це сукупність завдань і систем, об'єднаних спільною метою, які використовуються командиром для досягнення цілей операції. Саме на основі цих функцій розраховується такий показник, як бойова потужність.

Бойові потужності визначаються як сума деструктивних, конструктивних та інформаційних спроможностей, які підрозділи можуть реалізувати у визначений момент часу, зокрема: вогнева підтримка (ураження); рух і маневр; розвідка; забезпечення; командування та управління; захист [1–4].

Одним із результатів виконання поставленого завдання військовим формуванням є ефективність, яка визначається як ступінь реалізації бойових можливостей і оцінюється з урахуванням таких показників: збитків, завданих противнику; власних втрат; витрат матеріально-технічних ресурсів; глибини вклинення або площі захопленої території; часу виконання завдань [10].

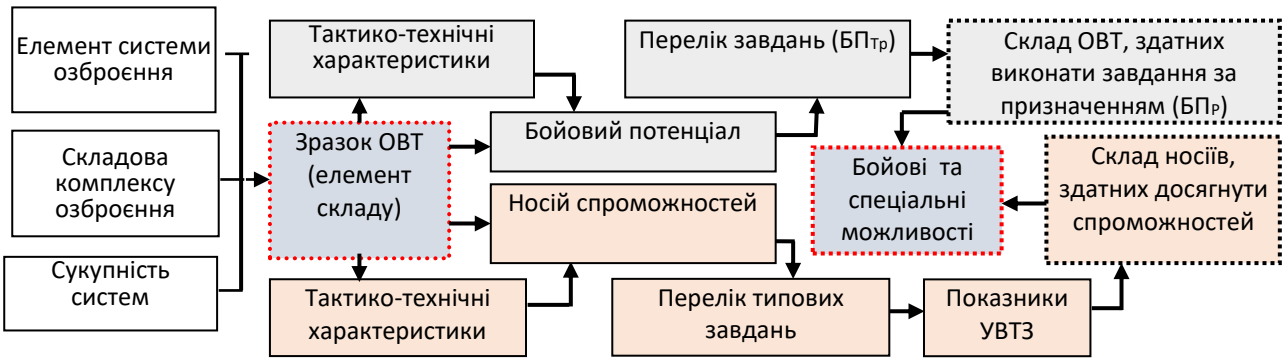
Зазначене визначає місце та роль показника, що досліджується, у процедурах процесу планування розвитку та застосування Збройних Сил України, а також розширює поле пошуку показника, який може замінити традиційний показник бойового потенціалу.

Наведені результати досліджень свідчать про наявність альтернативних підходів до формування показника, який за своїми властивостями є близьким до поняття "бойовий потенціал". Водночас для формування остаточного висновку необхідно довести зазначені підходи до завершеного результату та обґрунтувати доцільність їх практичного застосування [12–15].

На сучасному етапі, до повного обґрунтування доцільності переходу на нові показники здатності виконувати поставлені завдання, доцільно використовувати тимчасові методики, які значною мірою адаптовані до умов сучасного операційного середовища [16–18].

Наразі пошук зосереджено на спробі поєднання двох підходів до планування розвитку Збройних Сил України — на основі оцінювання бойових потенціалів та на основі оцінювання спроможностей.

На рис. 2 показано, що визначення складу сил із застосуванням різних методів приводить до одного й того самого результату — підтвердження спроможності військового формування, тобто його здатності виконати поставлене завдання. Водночас отриманий результат відрізняється за формою представлення: в одному випадку він подається як комбінація носіїв спроможностей, в іншому — як елементи складу військового формування у вигляді конкретних зразків ОВТ.



Де: УВТЗ – показник успішності виконання завдання.

Рисунок 2 – Схематичне зображення визначення складу сил, необхідних для виконання поставлених завдань різними методами

Визначення складу військового формування двома способами (за бойовими потенціалами та за обсягами завдань, що треба виконати) мають декілька однакових опцій. Зразок ОВТ має об'єктивний і незалежний показник ТТХ, перелік завдань, які треба виконати, характеризується в одному випадку бойовим потенціалом, в другому – переліком носіїв спроможностей (здатності виконати завдання), обидва мають бойові та спеціальні можливості.

Кінцеві результати обох методів дають можливість на сьогодні всередині статичного під процесу користуватись методом, що базується на бо1йових потенціалах, у динамічному – на методі, що базується на оцінюванні спроможностей, тобто поєднати два методи на отримання одного результату. При цьому під час визначення потенціалу ЗС України доцільно користуватись обома методами. Головною вимогою при цьому має бути використання одного з методів як для своїх військ (сил), так і для військ (сил) противника.

При використанні одного з підходів для обох сторін конфлікту (операції) помилка, яка закладається у метод, нівелюється тим, що розрахунки здійснюються одним методом.

Це означає, що теоретично можна обидва методи використовувати спільно, на різних фазах розрахунків використовуючи показники у залежності від завдання, що вирішується.

Висновки

У статті запропоновано основні положення визначення потенціалу Збройних Сил України, який Головнокомандувач має мати для виконання поставлених завдань, які включають: уточнений понятійний апарат; принципи, удосконалену систему показників, підходи до використання двох методів визначення складу сил (на основі бойових потенціалів та на основі оцінювання спроможностей), взаємодію цих методів під час формування потенціалу ЗС.

Враховуючи вищезазначене, пропонується наступні дослідження провести у наступних напрямах, а саме:

1. Можливості використання об'єктивних показників ТТХ зразків ОВТ для визначення характеристик для порівняння зразків однієї групи між собою з метою визначення відповідного (порівняльного) коефіцієнту зразків в ході розрахунків щодо визначення складу військових формувань у статичному процесі.

2. Можливості оцінювання здатності виконати поставлені завдання за показниками бойових та спеціальних можливостей як носіїв спроможностей, так і елементів (складових) бойового потенціалу.

3. Здійснення аналіз стану носіїв спроможностей та бойового потенціалу здійснювати як за базовими компонентами (складовими) спроможностей для більш глибокої та всеосяжної оцінки, так і за показниками боєздатності при обмеженому часі.

Оцінювання зразків ОВТ не у всіх сферах протиборства, а всередині кожної сфері (домені протиборства) окремо для отримання результатів розрахунків, більш наближених до об'єктивних.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Возняк С. М., Дєнєжкін М. М., Бойоко В. О. та ін. Звіт про науково-дослідну роботу "Методика обрахування бойових потенціалів типових носіїв спроможностей для визначення потенціалу Збройних Сил України" (шифр "Потенціал-ОП", заключний). — Київ, 2025. — 199 с.

2. Романенко І. С., Дєнєжкін М. М., Башинський В. В., Побереженець Т. А. Особливості використання методу, що базується на оцінюванні спроможностей, для вирішення завдань захисту об'єктів критичної інфраструктури України від нападу з повітря // *Military Science*. — 2025. — Т. 3, № 1. — С. 364–375. https://doi.org/10.62524/msj.2025.3.1.15.
3. Дєнєжкін М. М., Гаврилюк Н. А. Проблемні питання визначення бойового потенціалу типового носія спроможностей // Проблеми оборонного менеджменту: теорія і практика : матеріали наук.-практ. конф. (м. Київ, 30 жовт. 2025 р.) / за ред. М. Я. Ткача ; Нац. ун-т оборони України. — Київ, 2025. — С. 36–42.
4. Рувін О. Г., Дєнєжкін М. М., Колонюк В. П., Гаврилюк Н. А. Проблемні питання методичного забезпечення оборонного планування розвитку Збройних Сил України на основі принципів та правил країн-членів НАТО // *Криміналістика і судова експертиза* : наук.-метод. зб. / Київ. НДІ судових експертиз. — 2023. — Вип. 68. — С. 698–714. — ISSN 2786-7080.
5. Field Manual FM 3-96. Brigade Combat Team / Headquarters of the Department of the Army. — Washington, D.C., 2021. — 460 p. — Approved for public release; distribution is unlimited. URL: https://armypubs.army.mil/ProductMaps/PubForm/FM.aspx
6. Franken P. Measuring Fighting Power. — Commandant's Research Paper ACSC 29. — Maxwell AFB : Air Command and Staff College, 1995. — 26 p.
7. Defence Capability Development Handbook. — Australia, 2014. — Розвиток оборонних спроможностей. URL: https://kkceurope.com/en/
8. Відпрацювання методик визначення бойових можливостей угруповань військ (підсумковий). Звіт про науково-дослідну роботу "Розробка методичного апарату визначення бойових потенціалів зразків озброєння та військової техніки, військових формувань та воєнних потенціалів держав, бойових можливостей угруповань військ". (шифр "Напруга"). — Київ, 2003. — 164 с.
9. Возняк С. М. Метод вибору перспективних систем (зразків) озброєння та військової техніки на основі багатокритеріального аналізу // *Збірник наукових праць Центрального науково-дослідного інституту ЗС України*. — 2024. — № 4 (111). — С. 20–31.
10. Биченков В. В. Ефективність функціонування регресійної моделі складної системи при побудові рівнянь з різним характером залежностей // *Труди університету*. — 2015. — № 1 (128). — С. 49–55.
11. Загорка О. М. Порівняльне оцінювання зразків озброєння (комплексів і систем) за допомогою таксономічного методу // *Збірник наукових праць ЦНДІ ЗС України*. — 2004. — № 3 (28). — С. 96–102.
12. Дєнєжкін М. М., Середюк С. А. Дослідження проблемних питань планування розвитку спроможностей Збройних Сил України на середньострокову перспективу : інформ.-аналіт. матеріали. — Київ : ЦНДІ ЗС України, 2020. — 122 с.
13. Дєнєжкін М. М., Дідіченко В. П., Середюк С. А. Основні положення оцінювання спроможностей військових формувань під час планування їх розвитку : інформ.-аналіт. матеріали. — Київ : ЦНДІ ЗС України, 2020. — 123 с.
14. Дєнєжкін М. М., Ткач М. Я. Погляд на оцінювання здатності військових формувань Збройних Сил України виконати поставлені завдання з використанням принципів і правил країн-членів НАТО // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. — 2021. — № 3 (44). — С. 18–25. https://doi.org/10.30748/nitps.2021.44.02
15. Богданович В. Ю., Романченко І. С., Дєнєжкін М. М., Крикун П. Н. Стан і перспективи розвитку системи оборонного планування в Збройних Силах України // *Наука і оборона*. — 2017. — № 1. — С. 25–30. https://doi.org/10.33099/2618-1614-2017-0-1-25-30
16. Тимчасова методика розрахунку бойових потенціалів військових формувань. —

Затверджена Головнокомандувачем Збройних Сил України 18.08.2022 р.
17. Порядок проведення оцінювання носія (типового носія) спроможності за базовими компонентами (складовими) спроможності. — Затв. наказом Головнокомандувача Збройних Сил України від 03.09.2025 № 435. — 63 с.
18. Тимчасова методика визначення потреб у силах і засобах наземного і повітряного компонентів об'єднаної вогневої підтримки та оцінювання ефективності їх застосування з урахуванням протидії засобів радіоелектронної боротьби противника. — Київ : ЦНДІ ЗС України, 2025. — 182 с.

References

1. Vozniak, S. M., Dieniezhkin, M. M., Boioko, V. O., et al. (2025). *Zvit pro naukovo-doslidnu robotu "Metodyka obrakhuvannia boiovykh potentsialiv typovykh nosiiv spromozhnostei dlia vyznachennia potentsialu Zbroinykh Syl Ukrainy" (kod "Potentsial-OP", finalnyi)* [Research report "Methodology for calculating combat potentials of typical capability carriers to determine the potential of the Armed Forces of Ukraine"]. Kyiv, Ukraine.
2. Romanenko, I. S., Dieniezhkin, M. M., Bashynskyi, V. V., & Poberezhenets, T. A. (2025). Osoblyvosti vykorystannia metodu, shcho bazuietsia na otsiniuvanni spromozhnostei, dlia vyrishennia zavdan zakhystu obiektiv krytychnoi infrastruktury Ukrainy vid napadu z povitria [Specific features of applying a capability-based assessment method to protect critical infrastructure facilities of Ukraine against air attacks]. *Military Science, 3*(1), 364–375. https://doi.org/10.62524/msj.2025.3.1.15
3. Dieniezhkin, M. M., & Havryliuk, N. A. (2025). Problemni pytannia vyznachennia boiovoho potentsialu typovoho nosiia spromozhnostei [Problematic issues in determining the combat potential of a typical capability carrier]. In M. Ya. Tkach (Ed.), *Problemy oboronnoho menedzhmentu: teoriia i praktyka* [Problems of defence management: Theory and practice] (pp. 36–42). National Defence University of Ukraine.
4. Ruvin, O. H., Dieniezhkin, M. M., Koloniuk, V. P., & Havryliuk, N. A. (2023). Problemni pytannia metodychnoho zabezpechennia oboronnoho planuvannia rozvytku Zbroinykh Syl Ukrainy na osnovi pryntsypiv ta pravyl krain-chleniv NATO [Problematic issues of methodological support for defence planning of the Armed Forces of Ukraine based on NATO principles and rules]. *Kryminalistyka i sudova ekspertyza*, 68, 698–714.
5. Headquarters, Department of the Army. (2021). *Field Manual FM 3-96: Brigade Combat Team*. Washington, DC. https://armypubs.army.mil/ProductMaps/PubForm/FM.aspx
6. Franken, P. (1995). *Measuring fighting power* (Commandant's Research Paper ACSC 29). Air Command and Staff College.
7. Department of Defence. (2014). *Defence capability development handbook*. Australia. https://kkceurope.com/en/
8. Vidpratsiuvannia metodyk vyznachennia boiovykh mozhlyvostei uhrupovan viisk (finalnyi). (2003). *Zvit pro naukovo-doslidnu robotu "Rozrobka metodychnoho aparatu vyznachennia boiovykh potentsialiv zrazkiv ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky, viiskovykh formuvan ta voiennykh potentsialiv derzhav, boiovykh mozhlyvostei uhrupovan viisk" (kod "Napruha")* [Research report]. Kyiv, Ukraine.
9. Vozniak, S. M. (2024). Metod vyboru perspektyvnykh system (zrazkiv) ozbroiennia ta viiskovoi tekhniky na osnovi bahatokryterialnoho analizu [Method for selecting prospective weapon systems based on multicriteria analysis]. *Zbirnyk naukovykh prats TsNDI Zbroinykh Syl Ukrainy*, 4(111), 20–31.
10. Bychenkov, V. V. (2015). Efektyvnist funktsionuvannia rehresiinoi modeli skladnoi systemy pry pobudovi rivnian z riznym kharakterom zalezhnostei [Efficiency of regression models of complex systems with different dependency structures]. *Trudy universytetu*, 1(128), 49–55.

11. Zahorka, O. M. (2004). Porivnialne otsiniuvannia zrazkiv ozbroiennia (kompleksiv i system) za dopomohoiu taksonomichnoho metodu [Comparative evaluation of weapon systems using the taxonomic method]. *Zbirnyk naukovykh prats TsNDI Zbroinykh Syl Ukrainy*, 3(28), 96–102.
12. Dieniezhkin, M. M., & Serediuk, S. A. (2020). *Doslidzhennia problemnykh pytan planuvannia rozvytku spromozhnostei Zbroinykh Syl Ukrainy na serednostrokovu perspektyvu* [Study of problematic issues of capability development planning of the Armed Forces of Ukraine in the medium term]. Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine.
13. Dieniezhkin, M. M., Didichenko, V. P., & Serediuk, S. A. (2020). *Osnovni polozhennia otsiniuvannia spromozhnostei viiskovykh formuvan pid chas planuvannia yikh rozvytku* [Basic principles of assessing military formation capabilities in development planning]. Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine.
14. Dieniezhkin, M. M., & Tkach, M. Ya. (2021). Pohliad na otsiniuvannia zdatnosti viiskovykh formuvan Zbroinykh Syl Ukrainy vykonaty postavleni zavdannia z vykorystanniam pryntsypiv i pravyl krain-chleniv NATO [Assessing the ability of Ukrainian Armed Forces formations to accomplish assigned tasks using NATO principles and rules]. *Science and Technology of the Air Force of Ukraine, 3*(44), 18–25. https://doi.org/10.30748/nitps.2021.44.02
15. Bohdanovych, V. Yu., Romanchenko, I. S., Dieniezhkin, M. M., & Krykun, P. N. (2017). Stan i perspektyvy rozvytku systemy oboronnoho planuvannia v Zbroinykh Sylakh Ukrainy [Status and prospects of defence planning system development in the Armed Forces of Ukraine]. *Science and Defence*, 1, 25–30. https://doi.org/10.33099/2618-1614-2017-0-1-25-30
16. *Temporary methodology for calculating combat potentials of military formations*. (2022). Approved by the Commander-in-Chief of the Armed Forces of Ukraine on August 18, 2022.
17. *Procedure for assessing a capability carrier (typical capability carrier) by basic capability components*. (2025). Approved by Order of the Commander-in-Chief of the Armed Forces of Ukraine No. 435 (September 3, 2025).
18. *Temporary methodology for determining force and asset requirements of land and air components of joint fire support and assessing their effectiveness considering enemy electronic warfare countermeasures*. (2025). Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine.

Хронологія терористичних атак по території України ударними дронами в січні 2025 року

Chronology of Terrorist Attacks Across the Territory of Ukraine by Strike Drones in January 2025

Олена Азаренко [A]
д.ф-м.н., професор, заступник керівника, e-mail: azarenko_ev@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5657-2302

Михайло Дівізінюк [B]
д.ф-м.н., професор, головний науковий співробітник, e-mail: divizinyuk@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5657-2302

Ольга Шевченко [C]
к.т.н., докторант, e-mail: shevchenkool@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-2106-5009

Ніна Рашкевич [C]
Corresponding author: PhD, доцент кафедри, e-mail: nine291085@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5124-6068

Артем Гузь [C]
здобувач, e-mail: huz.artem_2025phd@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0009-0004-8869-2423

Олександр Олефіренко [D]
старший викладач, e-mail: olefirenko196907@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0034-049X

Olena Azarenko [A]
Dr of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Deputy Head, e-mail: azarenko_ev@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5657-2302

Mykhailo Divizinyuk [B]
Dr of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Deputy Head, e-mail: divizinyuk@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5657-2302

Olha Shevchenko [C]
PhD in Technical Sciences, Doctoral Candidate, e-mail: shevchenkool@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-2106-5009

Nina Rashkevich [C]
Corresponding author: PhD, Associate Professor of the Department, e-mail: nine291085@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5124-6068

Artem Huz [C]
PhD student, e-mail: huz.artem_2025phd@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0009-0004-8869-2423

Oleksandr Olefirenko [D]
Senior Lecturer, e-mail: olefirenko196907@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0034-049X

[A] Науково-дослідний лабораторно-експериментальний центр "БРАНД ТРЕЙД", м. Харкові, Україна
[B] Центр інформаційно-аналітичного та технічного забезпечення моніторингу об'єктів атомної енергетики Національної академії наук України, м. Київ, Україна
[C] Національний університет цивільного захисту України, м. Черкаси, Україна
[D] Українська державна льотна академія, м. Кропивницький, Україна

[A] Research Laboratory and Experimental Center "BRAND TRADE", Kharkiv, Ukraine
[B] Center for Information-Analytical and Technical Support for Monitoring Nuclear Energy Facilities, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
[C] National University of Civil Defence of Ukraine, Cherkasy, Ukraine
[D] Ukrainian State Flight Academy, Kropyvnytskyi, Ukraine

Received: November 23, 2025 | Revised: December 20, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.17

Мета роботи. Аналітичне відтворення повної хронології терористичних атак України ударними безпілотними літальними апаратами (БПЛА) у січні 2025 року на основі відкритих офіційних джерел та формування узагальненої картини їх інтенсивності, просторово-часового розподілу й спрямованості на різні елементи інфраструктури.

Результати дослідження. Виокремлено періоди інтенсивного застосування дронів, окреслено основні напрями атак та типи об'єктів, що піддавалися ураженню. Виявлено часові закономірності у виборі моментів нанесення ударів, а також типові сценарії використання ударних БПЛА у розрізі послідовності та комбінування атак.

Теоретична цінність дослідження. Поглиблення наукового розуміння сучасних форм терористичних впливів із застосуванням ударних БПЛА та їхньої ролі в ескалації безпекових загроз. Запропонований підхід до хронологізації та систематизації атак створює основу для подальшого розвитку теоретичних моделей аналізу дронових загроз, просторово-часової динаміки атак та оцінки вразливості елементів критичної інфраструктури.

Практична цінність дослідження. Можливість використання отриманих результатів для вдосконалення системи цивільного захисту та підвищення ефективності реагування на загрози ударних БПЛА.

Оригінальність дослідження: Запропонована аналітична база для вивчення розвитку дронових атак та вироблення стратегічних підходів до їх нейтралізації.

Обмеження дослідження. Зумовлені залежністю від відкритих офіційних даних, які можуть бути неповними, фрагменто-

Purpose. Analytical reconstruction of the complete chronology of Ukraine's terrorist attacks using strike unmanned aerial vehicles (UAVs) in January 2025 based on open official sources, as well as the formation of a generalized picture of their intensity, spatiotemporal distribution, and targeting of various infrastructure elements.

Findings. Periods of highest drone-use intensity were identified, along with the main directions of attacks and types of objects affected. Temporal patterns in the timing of strikes were revealed, as well as typical scenarios of employing strike UAVs in terms of sequencing and combining attacks.

Theoretical implications. The research enhances scientific understanding of modern forms of terrorist influence involving strike UAVs and their role in escalating security threats. The proposed approach to the chronology and systematization of attacks provides a basis for further development of theoretical models for analyzing drone threats, spatiotemporal dynamics of attacks, and vulnerability assessments of critical infrastructure elements.

Practical implications. The obtained results can be used to improve the civil protection system and enhance the effectiveness of governmental responses to strike-UAV threats.

Originality/Value. The work offers an analytical foundation for further examination of the evolution of drone attacks and the development of strategic approaches to their mitigation.

Research limitations/Future research. Limitations arise from reliance on open official data, which may be incomplete, fragmented, or reported with delays, as well as from the absence of detailed technical and tactical characteristics of the UAVs used.

ваними або поданими з часовими затримками, а також відсутність детальних тактико-технічні характеристики застосованих БПЛА, можливі розбіжності у звітності різних органів та територіальних структур; майбутні дослідження можуть бути спрямовані на розширення інформаційної бази за рахунок інтеграції геоінформаційних даних, залучення статистики роботи систем протиповітряної оборони, вивчення соціально-економічних наслідків дронових атак та розроблення прогнозних моделей інтенсивності та напрямів майбутніх ударів.

Тип статті. Оглядова.

Ключові слова: ударні безпілотні літальні апарати, Shahed, терористичні атаки, хронологія атак, критична інфраструктура, безпека.

Possible discrepancies in reporting among various agencies and regional structures may also affect chronological accuracy. Future research may focus on expanding the information base through the integration of geoinformation data, statistics from air-defense systems, analysis of the socioeconomic consequences of drone attacks, and the development of predictive models of attack intensity and directions.

Paper type. Review.

Key words: Strike Unmanned Aerial Vehicles, Shahed, Terrorist Attacks, Attack Chronology, Critical Infrastructure, Security.

Вступ

Січень 2025 року став періодом інтенсивного застосування рф ударних безпілотних літальних апаратів (БПЛА) проти України, що зумовило зростання загроз для цивільної та критичної інфраструктури. Використання дронів типу Shahed та їхніх модифікацій перетворилося на один із основних засобів дистанційного ураження, спрямованих на деморалізацію населення та дестабілізацію функціонування життєво важливих систем. Офіційні джерела засвідчують значну кількість атак, які різняться за масштабами, географією та наслідками, що актуалізує потребу в їх систематичному аналізі.

Теоретичні засади дослідження ударних дронових атак ґрунтуються на аналізі технічних, тактичних та організаційних особливостях їхнього застосування. Зокрема, у роботі [1] сформульовано фундаментальні підходи до виявлення та протидії маловисотним та малорозмірним БПЛА, що створюють значні труднощі для традиційних систем протиповітряної обороної (ППО). Питання формування угруповань БПЛА й оцінки їх ефективності в умовах надзвичайних ситуацій розглянуто у дослідженні [2], де підкреслено важливість оптимізації тактики масованого застосування.

Аналіз змін характеру дронових атак у 2023 році представлено у роботі [3], де показано еволюцію тактики противника від поодиноких запусків до структурованих серійних ударів із варіативністю маршрутів. Внесок у вивчення динаміки атак здійснено у праці [4], присвяченій подіям травня 2024 року, де зафіксовано перехід до більш системних та масованих операцій із залученням різнорідних засобів ураження.

Проблематиці протидії іранським БПЛА типу “Shahed” присвячено роботу [5], де акцентовано на особливостях їх виявлення й перехоплення. Розвиток концепцій ройового застосування ударних БПЛА, що стає все більш актуальним, описано у дослідженні [6]. Питання підвищення ефективності ППО в умовах масованих атак розкрито у роботі [7], де запропоновано низку організаційно-технічних заходів щодо зміцнення оборонних спроможностей.

Сучасні підходи до класифікації ударних БПЛА за допомогою нейронних мереж наведено в дослідженні [8], що відкриває перспективи підвищення точності прогнозування напрямків ударів. Поглиблений аналіз технічної модернізації БПЛА типу Shahed-136/“Герань-2” наведено у роботі [9], де доведено послідовність адаптації цих систем до умов сучасного бою. Додаткові аспекти оцінювання ефективності атак і розвідувальних факторів висвітлено у дослідженні [10], що розглядає недоліки виявлення та реагування на дронові загрози.

Результати наукових досліджень свідчать про стійку тенденцію до зростання інтенсивності ударних дронових атак, ускладнення алгоритмів їхньої навігації, розширення масштабів застосування та вдосконалення технічних параметрів апаратів. Виходячи з цього, постає необхідність систематичного підходу до аналізу наявних даних, що дозволяє впорядкувати розрізнену інформацію, виявити закономірності та узагальнити ключові

тенденції. Основною задачею є створення узгодженої структури дослідження, яка забезпечує комплексну оцінку динаміки подій, визначення пріоритетних напрямів аналізу та формування науково обґрунтованих висновків щодо розвитку відповідних явищ. Виконання цієї задачі створює основу для подальших досліджень та вдосконалення заходів реагування.

Методологія дослідження базується на системному підході до збору, обробки та аналізу відкритих даних, що стосуються зафіксованих атак, технічних характеристик ударних БПЛА та тактико-технічних параметрів їх застосування. Інформаційну основу становлять офіційні звіти, результати наукових досліджень, відкриті аналітичні огляди та підтверджені повідомлення державних структур.

Результати та обговорення

У січні 2025 року зафіксовано серію масованих атак на територію України з використанням ударних безпілотних літальних апаратів (БПЛА) типу Shahed, безпілотників-імітацій та керованих ракет. Нижче наведена хронологія подій із зазначенням кількості застосованих засобів, напрямків запуску, результатів ППО та радіоелектронної боротьби (РЕБ), а також наслідків для цивільної та критичної інфраструктури [11–67].

01 січня 2025 року. Массована атака 111 ударними БПЛА типу Shahed та безпілотниками інших типів. Атака розпочалася з 20:30 31 грудня 2024 року на 1 січня 2025 року [11]. Дрони запускалися з напрямків Брянськ, Орел, Приморсько-Ахтарськ та Крим. Станом на 09:30 підтверджено збиття 63 БПЛА у Полтавській, Сумській, Київській, Чернігівській, Черкаській, Запорізькій, Житомирській, Хмельницькій, Кіровоградській та Миколаївській областях; 46 дронів локально відведено. Два апарати залишили український повітряний простір у напрямку РФ та Білорусі.

02 січня 2025 року. Массована атака 72 ударними БПЛА Shahed та іншими безпілотниками, початок о 19:00 1 січня [12]. Станом на 08:30 підтверджено збиття 47 БПЛА у Полтавській, Сумській, Харківській, Київській, Чернігівській, Черкаській, Кіровоградській, Дніпропетровській, Одеській, Херсонській та Миколаївській областях. Локально відведено 24 безпілотника-імітатора, один апарат втрачено.

03 січня 2025 року. Массована атака 93 ударними БПЛА Shahed та безпілотниками-імітаторами з напрямків Брянськ, Миллерово, Орел. Відбивання атаки здійснювали авіація, зенітні ракетні війська, підрозділи РЕБ та мобільні вогневі групи ПС і Сил оборони України. Підтверджено збиття 60 БПЛА, 26 локально відведено без негативних наслідків, один апарат перебував у повітрі [13]. Зафіксовано 7 попадань по приватних підприємствах та багатоквартирних будинках у Київській, Донецькій та Чернігівській областях.

Також 3 січня зафіксовано повторну комбіновану атаку: 5 зенітних ракет С-300 по Курщині, 3 баллістичні ракети “Іскандер-М” по Чернігівщині, 3 керовані авіаційні ракети Х-59/69 та 32 ударні БПЛА Shahed з безпілотниками-іміторами. Станом на 20:00 збито 3 ракети Х-59/69 та 13 БПЛА, 19 безпілотників-іміраторів локально відведено [14].

04 січня 2025 року. Массована атака 81 БПЛА Shahed та безпілотниками-імітаторами з напрямків Брянськ, Курськ, Орел та Приморсько-Ахтарськ. Підтверджено збиття 34 апаратів, 47 безпілотників-іміраторів локально відведено [15]. У Чернігівській та Сумській областях пошкоджено приватні будинки.

05 січня 2025 року. Массована атака 103 БПЛА Shahed. Підтверджено збиття 61 апарата, 42 локально відведено [16]. Пошкоджено приватні будинки, троє людей отримали поранення.

06 січня 2025 року. Комбінована масована атака двома авіаційними ракетами Х-59 та 128 БПЛА Shahed і безпілотниками-іміторами. Силою ППО збито 2 ракети та 79 БПЛА, 49 локально відведено [17]. Унаслідок падіння уламків пошкоджено будівлі підприємств, установ та приватні будинки.

07 січня 2025 року. Массована атака 38 БПЛА Shahed. 28 апаратів збито силами ППО, 10 локально відведено (3 повернулися у повітряний простір РФ) [18, 19].

08 січня 2025 року. Массована атака 66 БПЛА Shahed. 41 збито, 22 локально відведено, 2 апарати залишили повітряний простір Білорусі. Зафіксовано одне попадання у нежитлову будівлю в Чугуєві, Харківська область [20].

09 січня 2025 року. Массована атака 70 БПЛА Shahed та безпілотниками-імітаторами з напрямків Миллерово, Орел, Курськ, Брянськ, Приморсько-Ахтарськ. 46 збито, 24 локально відведено [21]. Обломки дронів пошкодили приватні будинки в Харківській, Сумській та Черкаській областях.

10 січня 2025 року. Массована атака 72 БПЛА Shahed та безпілотниками-імітаторами з напрямків Миллерово, Орел, Брянськ, Приморсько-Ахтарськ. Підтверджено збиття 33 дронів, 34 локально відведено, один апарат покинув повітряний простір України. Зафіксовано 5 попадань по підприємствах та господарчих спорудах у Чернігівській області; поранено одного цивільного. У Києві збитий БПЛА пошкодив багатоповерхівку та автомобілі [22].

11 січня 2025 року. Массована атака 74 ударними БПЛА Shahed із напрямків Миллерово, Орел, Брянськ, Приморсько-Ахтарськ. Підтверджено збиття 47 апаратів у Полтавській, Сумській, Харківській, Черкаській, Чернігівській, Київській, Дніпропетровській, Запорізькій, Кіровоградській, Херсонській та Миколаївській областях; ще 27 апаратів локально втрачено. У семи областях уламки БПЛА пошкодили господарські будівлі, установи, приватні будинки та автомобілі [23].

12 січня 2025 року. Массована атака центру та сходу України 94 ударними БПЛА Shahed. Сили ППО збили 60 апаратів, ще 34 локально відведено. Пошкоджено декілька житлових будинків у Полтавській, Сумській та Харківській областях [24].

13 січня 2025 року. Массована атака 110 ударними БПЛА Shahed та безпілотниками-іміторами з напрямків Миллерово, Орел, Брянськ, Приморсько-Ахтарськ. Підтверджено збиття 78 апаратів у Полтавській, Сумській, Харківській, Черкаській, Чернігівській, Київській, Дніпропетровській, Миколаївській, Запорізькій, Житомирській, Хмельницькій та Донецькій областях; 31 безпілотник-імітатор локально втрачено. У Сумській, Київській, Житомирській та Запорізькій областях уламки пошкодили будівлі підприємств, установи, приватні будинки та автотранспорт [25].

14 січня 2025 року. Массована атака 80 ударними БПЛА Shahed та безпілотниками-іміторами з напрямків Миллерово, Орел, Курськ та Приморсько-Ахтарськ. Підтверджено збиття 58 апаратів у Полтавській, Сумській, Харківській, Черкаській, Київській, Житомирській, Кіровоградській, Дніпропетровській, Миколаївській, Одеській та Херсонській областях; 21 апарат локально втрачено. Зафіксовано одне попадання [26].

15 січня 2025 року. Массована атака 74 ударними БПЛА Shahed з одночасним застосуванням авіаційних ракет Х-101 з літаків Ту-95, ракет “Кинджал” з МіГів, корабельних ракет “Калібр” та 9 балістичних ракет наземного базування. Сили ППО збили 47 БПЛА, ще 27 локально втрачено. Попадань ударних дронів не зафіксовано [27].

16 січня 2025 року. Массована атака центру, півдня та сходу України 55 ударними БПЛА Shahed та безпілотниками-іміторами з напрямків Миллерово, Орел, Брянськ, Приморсько-Ахтарськ. Підтверджено збиття 34 апаратів, ще 18 локально втрачено. Зафіксовано три попадання: у Полтавській області пошкоджена енергетична інфраструктура, у Чернігівській області – адміністративна будівля, ангари та техніка, у Харківській області – приватні будинки [28-30].

17 січня 2025 року. Комбінована массована атака двома балістичними ракетами “Іскандер-М” та 50 ударними БПЛА Shahed і безпілотниками-іміторами. Під час протиповітряного бою збито 33 апарати, ще 11 локально втрачено (з них 2 залишили повітряний простір Румунії). Зафіксовано 6 попадань: у Київській області пошкоджено кафе-магазин і котельну, у Харківській області (Дергачі) – виробничо-складське приміщення, у

Черкаській області – цивільна забудова, в Одеській області (Ізмаїльський район) – будівлі та житловий будинок [31–33].

18 січня 2025 року. Комбінована массована атака 4 балістичними ракетами “Іскандер-М” та 39 ударними БПЛА Shahed і безпілотниками-іміторами. Підтверджено збиття 2 ракет та 24 дронів, ще 14 локально втрачено. Зафіксовано одне попадання у Дніпропетровській області (Павлоград) – руйнування промислового підприємства [34-38].

19 січня 2025 року. Массована атака 61 ударним БПЛА Shahed та безпілотниками-іміторами з напрямків Миллерово, Брянськ та Орел. Збиті 43 апарати у Полтавській, Сумській, Харківській, Черкаській, Чернігівській, Київській, Житомирській, Дніпропетровській та Миколаївській областях, ще 15 локально втрачено. Зафіксовано два попадання. Пізніше підтверджено ще одне збиття дрону у Сумській області [39, 40].

20 січня 2025 року. Комбінована массована атака балістичними ракетами “Іскандер-М” із Курської області та 141 ударним БПЛА Shahed і безпілотниками-іміторами з п’яти напрямків: Миллерово, Орел, Брянськ, Курськ, Приморсько-Ахтарськ. Відбивання атаки здійснювали авіація, зенітні ракетні війська, підрозділи РЕБ та мобільні вогневі групи ПС і Сил оборони України. Збиті 93 ударних БПЛА, 47 апаратів-іміраторів локально втрачено, 2 з них повернулися на територію агресора. Зафіксовано одне попадання [41-43].

21 січня 2025 року. Комбінована массована атака України 4 балістичними ракетами “Іскандер” та 131 ударним БПЛА Shahed і безпілотниками-іміторами різних типів із напрямків: Миллерово, Орел, Приморсько-Ахтарськ. Відбивання атаки здійснювали авіація, зенітні ракетні війська, підрозділи РЕБ та мобільні вогневі групи ПС і Сил оборони України. Підтверджено збиття 72 апаратів у 17 областях України, пошкоджені будівлі, автотранспорт та лінії електропередач у Черкаській, Полтавській та Харківській областях; 59 апаратів локально втрачено [44, 45].

22 січня 2025 року. Массована атака центру, півдня та сходу України 99 ударними БПЛА Shahed та безпілотниками-іміторами різних типів із напрямків: Чауда–Крим, Миллерово, Брянськ, Курськ, Орел, Приморсько-Ахтарськ. Підтверджено збиття 65 апаратів у 10 областях; 30 безпілотників-іміраторів локально втрачено без негативних наслідків. Зафіксовано 4 попадання, пошкоджено установи, промислові підприємства, господарські та житлові будівлі в Николаївській, Дніпропетровській, Київській, Черкаській, Сумській та Хмельницькій областях [46–48].

23 січня 2025 року. Комбінована массована атака центру, півдня та сходу України баллистикою, 89 ударними БПЛА Shahed та безпілотниками-іміторами різних типів. Збиті 57 апаратів, ще 27 локально втрачено. Зафіксовано 5 попадань у промислові та енергетичні об’єкти, 46 осіб отримали поранення [49–51].

24 січня 2025 року. Массована атака 58 ударними БПЛА Shahed та безпілотниками-іміторами різних типів. Підтверджено збиття 25 апаратів, 27 локально втрачено. Зафіксовано 6 попадань: Київська область – Глеваха, пошкоджена житлова десятиповерхівка (1 загиблий, 2 поранених), Бровари – загорівся двоповерховий приватний будинок (2 загиблих), Львівська область – пошкоджений житловий будинок і автотранспорт [52, 53].

25 січня 2025 року. Комбінована массована атака 2 управлінними авіаційними ракетами Х-59/69 із повітряного простору Чорного моря та 61 ударним БПЛА із напрямків Орел, Курськ, Брянськ, Миллерово, Приморсько-Ахтарськ. Підтверджено збиття двох ракет і 46 БПЛА; 15 апаратів локально втрачено. У Київській, Черкаській та Хмельницькій областях ушкоджено будівлі підприємств, установи, житлові будинки та автотранспорт; у Харківській області пошкоджено будівлі, господарські об’єкти та ЛЕП [54, 55].

26 січня 2025 року. Массована атака 71 ударним БПЛА Shahed та безпілотниками-іміторами з Орла, Курська, Брянська, Миллерово та Приморсько-Ахтарська. Підтверджено збиття 50 апаратів, 9 локально втрачено. Зафіксовано 12 попадань: у Сумах – сквер у центрі міста, у Харкові – пошкодження вікон і дахів 12 приватних будинків [56, 57].

27 січня 2025 року. Массована атака 104 ударними БПЛА Shahed та безпілотниками-іміторами різних типів. Збиті 57 апаратів, ще 39 локально втрачено. Пошкоджена критична інфраструктура Івано-Франківської області, цивільні об'єкти Київської області, житлова багатоповерхівка в Дніпрі. Зафіксовано 8 попадань [58].

28 січня 2025 року. Массована атака 100 ударними БПЛА Shahed та безпілотниками-іміторами різних типів із напрямків: Орел, Брянськ, Курськ, Миллерово, Приморсько-Ахтарськ, Чауда–Крим. Підтверджено збиття 65 апаратів у 12 областях; 28 безпілотників-імітаторів локально втрачено, 2 повернулися до РФ і Білорусі. Зафіксовано 7 попадань: пошкоджено будівлі підприємств, об'єкти інфраструктури, житлові багатоквартирні та приватні будинки в Київській, Черкаській, Чернігівській, Одеській та Харківській областях [59–61].

29 січня 2025 року. Массована атака 57 ударними БПЛА Shahed та безпілотниками-іміторами із напрямків Курськ, Миллерово, Приморсько-Ахтарськ та Чауда. Підтверджено збиття 29 апаратів у 9 областях; 14 безпілотників-імітаторів локально втрачено. Зафіксовано 14 попадань: ушкоджено Дарницьке депо (Київ), припортову інфраструктуру Ізмаїла та Одеси, житлові будинки в Змієві Харківської області [62–64].

30 січня 2025 року. Массована атака 81 ударним БПЛА. Збиті 37 апаратів у 10 областях; 39 локально втрачено. Зафіксовано 5 попадань: пошкоджено промислові підприємства, житлові багатоквартирні та приватні будинки, автотранспорт; у Сумах ударний БПЛА влучив у багатоповерхівку (9 загиблих, 14 поранених) [65, 66].

31 січня 2025 року. Массована атака 102 ударними БПЛА із напрямків Курськ, Брянськ, Миллерово, Приморсько-Ахтарськ та окупованого Криму. Відбиття атаки забезпечували зенітні ракетні війська, підрозділи РЕБ та мобільні вогневі групи ПС і Сил оборони України. Підтверджено збиття 59 апаратів у 12 областях; 37 безпілотників-імітаторів локально втрачено. Зафіксовано 6 попадань: пошкоджено три приватні будинки в Миколаївській області, лікарню, житло, адміністративну будівлю та склад в Одеській області [67].

В таблиці 1 наведено хронологію терористичних атак по території України в січні 2025 року

Таблиця 1 – Хронологія терористичних атак по території України в січні 2025 року

Дата	Всього БПЛА	Збиті	Відведено (РЕБ)*	Локально загублено*	Попадання*	Примітки
01.01.25	111	63	46	2	–	–
02.01.25	72	47	24	1	–	–
03.01.25 (1)	93	60	26	–	7	–
03.01.25 (2)	32	13	–	19	–	11 ракет
04.01.25	81	34	–	47	–	–
05.01.25	103	61	–	42	–	–
06.01.25	128	79	–	49	–	2 ракети
07.01.25	38	28	–	10	–	–
08.01.25	66	41	–	24	1	–
09.01.25	70	46	–	24	–	–
10.01.25	72	33	–	34	5	–
11.01.25	74	47	–	27	–	–
12.01.25	94	60	–	34	–	–
13.01.25	110	78	–	31	1	–
14.01.25	80	58	–	21	1	–
15.01.25	74	47	–	27	–	9 ракет
16.01.25	55	34	–	18	3	–
17.01.25	48	33	–	9	6	2 ракети

Дата	Всього БПЛА	Збиті	Відведено (РЕБ)*	Локально загублено*	Попадання*	Примітки
18.01.25	39	24	–	14	1	4 ракети
19.01.25	61	44	–	15	2	–
20.01.25	141	93	–	47	1	1 ракета
21.01.25	131	72	–	59	–	4 ракети
22.01.25	99	65	–	30	4	–
23.01.25	89	57	–	27	5	–
24.01.25	58	25	–	27	6	–
25.01.25	61	46	–	15	–	2 ракети
26.01.25	71	50	–	9	12	–
27.01.25	104	57	–	39	8	–
28.01.25	100	65	–	28	7	–
29.01.25	57	29	–	14	14	–
30.01.25	81	37	–	39	5	–
31.01.25	102	59	–	37	6	–
Всього	2595	1585 (61,08%)	96 (3,69%)	819 (31,56%)	95 (3,67%)	35 ракет

*Примітки:
відведено (РЕБ) – нейтралізовані системами радіоелектронної боротьби або дрони-імітатори.
локально загублено – дрони, що втратили локацію без негативних наслідків.
попадання – удари по інфраструктурних об’єктах, цивільних будівлях та промислових об’єктах.

Перша декада (1–10 січня 2025 року) характеризувалася систематичними масованими атаками з використанням ударних дронів Shahed та інших дронів-імітацій. Щоденний обсяг атак коливався від 38 до 103 УБПЛА, при цьому велика частина дронів була перехоплена силами протиповітряної оборони, а частина – локально втрачена без негативних наслідків. Відзначалися хвильові атаки, комбіновані дії з використанням авіаційних та ракетних засобів, а також ураження критичних об’єктів інфраструктури, житлових будинків та промислових підприємств. Попадання, зафіксовані у період 1–10 січня, свідчать про адаптацію противника та підвищення точності атак.

Друга декада (11–20 січня 2025 року) демонструвала зростання інтенсивності атак і збільшення кількості дронів до 141 УБПЛА на день. Активно застосовувалися комбіновані методи: дрони-імітатори, баллистичні та крилаті ракети, що створювало значне навантаження на протиповітряну оборону та мобільні групи реагування. Незважаючи на ефективне протидію, реєструвалися попадання у житлові та адміністративні об’єкти, промислові підприємства та інфраструктурні об’єкти, що підтверджує високий рівень організації та адаптивності атак.

Третя декада (21–31 січня 2025 року) відзначалася системністю та комплексністю ударів, з регулярним використанням комбінацій дронів Shahed, дронів-імітацій та ракетних засобів. Щодня відбувалися атаки від 57 до 131 УБПЛА. Підвищена точність і цілеспрямованість ударів призводила до пошкодження промислових об’єктів, житлових будинків, автотранспорту та ліній електропередач, а у деяких випадках – до жертв серед цивільного населення.

Висновки

У січні 2025 року по території України спостерігалася активна серія масованих атак із застосуванням ударних безпілотних літальних апаратів, що демонструють стійку тенденцію до зростання частоти та масштабності ударів, ускладнення маршрутів і тактики застосування,

активне використання дронів-імітацій та комбінованих засобів ураження, підвищення точності та ефективності атак, а також нарощування навантаження на системи протиповітряної оборони й цивільну інфраструктуру. Загалом протягом місяця здійснено 32 масовані атаки, серед яких 2 масовані ракетні атаки із застосуванням 9 та 11 ракет одночасно з ударними дронами, 6 комбінованих масованих атак із використанням від 1 до 4 ракет і 24 масовані атаки ударних дронів та дронів-імітацій. За цей період загальна кількість запущених БПЛА склала 2595 одиниць, із яких 1585 (61,08%) збито силами протиповітряної оборони, 915 (35,25%) нейтралізовано системами радіоелектронної боротьби, а 95 ударних дронів (3,67%) досягли цілей, завдавши шкоди інфраструктурним об'єктам. Узагальнення хронології підтверджує, що кампанії з використанням ударних БПЛА стають дедалі більш системними, технічно вдосконаленими та стратегічно ефективними.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Дудуш А.С., Тютюнник В.О., Резніченко О.А., Гогонянц С.Ю. Сучасний стан та проблеми протидії маловисотним, низькошвидкісним та малорозмірним БПЛА. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*, 2018. № 1. С. 121–131. URL : http://nbuv.gov.ua/UJRN/sitsbo_2018_1_23
2. Стасєв Ю.В., Непокритов Д.М., Топирік Д.О. Обґрунтування структури угрупування безпілотних літальних апаратів в умовах надзвичайних ситуацій. Системи озброєння і військова техніка, 2024. № 3 (79). С. 119–123. https://doi.org/10.30748/soivt.2024.79.14
3. Азаренко О.В. Гончаренко Ю.Ю. Дівізінюк М.М. Камишенцев Г.В. Фаррахов О.В. Зміни характеру завдання терористичних впливів ударними дронами в третьому кварталі 2023 року. *Scientific Collection «InterConf+»*. 2024. № 44(197). С. 656–669. https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.04.2024.062
4. Азаренко О., Гончаренко Ю., Дівізінюк М., Фаррахов О., Хмирова А., Рашкевич О., Пятова Ю. Аналіз терористичних атак ударними дронами у травні 2024 року. *Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація*, 2025. Том. 9, № 1. С. 6–16. https://doi.org/10.52363/2524-2636.2025.9.1.1
5. Чорний А., Сідун Г., Тімофеєв П. Особливості протидії безпілотним літальним апаратам іранського виробництва. *Збірник наукових праць Національної академії Державної прикордонної служби України. Серія: військові та технічні науки*, 2025. №98(1). С. 92–103. https://doi.org/10.32453/3.v98i1.1802
6. Шовкошитний І., Василенко О. Проблемні питання ройового застосування ударних безпілотних літальних апаратів. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*, 2023. № 48(3). С. 27–34. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2023-48-3-27-34
7. Павліковський А.К., Тютюнник В.О., Ткаченко В.А., Ткаченко Н.І. Підвищення ефективності протидії масованому застосуванню ударних безпілотних літальних апаратів. *Наука і оборона*, 2025. №1. С. 11–17. https://doi.org/10.33099/2618-1614-2025-28-1-11-17
8. Гусак Ю., Василенко О. Кластеризація та класифікація ударних безпілотних літальних апаратів на основі нейронних мереж. *Повітряна міць України*, 2024. № 16. С. 141–152. https://doi.org/10.33099/2786-7714-2024-1-6-141-152
9. Муравейник О.В., Лукін Д.Ф., Ломакін Д.А., Терещенко, Р.Р., Тристан А.В., Грачов І.Л. Дослідження шляхів модернізації в росії безпілотного літального апарату типу "ШАХЕД-

136" ("ГЕРАНЬ-2") за результатами аналізу трофейного озброєння. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*, 2025. Вип. 1(23). С. 118–126. https://doi.org/10.37701/dndivsovt.23.2025.15

10. Ito T. Intelligence Failures in the Asymmetric War between Ukraine and Russia: A Literature Review of Ukraine's Drone Attacks on Russian Military Infrastructure. *Security Intelligence Terrorism Journal*, 2025. Vol. 2(3). P. 262–273. https://doi.org/10.70710/sitj.v2i3.63
11. Захисники збили 63 ворожі дрони, 46 – не досягли цілей, а два відлетіли до Росії та Білорусі. URL: https://lb.ua/society/2025/01/01/653135_zahisniki_zbili_63_vorozhi_droni_46-.html
12. Сили ППО України збили 47 із 72 ворожих дронів за ніч 2 січня. URL: https://novosti.dn.ua/news/388304-syly-ppo-ukrayiny-zbyly-47-iz-72-vorozhyh-droniv-za-nich-2-sichnya
13. Повітряні Сили ЗСУ: вночі збито 60 ворожих БПЛА, 26 дронів – не досягли цілей. URL: https://armyinform.com.ua/2025/01/03/povitryani-syly-zsu-vnochi-zbyto-60-vorozhyh-bpla-26-droniv-ne-dosyagly-czilej/
14. Протиповітряна битва триває: ППО збила 3 ракети та 13 дронів РФ, Черніговом потрапили "Іскандери". URL: https://www.pravda.com.ua/news/2025/01/03/7491946/
15. Повітряні сили: вночі збили 34 дрони, 47 – не досягли цілей. URL: https://www.radiosvoboda.org/a/news-povitriani-syly-drony/33263055.html
16. Окупанти вночі атакували більш ніж сотнею безпілотників. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/05/7492082/
17. Протиповітряний бій 6 січня: ППО збила над Україною 2 ракети Х-59 та майже 80 БпЛА. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/06/7492173/
18. Уночі ППО збила 28 безпілотників, 10 були локаційно втрачені. URL: https://www.pravda.com.ua/news/2025/01/7/7492345/
19. Вночі ВМС знищили два російські "Шахеди". URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/07/7492330/
20. Російська армія атакувала дронами Чугуєв. URL: https://mediaport.ua/rosiyska-armiia-atakuvala-dronamy-chuhuiv/
21. ППО збила 46 російських дронів, решта 24 не досягла цілей – Повітряні сили. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/09/7492675/
22. Протиповітряний бій 10 січня: ППО збила 33 безпілотники в 11 областях. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/10/7492849/
23. Росія атакувала 74 БПЛА - у семи областях зафіксовано пошкодження. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/11/7493017/
24. Сили ППО за ніч знищили 60 із 94 російських безпілотників. URL: https://espreso.tv/viyna-z-rosiyeyu-sili-ppo-za-nich-znishchili-60-iz-94-rosiyskikh-bezpilotnikiv
25. У ніч на 13 січня РФ атакувала більш ніж сотнею дронів. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/13/7493226/
26. Росіяни атакували 80 ударними безпілотниками, 79 – не досягли цілей. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/14/7493430/
27. Сили ППО вночі збили 30 ракет та 47 безпілотників URL: https://suspilne.media/925475-sili-ppo-vnoci-zbili-30-raket-ta-47-bezpilotnikiv/
28. Сили оборони збили 34 ударні дрони в 11 областях України. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/16/7493819/
29. Уламки російського БПЛА пошкодили енергетичну інфраструктуру на Полтавщині – ОВА. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/16/7493811/

30. Синєгубов: по Харкову та області били “Шахедами”, “Молнией” та іншими дронами. URL: https://www.objectiv.tv/uk/objectively/2025/01/17/sinyegubov-po-harkovu-ta-oblasti-bili-shahedami-molniej-ta-inshimi-dronami/
31. Внаслідок падіння уламків БПЛА на Київщині постраждав 13-річний підліток і вирував пожежа. URL: https://www.pravda.com.ua /rus/news/2025/01/17/7493993/
32. В Антонівці на Херсонщині росіяни з дрона вбили чоловіка на зупинці. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/17/7494008/
33. Протиповітряний бій 17 січня: ППО збила 33 ударні дрони в 11 областях. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/17/7494012/
34. Київ атакують російські ударні безпілотники. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/18/7494173/
35. Росія атакувала Київ балістикою: троє загиблих. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/18/7494180/
36. Сили ППО збили 2 із 4 балістичних ракет. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/18/7494186/
37. Росія вдарила балістикою по Запоріжжю: десятеро людей поранено. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/18/7494182/
38. Одну з балістичних ракет збили на малій висоті - Повітряні сили про наслідки удару РФ у Києві. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/18/7494187/
39. Сили ППО збили 43 із 61 безпілотника. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/19/7494292/
40. На Київщині працювала ППО, раніше уламки БПЛА пошкодили будівлю та авто. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/ 19/7494337/
41. У Києві оголошували повітряну тривогу через ракетну небезпеку. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/20/7494371/
42. У ніч на 20 січня РФ атакувала балістикою та дронами: ППО збила 93 безпілотники. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01 /20/7494388/
43. У Києві та низці областей оголошували повітряну тривогу. Ворог завдав удару по Сумській області. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/20/7494416/
44. Сили ППО збили 72 ударні БПЛА ворога, ще 59 дронів — не досягли цілей. URL: https://armyinform.com.ua/2025/01/21/syly-ppo-zbyly-72-udarni-bpla-voroga-shhe-59-droniv-ne-dosyagly-czilej/
45. Росія вночі атакувала балістикою та 131 дроном – жоден БПЛА не досяг мети. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/21/7494561/
46. Росія атакувала Миколаїв сімома безпілотниками: пошкоджено житлові будинки, є постраждалі. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/22/7494689/
47. У ніч проти 22 січня Росія атакувала 99 безпілотниками: ППО збила 65 дронів. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/22/7494744/
48. Україна почервоніла з загрози балістики. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/22/7494813/
49. РФ атакувала балістикою та дронами. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/archives/date_23012025/
50. Після атаки дронов стала пожежа. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/23/7494860/
51. 23 січня ППО збила 57 дронов. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/archives/date_23012025/
52. Атака 58 безпілотниками: 25 дронів збито, 27 локационно потеряны. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/archives/date_24012025/
53. Руське атакували дронами. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/24/7495143/

54. На Київщині зруйновано будинок та предпріємство. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/archives/date_25012025/
55. ППО збило дві авіа ракети та піл сотні дронов. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/25/7495216/
56. Росія за тиждень запустила 750 дронов. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/archives/date_26012025/
57. Над Україною збили 50 БПЛА. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/26/7495306/
58. У Дніпрі пошкоджена багато вірківка. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/27/7495398/
59. РФ 28 січня атакувала 100 дронами. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/archives/date_28012025/
60. Дронова атака: на Киевщине пошкоджен музей ретро-машин, дома и авто. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/28/7495584/
61. Російська дронова атака 28 січня: пошкодження лик видують у 7 областях. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/28/7495593/
62. РФ атакувала Україну 57 дронами. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/archives/date_29012025/
63. У Києві уламки російського дрона впали у станції метро. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/29/7495737/
64. Росія атакувала Україну 57 дронами, 29 вдалось збити. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/29/7495754/
65. Над Україною збили 37 дронов, но є попадання. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/archives/date_30012025/
66. Російська Молния вдарила по Харкову. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/archives/date_30012025/
67. Протиповітряний бій 31 січня. URL: https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/31/7496112/

References

1. Dudush, A. S., Tiutiunnyk, V. O., Reznichenko, O. A., & Hohoniants, S. Yu. (2018). Current state and challenges of countering low-altitude, low-speed, and small-sized UAVs. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, *(1)*, 121–131. http://nbuv.gov.ua/UJRN/sitsbo_2018_1_23 [in Ukrainian].
2. Stasiev, Yu. V., Nepokrytov, D. M., & Topyrik, D. O. (2024). Substantiation of the structure of an unmanned aerial vehicle grouping under emergency conditions. *Weapons Systems and Military Equipment*, *(3(79))*, 119–123. https://doi.org/10.30748/soivt.2024.79.14 [in Ukrainian].
3. Azarenko, O. V., Honcharenko, Yu. Yu., Diviziniuk, M. M., Kamyshentsev, H. V., & Farrakhov, O. V. (2024). Changes in the nature of terrorist attacks using strike drones in the third quarter of 2023. *Scientific Collection "InterConf+"*, *(44(197))*, 656–669. https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.04.2024.062 [in Ukrainian].
4. Azarenko, O., Honcharenko, Yu., Diviziniuk, M., Farrakhov, O., Khmyrova, A., Rashkevych, O., & Piatova, Yu. (2025). Analysis of terrorist attacks using strike drones in May 2024. *Emergency Situations: Prevention and Response*, *9*(1), 6–16. https://doi.org/10.52363/2524-2636.2025.9.1.1 [in Ukrainian].
5. Chornyi, A., Sidun, H., & Timofieiev, P. (2025). Features of countering Iranian-made unmanned aerial vehicles. *Collection of Scientific Works of the National Academy of the State Border Guard Service of Ukraine. Series: Military and Technical Sciences*, *(98(1))*, 92–103. https://doi.org/10.32453/3.v98i1.1802 [in Ukrainian].
6. Shovkoshytnyi, I., & Vasylenko, O. (2023). Problematic aspects of swarm employment of strike unmanned aerial vehicles. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and*

Defence, *48*(3), 27–34. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2023-48-3-27-34 [in Ukrainian].
7. Pavlikovskyi, A. K., Tiutiunnyk, V. O., Tkachenko, V. A., & Tkachenko, N. I. (2025). Improving the effectiveness of countering mass employment of strike unmanned aerial vehicles. *Science and Defence*, *(1)*, 11–17.https://doi.org/10.33099/2618-1614-2025-28-1-11-17 [in Ukrainian].
8. Husak, Yu., & Vasylenko, O. (2024). Clustering and classification of strike unmanned aerial vehicles based on neural networks. *Air Power of Ukraine*, *(16)*, 141–152. https://doi.org/10.33099/2786-7714-2024-1-6-141-152 [in Ukrainian].
9. Muraveinyk, O. V., Lukin, D. F., Lomakin, D. A., Tereshchenko, R. R., Trystan, A. V., & Hrachov, I. L. (2025). Research into modernization paths of the Russian Shahed-136 (Geran-2) UAV based on analysis of captured weapons. *Collection of Scientific Works of the State Scientific Research Institute for Testing and Certification of Weapons and Military Equipment*, *(1(23))*, 118–126. https://doi.org/10.37701/dndivsovt.23.2025.15 [in Ukrainian].
10. Ito, T. (2025). Intelligence failures in the asymmetric war between Ukraine and Russia: A literature review of Ukraine's drone attacks on Russian military infrastructure. *Security Intelligence Terrorism Journal*, *2*(3), 262–273. https://doi.org/10.70710/sitj.v2i3.63
11. LB.ua. (2025, January 1). *Zakhysnyky zbyly 63 vorozhi drony, 46 – ne dosiahly tsilei, a dva vidletily do Rosii ta Bilorusi* [Defenders shot down 63 enemy drones; 46 did not reach targets, and two flew to Russia and Belarus].https://lb.ua/society/2025/01/01/653135_zahisniki_zbili_63_vorozhi_droni_46-.html
12. Novosti Donbassa. (2025, January 2). *Syly PPO Ukrainy zbyly 47 iz 72 vorozhykh droniv za nich 2 sichnia* [Ukraine's air defense shot down 47 of 72 enemy drones overnight on January 2]. https://novosti.dn.ua/news/388304-syly-ppo-ukrayiny-zbyly-47-iz-72-vorozhyh-droniv-za-nich-2-sichnya
13. ArmiiaInform. (2025, January 3). *Povitriani Syly ZSU: vnochi zbyto 60 vorozhykh BPLA, 26 droniv – ne dosiahly tsilei* [Air Force of the Armed Forces of Ukraine: 60 enemy UAVs shot down overnight; 26 did not reach targets]. https://armyinform.com.ua/2025/01/03/povitryani-syly-zsu-vnochi-zbyto-60-vorozhyh-bpla-26-droniv-ne-dosyagly-czilej/
14. Ukrainska Pravda. (2025, January 3). *Protypovitriana bytva tryvaie: PPO zbyla 3 rakety ta 13 droniv RF, Chernihovom potrapyly "Iskandery"* [Air defense battle continues: air defense shot down three missiles and 13 Russian drones; Iskander missiles hit near Chernihiv].. https://www.pravda.com.ua/news/2025/01/03/7491946/
15. Radio Svoboda. (2025, January 4). *Povitriani syly: vnochi zbyly 34 drony, 47 – ne dosiahly tsilei* [Air Force: 34 drones shot down overnight; 47 did not reach targets]. https://www.radiosvoboda.org/a/news-povitriani-syly-drony/33263055.html
16. Ukrainska Pravda. (2025, January 5). *Okupanty vnochi atakuvaly bilsh nizh sotneiu bezpilotnykiv* [Occupiers attacked overnight with more than a hundred drones]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/05/7492082/
17. Ukrainska Pravda. (2025, January 6). *Protypovitrianyi bii 6 sichnia: PPO zbyla nad Ukrainoiu 2 rakety Kh-59 ta maizhe 80 BPLA* [Air defense battle on January 6: two Kh-59 missiles and nearly 80 UAVs shot down over Ukraine]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/06/7492173/
18. Ukrainska Pravda. (2025, January 7). *Unochi PPO zbyla 28 bezpilotnykiv, 10 buly lokatsiino vtracheni* [Air defense shot down 28 UAVs overnight; 10 were lost from radar]. https://www.pravda.com.ua/news/2025/01/7/7492345/
19. Ukrainska Pravda. (2025, January 7). *Vnochi VMS znyshchyly dva rosiiski "Shahedy"* [Navy destroyed two Russian "Shahed" drones overnight]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/07/7492330/

20. MediaPort. (n.d.). *Rosiiska armiia atakuvala dronamy Chuhuiv* [Russian army attacked Chuhuiv with drones]. https://mediaport.ua/rosiyska-armiia-atakuvala-dronamy-chuhuiv/
21. Ukrainska Pravda. (2025, January 9). *PPO zbyla 46 rosiiskykh droniv, reshta 24 ne dosiahly tsilei – Povitriani syly* [Air defense shot down 46 Russian drones; the remaining 24 did not reach targets]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/09/7492675/
22. Ukrainska Pravda. (2025, January 10). *Protypovitrianyi bii 10 sichnia: PPO zbyla 33 bezpilotnyky v 11 oblastiakh* [Air defense battle on January 10: 33 UAVs shot down in 11 regions]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/10/7492849/
23. Ukrainska Pravda. (2025, January 11). *Rosiia atakuvala 74 BPLA – u semy oblastiakh zafiksovano poshkodzhennia* [Russia attacked with 74 UAVs; damage recorded in seven regions]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/11/7493017/
24. Espreso. (n.d.). *Syly PPO za nich znyshchyly 60 iz 94 rosiiskykh bezpilotnykiv* [Air defense destroyed 60 of 94 Russian UAVs overnight]. https://espreso.tv/viyna-z-rosiyeyu-sili-ppo-za-nich-znishchili-60-iz-94-rosiyskikh-bezpilotnikiv
25. Ukrainska Pravda. (2025, January 13). *U nich na 13 sichnia RF atakuvala bilsh nizh sotneiu droniv* [On the night of January 13, Russia attacked with more than a hundred drones]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/13/7493226/
26. Ukrainska Pravda. (2025, January 14). *Rosiiany atakuvaly 80 udarnymy bezpilotnykamy, 79 – ne dosiahly tsilei* [Russians attacked with 80 strike UAVs; 79 did not reach targets]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/14/7493430/
27. Suspilne. (2025). *Syly PPO vnochi zbyly 30 raket ta 47 bezpilotnykiv* [Air defense shot down 30 missiles and 47 UAVs overnight]. https://suspilne.media/925475-sili-ppo-vnoci-zbili-30-raket-ta-47-bezpilotnikiv/
28. Ukrainska Pravda. (2025, January 16). *Syly oborony zbyly 34 udarni drony v 11 oblastiakh Ukrainy* [Defense forces shot down 34 strike drones in 11 regions of Ukraine]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/16/7493819/
29. Ukrainska Pravda. (2025, January 16). *Ulamky rosiiskoho BPLA poshkodyly enerhetychnu infrastrukturu na Poltavshchyni – OVA* [Debris of a Russian UAV damaged energy infrastructure in Poltava region]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/16/7493811/
30. Obiektyv. (2025, January 17). *Sinehubov: po Kharkovu ta oblasti byly "Shahedamy", "Molniieiu" ta inshymy dronamy* [Sinehubov: Kharkiv and the region were attacked with "Shaheds," "Molniya," and other drones]. https://www.objectiv.tv/uk/objectively/2025/01/17/sinyegubov-po-harkovu-ta-oblasti-bili-shahedami-molniej-ta-inshimi-dronami/
31. Ukrainska Pravda. (2025, January 17). *Vnaslidok padinnia ulamkiv BPLA na Kyivshchyni postrazhdav 13-richnyi pidlitok i vyruiav pozhezha* [As a result of UAV debris falling in the Kyiv region, a 13-year-old teenager was injured and a fire broke out]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/17/7493993/
32. Ukrainska Pravda. (2025, January 17). *V Antonivtsi na Khersonshchyni rosiiany z drona vbyly cholovika na zupyntsi* [In Antonivka, Kherson region, Russians killed a man at a bus stop using a drone]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/17/7494008/
33. Ukrainska Pravda. (2025, January 17). *Protypovitrianyi bii 17 sichnia: PPO zbyla 33 udarni drony v 11 oblastiakh* [Air defense battle on January 17: air defense shot down 33 strike drones in 11 regions]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/17/7494012/
34. Ukrainska Pravda. (2025, January 18). *Kyiv atakuiut rosiiski udarni bezpilotnyky* [Kyiv is being attacked by Russian strike unmanned aerial vehicles]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/ 01/18/7494173/
35. Ukrainska Pravda. (2025, January 18). *Rosiia atakuvala Kyiv balistykoiu: troie zahyblykh* [Russia attacked Kyiv with ballistic missiles: three people killed]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/ 2025/01/18/7494180/

36. Ukrainska Pravda. (2025, January 18). *Syly PPO zbyly 2 iz 4 balistychnykh raket* [Air defense forces shot down 2 of 4 ballistic missiles].https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/18/7494186/
37. Ukrainska Pravda. (2025, January 18). *Rosiia vdarila balistykoiu po Zaporizhzhiu: desiatero liudei poraneno* [Russia struck Zaporizhzhia with ballistic missiles: ten people wounded]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/18/7494182/
38. Ukrainska Pravda. (2025, January 18). *Odnu z balistychnykh raket zbyly na malii vysoti – Povitriani syly pro naslidky udaru RF u Kyievi* [One ballistic missile was shot down at low altitude—Air Force on the consequences of the Russian strike on Kyiv]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/18/7494187/
39. Ukrainska Pravda. (2025, January 19). *Syly PPO zbyly 43 iz 61 bezpilotnyka* [Air defense forces shot down 43 of 61 unmanned aerial vehicles]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/ 01/19/7494292/
40. Ukrainska Pravda. (2025, January 19). *Na Kyivshchyni pratsiuvala PPO, ranishe ulamky BPLA poshkodyly budivliu ta avto* [Air defense operated in the Kyiv region; earlier UAV debris damaged a building and vehicles]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/19/7494337/
41. Ukrainska Pravda. (2025, January 20). *U Kyievi oholoshuvaly povitrianu tryvohu cherez raketnu nebezpeku* [An air raid alert was declared in Kyiv due to a missile threat]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/20/7494371/
42. Ukrainska Pravda. (2025, January 20). *U nich na 20 sichnia RF atakuvala balistykoiu ta dronamy: PPO zbyla 93 bezpilotnyky* [On the night of January 20, Russia attacked with ballistic missiles and drones; air defense shot down 93 UAVs]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01 /20/7494388/
43. Ukrainska Pravda. (2025, January 20). *U Kyievi ta nyztsi oblastei oholoshuvaly povitrianu tryvohu. Voroh zavdav udaru po Sumskyi oblasti* [Air raid alerts were declared in Kyiv and several regions; the enemy struck the Sumy region]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/20/7494416/
44. ArmiiaInform. (2025, January 21). *Syly PPO zbyly 72 udarni BPLA voroha, shche 59 droniv – ne dosiahly tsilei* [Air defense forces shot down 72 enemy strike UAVs; another 59 drones did not reach targets]. https://armyinform.com.ua/2025/01/21/syly-ppo-zbyly-72-udarni-bpla-voroga-shhe-59-droniv-ne-dosyagly-czilej/
45. Ukrainska Pravda. (2025, January 21). *Rosiia vnochi atakuvala balistykoiu ta 131 dronom – zhodnyi BPLA ne dosiah mety* [Russia attacked overnight with ballistic missiles and 131 drones; no UAV reached its target]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/21/7494561/
46. Ukrainska Pravda. (2025, January 22). *Rosiia atakuvala Mykolaiv simoma bezpilotnykamy: poshkodzheno zhytlovi budynky, ye postrazhdali* [Russia attacked Mykolaiv with seven UAVs: residential buildings damaged and casualties reported]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/22/7494689/47
47. Ukrainska Pravda. (2025, January 22). *U nich proty 22 sichnia Rosiia atakuvala 99 bezpilotnykamy: PPO zbyla 65 droniv* [On the night of January 22, Russia attacked with 99 UAVs; air defense shot down 65 drones]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/22/7494744/
48. Ukrainska Pravda. (2025, January 22). *Ukraina pochervonila z zahrozy balistyky* [Ukraine “turned red” due to the threat of ballistic missiles]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/22/ 7494813/
49. Ukrainska Pravda. (2025, January 23). *RF atakuvala balistykoiu ta dronamy* [The Russian Federation attacked with ballistic missiles and drones]. https://www.pravda.com.ua/rus/archives/ date_23012025/

50. Ukrainska Pravda. (2025, January 23). *Pislia ataky droniv stala pozhezha* [A fire broke out after a drone attack]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/ 01/23/7494860/
51. Ukrainska Pravda. (2025, January 23). *23 sichnia PPO zbyla 57 droniv* [On January 23, air defense shot down 57 drones]. https://www.pravda.com.ua/rus/archives/date_23012025/
52. Ukrainska Pravda. (2025, January 24). *Ataka 58 bezpilotnykamy: 25 droniv zbyto, 27 lokatsiino vtracheno* [Attack with 58 UAVs: 25 drones shot down, 27 lost from radar]. https://www.pravda.com.ua/rus/archives/date_24012025/
53. Ukrainska Pravda. (2025, January 24). *Ruske atakuvaly dronamy* [The settlement of Ruske was attacked by drones]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/24/7495143/
54. Ukrainska Pravda. (2025, January 25). *Na Kyivshchyni zruinovano budynok ta pidpryiemstvo* [A house and an enterprise were destroyed in the Kyiv region]. https://www.pravda.com.ua/rus/ archives/date_25012025/
55. Ukrainska Pravda. (2025, January 25). *PPO zbylo dvi aviatsiini rakety ta pil sotni droniv* [Air defense shot down two air-launched missiles and about half a hundred drones]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/ 01/25/7495216/
56. Ukrainska Pravda. (2025, January 26). *Rosiia za tyzhden zapustyla 750 droniv* [Russia launched 750 drones in one week]. https://www.pravda.com.ua/rus/archives/ date_26012025/
57. Ukrainska Pravda. (2025, January 26). *Nad Ukrainoiu zbyly 50 BPLA* [50 UAVs were shot down over Ukraine]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/26/7495306/
58. Ukrainska Pravda. (2025, January 27). *U Dnipri poshkodzhena bahatopoverkhivka* [A high-rise residential building was damaged in Dnipro]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/ 01/27/7495398/
59. Ukrainska Pravda. (2025, January 28). *RF 28 sichnia atakuvala 100 dronamy* [On January 28, the Russian Federation attacked with 100 drones]. https://www.pravda.com.ua/rus/archives/ date_28012025/
60. Ukrainska Pravda. (2025, January 28). *Dronova ataka: na Kyivshchyni poshkodzheno muzei retro-mashyn, budynky ta avto* [Drone attack: a retro-car museum, houses, and vehicles were damaged in the Kyiv region]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/28/7495584/
61. Ukrainska Pravda. (2025, January 28). *Rosiiska dronova ataka 28 sichnia: poshkodzhennia zafiksovano u 7 oblastiakh* [Russian drone attack on January 28: damage recorded in seven regions]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/28/7495593/
62. Ukrainska Pravda. (2025, January 29). *RF atakuvala Ukrainu 57 dronamy* [The Russian Federation attacked Ukraine with 57 drones]. https://www.pravda.com.ua/rus/archives/date_29012025/
63. Ukrainska Pravda. (2025, January 29). *U Kyievi ulamky rosiiskoho drona vpaly na stantsii metro* [In Kyiv, debris of a Russian drone fell at a metro station]. https://www.pravda.com.ua/rus/ news/2025/01/29/7495737/
64. Ukrainska Pravda. (2025, January 29). *Rosiia atakuvala Ukrainu 57 dronamy, 29 vdalosia zbyty* [Russia attacked Ukraine with 57 drones; 29 were successfully shot down]. https://www.pravda.com.ua/rus/ news/2025/01/29/7495754/
65. Ukrainska Pravda. (2025, January 30). *Nad Ukrainoiu zbyly 37 droniv, ale ye vluchannia* [37 drones were shot down over Ukraine, but there were impacts]. https://www.pravda.com.ua/rus/ archives/date_30012025/
66. Ukrainska Pravda. (2025, January 30). *Rosiiska "Molniia" vdarila po Kharkovu* [A Russian "Molniya" struck Kharkiv]. https://www.pravda.com.ua/rus/archives/ date_30012025/
67. Ukrainska Pravda. (2025, January 31). *Protypovitrianyi bii 31 sichnia* [Air defense battle on January 31]. https://www.pravda.com.ua/rus/news/2025/01/31/7496112/

Оцінювання ефективності приладів для моніторингу стійкості будівельних конструкцій під час рятувальних робіт у зоні руйнувань

Assessment of the Effectiveness of Devices for Monitoring the Stability of Building Structures During Rescue Operations in Debris Zones

Аліна Перегін [A]
Corresponding author: PhD, науковий співробітник, e-mail: perehin_alina@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-2062-5537

Артем Гузь [A]
здобувач, e-mail: huz_artem@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0009-0004-8869-2423

Роман Шевченко [A]
доктор технічних наук, заступник начальника центру, e-mail: shevchenko_roman@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-9634-6943

Роман Мележик [A]
PhD, науковий співробітник, e-mail: melezhyk_roman@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-6425-4147

Володимир Липовий [A]
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри, e-mail: lypovyi_volodymyr@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-1967-0720

Валерій Стрілець [B]
кандидат технічних наук, e-mail: V.strelec.brand@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1913-7878

Alina Perehin [A]
Corresponding author: PhD, Researcher, e-mail: perehin_alina@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0003-2062-5537

Artem Huz [A]
PhD student, e-mail: huz_artem@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0009-0004-8869-2423

Roman Shevchenko [A]
Doctor of Technical Sciences, Deputy Head of the Center, e-mail: shevchenko_roman@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-9634-6943

Roman Melezhyk [A]
PhD, researcher, e-mail: melezhyk_roman@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-6425-4147

Volodymyr Lypovyi [A]
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department, e-mail: lypovyi_volodymyr@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0002-1967-0720

Valerii Strilets [B]
Candidate of Technical Sciences, e-mail: V.strelec.brand@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1913-7878

[A] Національний університет цивільного захисту України, Черкаси, Україна
[B] Гуманітарна міжнародна організація “The Halo Trus”, Київ, Україна

[A] National University of Civil Protection of Ukraine, Cherkasy, Ukraine
[B] Гуманітарна міжнародна організація “The Halo Trus”, Київ, Україна

Received: November 29, 2025 | Revised: December 16, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.18

Мета роботи. Визначення найбільш ефективного обладнання для рятувальників ДСНС, з метою підвищення безпеки та ефективності проведення рятувальних операцій у зоні руйнувань.

Метод дослідження. Аналітичний огляд світового досвіду застосування сенсорних технологій у рятувальних операціях, вивчення їх технічних характеристик, принципів роботи та практичних прикладів застосування, а також порівняльного аналізу їх ефективності під час виконання рятувальних робіт у зоні руйнувань.

Результати дослідження. Відібрано шість інноваційних приладів для моніторингу стану конструкцій; встановлено, що Leader WASP та Leader SENTRY B1 є найбільш ефективними для оперативного попередження про небезпечні переміщення та створення безпечних зон роботи рятувальників; обґрунтовано, що жоден прилад не є універсальним — ефективність залежить від типу пошкодження, умов доступу, необхідної швидкості оповіщення та масштабу руйнування.

Теоретична цінність дослідження. Робота систематизує сучасні технічні рішення для моніторингу структурної стійкості будівель, узагальнюючи світовий досвід застосування сенсорних систем і формуючи наукову основу для впровадження багаторівневого моніторингу конструкцій під час рятувальних робіт.

Практична цінність дослідження. Отримані результати дозволяють обґрунтовано обирати прилади для оперативного моніторингу нестабільних конструкцій; підвищити рівень безпеки рятувальників та зменшити ризик вторинних обвалів; формувати комбіновані системи моніторингу, адаптовані до умов воєнного часу (мобільність, автономність, швидке розгортання, робота у важкодоступних місцях).

Purpose. To identify the most effective equipment for rescuers of the State Emergency Service of Ukraine in order to enhance safety and improve the efficiency of rescue operations in destruction zones.

Method. An analytical review of global experience in the use of sensor technologies during rescue operations, an examination of their technical characteristics, operating principles, and practical applications, as well as a comparative analysis of their effectiveness during rescue work in areas of structural collapse.

Findings. Six innovative devices for structural condition monitoring were selected. It was established that the Leader WASP and Leader SENTRY B1 are the most effective for timely warning of hazardous displacements and for creating safe working zones for rescuers of the State Emergency Service of Ukraine. It was also determined that no single device is universal — their effectiveness depends on the type of damage, access conditions, required response speed, and the scale of destruction.

Theoretical implications. the work systematizes modern technical solutions for monitoring the structural stability of buildings, summarizing international experience with sensor systems and forming a scientific foundation for implementing multi-level structural monitoring during rescue operations.

Practical implications. the obtained results allow for informed selection of devices for real-time monitoring of unstable structures, increase the safety of rescuers, reduce the risk of secondary collapses, and enable the development of combined monitoring systems adapted to wartime conditions (mobility, autonomy, rapid deployment, and suitability for hard-to-reach locations).

Originality. For the first time in the context of the State Emergency Service of Ukraine, a comprehensive comparative analysis of devices with different technological principles (inclinometers, accelerometers, crack gauges, laser systems, and multiparametric monitoring

Цінність дослідження. Уперше для умов ДСНС України проведено комплексний порівняльний аналіз приладів різної технологічної природи (інклінометри, акселерометри, тріщиноміри, лазерні та багатопараметричні системи), що дає можливість сформувати практичні рекомендації щодо їхнього впровадження у рятувальні операції.

Обмеження дослідження. Обмеження стосуються відсутності власних натурних випробувань приладів у реальних умовах руйнувань; залежності ефективності приладів від можливості доступу до об'єкта та якості початкових даних про стан споруди.

Тип статті: Оглядовий.

Ключові слова: моніторинг, будівельна конструкція, будівля, забезпечення безпеки.

devices) has been conducted, allowing for the development of practical recommendations for their implementation in rescue operations.

Research limitations. The limitations concern the absence of full-scale field testing of the devices under real collapse conditions, as well as the dependence of device effectiveness on accessibility and the quality of initial data regarding the structural condition. Future research may focus on integrated sensor systems and their operational testing.

Paper type. Review.

Key words: Monitoring, Building Structure, Building, Safety Assurance.

Вступ

Забезпечення стійкості пошкоджених будівель і споруд під час рятувальних робіт є одним із найважливіших викликів, з якими стикаються підрозділи екстреного реагування в усьому світі. В умовах масштабних руйнувань, особливо під час воєнних дій, рятувальники Державної служби України з надзвичайних ситуацій зазнають значних ризиків, пов'язаних із повторними обвалами, прихованими зміщеннями конструкцій та непередбачуваними деформаціями частково зруйнованих будівель. Своєчасне виявлення небезпечних рухів і безперервний моніторинг поведінки конструкцій є ключовими для запобігання травмам і загибелі особового складу.

Сучасні сенсорні технології відкривають нові можливості для оцінювання стійкості конструкцій у режимі реального часу, дозволяючи рятувальникам визначати небезпечні ділянки, контролювати доступ до нестабільних зон і приймати обґрунтовані оперативні рішення. Протягом останнього десятиліття в різних країнах було розроблено й упроваджено широкий спектр моніторингових пристроїв — інклінометрів, акселерометрів, датчиків контролю тріщин, лазерних систем попередження та багатопараметричних бездротових сенсорів — для підвищення безпеки рятувальних операцій.

Попри наявність таких технологій на світовому ринку, їх застосування в оперативній діяльності ДСНС України залишається обмеженим. Відсутність систематизованої інформації щодо технічних характеристик, функціональних можливостей і придатності цих приладів до роботи в умовах завалів ускладнює процес вибору оптимального обладнання для практичного використання.

Тому проведення комплексного аналізу сучасних моніторингових пристроїв є важливим для визначення їх потенційної ефективності у підвищенні безпеки та результативності рятувальних операцій в Україні. У цьому дослідженні розглянуто технічні параметри, принципи роботи та практичну застосовність найсучасніших приладів, що використовуються у світі, з метою визначення інструментів, які можуть бути успішно інтегровані в роботу українських рятувальників у реальних умовах надзвичайних ситуацій.

Теоретичні основи дослідження

Раніше у практиці ДСНС для контролю стану конструкцій у зоні руйнувань використовувалися переважно прості механічні тріщиноміри, рейкові індикатори та геодезичні методи спостережень, що передбачали ручну фіксацію змін положення елементів будівлі. Такі підходи мають суттєві обмеження – низьку точність вимірювань, відсутність можливості контролю в реальному часі та неможливість використання у важкодоступних або небезпечних зонах.

На відміну від цього, сучасні прилади, розглянуті у статті, дозволяють здійснювати автоматизований, бездротовий та безперервний моніторинг, забезпечуючи миттєве сповіщення про зміщення або вібрації конструкцій. Це суттєво підвищує безпеку рятувальників, оскільки усуває потребу у безпосередній присутності людини в небезпечній зоні.

Згідно з аналітичними оглядами Європейського агентства цивільного захисту (ERCC) [1] та технічними звітами Федерального агентство з надзвичайних ситуацій США FEMA [2], впровадження інклінометричних, лазерних та вібраційних сенсорів дозволяє зменшити ризики травм під час проведення рятувальних операцій на 40 – 60%.

У статтях журналу Sensors (2023) [3] та Engineering Structures (2024) [4] також описано позитивний досвід використання сенсорних мереж для моніторингу стану будівель після землетрусів, вибухів і техногенних катастроф, зокрема в Італії, Туреччині, США, де подібні технології вже стали частиною стандартних протоколів реагування.

Крім того, дослідження Массачусетського технологічного інституту MIT (2024) [5] довели ефективність бездротових систем тріщиномірів та акселерометрів для оцінки структурної стабільності в умовах обмеженого доступу до об’єкта.

Таким чином, проблема полягає не лише у відсутності обладнання, а й у недостатньому рівні інтеграції сучасних рішень у щоденну практику рятувальників ДСНС. Саме тому аналіз доступних на ринку систем моніторингу з фокусом на реальні умови експлуатації – є необхідним етапом у реформуванні підходів до безпечної роботи у зоні руйнувань.

Постановка проблеми

Повномасштабна війна в Україні призвела до руйнування тисяч житлових будинків, адміністративних та промислових споруд. Часто рятувальники змушені працювати в умовах надзвичайної небезпеки – під уламками, біля нестабільних конструкцій, які можуть будь-якої миті обвалитися. Під час таких робіт важливо мати технологічні прилади, які здатні оперативно виявити найменші зміни у стані будівельної конструкції та попередити особовий склад про загрозу небезпеки. Дані прилади можуть не лише врятувати життя, а й дозволяють організувати ефективну та безпечну роботу в небезпечних місцях.

За даними Мінінфраструктури та ДСНС, тисячі об’єктів залишаються в аварійному стані або частково зруйновані, при цьому роботи з розбору завалів відбуваються майже щодня в умовах постійних обстрілів та підвищеної небезпеки. Основна проблема – відсутність оперативної оцінки стабільності конструкцій у зоні ураження, що може призвести до вторинних обвалів і загибелі рятувальників, військових чи цивільних.

Наразі звичайні методи візуального обстеження та спостереження за будівлею не відповідають викликам часу, особливо в умовах швидких рятувальних операцій, коли кожна секунда може коштувати життя. Водночас світова практика демонструє, що використання автоматизованих сенсорних систем і пристроїв моніторингу здатні кардинально змінити ситуацію на краще.

Методологія дослідження

Мета дослідження – визначення найбільш ефективного обладнання для рятувальників ДСНС, з метою підвищення безпеки та ефективності проведення рятувальних операцій у зоні руйнувань.

Для досягнення поставленої мети необхідно провести: аналіз світового досвіду впровадження сенсорних систем у проведенні рятувальних робіт; огляд та відбір шести сучасних приладів для моніторингу структурних рухів, вібрацій і деформацій від провідних виробників Франції, США та Німеччини; порівняльний аналіз технічних характеристик.

Об’єктом дослідження є процес забезпечення безпеки рятувальників під час виконання робіт у зоні руйнувань будівель та споруд.

Предметом дослідження є сучасні прилади і системи моніторингу структурних рухів, вібрацій та деформацій будівельних конструкцій у реальному часі.

Результати

У процесі дослідження було відібрано шість сучасних приладів для моніторингу стану будівельних конструкцій, що можуть застосовуватися в умовах проведення рятувальних робіт в Україні. До переліку увійшли системи з Франції, США та Німеччини, які забезпечують контроль нахилу, вібрацій, тріщин, переміщень та структурних рухів у реальному часі.

Пристрій Leader WASP (рис. 1.) призначений для моніторингу та оповіщення про небезпеку. Даний пристрій завчасно попереджає рятувальників про рух конструкції, дозволяючи їм усвідомити, що їхні дії можуть призвести до обвалу нестабільної конструкції.



Рисунок 1 – Система оперативного моніторингу нестабільних конструкцій Leader WASP

Контролер стабільності Leader WASP є високотехнологічним приладом для моніторингу руху та вібрацій нестабільних конструкцій у режимі реального часу. Основним завданням пристрою є підвищення рівня безпеки особового складу під час виконання пошуково-рятувальних робіт у зонах із потенційною загрозою обвалу. Прилад забезпечує безперервне відстеження навіть мінімальних зміщень та вібрацій конструкцій, до яких він прикріплений.

Під час рятувальних робіт пристрій Leader WASP закріплюють безпосередньо на елементах конструкції або техніці, що створює загрозу зміщення. Наприклад, у випадку з екскаватором, який перебував у нестійкому положенні (рис. 2.), сенсор закріпили на основі стріли біля осі обертання. Це дозволило контролювати навіть мінімальні рухи машини, що могли призвести до додаткового обвалу або травмування особового складу. Система подавала звукові та світлові сигнали при перевищенні заданого порогу коливань, що дало можливість рятувальникам оперативно відступити у безпечну зону.

Технічні можливості Leader WASP включають:

виявлення обертальних рухів понад 360° у трьох напрямках;

фіксацію вібрацій у діапазоні від 0,5 Гц до 100 Гц;

миттєве сповіщення про перевищення допустимого порогу руху за допомогою потужної звукової та візуальної сигналізації.

Магнітна основа забезпечує швидке та надійне кріплення пристрою до металевих поверхонь, а додаткові монтажні аксесуари дозволяють встановлювати його на скляних, бетонних та інших типах конструкцій. Компактність, мала вага та простота використання роблять Leader WASP ефективним інструментом для оперативного розгортання у польових умовах.

На рис. 2 відображено застосування Leader WASP в реальних умовах.



Рисунок 2 – Практичне застосування Leader WASP

Практичне застосування даного приладу було продемонстровано наприкінці травня під час рятувальної операції, проведеної підрозділами SDIS 06 (Пожежно-рятувальна служба департаменту Приморських Альп, Франція). У ході інциденту потерпілий опинився під екскаватором, що перебував у нестійкому положенні. Закріплений на будівельній машині Leader WASP здійснював постійний контроль її рухів і вібрацій, миттєво попереджаючи про небезпечні зміщення [6].

Завдяки цьому рятувальна команда змогла зосередитися на евакуації постраждалого, мінімізувавши ризики для власної безпеки та запобігти можливому вторинному обвалу. Досвід цієї операції підтверджує, що використання систем моніторингу руху, таких як Leader WASP, є важливим елементом сучасних технологій безпеки у пошуково-рятувальних роботах.

Leader SENTRY B1 – високоточний телеметр для моніторингу руху нестабільних конструкцій і попередження про загрозу їхнього обвалу (рис. 3.). Пристрій розроблений для використання під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, таких як: землетруси, пожежі, вибухи, дорожні аварії та інші надзвичайні ситуації, або де є ризик руйнування будівлі.



Рисунок 3 – Монітор стійкості Leader SENTRY B1

Технічні можливості Leader SENTRY B1 включають [7]:

високу чутливість – виявляє рух конструкції розміром від 1 мм на відстані до 50 м;

точне наведення – телескопічний приціл (2.5× / 10×, Ø 40 мм) допомагає точно направити лазер на цільову нестабільну конструкцію;

сигналізація – потужний звуковий сигнал 105 дБ та 360° світлова індикація миттєво сповіщають про рух конструкції;

регулювання порогу чутливості – від 2 мм до 100 мм з точністю 1 мм;

відображення даних – OLED-дисплей з високою контрастністю, зручний для роботи навіть у рукавичках;

можливість підключення двох лазерів – для одночасного моніторингу двох напрямків (дротово або бездротово, до 100 м);

підтримка живлення від мережі (110 – 240 V) або автомобіля (12/24 V);

міцність – ступінь захисту IP55, стійкість до падіння з 2 м на бетон;

комплектації – від базового набору з одним лазером до розширених польових комплектів з дистанційним керуванням і додатковими акумуляторами.

На рис. 4 відображено застосування Leader SENTRY B1 в реальних умовах.



Рисунок 4 – Практичне застосування Leader SENTRY B1

Практичне застосування даного приладу було продемонстровано у Люневілі (Франція) вантажний автомобіль врізався в житловий будинок (рис. 4.). За допомогою монітору стійкості Leader SENTRY B1 було забезпечено безпечну зону для проведення рятувальної операції. Даний пристрій дозволяє рятувальникам отримувати візуальну та звукову сигналізацію про виявлення навіть незначного руху конструкції.

Безпечна зона у даному випадку створювалася завдяки точному визначенню меж руху конструкції. Лазерний промінь Leader SENTRY B1 фіксував навіть мінімальні зміщення стіни, на яку він був спрямований, і при перевищенні порогу чутливості вмикав сигналізацію. Це дало змогу рятувальникам встановити конкретну межу, в межах якої можна було безпечно проводити евакуацію постраждалих.

Використання цього пристрою дозволяє знизити небезпеку для рятувальників і підвищити ефективність пошуково-рятувальних операцій.

Ще одним прикладом високотехнологічних рішень для моніторингу нестабільних конструкцій є бездротовий інклінометр SenSpot™ (Resensys, США) (рис. 5.). Прилад призначений для точного вимірювання нахилу, прогину, вигину та осідання опор, пілонів, настилів і прольотів. Він здатний фіксувати навіть найменші зміни у вертикальному та горизонтальному положенні конструкційних елементів, забезпечуючи раннє виявлення небезпечних деформацій.



Рисунок 5 – Бездротовий датчик нахилу/схилу SenSpot™

Технічні характеристики SenSpot™ [8]:

вага близько 400 г;

автономна робота без заміни батареї – понад 10 років;

монтаж без свердління (самоклеюча основа для сталі) або з фланцевим кріпленням (для бетону), час встановлення – 1-2 хвилини;

висока точність: вузький діапазон – ≤ 0,0003°, середній – ≤ 0,003°;

робочий температурний діапазон – від - 40 до +65 °С;

дальність бездротового зв’язку – до 1 км у вільному просторі;

додаткові параметри: температура, напруга акумулятора.

Завдяки компактності, простоті встановлення, автономності та точності SenSpot™ може бути ефективно інтегрований у роботу підрозділів ДСНС для моніторингу будівель та споруд, що перебувають у нестабільному стані.

Однак сам по собі контроль лише нахилу не дає повної картини про стан конструкції, особливо коли йдеться про динамічні навантаження. Для цього доцільно доповнювати систему бездротовим датчиком вібрації та акселерометра SenSpot™, (рис. 6.)



Рисунок 6 – Бездротовий датчик вібрації та акселерометра – SenSpot™

Даний датчик призначений для моніторингу коливань конструкцій. Забезпечує високоточне вимірювання вібрацій у режимі реального часу, що дає змогу виявляти потенційні пошкодження на ранній стадії та оперативно реагувати.

Технічні характеристики даного приладу включають:

термін служби без заміни батареї: мінімум 10 років;

вага: близько 120 г;

просте встановлення: самоклеюче або фланцеве кріплення;

робочий температурний діапазон: від -40°C до +65°C;

дальність зв’язку: до 1 км у вільному просторі;

додаткові дані: температура, напруга батареї.

Бездротовий датчик вібрації та акселерометра дозволяє відслідковувати коливання та вібраційні впливи на будівлю. Його висока чутливість дає змогу виявляти навіть слабкі сейсмічні хвилі або механічні удари. Як і датчик нахилу, він має тривалий ресурс автономної роботи, працює в широкому температурному діапазоні та передає дані у реальному часі.

Проте, коли мова йде про контроль вже наявних пошкоджень – тріщин, деформаційних швів чи локальних зміщень, – найбільш ефективним стає використання бездротового вимірювача переміщення/тріщиноміра SenSpot™, (рис.7).



Рисунок 7 – Бездротовий вимірювач переміщення/тріщиномір SenSpot™

Пристрій призначений для контролю прогресу існуючих тріщин, деформаційних швів та інших змін геометрії конструкцій. Використовує ковзний елемент, що реагує на структурні зміщення.

Технічні характеристики тріщиноміра включають:

тривалий термін роботи без заміни батареї: до 10 років;

вага: бездротовий передавач – 120 г; датчик переміщення – 100 г;

просте встановлення (самоклеюче або фланцеве кріплення);

висока точність: роздільна здатність 0,01 мм;

робочий температурний діапазон: від -40°C до +65°C;

дальність бездротового зв’язку: до 1 км у вільному просторі;

додаткові дані: температура, напруга батареї.

Цей пристрій здатний фіксувати зміни з роздільною здатністю до 0,01 мм, що дає змогу оцінювати динаміку розвитку дефектів із максимальною точністю. Завдяки бездротовому передавачу та автономному живленню прилад можна встановлювати навіть у важкодоступних місцях без прокладання кабелів.

У реальних умовах підрозділи цивільного захисту можуть розміщувати сенсори SenSpot™ безпосередньо на тріснутих опорах, перекриттях або стінах, які становлять загрозу обвалу. Завдяки малим габаритам і можливості монтажу без свердління пристрій можна встановити за 1–2 хвилини, а дані передаються на мобільну станцію або планшет. Це забезпечує контроль стабільності конструкцій навіть під час виконання пошуково-рятувальних дій у зоні зруйнувань.

Водночас у випадках, коли необхідно отримати комплексну інформацію про вібраційні процеси в масштабах усього об’єкта, варто застосовувати більш потужні системи, такі як MENHIR (модульний покращений інтелектуальний реєстратор) (рис. 8.).



Рисунок 8 – MENHIR – модульний покращений інтелектуальний реєстратор

На відміну від окремих сенсорів SenSpot™, MENHIR здатен одночасно збирати великі масиви даних, передавати їх через WLAN для онлайн-аналізу та інтегрувати у централізовані системи моніторингу [9]. Він ефективний для екологічного моніторингу, промислових та транспортних об’єктів. Таким чином, логіка побудови сучасної системи моніторингу в реальному часі може ґрунтуватися на поєднанні кількох типів приладів: датчики нахилу для раннього виявлення деформацій, акселерометри для аналізу динамічних впливів, тріщиноміри для точного відстеження локальних пошкоджень і комплексні реєстратори для збору та аналізу багатопараметричних даних. Такий підхід дозволяє створити багаторівневу систему, здатну вчасно сигналізувати про небезпеку, зменшувати ризики для рятувальників та підвищувати безпеку об’єктів.

Здійснивши огляд шести сучасних приладів із Франції, США та Німеччини встановлено, що кожен із них має власні переваги та обмеження у контексті використання під час рятувальних операцій. Наприклад, Leader WASP та Leader SENTRY B1 відзначаються високою точністю та миттєвим оповіщенням про зміщення, проте їх ефективність більше орієнтована на контроль локальних зон нестабільності. Натомість серія сенсорів SenSpot™ (інклінометри, акселерометри та тріщиноміри) забезпечує автономність, мобільність і тривалий час роботи без обслуговування, що робить їх зручними для розгортання у зонах з обмеженим доступом.

Водночас багатофункціональний реєстратор MENHIR вирізняється здатністю збирати великі масиви даних і формувати цілісну картину стану об'єкта, проте його застосування вимагає більшої підготовки та наявності мережевої інфраструктури.

Таким чином, стає очевидним, що жоден із розглянутих приладів не є універсальним рішенням для всіх сценаріїв. Їхня ефективність визначається конкретними умовами експлуатації – масштабом руйнування, доступністю об'єкта, часом, який рятувальники можуть витратити на встановлення обладнання, а також рівнем загроз у зоні надзвичайної ситуації. Саме тому доцільно перейти до порівняльного аналізу технічних характеристик та функціональних можливостей цих пристроїв, що дозволить оцінити їхню придатність для використання у практиці ДСНС.

Таблиця 1. Порівняльний аналіз приладів для моніторингу стану будівель

№ з/п	Прилад	Точність	Автономність	Монтаж/ мобільність	Придатність до умов України
1.	**Leader WASP (Франція)**	Виявлення обертальних рухів >360°; вібрації 0,5–100 Гц	Живлення від батарей, обмежений час	Магнітна основа, компактний, швидке кріплення	Швидке розгортання, сигналізація у реальному часі
2.	**Leader SENTRY B1 (Франція)**	Виявлення руху від 1 мм на відстані до 50 м; точність 1 мм	Живлення від мережі/авто; акумулятори	Телескопічне наведення, стаціонарна установка	Ефективний у точкових рятувальних операціях
3.	**SenSpot™ інклінометр (США)**	≤0,0003° (вузький діапазон), ≤0,003° (середній)	До 10 років без заміни батареї	Самоклеюча/фланцева основа, монтаж 1–2 хв	Мобільність, робота у бойових умовах
4.	**SenSpot™ акселерометр (США)**	Висока чутливість до слабких вібрацій	До 10 років без заміни батареї	Самоклеюча/фланцева основа, вага 120 г	Для виявлення вібрацій і ударів у реальному часі
5.	**SenSpot™ тріщиномір (США)**	Роздільна здатність 0,01 мм	До 10 років без заміни батареї	Самоклеюча/фланцева основа, вага 220 г	Для контролю тріщин у небезпечних зонах
6.	**MENHIR (Німеччина)**	Багатопараметричні дані; точність залежить від сенсорів	Живлення від мережі; потребує WLAN	-	Для збору великих масивів даних

Проведений аналіз сучасних приладів для моніторингу стану будівельних конструкцій у реальному часі показав, що використання таких технологій є критично необхідним для забезпечення безпеки рятувальників у зоні руйнувань. Кожен із розглянутих пристроїв має свої переваги: системи Leader WASP та Leader SENTRY B1 забезпечують високу точність та оперативне сповіщення про небезпечні зміщення; сенсори SenSpot™ вирізняються автономністю, мобільністю та тривалим терміном роботи без обслуговування; комплексна система MENHIR надає можливість багатопараметричного аналізу в масштабах великих об'єктів.

Найбільш ефективним підходом є поєднання декількох типів сенсорів і систем у єдиній багаторівневій мережі моніторингу, що дозволяє контролювати як локальні деформації, так і загальний стан конструкцій. Це дає можливість своєчасно попереджати особовий склад про небезпеку, знижувати ризик вторинних обвалів та організовувати більш безпечні й ефективні рятувальні операції.

Незважаючи на переваги, кожен із розглянутих приладів має певні обмеження. Leader WASP та Leader SENTRY B1 потребують ретельного налаштування перед використанням і можуть бути менш ефективними за умов сильних вібрацій або пилу. Серія SenSpot™ характеризується високою точністю, але потребує наявності стабільного бездротового зв'язку, що може бути проблемою у зонах активних руйнувань. Система MENHIR, попри широкі аналітичні можливості, вимагає підготовленого персоналу та доступу до мережевої інфраструктури, що обмежує її застосування у польових умовах.

Водночас в Україні поки що відсутні офіційні методики використання таких систем у діяльності ДСНС, що ускладнює їх оперативне впровадження. Саме тому подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку методичних рекомендацій щодо практичного застосування пристроїв моніторингу під час рятувальних операцій.

Висновки

Моніторинг конструкцій у реальному часі відіграє критично важливу роль у забезпеченні безпеки під час рятувальних операцій, будівництва та експлуатації об'єктів. Технологічні прилади, представлені у даній статті, демонструють високий рівень розвитку систем раннього попередження, які поєднують точність, автономність та оперативне реагування.

Найбільш перспективними є бездротові сенсори з довготривалим терміном служби та високою точністю. Водночас пристрої з функцією звукового та світлового оповіщення мають перевагу в екстрених ситуаціях.

Відповідно до проведеного аналізу, встановлено, що перспективним напрямом для ДСНС є впровадження комбінованих систем моніторингу, які враховують специфіку умов воєнного часу: обмежений час на розгортання обладнання, високу мобільність, потребу в автономності та можливість роботи у важкодоступних місцях. Це дозволить суттєво підвищити рівень безпеки та зменшити кількість втрат серед рятувальників і цивільного населення.

Порівняння з традиційними засобами моніторингу, які раніше застосовувалися у підрозділах ДСНС, підтвердило суттєву перевагу сучасних сенсорних систем – як за точністю, так і за оперативністю передачі даних. Вони дозволяють перейти від суб'єктивних візуальних оцінок до цифрового моніторингу, який дає змогу своєчасно попереджати про небезпеку і мінімізувати людський фактор у прийнятті рішень.

Отримані результати свідчать, що найбільш ефективними для оперативного реагування у зоні руйнувань є пристрої Leader WASP та Leader SENTRY B1, оскільки вони забезпечують миттєве оповіщення про зміщення та дозволяють швидко створювати безпечну зону для роботи рятувальників.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Центр координації реагування на надзвичайні ситуації [Електронний ресурс]. – URL: https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/what/civil-protection/emergency-

response-coordination-centre-ercc_en.
2. Федеральне агентство з надзвичайних ситуацій США [Електронний ресурс]. – URL: https://www.fema.gov/about/reports-and-data.
3. Статті журналу Sensors [Електронний ресурс]. – URL: https://www.mdpi.com/journal/sensors.
4. Engineering Structures – Інженерні споруди [Електронний ресурс]. – URL: https://www.sciencedirect.com/journal/engineering-structures.
5. Массачусетський технологічний інститут MIT [Електронний ресурс]. – URL: https://www.mit.edu/.
6. Система моніторингу руху LEADER WASP [Електронний ресурс]. – URL: https://www.leader-group.company/en/news/generales/use-leader-wasp-stability-controller-during-search-and-rescue-operation.
7. Телеметр руху конструкцій Leader SENTRY [Електронний ресурс]. – URL: https://www.leader-group.company/en/safety-and-monitoring-equipment/structural-movement-monitor-telemeter-stability-controller/structural-movement-telemeter-leader-sentry-b1.
8. Бездротовий датчик нахилу/схилу SenSpot™ [Електронний ресурс]. – URL: https://resensys.com/r20/wireless-products-senspot/structural-movement-tilt-deformation-damage-detection.html/.
9. Прилад для вимірювання вібрацій MENHIR [Електронний ресурс]. – URL: https://semex-engcon.com/en/measuring-equipment/menhir.

References

1. European Commission. (n.d.). *Emergency Response Coordination Centre (ERCC)*. https://civil-protection-humanitarian-aid.ec.europa.eu/what/civil-protection/emergency-response-coordination-centre-ercc_en
2. Federal Emergency Management Agency. (n.d.). *Reports and data*. https://www.fema.gov/about/reports-and-data
3. MDPI. (n.d.). *Sensors*. https://www.mdpi.com/journal/sensors
4. Elsevier. (n.d.). *Engineering Structures*. https://www.sciencedirect.com/journal/engineering-structures
5. Massachusetts Institute of Technology. (n.d.). *MIT*. https://www.mit.edu/
6. LEADER Group. (n.d.). *Use LEADER WASP stability controller during search and rescue operations*. https://www.leader-group.company/en/news/generales/use-leader-wasp-stability-controller-during-search-and-rescue-operation
7. LEADER Group. (n.d.). *Structural movement telemeter LEADER SENTRY B1*. https://www.leader-group.company/en/safety-and-monitoring-equipment/structural-movement-monitor-telemeter-stability-controller/structural-movement-telemeter-leader-sentry-b1
8. Resensys. (n.d.). *SenSpot™ wireless tilt sensor*. https://resensys.com/r20/wireless-products-senspot/structural-movement-tilt-deformation-damage-detection.html
9. Semex EngCon. (n.d.). *MENHIR vibration measurement device*. https://semex-engcon.com/en/measuring-equipment/menhir

Використання цифрових технологій при забезпеченні пожежної та екологічної безпеки в установах зберігання документів, культурних та історичних цінностей

Using Digital Technologies to Ensure Fire and Environmental Safety in Document Storage, Cultural and Historical Value Institutions

Валентина Лобойченко [A]

Corresponding author: доктор технічних наук, професор, професор кафедри цивільної безпеки, e-mail: vloboichm@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5188-6479

Ювіта Колошко [B]

викладач кафедри охорони праці та екологічної безпеки, e-mail: yuvita.75@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-6806-6538

Валерія Груздова [A]

членкиня-еколог, e-mail: mega_valeriya1401@ukr.net, ORCID ID: 0009-0007-4995-1009

Ірина Самчук [C]

кандидат геологічних наук, доцент кафедри фундаментальної та прикладної геології, e-mail: vloboichm@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8117-6117

Юлія Погрібна [B]

Здобувач наукового ступеня, e-mail: pohribna.yuliia_2025phd@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0009-0007-2746-6459

Роман Шевченко [B]

доктор технічних наук, професор, заступник начальника центру - начальник відділу організації науково-дослідної діяльності, e-mail: shevchenko_roman@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-9634-6943

Valentyna Loboichenko [A]

Corresponding author: Dr of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Civil Security, e-mail: vloboichm@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5188-6479

Yuvita Koloshko [B]

Lecturer of the Department of Occupational Health and Environmental Safety, e-mail: yuvita.75@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-6806-6538

Valeria Hruzdova [A]

Environmentalist member, e-mail: mega_valeriya1401@ukr.net, ORCID ID: 0009-0007-4995-1009

Iryna Samchuk [C]

Candidate of Geological Sciences, Associate Professor of the Department of Fundamental and Applied Geology, e-mail: vloboichm@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8117-6117

Yuliia Pohrebna [B]

PhD student, e-mail: pohribna.yuliia_2025phd@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0009-0007-2746-6459

Roman Shevchenko [B]

Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Head of the Center – Head of the Department for the Organization of Scientific and Research Activities, e-mail: shevchenko_roman@nuczu.edu.ua, ORCID ID: 0000-0001-9634-6943

[A] Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна
[B] Національний університет цивільного захисту України, Черкаси, Україна
[C] Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків, Україна

[A] Lutsk National Technical University, Lutsk, Ukraine
[B] National University of Civil Protection of Ukraine, Cherkasy, Ukraine
[C] V.N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine

Received: November 29, 2025 | Revised: December 16, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.19

Мета роботи. Розробка підходів, спрямованих на попередження надзвичайних ситуацій в установах зберігання документів, культурних та історичних цінностей, що базуються на використанні цифрових технологій для забезпечення їх пожежної та екологічної безпеки.

Метод дослідження. Аналітичний підхід, що базується на огляді сучасних наукових джерел з питань цифровізації цивільного захисту, систем виявлення пожеж, інтернету речей та новітніх технологій моніторингу середовища.

Результати дослідження. Розроблено вдосконалений алгоритм реагування на надзвичайні ситуації, що базується на оперативному зборі даних з мережі датчиків (температурних, вологісних, акустичних), інтегрованих через інтернет речей. Запропоновано інструменти онлайн-навчання персоналу та внутрішніх комунікацій, які підвищують рівень готовності співробітників до дій у разі інцидентів. Сформовано комплексну систему запобігання, виявлення та локалізації пожеж і екологічних загроз у закладах зберігання культурних та історичних цінностей.

Теоретична цінність дослідження. Дослідження розширює теоретичні підходи до забезпечення пожежної та екологічної безпеки шляхом інтеграції концепцій інтернету речей, цифрового моніторингу та інтелектуальних платформ. Обґрунтовано

Purpose. The purpose of this work is to develop approaches aimed at preventing emergencies in institutions responsible for storing documents, cultural, and historical assets, based on the use of digital technologies to ensure their fire and environmental safety.

Method. An analytical approach based on a review of modern scientific sources related to the digitalization of civil protection, fire detection systems, the Internet of Things, and advanced environmental monitoring technologies.

Findings. An improved emergency response algorithm has been developed based on rapid data acquisition from interconnected sensors (temperature, humidity, acoustic) via the Internet of Things. Tools for online staff training and internal communication are proposed, increasing personnel awareness and readiness for incident response. A comprehensive system has been formed to enhance the prevention, detection, and localization of fires and environmental threats in institutions preserving cultural and historical assets.

Theoretical implications. The study extends theoretical approaches to fire and environmental safety by integrating IoT concepts, digital monitoring, and intelligent platforms. It substantiates the

можливість поєднання сучасних цифрових технологій з чинними вимогами цивільного захисту, що формує основу для подальших наукових досліджень цифрових систем безпеки у соціально значущих установах.

Практична цінність дослідження. Запропоновані рішення можуть бути впроваджені у музеях, бібліотеках, архівах та інших установах культурної спадщини. Вони є доступними, оскільки ґрунтуються на недорогих датчиках, відкритих платформах і популярних месенджерах. Реалізація підходів забезпечує покращення моніторингу, оперативну взаємодію відповідальних осіб, підвищення кваліфікації персоналу та створення альтернативних каналів оповіщення у разі відсутності мобільного зв'язку.

Цінність дослідження. Вперше запропоновано комплексний підхід, що поєднує IoT-технології, акустичне пожежогасіння, цифровий екологічний моніторинг та онлайн-освітні інструменти для персоналу установ культурної спадщини. Оригінальність підходу полягає у синергії технічних і комунікаційних рішень, спрямованих на підвищення рівня безпеки в умовах обмежених ресурсів і підвищених ризиків.

Обмеження дослідження. Запропоновані рішення потребують адаптації до різних архітектурних і технічних умов та не мають експериментальної перевірки у реальних установах. Перспективними напрямами подальших досліджень є створення та тестування прототипів IoT-систем, розробка рекомендацій щодо оновлення нормативної бази, інтеграція штучного інтелекту для прогнозування ризиків і оцінка економічної ефективності цифрових екосистем безпеки.

Тип статті: Оглядовий.

Ключові слова: цивільний захист, цифрові технології, попередження надзвичайних ситуацій.

compatibility of modern digital technologies with civil protection regulations, providing a foundation for further research on digital safety systems in socially and culturally significant institutions.

Practical implications. The proposed solutions are applicable in museums, libraries, archives, and similar institutions. Their accessibility is ensured through the use of low-cost sensors, open platforms, and widely used messaging tools. Implementation improves environmental and fire monitoring, accelerates coordination among responsible staff, enhances personnel competence, and enables alternative alert channels when conventional mobile communication is unavailable.

Originality. This study is the first to propose an integrated approach combining IoT technologies, acoustic fire suppression, digital environmental monitoring, and online educational tools for cultural heritage institutions. The originality lies in the synergy of technical and communication solutions, forming a flexible and cost-effective safety system suitable for high-risk and resource-constrained environments.

Research limitations. The solutions require adaptation to diverse architectural and technical conditions and lack experimental validation in real institutions. Future research should focus on developing and testing IoT prototypes, updating regulatory frameworks, integrating artificial intelligence for risk prediction, and assessing the economic feasibility of digital safety ecosystems.

Paper type. Review.

Key words: Civil Protection, Digital Technologies, Emergency Prevention.

Вступ

Сучасний етап розвитку цифрових технологій, зокрема Інтернету речей, штучного інтелекту та роботизованих систем, демонструє суттєве розширення можливостей цивільного захисту щодо запобігання надзвичайним ситуаціям. Особливо актуальною ця тема є для України, де військовий конфлікт спричинив значне зростання пожежних та екологічних ризиків у закладах культури, архівах, музеях та бібліотеках. Традиційні системи пожежного захисту та нормативні вимоги не повною мірою відповідають сучасним викликам і не враховують можливостей цифрових технологій. Тому актуальною є розробка альтернативних рішень, що інтегрують інтелектуальні сенсорні системи, інтернет-ресурси та мобільні платформи для підвищення рівня пожежної та екологічної безпеки.

Теоретичні основи дослідження

Впровадження цифрових технологій дозволяє отримувати інформацію в режимі реального часу, оптимізувати та коригувати роботу. Ці технології знайшли своє відображення в концепції smart technology ("розумні технології") – Smart City [14], Smart Home [15] тощо. Ці технології також використовуються для візуалізації інформації, створення цифрових двійників, зберігання та розповсюдження інформації [16, 17] – створення так званого цифрового простору.

Останній підхід активно застосовується для зберігання та поширення культурної та історичної інформації, відтворення документів. Зокрема, багато музеїв, галерей, бібліотек, архівів мають як безпосередньо свої представництва в мережі Інтернет, так і спеціалізовані віртуальні тури для відвідування онлайн. Можна відзначити такі музеї як Musee du Louvre (Лувр, Париж, Франція), Musei Vaticani (Ватикан, Рим, Італія), British Museum (Британський музей, Лондон, Велика Британія), the Metropolitan Museum of Art (Музей Метрополитен, Нью-Йорк, США), (Museo Nacional del Prado (Музей Прадо, Мадрид, Іспанія), які є найвідомішими музеями світу та мають свої представництва онлайн. Як оригінальні музеї можна відзначити Музей "Біосфера" (Монреаль, Канада), присвячений довкіллю і водним ресурсам Канади [18], музей вторинної сировини в Києві (Україна) [19], всі експонати якого виготовлені з вторинної сировини, Музей картоплі фрі в Брюселі [20], музей водовідних споруд в Монреалі [21] та ін.

До одного з найбільших музеїв України відноситься Харківський історичний музей імені М. Ф. Сумцова, який є провідним культурним центром Слобожанщини та Східної України, обласним науково-методичним музейним центром [22]. Всі вони містять загальну інформацію, відцифровані колекції [23], онлайн тури [24], і навіть навчальні програми [25]. Бібліотеки та архіви також мають свої онлайн представництва. Так, до найбільших бібліотек нашої держави можна віднести Національну бібліотеку України імені В. І. Вернадського [26], Харківську державну наукову бібліотеку імені В. Г. Короленка [27], Національну бібліотеку України імені Ярослава Мудрого [28]. Вони також надають різноманітні послуги читачам щодо пошуку та використання літератури. Архіви займаються зберіганням документації та наданням необхідної інформації щодо них. Можна відзначити як окремі архіви (Центральний державний кінофотофоноархів України ім. Г. С. Пшеничного [29], Центральний державний науково-технічний архів України (ЦДНТА України) [30] та інш.), так і цифрове архівне середовище, що об'єднує інформацію (пошук) з декількох архівів [31].

В той же час, окрім створення цифрової екосистеми, що забезпечує надання інформації користувачам, всі ці установи та заклади мають фізичні (матеріальні) локації, де зберігаються оригінали - цінні експонати, книги та документи, що дозволяють відтворювати та підтверджувати чинність цифрових копій. Відповідно, для таких закладів необхідно забезпечувати захист від надзвичайних ситуацій на фізичному рівні, з підтримкою задовільного рівня пожежної та екологічної безпеки.

Враховуючи цінність та ламкість матеріалів та експонатів, що зберігаються, для таких закладів зазвичай використовуються газові системи пожежогасіння [32], хоча ДБН В.2.5-56:2014 "Системи протипожежного захисту" [33] вказують на можливості застосування й інших видів пожежогасіння. Правила пожежної безпеки для архівних установ України [34], в свою чергу, регламентують загальні правила пожежної безпеки для цих установ. Слід відзначити, що ДБН В.2.5-56:2014 регламентує обладнання музеїв, архівів та бібліотек лише димовими та (або) комбінованими оповіщувачами. Причому останні, зазвичай, складаються з оповіщувачів диму та тепла. Цей ДБН також відзначає, що автоматична система пожежогасіння для бібліотек з фондом зберігання до 500 тис. умовних одиниць обладнується в приміщеннях сховищ бібліотек, архівів, комор, ремонтних майстерень, палітурно-брошурувальних, збирання та оброблення макулатури, розташовані в будинках з умовною висотою 26,5 м і більше, а також у будинках державних органів влади, виконкомів рад народних депутатів областей, міст, районів, а архіви площею менше 400 м^2 взагалі нею не обладнуються. Це створює додаткові ризики з пожежної небезпеки для цих приміщень. Питання екологічної безпеки для вищезазначених закладів взагалі не розглядаються, крім вимог до світильників, що повинні відповідати вимогам чинних норм з екології [34].

Використання технічних засобів на засадах штучного інтелекту, інтернету речей та цифрового простору виступає важливим елементом функціонування систем детектування пожеж та систем пожежогасіння. Відмічається, що цифровізація, використання мережі Інтернет та впровадження Штучного Інтелекту (Artificial Intellect- AI) на сьогодні є як частиною цивільного захисту загалом [35, 36], так і окремих його напрямків, наприклад, протимінної діяльності [37], пожежогасіння [38], детектування пожеж [39], ліквідації наслідків [40] тощо. Активно розробляються напрямки віддаленого моніторингу та ліквідації пожеж з використанням роботизованих механізмів [41, 42, 43], застосування новітніх технологій детектування та гасіння пожеж, пов'язаних з акустичною технологією (в тому числі, й для об'єктів культурної та історичної спадщини) [44, 45], комп'ютерним зором [46, 47], Інтернетом речей [48, 49], машинним навчанням та штучним інтелектом [50, 51], або поєднанням цих напрямків. Наприклад, для музеїв пропонується використовувати поєднання акустичного пожежогасіння (fire suppression) та IoT [52]. Для детектування пожеж використовують різноманітний набір сенсорів - термічні, газові, димові, акустичні, ті, що застосовують системи

штучного зору тощо [53, 54]. В їх основі лежать різні фізичні чи хімічні явища, але вони всі дозволяють детектувати пожежу.

Для відстежування стану екологічної безпеки середовища також використовуються різноманітні датчики, які надалі з використанням інтернету речей дозволяють оптимізувати процеси моніторингу [55], відстежувати якість стану повітря у внутрішніх приміщеннях [56], через спеціальний додаток сповіщувати персонал [57].

Таким чином, можна відзначити, що наявні нормативні вимоги з пожежної безпеки архівів, музеїв, бібліотек не враховують останні технологічні досягнення, як в частині цифрових технологій, так й технологій детектування та гасіння пожеж. В умовах сучасних небезпек, пов'язаних з військовими конфліктами, терористичними актами, стихійними лихами та природними катаклізмами важливо також мати альтернативні системи забезпечення пожежної та екологічної безпеки цих закладів, які, з одного боку, містять цінні матеріали, а з іншого, - не є об'єктами критичної інфраструктури.

Постановка проблеми

Міста на сьогодні є осередком ділового, культурного, наукового, економічного та соціального життя населення багатьох країн. Розвиток технологій та перехід суспільства до Індустрії 5.0 сприяють появі різноманітних засобів, приладів та концепцій, що включають застосування Інтернету речей (Internet of Things – IoT) та розвиток цифрового середовища [1, 2]. Сучасні цифрові впровадження відбуваються як на рівні міста [3], так і окремих будинків [4], промислових напрямків [5, 6] чи систем, наприклад, пожежогасіння [7]. З іншого боку, наявність різноманітних ситуацій, які безпосередньо негативно впливають на населення та території, мають додаткові наслідки від каскадних ефектів [8] та відстрочені опосередковані впливи [9, 10] , що підкреслює важливість варіабельності застосування інструментаріїв та підходів для їх попередження та мінімізації наслідків.

Слід відмітити, що умовах військового конфлікту, який триває в Україні з 2022 р., спостерігається зростання втрат серед населення України [11], збільшення рівня економічних та екологічних збитків [12, 13]. В той же час, порушення роботи критичної та цивільної інфраструктури внаслідок обстрілів чи їх наслідків, першочерговість безпекових питань в цих випадках, значно ускладнюють запобігання, детектування та попередження потенційних надзвичайних ситуацій в будівлях. Це стосується, в тому числі, й місць зберігання документів, культурних, матеріальних та історичних цінностей. Відповідно, можна констатувати, що актуальним питанням є потреба в сучасних підходах, які б дозволяли ефективно забезпечувати пожежну та екологічну безпеку будівель, особливо в умовах впливу внутрішніх та зовнішніх факторів небезпек.

Методологія дослідження

Метою роботи є розробка підходів, спрямованих на попередження надзвичайних ситуацій в установах зберігання документів, культурних та історичних цінностей, що базуються на використанні цифрових технологій для забезпечення їх пожежної та екологічної безпеки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити низку завдань:

запропонувати алгоритм реагування на надзвичайні ситуації для працівників цих установ;

розробити варіанти запобігання надзвичайним ситуаціям (інцидентам) та реагування на них із застосуванням месенджерів та інтернет-ресурсів.

Об'єктом дослідження є процес забезпечення пожежної та екологічної безпеки в установах зберігання документів, культурних та історичних цінностей.

Предметом дослідження є цифрові технології, інтернет-ресурси, системи інтернету речей, месенджери та інші сучасні технічні рішення, що застосовуються для запобігання, детектування та реагування на надзвичайні ситуації в музеях, архівах та бібліотеках.

Результати

В роботі запропоновано низку підходів, що враховують сучасний технічний розвиток в сфері детектування пожеж та стану навколишнього середовища, та які використані для підвищення ефективності запобігання, детектування, попередження пожеж та покращення стану екологічної безпеки. Підходи базуються на застосуванні доступних месенджерів (WhatsApp, Telegramm тощо) та платформ (он-лайн ресурсів) – Kahoot, Google Form тощо, що пов'язані з системою Інтернет.

Вирішення першого завдання пропонується шляхом впровадження системи інтернету речей, що базується на системі датчиків раннього детектування пожеж та моніторингу стану навколишнього середовища.

В архівах, бібліотеках, та деяких музеях, що містять значну кількість паперових носіїв інформації, критично важливим є підтримання (та моніторинг) задовільного стану вологи та температури в приміщеннях. Він також повинен відстежуватись відповідальними працівниками цих установ. Відповідно, система датчиків має містити датчики вологи та температури.

Додатково пропонується обладнувати приміщення акустичними датчиками для раннього детектування пожеж.

У якості системи автоматичного пожежогасіння в роботі рекомендовано застосовувати систему, що базується на акустичній технології, що є досить економічною, екологічно дружньою та неруйнівною порівняно з водними, газовими та пінними системами [44].

Згідно Правил [34] будь яким працівником передбачається сповіщення підрозділу оперативно-рятувальної служби цивільного захисту Державної служби України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України) та керівника (відповідної особи) та (або) та чергового на об'єкті, а керівник повинен проконтролювати виклик представників ДСНС України (рис. 1.).



Рисунок 1 – Запропонований алгоритм реагування на надзвичайні ситуації для працівників установ, що розглядаються, згідно Правил пожежної безпеки для архівних установ України

В запропонованому нами варіанті (рис. 2.) передбачається передача сигналу від відповідного датчика (термодатчик, датчик вологості, акустичний датчик) щодо перевищення (порушення) певних порогових значень. Такими датчиками, будемо вважати, обладнані всі приміщення установи.

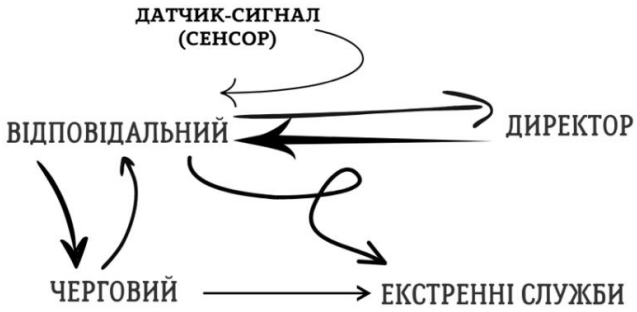


Рисунок 2 – Запропонований алгоритм реагування на надзвичайні ситуації для працівників установ, що розглядаються

Відповідальний, за необхідності, перевіряє цю інформацію та повідомляє про ситуацію директорові зручним способом (безпосередньо, мобільний або інтернет-зв'язок (через месенджери)). В залежності від прийнятого рішення може йти (або ні) посилання до екстрених служб (ремонтні служби, представники ДСНС України). У разі відсутності на об'єкті відповідального (вихідні, святкові дні, консервація об'єкта, коли присутній лише черговий), то черговий, за необхідності, також перевіряє стан приміщення, місце, звідки поступив сигнал, та також, за результатами взаємодіє з відповідальним та екстреними службами.

В зазначених умовах відсутня потреба у присутності на об'єкті, відповідальна особа за стан пожежної та екологічної безпеки приміщень може отримувати ситуацію в режимі реального часу та оперативно реагувати на неї, що підвищує ефективність забезпечення задовільного рівня пожежної та екологічної безпеки.

Для вирішення другого завдання пропонується застосувати різні додатки та месенджери (рис. 3.).

Зокрема, для запобігання надзвичайних ситуацій (наприклад, пожеж) запропоновано створювати на базі додатку Kahoot опитувальник для перевірки знань у формі вікторин (квізів), щоб співробітники бачили свої результати на своїх головних екранах. Google Forms також можна використати для перевірки знань співробітників (наприклад, анкетування) в структурованій та легкій формі. Створення відповідного чат-боту в Telegram дозволяє забезпечити навчання та інтерактивну перевірку знань співробітників.

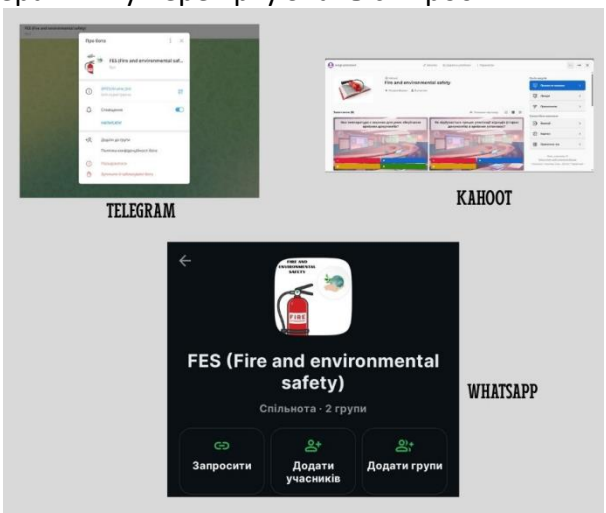


Рисунок 3 – Запропоновані варіанти запобігання надзвичайним ситуаціям (інцидентам) та реагуванням на них із застосуванням месенджерів та інтернет-ресурсів

Перевагами запропонованих варіантів є зручність, мобільність (потрібен будь-який мобільний прилад (смартфон, планшет, ноутбук і т.п.), можливість проходити навчання у зручний час. Підвищення рівня обізнаності працівників з питань пожежної та екологічної безпеки сприятиме підвищенню її рівня в установі, і, як очікується, забезпечить її запобігання.

Канал WhatsApp (Telegram або інш.) пропонується для односпрямованого розсилання інформації (новин, інструкцій, попереджень), в також для обговорення й обміну інформацією між співробітниками, що також забезпечить оперативність зв'язку, особливо в умовах відсутності мобільного зв'язку, підвищить інформованість працівників. В умовах розвитку надзвичайної ситуації (інциденту) використання такого альтернативного способу зв'язку також може забезпечити попередження її розвитку та (або) її швидку локалізацію.

Висновки

Таким чином, в роботі відмічено масштабне застосування цифрових технологій в життєдіяльності сучасного соціуму. Розглянуто сучасний стан розвитку цифрових технологій в цивільному захисті. Показано застосування Інтернету речей, штучного інтелекту, роботизованих систем та нових (акустичних)технологій в детектуванні та гасінні пожеж. Відмічена недосконаліть нормативного регулювання пожежної та екологічної безпеки установ, що зберігають документи, цінні історичні та культурні матеріали.

Розроблено алгоритм реагування на надзвичайні ситуації для працівників таких установ, що базується на інтернеті речей з використанням груп датчиків для детектування змін стану довкілля та оперативній взаємодії відповідальних осіб та екстрених служб.

Розроблено варіанти запобігання надзвичайним ситуаціям (інцидентам) та реагуванням на них із застосуванням різноманітних месенджерів та інтернет-платформ як альтернативу відомим способам.

Передбачається, що розроблені підходи є зручними, безпечними, екологічними, сприятимуть підвищенню обізнаності співробітників установ, оперативності реагування. Це, в свою чергу, забезпечить ефективне запобігання, детектування та попередження пожеж та інших інцидентів, і, надалі, мінімізують рівень пожежної та екологічної небезпеки.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Yu, D., Tao, Q., Liu, Q., Jin, Y., Sun, Y., Fu, P. Lifecycle management of urban renewal enabled by internet of things: Development, application, and challenges. Results in Engineering, 2025, 105706. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105706.
2. Oladimeji, D., Gupta, K., Kose, N. A., Gundogan, K., Ge, L., Liang, F. Smart Transportation: An Overview of Technologies and Applications. Sensors, 2023, 23(8), 3880. https://doi.org/10.3390/s23083880.
3. Duque, J. The IoT to Smart Cities - A design science research approach. Procedia Computer Science, 2023, 219, 279–285. doi: https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.291.
4. Smart Home Automation and security using Raspberry Module. International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science, 2024. https://doi.org/10.56726/irjmets48848.
5. Ferrisi, S. Sustainability Awareness in Manufacturing: A Review of IoT Audio Sensor Applications in the Industry 5.0 Era. Sensors, 2025, 25, 3041. https://doi.org/10.3390/s25103041.

6. Ortiz, J.S., Quishpe, E.K., Sailema, G.X., Guamán, N.S. Digital Twin-Based Active Learning for industrial process control and supervision in industry 4.0. Sensors, 2025, 25, 2076. https://doi.org/10.3390/s25072076.
7. Pan, G., Xie, Y., Yang, Q. IoT-based cloud monitoring system for building fires. International Journal of Metrology and Quality Engineering, 2025, Vol. 16, P. 1. https://doi.org/10.1051/ijmqe/2024020.
8. Огляд методів і технологій сценарного аналізу каскадних ефектів / В. Р. Сенченко та ін. Реєстрація, зберігання і обробка даних, 2024, Т. 26, № 1, С. 24–54. https://doi.org/10.35681/1560-9189.2024.26.1.308506.
9. Лобойченко В., Груздова Ю., Колошко В., Стрілець О., Мирошник О. Розробка механізмів екологізації процесів поводження з відходами в повоєнній Україні як складова підвищення стану її цивільної безпеки. Надзвичайні ситуації: попередження та ліквідація, 2023, 7(2), С. 152–164.
10. Mojabi, N.S.M., Ghourchi, M., Feizi, F. Adverse consequences of conflicts and wars on environment and public health. 2010 International Conference on Environmental Engineering and Applications, Singapore, 2010, C. 125–129. https://doi.org/10.1109/iceea.2010.5596109.
11. Україна подій 2024 року. URL: https://www.hrw.org/uk/world-report/2025/country-chapters/ukraine.
12. Hetmanenko, O. Macroeconomic Implications of the War in Ukraine: An In-Depth Analysis. Economics: time realities, 2025, 3(79), 58–65. https://doi.org/10.15276/etr.03.2025.6.
13. Світлана Гринчук: Збитки довкіллю від війни вже сягають 108 млрд євро – відновлення є питанням не лише національної безпеки, але й безпеки всього континенту. 11.07.2025. URL: https://mepr.gov.ua/svitlana-grynchuk-zbytky-dovkillyu-vid-vijny-vzhe-syagayut-108-mlrd-yevro-vidnovlennya-ye-pytannyam-ne-lyshe-natsionalnoyi-bezpeky-ale-j-bezpeky-vsogo-kontynentu/.
14. Reddy, R.A., Ravindar, B., Mateti, J. Research Mapping in Smart Cities: A scientometric study on IOT and AI applications. In: Communications in Computer and Information Science, 2025, P. 313–324. https://doi.org/10.1007/978-3-032-00983-8_24.
15. Tippe, M., Wigger, H., Brand-Daniels, U. et al. Operationalising user behaviour: a study on the life cycle assessment of smart home technologies. Energy Sustainability Society, 2025, 15(1). https://doi.org/10.1186/s13705-024-00506-8.
16. Barbone, A., Bicocchi, N., Martinelli, M., Morandi, R., Picone, M. On-Device AI and Digital Twins: a synergistic approach to intelligent Cyber-Physical systems. Future Generation Computer Systems, 2025, 108068. https://doi.org/10.1016/j.future.2025.108068.
17. Xu, Y., Huang, W., Xiao, J., Shan, J., Liu, M., Guo, W., Zhu, Y., Zhang, J., Yan, Y. A WebGIS-based digital twin platform for intelligent operation and maintenance of rail transit infrastructure. Expert Systems With Applications, 2025, 296, 129180. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.129180.
18. Biosphère. URL: https://www.parcjeandrapeau.com/fr/biosphere-musee-de-environnement-montreal/.
19. Музей вторинної сировини. URL: https://ksandraowlet.wixsite.com/kyiv-musei/muzej-vtorinnoyi-sirovini.
20. Frietmuseum Brussels. URL: https://www.frietmuseum-brussels.be/eng/home.
21. The Waterworks Museum. URL: https://waterworksmuseum.org/.
22. Харківський історичний музей ім. М. Ф. Сумцова. URL: https://museum.kh.ua/about/.
23. British Museum. URL: https://www.britishmuseum.org/.
24. Louvre. Virtual tours. URL: https://www.louvre.fr/en/online-tours#tabs.
25. Education. Waterworks Museum. URL: https://waterworksmuseum.org/education/.
26. Національна бібліотека імені В. І. Вернадського. URL: http://www.nbuv.gov.ua/node/4445.
27. Харківська державна наукова бібліотека імені В. Г. Короленка. URL: https://korolenko.kharkov.com/.

28. Національна бібліотека України імені Ярослава Мудрого. URL: https://nlu.org.ua/.
29. Центральний державний кінофотофоноархів України ім. Г. С. Пшеничного. URL: https://tsdkffa.archives.gov.ua/.
30. Центральний державний науково-технічний архів України (ЦДНТА України). URL: https://cdnta.archives.gov.ua/.
31. Державна архівна служба України. URL: https://searcharchives.net.ua/.
32. Остапов К. М., Чаплигін О. С., Лісняк А. А., Грицина І. М., Шевченко С. М., Криворучко Є. М. (2024). Оптимізація складу нейтральних газів для пожежогасіння у фондосховищах музеїв. Проблеми надзвичайних ситуацій, 2, 99–112. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pns_2024_2_10.
33. ДБН В.2.5-56:2014 «Системи протипожежного захисту», затверджених наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 13.11.2014 № 312. Київ: Мінрегіон України, 2015. 127 с.
34. Про затвердження Правил пожежної безпеки для архівних установ України: Наказ Міністерства юстиції України від 27.11.2017 № 3790/5. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1446-17#Text.
35. Лобойченко В. М., Дівізінюк М. М., Шевченко Р. І., Федорчук-Мороз В. І., Рашкевич Н. В. (2025). Методи попередження надзвичайних ситуацій техногенного та медико-біологічного характеру на об'єктах критичної інфраструктури за використання ідентифікації водних розчинів: монографія. Луцьк: Вежа-Друк, 324 с.
36. Подобєд І. (2024). Цифровізація як сучасний тренд трансформації ресурсного механізму системи цивільного захисту. Науковий вісник: Державне управління, 1(15), 82–103. https://doi.org/10.33269/2618-0065-2024-1(15)-82-103.
37. Павлів В., Букарева О., Михалюк А., Лобойченко В. М. (2023). Цифрові технології в забезпеченні мінної небезпеки в Україні. Студентський науковий вісник, 50, 246–252. Луцьк: Видавництво «Вежа-Друк».
38. AlQahtani A. A. S., et al. (2025). From Inception to Innovation: A Comprehensive Review and Bibliometric Analysis of IoT-Enabled Fire Safety Systems. Safety, 11(2), 41. https://doi.org/10.3390/safety11020041.
39. Wang Z., Wang Y., Liao M., Sun Y., Wang S., Sun X., Shi X., Kang Y., Tian M., Bao T., Lu R. (2024). FirESonic: Design and implementation of an Ultrasound Sensing-Based Fire Type Identification System. Sensors, 24, 4360. https://doi.org/10.3390/s24134360.
40. Лобойченко В., Колошко Ю., Груздова В., Хмирова А., Шевченко О., Шевченко Р. (2024). Застосування месенджерів для побудови архітектури системи збору будівельних відходів, що утворились внаслідок бойових дій. Комунальне господарство міст, 6(187), 266–277. https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-6-187-266-277.
41. Sumaiya M. N., Vineeth J., Sali P., Supreeth G. R., Supreeth R. (2023). Intelligent Autopilot Fire Extinguishing Robot. In Intelligent Edge Computing for Cyber Physical Applications. Elsevier, 129–149. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99412-5.00002-2.
42. Bogue R. (2020). The Role of Robots in Firefighting. Industrial Robot, 48, 174–178. https://doi.org/10.1108/IR-10-2020-0222.
43. Tan S. Q. Y., Karthik V. J., Govind A., Rajasree P. M. (2023). An Approach into Navigation and Vision for Autonomous Fire Fighting Robots. International Journal of Advanced Mechatronic Systems, 10, 156–164. https://doi.org/10.1504/IJAMECHS.2023.132522.
44. Loboichenko V., Wilk-Jakubowski J. L., Levterov A., Wilk-Jakubowski G., Statyvka Y., Shevchenko O. (2024). Using the Burning of Polymer Compounds to Determine the Applicability of the Acoustic Method in Fire Extinguishing. Polymers, 16(23), 3413. https://doi.org/10.3390/polym16233413.
45. Rai S. K. (2024). IOT Based Portable Fire Extinguisher using Acoustic Setup. Panamerican Mathematical Journal, 33(4), 15–29. https://doi.org/10.52783/pmj.v33.i4.889.

46. Pincott J., Tien P. W., Wei S., Calautit J. K. (2022). Indoor Fire Detection Utilizing Computer Vision-Based Strategies. Journal of Building Engineering, 61. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105154.
47. Carletti V., Greco A., Saggese A., Vento B. (2024). A Smart Visual Sensor for Smoke Detection Based on Deep Neural Networks. Sensors, 24, 4519. https://doi.org/10.3390/s24144519.
48. Kundu S., Dey S., Abdullha Md. M., Sen G., Gangopadhyay M. (2025). Designing and Implementing an IoT-Based Long-Distance Fire-Extinguishment System "Stationary 3-Axis Fire-Emergency Response Base". Proceedings of 8th International Conference on Electronics, Materials Engineering and Nano-Technology (IEMENTech 2025), 1–6. https://doi.org/10.1109/iementech65115.2025.10959508.
49. Shilpa K., Sangharsha M., Sujata T., Rakshanda P., Prof. S. M. (2020). Fire Extinguishing Robot using IoT. Research and Reviews: Advancement in Robotics, 3(1), 1–4. https://doi.org/10.5281/zenodo.3731047.
50. Ai D. H., Nguyen V. L., Luong K. T., Le V. T. (2025). Applications of Artificial Intelligence in Indoor Fire Prevention and Fighting. IAES International Journal of Artificial Intelligence, 14, 2646–2654. https://doi.org/10.11591/ijai.v14.i4.pp2646-2654.
51. Bhattacharya D., Ali I. (2025). AI Enabled Swarm Application for Fire-Fighting Bots over Web-Bluetooth APIs. In Smart Innovation, Systems and Technologies, 233–247. https://doi.org/10.1007/978-981-97-8355-7_20.
52. Selvaraj K., Perumal M. K., Akash C. R., Kumar V. M., Sobika M., Suruthi S. (2025). Safeguarding Heritage: Acoustic Fire Suppression with IoT for Museum Applications. Proceedings of the 3rd International Conference on Self Sustainable Artificial Intelligence Systems (ICSSAS 2025), 111–116. https://doi.org/10.1109/icssas66150.2025.11080799.
53. Khan F., Xu Z., Sun J., Khan F. M., Ahmed A., Zhao Y. (2022). Recent Advances in Sensors for Fire Detection. Sensors, 22(9), 3310. https://doi.org/10.3390/s22093310.
54. Wilk-Jakubowski J. L., Loboichenko V., Divizinyuk M., Wilk-Jakubowski G., Shevchenko R., Ivanov S., Strelets V. (2025). Acoustic Waves and Their Application in Modern Fire Detection Using Artificial Vision Systems: A Review. Sensors, 25(3), 935. https://doi.org/10.3390/s25030935.
55. Dera P., Talaśka T., Długosz R. (2025). A New, Cost-Efficient Modular Sensor Platform for IoT and Predictive Maintenance in Industrial Applications. Journal of Computational and Applied Mathematics, 473, 116777. https://doi.org/10.1016/j.cam.2025.116777.
56. Chen J., González Ó., O'Connor D., Tallon L., Pilla F. (2025). Assessment of IoT Low-Cost Sensor Networks for Long-Term Outdoor and Indoor Air Quality Monitoring: A Case Study in Dublin. Atmospheric Pollution Research, 102651. https://doi.org/10.1016/j.apr.2025.102651.
57. Parkavi A., Sowmya B. J., Alex S. A., et al. (2025). Air Quality and Dust Level Monitoring Systems in Hospitals Using IoT. Discover Internet of Things, 5, 23. https://doi.org/10.1007/s43926-025-00120-w.

References

1. Yu, D., Tao, Q., Liu, Q., Jin, Y., Sun, Y., Fu, P. Lifecycle management of urban renewal enabled by internet of things: Development, application, and challenges. Results in Engineering, 2025, 105706. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.105706.
2. Oladimeji, D., Gupta, K., Kose, N. A., Gundogan, K., Ge, L., Liang, F. Smart Transportation: An Overview of Technologies and Applications. Sensors, 2023, 23(8), 3880. https://doi.org/10.3390/s23083880.
3. Duque, J. The IoT to Smart Cities - A design science research approach. Procedia Computer Science, 2023, 219, 279–285. doi: https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.291.

4. Smart Home Automation and security using Raspberry Module. International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science, 2024. https://doi.org/10.56726/irjmets48848.
5. Ferrisi, S. Sustainability Awareness in Manufacturing: A Review of IoT Audio Sensor Applications in the Industry 5.0 Era. Sensors, 2025, 25, 3041. https://doi.org/10.3390/s25103041.
6. Ortiz, J.S., Quishpe, E.K., Sailema, G.X., Guamán, N.S. Digital Twin-Based Active Learning for industrial process control and supervision in industry 4.0. Sensors, 2025, 25, 2076. https://doi.org/10.3390/s25072076.
7. Pan, G., Xie, Y., Yang, Q. IoT-based cloud monitoring system for building fires. International Journal of Metrology and Quality Engineering, 2025, Vol. 16, P. 1. https://doi.org/10.1051/ijmqe/2024020.
8. Senchenko, V. R., et al. (2024). Ohliad metodiv i tekhnolohii stsenarnoho analizu kaskadnykh efektiv [Review of methods and technologies of scenario analysis of cascading effects]. *Reiestratsiia, zberihannia i obrobka danykh*, 26(1), 24–54. https://doi.org/10.35681/1560-9189.2024.26.1.308506
9. Loboichenko, V., Hruzdova, Yu., Koloshko, V., Strilets, O., & Myroshnyk, O. (2023). Rozrobka mekhanizmiv ekolohizatsii protsesiv povodzhennia z vidkhodamy v povoiennii Ukraini yak skladova pidvyshchennia stanu yii tsyvilnoi bezpeky [Development of mechanisms for greening waste management processes in post-war Ukraine as a component of improving civil security]. *Nadzvychaini sytuatsii: poperedzhennia ta likvidatsiia*, 7(2), 152–164.
10. Mojabi, N.S.M., Ghourchi, M., Feizi, F. Adverse consequences of conflicts and wars on environment and public health. 2010 International Conference on Environmental Engineering and Applications, Singapore, 2010, C. 125–129. https://doi.org/10.1109/iceea.2010.5596109.
11. Human Rights Watch. (2025). *Ukraina podii 2024 roku [Ukraine: Events of 2024]*. https://www.hrw.org/uk/world-report/2025/country-chapters/ukraine
12. Hetmanenko, O. Macroeconomic Implications of the War in Ukraine: An In-Depth Analysis. Economics: time realities, 2025, 3(79), 58–65. https://doi.org/10.15276/etr.03.2025.6.
13. Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. (2025, July 11). *Svitlana Hrynchuk: Zbytky dovkilliu vid viiny vzhe siahaiut 108 mlrd yevro…* [Svitlana Hrynchuk: Environmental damage from the war has already reached €108 billion…]. https://mepr.gov.ua/svitlana-grynchuk-zbytky-dovkillyu-vid-vijny-vzhe-syagayut-108-mlrd-yevro-vidnovlennya-ye-pytannyam-ne-lyshe-natsionalnoyi-bezpeky-ale-j-bezpeky-vsogo-kontynentu/
14. Reddy, R.A., Ravindar, B., Mateti, J. Research Mapping in Smart Cities: A scientometric study on IOT and AI applications. In: Communications in Computer and Information Science, 2025, P. 313–324. https://doi.org/10.1007/978-3-032-00983-8_24.
15. Tippe, M., Wigger, H., Brand-Daniels, U. et al. Operationalising user behaviour: a study on the life cycle assessment of smart home technologies. Energy Sustainability Society, 2025, 15(1). https://doi.org/10.1186/s13705-024-00506-8.
16. Barbone, A., Bicocchi, N., Martinelli, M., Morandi, R., Picone, M. On-Device AI and Digital Twins: a synergistic approach to intelligent Cyber-Physical systems. Future Generation Computer Systems, 2025, 108068. https://doi.org/10.1016/j.future.2025.108068.
17. Xu, Y., Huang, W., Xiao, J., Shan, J., Liu, M., Guo, W., Zhu, Y., Zhang, J., Yan, Y. A WebGIS-based digital twin platform for intelligent operation and maintenance of rail transit infrastructure. Expert Systems With Applications, 2025, 296, 129180. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.129180.
18. Biosphère. https://www.parcjeandrapeau.com/fr/biosphere-musee-de-environnement-montreal/.
19. Muzei vtorynnoi syrovyny [Recycling Museum]. (n.d.). https://ksandraowlet.wixsite.com/kyiv-musei/muzej-vtorinnoyi-sirovini
20. Frietmuseum Brussels. URL: https://www.frietmuseum-brussels.be/eng/home.
21. The Waterworks Museum. URL: https://waterworksmuseum.org/.

22. Kharkivskyi istorychnyi muzei im. M. F. Sumtsova [Kharkiv Historical Museum named after M. F. Sumtsov]. (n.d.). https://museum.kh.ua/about/
23. British Museum. URL: https://www.britishmuseum.org/.
24. Louvre. Virtual tours. URL: https://www.louvre.fr/en/online-tours#tabs.
25. Education. Waterworks Museum. URL: https://waterworksmuseum.org/education/.
26. Natsionalna biblioteka Ukrainy imeni V. I. Vernadskoho [Vernadsky National Library of Ukraine]. (n.d.). http://www.nbuv.gov.ua/node/4445
27. Kharkivska derzhavna naukova biblioteka imeni V. H. Korolenka [Kharkiv State Scientific Library named after V. H. Korolenko]. (n.d.). https://korolenko.kharkov.com/
28. Natsionalna biblioteka Ukrainy imeni Yaroslava Mudroho [Yaroslav the Wise National Library of Ukraine]. (n.d.). https://nlu.org.ua/
29. Tsentralnyi derzhavnyi kinofotofonoarkhiv Ukrainy im. H. S. Pshenychnoho [Central State CinePhotoPhono Archive of Ukraine]. (n.d.). https://tsdkffa.archives.gov.ua/
30. Tsentralnyi derzhavnyi naukovo-tekhnichnyi arkhiv Ukrainy [Central State Scientific and Technical Archive of Ukraine]. (n.d.). https://cdnta.archives.gov.ua/
31. Derzhavna arkhivna sluzhba Ukrainy [State Archival Service of Ukraine]. (n.d.). https://searcharchives.net.ua/
32. Ostapov, K. M., Chaplyhin, O. S., Lisniak, A. A., Hrytsyna, I. M., Shevchenko, S. M., & Kryvoruchko, Ye. M. (2024). Optymizatsiia skladu neitralnykh haziv dlia pozhezhogasinnia u fondoskhovyshchakh muzeiv [Optimization of neutral gas composition for fire suppression in museum storage facilities]. *Problemy nadzvychainykh sytuatsii*, 2, 99–112. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pns_2024_2_10
33. Ministry of Regional Development of Ukraine. (2015). *DBN V.2.5-56:2014 Systemy protypozhezhnoho zakhystu [Fire protection systems]*. Kyiv: Minrehion Ukrainy.
34. Ministry of Justice of Ukraine. (2017). *Pro zatverdzhennia Pravyl pozhezhnoi bezpeky dlia arkhivnykh ustanov Ukrainy* [On approval of fire safety rules for archival institutions of Ukraine]. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1446-17#Text
35. Loboichenko, V. M., Diviziniuk, M. M., Shevchenko, R. I., Fedorchuk-Moroz, V. I., & Rashkevych, N. V. (2025). *Metody poperedzhennia nadzvychainykh sytuatsii tekhnohennoho ta medyko-biolohichnoho kharakteru…* [Methods of preventing technogenic and medico-biological emergencies at critical infrastructure facilities] (Monograph). Lutsk: Vezha-Druk.
36. Podobied, I. (2024). Tsyfrovizatsiia yak suchasnyi trend transformatsii resursnoho mekhanizmu systemy tsyvilnoho zakhystu [Digitalization as a modern trend in transforming the resource mechanism of the civil protection system]. *Naukovyi visnyk: Derzhavne upravlinnia*, 1(15), 82–103. https://doi.org/10.33269/2618-0065-2024-1(15)-82-103
37. Pavliv, V., Bukareva, O., Mykhaliuk, A., & Loboichenko, V. M. (2023). Tsyfrovi tekhnolohii v zabezpechenni minnoi nebezpeky v Ukraini [Digital technologies in ensuring mine safety in Ukraine]. *Studentskyi naukovyi visnyk*, 50, 246–252.
38. AlQahtani A. A. S., et al. (2025). From Inception to Innovation: A Comprehensive Review and Bibliometric Analysis of IoT-Enabled Fire Safety Systems. Safety, 11(2), 41. https://doi.org/10.3390/safety11020041.
39. Wang Z., Wang Y., Liao M., Sun Y., Wang S., Sun X., Shi X., Kang Y., Tian M., Bao T., Lu R. (2024). FirESonic: Design and implementation of an Ultrasound Sensing-Based Fire Type Identification System. Sensors, 24, 4360. https://doi.org/10.3390/s24134360.
40. Loboichenko, V., Koloshko, Yu., Hruzdova, V., Khmyrova, A., Shevchenko, O., & Shevchenko, R. (2024). Zastosuvannia mesendzheriv dlia pobudovy arkhitektury systemy zboru budivelnykh vidkhodiv… [Use of messengers in designing an architecture for collecting construction waste generated by hostilities]. *Komunalne hospodarstvo mist*, 6(187), 266–277. https://doi.org/10.33042/2522-1809-2024-6-187-266-277

41. Sumaiya M. N., Vineeth J., Sali P., Supreeth G. R., Supreeth R. (2023). Intelligent Autopilot Fire Extinguishing Robot. In Intelligent Edge Computing for Cyber Physical Applications. Elsevier, 129–149. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99412-5.00002-2.
42. Bogue R. (2020). The Role of Robots in Firefighting. Industrial Robot, 48, 174–178. https://doi.org/10.1108/IR-10-2020-0222.
43. Tan S. Q. Y., Karthik V. J., Govind A., Rajasree P. M. (2023). An Approach into Navigation and Vision for Autonomous Fire Fighting Robots. International Journal of Advanced Mechatronic Systems, 10, 156–164. https://doi.org/10.1504/IJAMECHS.2023.132522.
44. Loboichenko V., Wilk-Jakubowski J. L., Levterov A., Wilk-Jakubowski G., Statyvka Y., Shevchenko O. (2024). Using the Burning of Polymer Compounds to Determine the Applicability of the Acoustic Method in Fire Extinguishing. Polymers, 16(23), 3413. https://doi.org/10.3390/polym16233413.
45. Rai S. K. (2024). IOT Based Portable Fire Extinguisher using Acoustic Setup. Panamerican Mathematical Journal, 33(4), 15–29. https://doi.org/10.52783/pmj.v33.i4.889.
46. Pincott J., Tien P. W., Wei S., Calautit J. K. (2022). Indoor Fire Detection Utilizing Computer Vision-Based Strategies. Journal of Building Engineering, 61. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2022.105154.
47. Carletti V., Greco A., Saggese A., Vento B. (2024). A Smart Visual Sensor for Smoke Detection Based on Deep Neural Networks. Sensors, 24, 4519. https://doi.org/10.3390/s24144519.
48. Kundu S., Dey S., Abdullha Md. M., Sen G., Gangopadhyay M. (2025). Designing and Implementing an IoT-Based Long-Distance Fire-Extinguishment System "Stationary 3-Axis Fire-Emergency Response Base". Proceedings of 8th International Conference on Electronics, Materials Engineering and Nano-Technology (IEMENTech 2025), 1–6. https://doi.org/10.1109/iementech65115.2025.10959508.
49. Shilpa K., Sangharsha M., Sujata T., Rakshanda P., Prof. S. M. (2020). Fire Extinguishing Robot using IoT. Research and Reviews: Advancement in Robotics, 3(1), 1–4. https://doi.org/10.5281/zenodo.3731047.
50. Ai D. H., Nguyen V. L., Luong K. T., Le V. T. (2025). Applications of Artificial Intelligence in Indoor Fire Prevention and Fighting. IAES International Journal of Artificial Intelligence, 14, 2646–2654. https://doi.org/10.11591/ijai.v14.i4.pp2646-2654.
51. Bhattacharya D., Ali I. (2025). AI Enabled Swarm Application for Fire-Fighting Bots over Web-Bluetooth APIs. In Smart Innovation, Systems and Technologies, 233–247. https://doi.org/10.1007/978-981-97-8355-7_20.
52. Selvaraj K., Perumal M. K., Akash C. R., Kumar V. M., Sobika M., Suruthi S. (2025). Safeguarding Heritage: Acoustic Fire Suppression with IoT for Museum Applications. Proceedings of the 3rd International Conference on Self Sustainable Artificial Intelligence Systems (ICSSAS 2025), 111–116. https://doi.org/10.1109/icssas66150.2025.11080799.
53. Khan F., Xu Z., Sun J., Khan F. M., Ahmed A., Zhao Y. (2022). Recent Advances in Sensors for Fire Detection. Sensors, 22(9), 3310. https://doi.org/10.3390/s22093310.
54. Wilk-Jakubowski J. L., Loboichenko V., Divizinyuk M., Wilk-Jakubowski G., Shevchenko R., Ivanov S., Strelets V. (2025). Acoustic Waves and Their Application in Modern Fire Detection Using Artificial Vision Systems: A Review. Sensors, 25(3), 935. https://doi.org/10.3390/s25030935.
55. Dera P., Talaśka T., Długosz R. (2025). A New, Cost-Efficient Modular Sensor Platform for IoT and Predictive Maintenance in Industrial Applications. Journal of Computational and Applied Mathematics, 473, 116777. https://doi.org/10.1016/j.cam.2025.116777.
56. Chen J., González Ó., O'Connor D., Tallon L., Pilla F. (2025). Assessment of IoT Low-Cost Sensor Networks for Long-Term Outdoor and Indoor Air Quality Monitoring: A Case Study in Dublin. Atmospheric Pollution Research, 102651. https://doi.org/10.1016/j.apr.2025.102651.
57. Parkavi A., Sowmya B. J., Alex S. A., et al. (2025). Air Quality and Dust Level Monitoring Systems in Hospitals Using IoT. Discover Internet of Things, 5, 23. https://doi.org/10.1007/s43926-025-00120-w.

Аспектація напрямів удосконалення процесу управління психосоціальними ризиками на робочих місцях

Aspect of Directions for Improving the Process of Psychosocial Risks Management in the Workplace

Андрій Бочковський [A]
доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри цивільної безпеки та охорони праці, e-mail: andrew.bochkovsky@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4166-3148

Наталя Сапожнікова [A]
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільної безпеки та охорони праці, e-mail: n.sap.bzd@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6181-4022

Тетяна Кашульська [B]
e-mail: n.sap.bzd@gmail.com

Andrii Bochkovskyi [A]
доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри цивільної безпеки та охорони праці, e-mail: andrew.bochkovsky@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4166-3148

Natalia Yu. Sapozhnikova [A]
Candidate of Technical Science (s), assistant professor, Associate Professor of Department of civil security and labor protection, e-mail: n.sap.bzd@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6181-4022

Tetyana Kashulska [B]
e-mail: n.sap.bzd@gmail.com

[A] Національний університет "Одеська політехніка", м. Одеса, Україна
[B] Збройні сили України, м. Одеса, Україна

[A] Odessa Polytechnic National University, Odessa, Ukraine
[B] Armed Forces of Ukraine, м. Одеса, Ukraine

Received: December 15, 2025 | Revised: December 28, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.20

Мета роботи. Аспектація напрямів удосконалення принципів управління психосоціальними ризиками на робочих місцях, на основі проведення аналізу рекомендацій стандарту ISO 45003:2021 та ISO 45001:2018.

Метод дослідження. Метод аналізу науково-технічної літератури – для постановки проблеми, завдань та мети дослідження, а також структурного аналізу змісту міжнародних стандартів ISO 45003:2021 та ISO 45001:2018 – для визначення проблем та напрямів удосконалення принципів управління психосоціальними ризиками на робочих місцях підприємств, установ та організацій.

Результати дослідження. Проведено аналіз досліджень щодо ефективності систем управління охороною праці мінімізувати випадки ушкодження професійного здоров'я працівників на робочих місцях у світі. Встановлено, що найменш ефективними сучасні системи управління охороною праці виявляються у випадку попередження ушкоджень психічного (ментального) здоров'я працівників. Причиною такої неефективності є недосконаліть принципів управління психосоціальними ризиками на робочих місцях, зокрема недосконаліть процесу проведення ідентифікації негативних психосоціальних факторів, відсутність методик для об'єктивної реалізації процедур Планування та Дія, а також засобів проведення процедур Моніторинг та Корегування циклу Шухарта-Демінга.

Теоретична цінність дослідження. Теоретична цінність полягає в розробці напрямів удосконалення принципів управління психосоціальними ризиками на робочих місцях.

Практична цінність дослідження. Отримані результати досліджень можуть бути використані для удосконалення змісту та структури міжнародних стандартів ISO 45003:2021 та ISO 45001:2018.

Оригінальність. Визначено та запропоновано напрями удосконалення принципів реалізації процесу управління психосоціальними ризиками на робочих місцях підприємств, згідно рекомендацій стандартів ISO 45003:2021 та ISO 45001:2018.

Тип статті: Концептуальний.

Purpose. Aspects of improving the principles of managing psychosocial risks in the workplace, based on an analysis of the recommendations of the ISO 45003:2021 and ISO 45001:2018 standards.

Method. The study used scientific and technical literature analysis to define the problem, objectives, and goals of the study, as well as structural analysis of the content of international standards ISO 45003:2021 and ISO 45001:2018 to identify problems and areas for improvement in the principles of psychosocial risk management in the workplaces of enterprises, institutions, and organizations.

Findings. An analysis of studies on the effectiveness of occupational health and safety management systems in minimizing occupational health hazards in the workplace worldwide has been conducted. It has been established that modern occupational health and safety management systems are least effective in preventing mental health hazards among workers. The reason for this inefficiency is the imperfection of the principles of psychosocial risk management in the workplace, in particular the imperfection of the process of identifying negative psychosocial factors, the lack of methods for the objective implementation of Planning and Action procedures, as well as the means of conducting Monitoring and Correction procedures of the Shukart-Deming cycle.

Theoretical implications. It has theoretical value in developing ways to improve the principles of managing psychosocial risks in the workplace.

Practical implications. The results of the research can be used to improve the content and structure of the international standards ISO 45003:2021 and ISO 45001:2018.

Originality: Ways to improve the principles of managing psychosocial risks in the workplace have been identified and proposed, in accordance with the recommendations of ISO 45003:2021 and ISO 45001:2018 standards.

Paper type. Conceptual.

Ключові слова: Охорона праці, управління психосоціальними ризиками, цикл Шухарта-Демінга, ISO 45003:2021, психічне здоров'я працівника.

Key words: Occupational Health and Safety, Psychosocial Risk Management, Shuhart-Deming Cycle, ISO 45003:2021, Employee Mental Health.

Вступ

Проблема необхідності забезпечення захисту ментального (психічного) здоров'я є не тільки відносно новою глобальною проблемою людства, а й без перебільшення новою глобальною проблемою для сфери охорони праці. Незважаючи на те, що негативні психофізіологічні фактори, які є основними причинами порушень ментального здоров'я виникли та почали чинити негативний вплив на людину разом з початком її існування, глобальні наслідки такого впливу стали спостерігатися нещодавно, лише на початку дев'яностих років XX сторіччя.

Так, згідно даних дослідження щодо причин смертності та інвалідності, яке було проведено Всесвітньою організацією охорони здоров'я, у 1990 році, у світі однією з п'яти основних причин виникнення летальних випадків на той час стали депресія і пов'язані з нею самогубства, а з 10 провідних причин виникнення інвалідності, п'ять складали розлади психічного здоров'я [1].

Слід зазначити, що згідно даних дослідження проблеми порушення ментального здоров'я на той час спостерігалися приблизно у 7 % населення світу, переважно у осіб працездатного віку, тобто у вікової групи 20 – 54 роки [1].

Основні причини порушення ментального здоров'я у зазначених осіб, були пов'язані з інтенсифікацією процесів глобалізації у світі, які обумовили виникнення:

змін у способах організації праці (інтенсифікацію ритму праці, збільшення тривалості режиму праці та скорочення режиму відпочинку та ін.);

процесів міграції виробництв та робочої сили та як слідство зростання безробіття, соціальній напруженості (внаслідок посилення конкуренції на ринку праці, складнощів процесу інтегрування мігрантів у нові трудові та суспільні соціуми тощо) та інші тенденції, які спровокували розширення номенклатури негативних психосоціальних факторів та посилення їх негативного впливу на стан ментального здоров'я осіб саме працездатного віку, які, в першу чергу, і відчули тягар наслідків глобалізації.

Першою офіційною реакцією на зазначені негативні тенденції, які конкретизувалися даними вищезазначеного дослідження Всесвітньої організації охорони здоров'я, стала Резолюція Організації об'єднаних націй (ООН) 46/119 "Принципи захисту психічно хворих осіб та покращення психіатричної допомоги", яка була прийнята Генеральною асамблеєю у 1991 році, а також прийняття на її основі Саламанкської (1994 рік), Мадридської (1996 рік) декларацій та низки технічних стандартів ВООЗ (Закон о психіатричній допомозі: десять основних принципів; Керівні принципи по заохоченню прав осіб, які страждають на психічні розлади тощо).

Однак, нажаль, тексти зазначеної Резолюції, декларацій та технічних стандартів не стосувалися проблеми усунення зазначених вище причин порушення стану ментального здоров'я на які звертала увагу Всесвітня організація охорони здоров'я, а обмежувалися лише визначенням принципів та мінімальних стандартів щодо захисту прав людини яка вже має ушкодження ментального здоров'я [2].

Першою спробою звернути увагу на необхідність усунення зазначених першопричин, була розробка ВООЗ у 2013 році Комплексного плану дій в області психічного здоров'я на 2013 – 2030 рр. (далі План), який встановлював відповідні глобальні цільові орієнтири та визначав стратегії покращення та профілактики ментального здоров'я [3].

Так, одним з провідних глобальних цільових орієнтирів було визначено розробку програм та нормативно-правового підґрунтя щодо захисту та укріплення ментального здоров'я на робочих місцях (див. глобальний орієнтир 3.1), які б дозволили вирішити проблему ушкодження ментального здоров'я у осіб найбільш вразливої вікової групи (осіб працездатного віку).

Іншими словами, надавали б суб'єктам господарювання обґрунтований алгоритм дій щодо ідентифікації небезпечних та шкідливих виробничих психосоціальних факторів (НПФ) у працівників та мінімізації їх негативний впливу на кожному робочому місці.

Теоретичні основи дослідження

Теоретичною основою представленого дослідження є статистичні дані щодо кількості та динаміки випадків виникнення ушкодження психічного (ментального) здоров'я працівників у світі, чинні міжнародні нормативно-правові документи з управління професійною безпекою та здоров'ям на робочих місцях, а також з управління психосоціальними ризиками на робочих місцях (ISO 45003:2021 [4], ISO 45001:2018).

Постановка проблеми

Основним завданням створення та функціонування систем управління охороною праці підприємств (далі СУОПП) є попередження виникнення випадків виробничого травматизму, професійних захворювань, а також інших випадків ушкодження фізичного та ментального (психічного) здоров'я працівників (далі інцидентів), під час здійснення ними трудової діяльності.

В свою чергу основною причиною виникнення зазначених інцидентів є негативний вплив на працівника небезпечних, шкідливих виробничих та інших негативних факторів (НФ) характеристики якого (для переважної більшості НФ) дуже важко об'єктивно передбачити протягом робочої зміни.

Це обумовлено тим, що в реальних умовах функціонування систем "людина – машина – середовище" ніколи достеменно невідомо чи буде чинити той чи інший НФ чинити негативний вплив на працівника вплив у певний випадковий момент часу протягом робочої зміни і якими будуть характеристики (інтенсивність) такого впливу.

Отже від того, наскільки об'єктивно можна спрогнозувати зазначені випадкові та динамічні характеристики такого впливу (по кожному ідентифікованому НФ) залежить можливість та ефективність розробки і впровадження заходів і засобів безпеки та, відповідно, ймовірність виникнення того чи іншого інциденту, а також тяжкість ушкодження фізичного та (або) ментального здоров'я працівника.

В сучасних СУОПП для попередження (зниження ймовірності) виникнення інцидентів та зменшення тяжкості їх наслідків, в незалежності від природи НФ застосовують підхід, який базується на постійному і циклічному виконанні процесу, відомому як процес управління професійними ризиками (де професійний ризик це комбінація ймовірності виникнення інциденту та його тяжкості), який, в свою чергу, складається чотирьох етапів Plan – Do – Chek – Act (цикл Шухарта-Демінга).

Зазначений підхід, відомий також як постійне удосконалення, був запропонований ще у 2001 році в рамках впровадження Міжнародною організацією праці першого міжнародного стандарту з управління СУОПП (ILO-OSH 2001) [5] та застосовується і досі в рамках сучасних діючих керівних стандартів з управління професійним здоров'ям та безпекою на робочих місцях ISO 45001:2018, ISO 31000:2018 тощо.

В більш уточненому вигляді зазначений підхід передбачає послідовне виконання низки наступних основних етапів [6]:

ідентифікацію всіх НФ, що потенційно можуть чинити негативний вплив на працівника на кожному робочому місці;

встановлення гранично-допустимих характеристик (ГДХ) негативного впливу по кожному ідентифікованому НФ;

встановлення прийнятних значень професійного ризику по кожному ідентифікованому НФ в рамках існуючих ресурсних можливостей;

кількісну оцінку фактичного рівня професійного ризику по кожному НФ, з урахуванням передбачених заходів безпеки та порівняння отриманих результатів з встановленим рівнем прийнятного ризику по відповідному НФ;

здійснення постійного моніторингу параметрів негативного впливу кожного ідентифікованого на робочому місці НФ на працівника та їх оперативного корегування у разі перевищення встановлених по відповідному НФ ГДХ.

І хоча, зазначений підхід в сучасних СУОПП застосовується (згідно рекомендацій діючих стандартів) для попередження виникнення будь-яких інцидентів, його ефективність, як свідчать результати аналізу статистичних даних, різниться в залежності від природи НФ, які зумовлюють виникнення того чи іншого інциденту.

Найбільш ефективно, в рамках застосування даного підходу, вдається попереджати виникнення таких інцидентів як випадки виробничого травматизму, причинами яких є певні НФ, в основному, фізичної природи.

І хоча динаміка зниження кількості таких випадків, згідно даних Всесвітньої організації охорони здоров'я є нерівномірною по країнах світу, загальні тенденції є більш ніж переконливими. Так, з 2001 року (року впровадження ILO-OSH 2001) кількість випадків виробничого травматизму у світі скоротилася в середньому на 30% (від 6% до 60% в залежності від країни) [7 – 8].

Також, з 2001 року за даними Міжнародної організації праці та Всесвітньої організації охорони здоров'я, спостерігається і динаміка щодо зниження кількості випадків професійних захворювань (в середньому на 1,3 % у рік), причинами яких є НФ фізичної та хімічної природи (пил, аерозолі, шум, вібрація та ін.), а також біологічної природи (за виключенням періоду спалаху пандемії Covid 19) [9 – 11].

Натомість, показники професійного здоров'я, які обумовлені негативним впливом на працівника шкідливих виробничих факторів психофізіологічної природи показують негативні тенденції щодо погіршення.

Так, згідно даних Всесвітньої організації охорони здоров'я та Міжнародної організації праці, тільки за період з 2001 по 2016 роки, кількість смертельних випадків від наслідків лише одного з видів ПСФ, а саме надмірної тривалості робочої зміни збільшилась на 29 % [12].

А з 19 найбільш небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які призводять до летальних випадків, ПНФ зайняли перше місце, оскільки лише від наслідків надмірної тривалості робочого часу загинуло більше 1 млн. працівників у світі [12].

Для порівняння, сукупна кількість загиблих від наслідків негативного впливу ШВФ фізичної та хімічної природи є вдвічі нижчою – 450 тис. осіб [12].

Враховуючи, що в рамках сучасних систем управління охороною праці організацій застосовувався єдиний підхід (який здійснювався в рамках рекомендацій вищезазначених нормативно-правових документів) для мінімізації НФ як фізичної, хімічної, біологічної так і психофізіологічної природи, стало зрозумілим, що для останніх він виявився малоефективним.

Це в свою чергу спонукало Міжнародну організацію по стандартизації (ISO) у 2021 році видати на додаток до стандарту ISO 45001:2018, в рамках рекомендацій якого на той час здійснювалися процеси управління професійними ризиками в СУОПП, спеціальний стандарт (далі ISO 45003:2021), який визначав рекомендації щодо здійснення процесу управління психосоціальними ризиками в організаціях з метою попередження та профілактики випадків ушкодження психічного здоров'я працівників [4].

Однак, незважаючи на необхідність такого рішення, позитивний ефект від впровадження ISO 45003:2021 в організаціях за висновками Всесвітньої організації охорони здоров'я виявився достатньо малим, оскільки у 2023 році було зафіксовано вже близько 620 млн. випадків ушкодження психічного здоров'я працівників у працівників (тобто тільки за

період 2019 – 2023 років кількість випадків ушкодження психічного здоров'я працівників збільшилась у 1,14 рази) [13 – 14].

Згідно результатам аналізу досліджень, причиною негативних тенденцій зростання кількості випадків ушкодження психічного здоров'я працівників у працівників пов'язано з формальним характером рекомендацій стандарту ISO 45003:2021 та відсутністю методологічного інструментарію щодо практичної реалізації процедур циклу Шухарта-Демінга, згідно рекомендацій стандарту ISO 45001:2018 [6], на якому основуються рекомендації ISO 45003:2021 [4].

Як показали результати спільних досліджень Всесвітньої організації охорони здоров'я та Міжнародної організації праці системи управління охороною праці підприємств виявились неготовими до реагування на професійні ризики, які були зумовлені психологічними проблемами, що виникли у працівників внаслідок негативного впливу ПНФ [12].

При цьому, зазначені професійні (психосоціальні) ризики були обумовлені об'єктивними процесами трансформації зовнішніх НФ (що були обумовлені наслідками пандемії) у НФ виробничого характеру (міжособистісні конфлікти між працівниками, працівниками та керівництвом, наприклад, внаслідок недотримання карантинних обмежень, вимушена соціальна та фізична ізоляція певних працівників та ін.), які були невідомі до періоду пандемії (або не враховувались як такі) [15].

Слід зазначити, що поява номенклатури нових НФ виробничого характеру та збільшення кількості працівників з проблемами ментального здоров'я не була зумовлена виключно наслідками пандемії, а також стала слідством загального напруження соціально-політичної та погіршення економічної ситуації у світі в останні роки [16].

Неготовність сучасних систем управління охороною праці підприємств до реагування на нові професійні ризики була обумовлена тим, що традиційно, в їх рамках, проблематика забезпечення ментального здоров'я працівників розглядалася в контексті мінімізації певної обмеженої номенклатури НФ трудового процесу [15].

А саме НФ, що пов'язані з аспектами трудового навантаження (фізичні, статичні фактори, емоційне перенавантаження, монотонність праці тощо), а також несприятливого графіку робочого часу (робота змінами, негнучкий, непередбачуваний, тривалий графік роботи, нічні зміни та ін.) [17].

Отже, вирішення проблем забезпечення ментального здоров'я, зводилося к розробці заходів з мінімізації саме цих факторів. До таких заходів відносилися заходи з розробки режимів праці та відпочинку, а також заходи з психофізіологічного розвантаження працівників після завершення робочої зміни (прослуховування спеціальної музики та ін.) [18, 19].

Зазначені заходи були і безумовно залишаються необхідним та дієвим кроком на шляху забезпечення ментального здоров'я на робочому місці але, в той же час, вони виявилися явно недостатніми, оскільки, як зазначалось, були спрямовані на мінімізацію лише обмеженої номенклатури НФ, що можуть чинити негативний вплив на працівника [20].

Так, зазначені заходи виявились неефективними або малоефективними для переважної більшості НФ, які на сьогоднішній день визначаються класифікацією Всесвітньої організації охорони здоров'я.

Йдеться про таки НФ, як: зміст роботи/структура завдань; міжособистісні стосунки на роботі; роль в організації; розвиток кар'єри; баланс між особистим життям і роботою та ін. [14].

Загалом, заходи із забезпечення ментального здоров'я працівників, які застосовувались в системах управління охороною праці підприємств до 2021 року були неефективними або малоефективними для мінімізації переважної більшості (8 з 10) класифікованих наразі Всесвітньою організацією охорони здоров'я груп НФ на робочих місцях [3].

Отже, *метою даного дослідження є* аспектація напрямів удосконалення принципів управління психосоціальними ризиками на робочих місцях, на основі проведення аналізу рекомендацій стандарту ISO 45003:2021 та ISO 45001:2018.

Методологія дослідження

В рамках дослідження застосовувався метод аналізу науково-технічної літератури – для постановки проблеми, завдань та мети дослідження, а також структурного аналізу змісту міжнародних стандартів ISO 45003-2021 та ISO 45001-2018 – для визначення проблем та напрямів удосконалення принципів управління психосоціальними ризиками на робочих місцях підприємств, установ та організацій.

Результати та обговорення

Ефективність функціонування систем управління охороною праці підприємств визначається їх спроможністю досягати та підтримувати протягом робочої зміни належний рівень професійного здоров'я та безпеки (ПЗБ) на кожному робочому місці по всій номенклатурі ідентифікованих на даному робочому місці небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Під належним рівнем ПЗБ, в даному випадку, розуміється виключення випадків ушкодження здоров'я працівника, яке може відбутися внаслідок негативного впливу на нього кожного з ідентифікованих на робочому місці небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Отже, ефективність функціонування систем управління охороною праці підприємств, в цілому визначається її спроможністю забезпечити захист працівника від такого впливу.

В свою чергу, зазначена спроможність визначається можливостями об'єктивного здійснення, в рамках систем управління охороною праці підприємств, процедури ідентифікації зазначених факторів,

При цьому, можливість здійснення об'єктивної ідентифікації небезпечних та шкідливих виробничих факторів передбачає наявність у особи, що проводить ідентифікацію (суб'єкта господарювання, експерта) визначеного (в рамках відповідних нормативно-правових документів) їх переліку, а також можливості об'єктивно виявити ознаки наявності визначених у переліку небезпечних та шкідливих виробничих факторів на робочому місці.

Останнє, в свою чергу, залежить від природи небезпечних та шкідливих виробничих факторів, яка визначає як можливості їх об'єктивного виявлення, так і можливості здійснювати наступний етап, а саме об'єктивно визначати характеристики негативного впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Так, наприклад, переважна більшість шкідливих факторів фізичної, хімічної та біологічної природи (аерозолі, пил, шум, фактори освітлення, мікроклімату, віруси та ін.) можна об'єктивно ідентифікувати та відповідно визначати характеристики їх негативного впливу за допомогою інструментальних методів вимірювання.

Натомість переважну більшість фізичних небезпечних факторів, які є основними причинами виникнення виробничих травм, а також фактори психофізіологічної природи, можна ідентифікувати виключно експертним шляхом, тобто в суб'єктивний спосіб.

Слід зазначити, що ідентифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів, як правило, не представляє для суб'єкта господарювання або експерта особливих складнощів, в силу явних ознак наявності певних небезпечних та шкідливих виробничих факторів під час виконання відповідних видів робіт.

Наприклад, робота в шахті завжди передбачає наявність таких небезпечних та шкідливих виробничих факторів, як:

рухомі машини та механізми;

рухомі частини виробничого обладнання;

конструкції, що руйнуються; гірські породи, що обрушуються та ін.

Натомість, ідентифікація переважної більшості ПНФ завжди представляє певні труднощі, що пояснюється, зокрема, їх дуальною природою, яка полягає у тому, що, на відміну від НФ та ШФ, більшість ПНФ можуть вважатися як зовнішніми так і виробничими негативними факторами одночасно.

Іншими словами, певні ПНФ (наприклад фактори міжособистісних відношень, булінгу та ін.) можуть виникати і почати чинити негативний вплив на працівника під час його перебування у суспільному соціумі (в неробочий час), а посилюватися такий вплив може у робочому соціумі (в період робочої зміни) і навпаки.

Відповідно експерту дуже важко об'єктивно передбачити чи буде мати місце вплив певного ПНФ на працівника на робочому місці, який не є характерний для його трудової діяльності (але може виникнути до початку робочої зміни і продовжувати діяти протягом робочого часу) чи ні.

Як зазначалось вище, основною причиною неефективності систем управління охороною праці підприємств по відношенню до небезпечних та шкідливих психофізіологічних виробничих факторів була відсутність нормативних документів, які б визначали:

вичерпний перелік ПНФ, які потрібно ідентифікувати на робочому місці;

перелік заходів і засобів щодо їх мінімізації;

алгоритм впровадження таких заходів і засобів (починаючи з ресурсного забезпечення, як основи їх розробки та впровадження і завершуючи безпосереднім їх впровадженням на робочих місцях) для забезпечення ефективного функціонування процесу управління психосоціальними ризиками на підприємствах, в установах та організаціях.

Відсутність зазначеного нормативного підґрунтя, призводило до того, що, наприклад, лише 56 % суб'єктів господарювання (країн Європейського Союзу) на той час зазначали, що володіють інформацією щодо необхідності врахування оцінки психосоціальних ризиків у загальному процесі оцінки професійних ризиків.

Та лише 26 % з них заявляли, що передбачають ресурси для розробки з мінімізації зазначених ризиків та впроваджують зазначені заходи і засоби на робочих місцях [21].

Внаслідок цього (згідно даним спільного дослідження Міжнародної організації праці та Всесвітньої організації охорони здоров'я) у світі (станом на початок 2021 року) понад 41 % працівників працювало в умовах підвищеного стресу [12, 14].

Розуміючи існування зазначених проблем, Міжнародною організацією по стандартизації (ISO), у 2021 році, було розроблено та запроваджено в дію перший міжнародний стандарт з рекомендаціями щодо побудови систем управління психосоціальними ризиками на підприємствах та забезпечення процесу їх функціонування: ISO 45003:2021 "Occupational health and safety management — Psychological health and safety at work — Guidelines for managing psychosocial risks" [4]. З метою вирішення зазначених проблем, змістом стандарту визначався перелік внутрішніх і зовнішніх проблем організації (див. п.п. 4.1.2.; 4.1.3.) та відповідний до них перелік ПНФ (п. 6.1.2.), які потенційно можуть чинити негативний вплив на працівника на робочому місці. Отже користуючись зазначеним переліком, суб'єкт господарювання вже мав змогу ідентифікувати потенційні ПНФ на кожному робочому місці. Відповідно до переліку потенційних ПНФ, зміст стандарту також визначає заходи, які треба вживати для мінімізації або усунення ідентифікованих ПНФ з метою досягнення та підтримки мінімально можливого рівня психосоціального ризику на кожному робочому місці (п. 8.1.1.). При цьому, як визначає зміст стандарту (п.п. 6.2.; 7.1.), зазначений (мінімально можливий) рівень психосоціального ризику (як ціль процесу управління психосоціальними ризиками) повинен бути прийнятним для організації, тобто співмірним ресурсам організації [4].

Іншими словами, прийнятний рівень психосоціального ризику, це такий мінімально можливий рівень ризику, що може досягти та підтримувати організація в межах існуючих ресурсних можливостей [22].

Це означає, що між ціллю (мінімально можливим рівнем психосоціального ризику на робочому місці, який прагне досягти і підтримувати організація) та обсягом ресурсів, що передбачається на її досягнення повинна існувати певна об'єктивна залежність.

В загальному сенсі така залежність є зрозумілою, отже чим ближче бажаний для організації рівень ризику буде наближатися до нульового рівня (бажана ціль управління), тим більший обсяг ресурсів для цього потрібно буде організації виділяти [22].

Але, як відомо, рівень ресурсів в організації (зокрема для функціонування СУОПП, в рамках якої і здійснюється процес управління психосоціальними ризиками) завжди є обмеженим і суб'єкт господарювання завжди хоче і повинен розуміти, який ефект в змозі забезпечити застосування того чи іншого обсягу ресурсів.

Проблема максимально ефективного витрачання обмеженого ресурсу завжди була і залишається найбільш актуальною практичною проблемою для будь-якого суб'єкта господарювання.

І насамперед вона актуальна для малих і середніх організацій, у яких резерв поповнення ресурсу на покращення того чи іншого напряму діяльності або відсутній або дуже незначний.

Нажаль, зміст ISO 45003:2021 не надає суб'єкту господарювання жодних роз'яснень або інструментарію яким чином вирішувати дану проблему (забезпечувати співмірність ресурсів та цілей) в рамках процесу управління психосоціальними ризиками в організації.

Отже, слід констатувати той факт, що на практиці суб'єкту господарювання доводиться під час розробки і впровадження заходів з мінімізації (усунення) ідентифікованих ПНФ (в рамках виконання рекомендацій ISO 45003:2021) або діяти методом «спроб та помилок» (наслідками якого є перевитрата ресурсу та підвищений ризик виникнення професійних небезпек) або впроваджувати заходи формально, спираючись на всім відомий принцип економії ресурсу з відповідними негативними наслідками [17, 23].

Як зазначалось вище, принципи управління психосоціальними ризиками на робочих місцях ґрунтуються на необхідності виконання циклу Шухарта-Демінга, який, як відомо, представляє собою послідовність виконання чотирьох процедур: Планування – Дія – Моніторинг – Корегування. При цьому, слід зазначити, що передує виконанню зазначених процедур, процедура ідентифікації небезпечних та шкідливих виробничих психосоціальних факторів, які зазначені у таблицях 1 – 3 (див. п. 6 ISO 45003:2021 [4]).

Процедура ідентифікації є не тільки основою виконання циклу Шухарта-Демінга, а й основою принципів управління психосоціальними ризиками на робочих місцях. Незважаючи на те, що у таблицях 1 – 3 достатньо докладно наведена номенклатура небезпечних та шкідливих виробничих психосоціальних факторів, процес їх ідентифікації на робочих місцях містить певні практичні проблеми. Так, в стандарті ISO 45003:2021 [4], як показує аналіз його змісту, відсутній опис порядку проведення ідентифікації ПНФ, що унеможливлює здійснення такого процесу уповноваженою особою на практиці в умовах підприємства. Окрім того, навіть якщо зазначений процес формально описати, постає питання, яким чином об'єктивно ідентифікувати описані у таблицях 1 – 3 ПНФ на конкретному робочому місці при відсутності будь-яких характеристик (гранично-допустимих) зазначених факторів у змісті стандарту ISO 45003:2021.

Наступною проблемою, яка випливає із вищезазначеної є те, що наведені у таблицях 1 – 3 характеристики ПНФ, які можуть бути формально ідентифіковані на робочому місці неможливо порівняти з гранично-допустимими характеристиками, які повинні були б наведені у відповідних нормативно-правових документах.

Тобто, для кожного конкретного ПНФ, по аналогії з небезпечними та шкідливими виробничими факторами (наприклад пил, шум вібрація, температура відносна вологість повітря та іншими) у відповідному нормативно-правовому документі повинно бути встановлено нормоване (гранично-допустиме) значення, яке уповноважена особа, що здійснює процес ідентифікації ПНФ повинна використовувати в якості критерію під час ідентифікації того чи іншого ПНФ на робочому місці. Під час ідентифікації, зазначена особа повинна порівняти значення того чи іншого ідентифікованого ПНФ із нормованим значенням по відповідному фактору, яке ця особа повинна отримати із тексту відповідного нормативно-правового документу. Але, відсутність таких значень просто не дозволяє це зробити на практиці. Відповідно, наявність наведених вище основних проблем проведення процесу ідентифікації ПНФ на робочих місцях, а саме відсутність: опису та регламенту проведення процесу ідентифікації ПНФ у змісті стандарту ISO 45003:2021; визначених гранично-допустимих характеристик наведених у таблицях 1 – 3 стандарту ISO 45003:2021 ПНФ; можливості порівняння характеристик ідентифікованих на робочому місці ПНФ із нормованими характеристиками відповідних факторів унеможливлюють об’єктивне проведення процесу ідентифікації ПНФ на робочих місцях будь-якого підприємства та відповідне подальшу об’єктивну реалізацію циклу Шухарта-Демінга.

Також, як випливає зі змісту стандарту, перша процедура циклу Шухарта-Демінга, процедура Планування, яка передбачає передусім визначення необхідного обсягу ресурсів на виконання процесу управління психосоціальними ризиками на робочих місцях підприємств не може бути реалізована на практиці в силу відсутності необхідних методик, які б дозволяли уповноваженій особі здійснювати розрахунок такого обсягу ресурсів у відповідності до номенклатури ПНФ, які діють на працівника на тому чи іншому робочому місці викликає порушення стану його психічного здоров’я. Відсутність таких методик спостерігається не тільки у змісті стандарту ISO 45003:2021, а й у змісті будь-яких нормативно-правових документів, які призначені для здійснення процесу управління психосоціальними ризиками на робочих місцях підприємств, а також у змісті наукових досліджень, які призначені проблематиці реалізації процесу управління психосоціальними ризиками на робочих місцях підприємств [24 – 30].

Відповідна проблема притаманна й реалізації другої процедури циклу Шухарта-Демінга, процедурі Дія, яка передбачає необхідність здійснення оцінки ризику ушкодження психічного здоров’я працівника під час здійснення ним професійної діяльності на робочому місці. Зміст стандарту ISO 45003:2021 не містить необхідних методик, які б дозволили уповноваженій особі яка здійснює оцінку ризику ушкодження психічного здоров’я працівника об’єктивно отримати необхідний результат. Також у змісті стандарту ISO 45003:2021 не наведено жодних посилань на методики чи нормативно-правові документи в яких могли б такі методики міститися для можливості уповноваженої особи ними скористатися.

Відповідний недолік також притаманний і процедурам Моніторинг та Корегування циклу Шухарта-Демінга, які передбачають необхідність здійснення постійного спостереження за процесом негативного впливу на працівника ПНФ, які наведені у таблицях 1 – 3, а також здійснення швидкого корегування такого впливу для попередження виникнення випадків ушкодження психічного здоров’я працівника та забезпечення вимоги постійного удосконалення результатів управління психосоціальними ризиками на робочих місцях підприємства, яка зазначена у змісті стандарту ISO 45003:2021.

Виходячи з визначених вище проблем, які обумовлюють неефективність принципів управління психосоціальними ризиками на робочих місцях підприємств можна запропонувати наступні напрями їх удосконалення.

Перший напрям стосується принципів удосконалення процесу ідентифікації небезпечних та шкідливих виробничих психосоціальних факторів на робочих місцях підприємств.

Отже, для можливості об'єктивного здійснення процесу ідентифікації ПНФ на робочих місцях є необхідним: розробити процедуру і регламент проведення ідентифікації небезпечних та шкідливих виробничих психосоціальних факторів на робочих місцях; внести розроблену процедуру та регламент у п. 6 змісту стандарту ISO 45003-2021 для можливості виконання процесу ідентифікації небезпечних та шкідливих виробничих психосоціальних факторів на робочих місцях уповноваженою підприємством особою; розробити нормовані (гранично-допустимі) характеристики для всіх без виключення небезпечних та шкідливих виробничих психосоціальних факторів, які наведені у таблицях 1 – 3. Наведені напрями удосконалення процесу ідентифікації небезпечних та шкідливих виробничих психосоціальних факторів на робочих місцях підприємств дозволять відкрити шлях до об'єктивного проведення чотирьох процедур циклу Шухарта-Демінга, на основі яких ґрунтуються принципи управління психосоціальними ризиками на робочих місцях підприємств.

В той же час, як видно з визначених вище проблем реалізації зазначених процедур циклу Шухарта-Демінга, їх об'єктивна реалізація потребує розробки і впровадження наступних основних заходів, які повинні реалізовуватися в рамках наступних напрямів.

Об'єктивізація проведення процедури Планування передбачає необхідність розробки методики для визначення обсягу фінансових ресурсів (в яких обчислюється й обсяг матеріальних ресурсів на розробку заходів і засобів безпеки, залучення людських ресурсів та ін.), які потрібні для здійснення процесу управління психосоціальними ризиками, які будуть достатніми для унеможливлення виникнення ушкоджень психічного здоров'я кожного працівника на кожному робочому місці по всій номенклатурі ідентифікованих на ньому ПНФ. Кінцевою метою розробки повинна стати економіко-математична модель. Вхідним параметром якої буде рівень встановленого підприємством ризику ушкодження психічного здоров'я працівника по кожному ідентифікованому ПНФ, а вихідним – обсяг ресурсів, що потрібен для досягнення та підтримки зазначеного рівня ризику.

Об'єктивізація проведення процедури Дія також полягає у необхідності розробки методичного забезпечення для оцінки фактичного ризику ушкодження психічного здоров'я працівника на кожному робочому місці по всій номенклатурі ідентифікованих на ньому ПНФ. В даному випадку, під фактичним рівнем ризику слід розуміти рівень небезпеки ушкодження психічного здоров'я працівника з урахуванням існуючих (впроваджених заходів і засобів безпеки з нормалізації впливу на працівника ПНФ). При цьому, зазначене методичне забезпечення також передбачає необхідність розробки математичної моделі, вхідними параметрами якої буде інтенсивності впливу на працівника ідентифікованих на його робочому місці ПНФ (по кожному фактору), а вихідним параметром рівень фактичного ризику ушкодження психічного здоров'я.

І, нарешті, об'єктивізація проведення процедур Моніторинг та Корегування, повинно передбачати (зважаючи на вимогу здійснення постійного моніторингу та корегування, див. розділ 3) розробку певної автоматизованої системи, з функціями відслідковування характеристик впливу на працівника ідентифікованих на його робочому місці ПНФ, а також корегування таких характеристик у бік гранично-допустимих значень, які встановлені для того чи іншого ПНФ.

Висновки

За результатами проведених досліджень встановлено, що сучасні системи управління охороною праці підприємств для здійснення процесу управління психосоціальними ризиками на робочих місцях використовують принципи, які зазначені рекомендаціями стандарту ISO 45001:2018 і полягають у необхідності здійснення циклу Шухарта-Демінга. При цьому, зазначені системи не є однаково ефективними щодо зменшення негативного впливу на працюючих різних небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Найменш ефективними

сучасні системи управління охороною праці підприємств виявляються до негативного впливу на працівника небезпечних та шкідливих виробничих факторів психофізіологічної природи.

Основними напрямами удосконалення процесу управління психосоціальними ризиками є розробка: процедури і регламенту проведення ідентифікації небезпечних та шкідливих виробничих психосоціальних факторів на робочих місцях, а також внесення розробленої процедури та регламенту у п. 6 змісту стандарту ISO 45003:2021 для можливості виконання процесу їх ідентифікації уповноваженою підприємством особою; нормованих (гранично-допустимих) характеристик для всіх без виключення небезпечних та шкідливих виробничих психосоціальних факторів, які наведені у таблицях 1 – 3; економіко-математичних та математичних моделей для об'єктивізації реалізації процедур Планування та Дія відповідно; автоматизованої системи моніторингу та корегування негативного впливу небезпечних та шкідливих виробничих психосоціальних факторів для об'єктивної реалізації процедур Моніторинг та Корегування циклу Шухарта-Демінга.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Юр'єва Л.М. Динаміка розповсюдження психічних та поведінкових розладів в світі та в Україні. Медичні дослідження. 2001. Вип.1, Т.1. С.32 – 33.
2. Довідник базової інформації по психічному здоров'ю, правам людини та законодавству. Женева : ВООЗ, 2005. 199 с.
3. Всесвітня організація охорони здоров'я. Комплексний план заходів у сфері психічного здоров'я на 2013–2030 рр. Копенгаген : Європейське регіональне бюро ВООЗ, 2023. 39 с. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789240031029 (дата звернення: 15.12.2025).
4. ISO 45003:2021. Occupational health and safety management — Psychological health and safety at work — Guidelines for managing psychosocial risks. URL: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:45003:ed-1:v1:en (дата звернення: 12.12.2025).
5. ILO-OSH 2001. Guidelines on occupational safety and health management system. Geneva : International Labour Office, 2001. 25 p.
6. ISO 45001:2018. Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use. URL: https://www.iso.org/obp/ui/ru/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:en (дата звернення: 12.12.2025).
7. Violence and injuries in Europe: burden, prevention and priorities for action. Copenhagen : WHO, Regional Office for Europe, 2020. 148 p.
8. Injuries: a call for public health action in Europe. Copenhagen : WHO, Regional Office for Europe, 2017. 28 p.
9. Schlünssen V., Mandrioli D., Pega F., Momen N. C. The prevalences and levels of occupational exposure to dusts and/or fibres (silica, asbestos and coal): A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Environment International.* 2023. Vol. 178. P. 107 – 182. https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.107980
10. Ehling-Schulz M., Filter M., Zinsstag J., Koutsoumanis K., Ellouze M., Teichmann J., Hilbeck A., Tonolla M., Etter D., Stärk K., Wiedmannk M., Johler S. Risk negotiation: a framework for One Health risk analysis. *Bull World Health Organ*. 2024. Vol. 102. P. 453–456. http://dx.doi.org/10.2471/BLT.23.290672

11. Barbey C., Bonvallot N., Clerc F. Health Outcomes Related to Multiple Exposures in Occupational Settings: A Review. *Safety and Health at Work*. 2024. Vol. 15, Iss. 4. P. 382 – 395. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2024.10.004
12. Pega F., Náfrádi B., Momen N.C., Ujita Y., Kai N. Streicher, Prüss-Üstün A.M. Global, regional, and national burdens of ischemic heart disease and stroke attributable to exposure to long working hours for 194 countries, 2000–2016: A systematic analysis from the WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. *Environment International*. 2021. Vol. 154. 106595. https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106595
13. Bochkovskyi A.P., Sapozhnikova N.Yu. Models for optimal management of psychosocial risks in the workplace. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. 2025. Vol. 128, Iss. 2. P. 72-85. https://doi.org/10.5604/01.3001.0055.1118
14. ВООЗ. Керівні принципи з охорони психічного здоров'я на робочому місці. Женева : Міжнародна організація праці, 2023. 133 с. URL: https://surl.li/zwrygq (дата звернення: 12.12.2025).
15. Ming-Wei Lin, Yi-Ting Wang, Yawen Cheng. Psychosocial Work Conditions During the COVID-19 Pandemic and Their Influences on Mental Health Risk and Intention to Leave Among Public Health Workers: A Cross-sectional and Follow-up Study in Taiwan. *Safety and Health at Work*. 2023. Vol.14, Iss.4. P. 438 – 444. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.10.007
16. World mental health report: transforming mental health for all. Executive summary. Geneva : World Health Organization, 2022. 28 p. URL: https://www.who.int/publications/i/item/9789240050860 (дата звернення: 12.12.2025).
17. Bochkovskyi A.P., Sapozhnikova N.Yu. Minimization of the «human factor» influence in Occupational Health and Safety. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2019. Vol. 6. P. 95–106. https://doi.org/10.29202/nvngu/2019-6/14
18. Bochkovskyi A.P. Stochastic models of work and rest schedules. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2024. Vol. 199, Iss.1. P. 114 – 121. https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-1/114
19. Bochkovskyi A.P., Sapozhnikova N.Yu. Stochastic models of risk management of worker fatigue emergence. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*. 2024. Vol.123, Iss. 2. P. 72 – 85. https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.6152
20. Derdowski L.A., Mathisen G.E. Psychosocial factors and safety in high-risk industries: A systematic literature review. *Safety Science*. 2023. Vol. 157. P. 105 – 117. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105948
21. Dahler-Larsen P., Sundby A., Boodhoo A. Can occupational health and safety management systems address psychosocial risk factors? An empirical study. *Safety Science*. 2020. Vol. 130. P. 104 – 121. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104878
22. Bochkovskyi A.P. Improvement of risk management principles in occupational health and safety. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2020. Vol. 4. P. 94–104. https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-4/094
23. Valencia-Contrera, Miguel & Rivera-Rojas, Flérida & Febré, Naldy. Psychosocial risks at work: a growing problem with theoretical ambiguities. *Salud, Ciencia y Tecnología*. 2024. Vol. 4. P. 4867 – 4872. https://doi.org/10.56294/saludcyt2024867
24. Steel E., Malinen S.K., Näswall K. Improving work-related psychosocial risk management: A mixed methods evaluation of the factors influencing inspectors' practice. *Safety Science*. 2025. Vol. 181. 106659. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106659
25. Bailey T. The Australian policy context for the management of psychosocial risks at work. *Safety and Health at Work*. 2022. Vol. 13 (Supplement). P. S64. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2021.12.930
26. Alves L., Abreo L., Petkari E., Pinto da Costa M. Psychosocial risk and protective factors associated with burnout in police officers : A systematic review. *Journal of Affective Disorders.* 2023. Vol. 332. P. 283 - 298. https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.03.081

27. Hamre K. V., Einarsen S. V., Notelaers G. Psychosocial safety climate as a moderator in role stressor-bullying relationships: A multilevel approach. *Safety Science*. 2023. Vol. 164. P. 106165. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106165
28. Kjærgaard A., Rudolf E. M., Palmqvist J., Jakobsen M. E., Ajslev J. Z. N. The psychosocial hierarchy of controls: effectively reducing psychosocial hazards at work. *American Journal of Industrial Medicine*. 2025. Vol. 68. P. 250-263. https://doi.org/10.1002/ajim.23694
29. Bolis I., Sigahi T.F.A.C., Morioka S.N. Raising psychosocial risks in real-world work environments: A proposal for a detailed and quick questionnaire with direct application by workers. *Safety Science*. 2024. Vol.173. P. 106439. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106439
30. Wietse A. T., Phuong Thao D Le, Sarah L Harrison, Galappatti A., et. al. Mental health and psychosocial support in humanitarian settings: research priorities for 2021–30. *The Lancet Global Health*. 2023. Vol. 11, Iss.6. P. e969-e975. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(23)00128-6

References

1.Yuryeva, L. M. (2001). Dynamika rozpovsiudzhennia psykhichnykh ta povedinkovykh rozladiv u sviti ta v Ukraini [Dynamics of the spread of mental and behavioral disorders in the world and in Ukraine]. *Medychni doslidzhennia*, 1(1), 32–33.
2. World Health Organization. (2005). *Dovidnyk bazovoi informatsii po psykhichnomu zdorov'iu, pravam liudyny ta zakonodavstvu* [Mental health, human rights and legislation: A handbook]. WHO.
3. World Health Organization Regional Office for Europe. (2023). *Comprehensive mental health action plan 2013–2030*. WHO. https://www.who.int/publications/i/item/9789240031029
4. International Organization for Standardization. (2021). *ISO 45003: Occupational health and safety management — Psychological health and safety at work — Guidelines for managing psychosocial risks*. https://www.iso.org/standard/64283.html
5. International Labour Organization. (2001). *Guidelines on occupational safety and health management systems (ILO-OSH 2001)*. ILO.
6. International Organization for Standardization. (2018). *ISO 45001: Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use*. https://www.iso.org/standard/63787.html
7. World Health Organization Regional Office for Europe. (2020). *Violence and injuries in Europe: Burden, prevention and priorities for action*. WHO.
8. World Health Organization Regional Office for Europe. (2017). *Injuries: A call for public health action in Europe*. WHO.
9. Schlünssen, V., Mandrioli, D., Pega, F., & Momen, N. C. (2023). The prevalences and levels of occupational exposure to dusts and/or fibres (silica, asbestos and coal): A systematic review and meta-analysis from the WHO/ILO Joint Estimates. *Environment International, 178*, 107980. https://doi.org/10.1016/j.envint.2023.107980
10. Ehling-Schulz, M., Filter, M., Zinsstag, J., Koutsoumanis, K., Ellouze, M., Teichmann, J., … Johler, S. (2024). Risk negotiation: A framework for One Health risk analysis. *Bulletin of the World Health Organization, 102*, 453–456. https://doi.org/10.2471/BLT.23.290672
11. Barbey, C., Bonvallot, N., & Clerc, F. (2024). Health outcomes related to multiple exposures in occupational settings: A review. *Safety and Health at Work, 15*(4), 382–395. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2024.10.004
12. Pega, F., Náfrádi, B., Momen, N. C., Ujita, Y., Streicher, K. N., & Prüss-Üstün, A. M. (2021). Global, regional, and national burdens of ischemic heart disease and stroke attributable to long working hours. *Environment International, 154*, 106595. https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106595

13. Bochkovskyi, A. P., & Sapozhnikova, N. Yu. (2025). Models for optimal management of psychosocial risks in the workplace. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 128*(2), 72–85. https://doi.org/10.5604/01.3001.0055.1118
14. World Health Organization. (2023). *Guidelines on mental health at work*. ILO. https://surl.li/zwrygq
15. Lin, M.-W., Wang, Y.-T., & Cheng, Y. (2023). Psychosocial work conditions during the COVID-19 pandemic and their influences on mental health risk. *Safety and Health at Work, 14*(4), 438–444. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2023.10.007
16. World Health Organization. (2022). *World mental health report: Transforming mental health for all (Executive summary)*. WHO. https://www.who.int/publications/i/item/9789240050860
17. Bochkovskyi, A. P., & Sapozhnikova, N. Yu. (2019). Minimization of the human factor influence in occupational health and safety. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 6*, 95–106. https://doi.org/10.29202/nvngu/2019-6/14
18. Bochkovskyi, A. P. (2024). Stochastic models of work and rest schedules. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 199*(1), 114–121. https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-1/114
19. Bochkovskyi, A. P., & Sapozhnikova, N. Yu. (2024). Stochastic models of risk management of worker fatigue emergence. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 123*(2), 72–85. https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.6152
20. Derdowski, L. A., & Mathisen, G. E. (2023). Psychosocial factors and safety in high-risk industries: A systematic review. *Safety Science, 157*, 105948. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2022.105948
21. Dahler-Larsen, P., Sundby, A., & Boodhoo, A. (2020). Can occupational health and safety management systems address psychosocial risk factors? *Safety Science, 130*, 104878. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104878
22. Bochkovskyi, A. P. (2020). Improvement of risk management principles in occupational health and safety. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu, 4*, 94–104. https://doi.org/10.33271/nvngu/2020-4/094
23. Valencia-Contrera, M., Rivera-Rojas, F., & Febré, N. (2024). Psychosocial risks at work: A growing problem with theoretical ambiguities. *Salud, Ciencia y Tecnología, 4*, 4867–4872. https://doi.org/10.56294/saludcyt2024867
24. Steel, E., Malinen, S. K., & Näswall, K. (2025). Improving work-related psychosocial risk management. *Safety Science, 181*, 106659. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106659
25. Bailey, T. (2022). The Australian policy context for the management of psychosocial risks at work. *Safety and Health at Work, 13*(Suppl.), S64. https://doi.org/10.1016/j.shaw.2021.12.930
26. Alves, L., Abreo, L., Petkari, E., & Pinto da Costa, M. (2023). Psychosocial risk and protective factors associated with burnout in police officers. *Journal of Affective Disorders, 332*, 283–298. https://doi.org/10.1016/j.jad.2023.03.081
27. Hamre, K. V., Einarsen, S. V., & Notelaers, G. (2023). Psychosocial safety climate as a moderator in role stressor-bullying relationships. *Safety Science, 164*, 106165. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2023.106165
28. Kjærgaard, A., Rudolf, E. M., Palmqvist, J., Jakobsen, M. E., & Ajslev, J. Z. N. (2025). The psychosocial hierarchy of controls. *American Journal of Industrial Medicine, 68*, 250–263. https://doi.org/10.1002/ajim.23694
29. Bolis, I., Sigahi, T. F. A. C., & Morioka, S. N. (2024). Raising psychosocial risks in real-world work environments. *Safety Science, 173*, 106439. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106439
30. Tol, W. A., Le, P. T. D., Harrison, S. L., Galappatti, A., et al. (2023). Mental health and psychosocial support in humanitarian settings. *The Lancet Global Health, 11*(6), e969–e975. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(23)00128-6

Напрями удосконалення об’ємно-планувальних та конструкційних рішень захисних споруд цивільного захисту

Directions for Improving the Spatial Planning and Design Solutions of Civil Defence Structures

Андрій Бочковський [A]
доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри цивільної безпеки та охорони праці, e-mail: andrew.bochkovsky@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4166-3148

Наталя Сапожнікова [A]
кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри цивільної безпеки та охорони праці, e-mail: n.sap.bzd@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6181-4022

Максим Коваль [B]
головний інспектор відділу контролю за утриманням захисних споруд та організації евакуаційних заходів управління цивільного захисту та превентивної діяльності, e-mail: m.m.koval@dsns.gov.ua

Andrii Bochkovskyi [A]
доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри цивільної безпеки та охорони праці, e-mail: andrew.bochkovsky@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-4166-3148

Natalia Yu. Sapozhnikova [A]
Candidate of Technical Science (s), assistant professor, Associate Professor of Department of civil security and labor protection, e-mail: n.sap.bzd@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6181-4022

Maksym Koval [B]
Chief Inspector of the Department for Control over the Maintenance of Protective Structures and Organisation of Evacuation Measures of the Civil Protection and Preventive Activities Directorate, e-mail: m.m.koval@dsns.gov.ua

[A] Національний університет “Одеська політехніка”, м. Одеса, Україна
[B] Головне управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій у Вінницькій області, м. Вінниця, Україна

[A] Odessa Polytechnic National University, Odessa, Ukraine
[B] Main department of the State Emergency Service of Ukraine in Vinnytsia region, Vinnytsia, Ukraine

Received: December 15, 2025 | Revised: December 28, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.21

Мета роботи. Розробка напрямів удосконалення конструкційних та об’ємно-планувальних рішень захисних споруд цивільного захисту на основі їх попереднього аналізу у відповідності до вимог для підвищення їх захисних властивостей.

Метод дослідження. В рамках дослідження застосовувався метод структурного аналізу змісту стандартів, що регламентують порядок побудови та облаштування захисних споруд цивільного захисту для укриття населення під час виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій різного характеру, а також аналізу науково-технічної літератури – для постановки проблеми, завдань та мети дослідження та напрямів удосконалення об’ємно-планувальних та конструкційних рішень захисних споруд цивільного захисту.

Результати дослідження. Проведено аналіз вимог щодо забезпечення об’ємно-планувальних та конструкційних рішень різних видів захисних споруд цивільного захисту відповідно до змісту відповідних державних стандартів, а саме сховищ та споруд подвійного призначення з захисними властивостями сховища; протирадіаційних укриттів та споруд подвійного призначення з захисними властивостями протирадіаційного укриття; найпростіших укриттів; швидкозведених захисних споруд. Розроблено напрями їх удосконалення, які, зокрема передбачають, інтеграцію систем життєзабезпечення та автоматизації, оптимізацію евакуаційних шляхів і цифровий моніторинг параметрів.

Теоретична цінність дослідження. Теоретична цінність полягає в розробці напрямів удосконалення об’ємно-планувальних та конструкційних рішень захисних споруд цивільного захисту.

Практична цінність дослідження. Отримані результати досліджень можуть бути використані для удосконалення змісту та структури стандартів ДБН В.2.2-5:2023 та ДСТУ 8773:2018.

Оригінальність. Визначено та запропоновано напрями удосконалення об’ємно-планувальних та конструкційних рішень захисних споруд цивільного захисту для підвищення їх стійкості щодо захисту населення під час виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій різного характеру.

Тип статті: Концептуальний.

Purpose. Development of areas for improvement in the design and spatial planning of civil defence structures based on their preliminary analysis in accordance with the requirements for enhancing their protective properties.

Method. The study used a method of structural analysis of the content of standards regulating the construction and arrangement of civil defence shelters for the protection of the population during the occurrence and development of various types of emergencies, as well as an analysis of scientific and technical literature to identify the problem, objectives and goals of the study, and areas for improvement in the spatial planning and structural design of civil defence shelters.

Findings. An analysis was conducted of the requirements for ensuring the spatial planning and structural design of various types of civil defence structures in accordance with the content of the relevant state standards, namely shelters and dual-purpose structures with the protective properties of shelters; anti-radiation shelters and dual-purpose structures with the protective properties of anti-radiation shelters; the simplest shelters; and rapidly erected protective structures. Directions for their improvement have been developed, which, in particular, provide for the integration of life support and automation systems, the optimisation of evacuation routes, and digital monitoring of parameters.

Theoretical implications. The theoretical value lies in the development of areas for improvement in the spatial planning and structural design of civil defence structures.

Practical implications. The results of the research can be used to improve the content and structure of standards DBN V.2.2-5:2023 and DSTU 8773:2018.

Originality: Directions for improving the spatial planning and structural design of civil defence structures have been identified and proposed in order to increase their resilience in protecting the population during the occurrence and development of various types of emergencies.

Paper type. Conceptual.

Ключові слова: цивільна безпека, об’ємно-планувальні рішення захисних споруд цивільного захисту, конструкційні рішення захисних споруд цивільного захисту, надзвичайні ситуації, захист населення.

Key words: Civil Security, Spatial Planning Solutions for Civil Defence Structures, Structural Solutions for Civil Defence Structures, Emergency Situations, Protection of the Population.

Вступ

Захисні споруди цивільного захисту є ключовим елементом забезпечення безпеки населення під час виникнення та розвитку надзвичайних ситуаціях природного, техногенного та воєнного характеру, а сучасні будівельні технології, інноваційні матеріали та цифрові системи управління створюють нові можливості для покращення їх захисних властивостей, стійкості та функціональності, що є необхідним для підвищення рівня захисту населення в умовах існуючих та майбутніх загроз.

Важливість проблеми природно-техногенної безпеки полягає в постійному зростанні людських втрат та збитків від природних і техногенних катастроф, воєнних (бойових) дій та терористичних актів, що зумовлює високий ризик надзвичайних ситуацій. Тому захист населення та територій є пріоритетним напрямком для всіх розвинених держав, включно з Україною. Для його реалізації вживають різних заходів. Укриття населення в захисних спорудах є найбільш ефективним способом захисту [1, 2].

Завдяки реалізації інженерно-технічних заходів цивільного захисту, останніми роками в Україні створено фонд захисних споруд цивільної оборони, який є основою для забезпечення безпеки населення під час військових дій, а також надзвичайних ситуацій техногенного та природного та іншого характерів. Ці споруди забезпечують укриття, збереження життя та здоров'я населення. Об’єкти фонду мають стратегічне значення для забезпечення захисту населення, що підкреслює їхню важливість [3].

Створення фонду захисних споруд цивільної оборони здійснюється відповідно до вимог Норм проектування інженерно-технічних заходів цивільної оборони [4]. Воно здійснюється шляхом пристосування наявних підземних та наземних приміщень і споруд, а також шляхом будівництва нових спеціалізованих об’єктів подвійного призначення, що забезпечує захист населення. Зокрема, це включає використання підвалів, цокольних поверхів, а також підземних гірських виробок та інших інфраструктурних об'єктів, які можуть бути адаптовані для захисту людей від надзвичайних ситуацій [5].

Основні завдання системи інженерного захисту населення [2]:

поліпшення утримання та використання наявних захисних споруд: передбачає забезпечення належного стану вже існуючих споруд цивільної оборони, їх ефективне використання в мирний час та підготовку до надзвичайних ситуацій, включаючи модернізацію обладнання та навчання персоналу;

підтримання готовності захисних споруд: система забезпечує готовність захисних споруд до прийому працюючих змін найважливіших об’єктів та населення, щоб захистити їх від потенційних небезпек;

адаптація підземних просторів: у мирний час і в загрозливий період здійснюється пристосування заглиблених приміщень, метрополітенів та інших споруд підземного простору для створення притулків та укриттів;

підготовка до будівництва нових споруд: у загрозливий період готуються до будівництва відсутні захисні споруди цивільної оборони, а також облаштовуються укриття найпростішого типу.

Захисні споруди цивільного захисту – це інженерні споруди, будівництво яких спрямоване на захист населення або мінімізації впливу дії небезпечних факторів, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій, воєнних (бойових) дій або терористичних актів.

Теоретичні основи дослідження

Теоретичною основою представленого дослідження є нормативно-правові документи, які регламентують порядок побудови та облаштування захисних споруд цивільного захисту для укриття населення під час виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій різного характеру,

зокрема, ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту; ДСТУ 8773:2018. Склад та зміст розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту в складі проектної документації на будівництво об’єктів. Основні положення; ДСТУ 9107:2021. Захисні споруди цивільного захисту. Методи випробування та ін.

Постановка проблеми

Об’ємно-планувальні рішення – це раціональне розташування приміщень у будівлі та розміщення обладнання в цих приміщеннях, що враховують [6, 7]: функціональне призначення будівлі та приміщень; взаємозв’язок між різними зонами та приміщеннями; безпеку та зручність експлуатації будівлі; економічну доцільність будівництва та експлуатації; естетичні та архітектурні вимоги. Ці рішення розробляються на етапі проектування та є основою для створення ефективної та функціональної споруди.

Об’ємно-планувальні рішення захисної споруди цивільного захисту забезпечують усі нижчезазначені пункти, оскільки вони представляють собою комплекс вимог до ефективного, безпечного, функціонального та економічного проектування споруд, що досягається раціональним розміщенням основних та допоміжних приміщень, а також інженерних комунікацій [6, 8]: забезпечення належних умов для перебування людей, що включає системи опалення, вентиляції та освітлення, водопостачання та водовідведення та дотримання правил техніки безпеки та протипожежних вимог, що включає становлення пожежної сигналізації та наявність вогнегасників; найекономічніше використання внутрішніх об’ємів і площ, просте планування, що сприяє ефективному використанню простору та спрощує будівництво і подальшу експлуатацію; зручність заповнення, розміщення людей та вихід зі споруди; раціональне розміщення внутрішнього інженерно-технічного устаткування (системи вентиляції, опалення, водопостачання, водовідведення, електропостачання й зв’язок). Усі пункти є невід’ємними елементами якісного об'ємно-планувальних рішень захисної споруди.

Вимоги до захисних споруд цивільного захисту [6, 9]: раціональне використання у мирний час: використовування для господарських цілей, що не суперечить їх основній функції укриття; збереження захисних властивостей: під час мирної експлуатації не повинно порушуватися герметизація, вентиляція та інші захисні функції сховища чи протирадіаційного укриття; швидка готовність: забезпечення мінімальний час для оперативного звільнення споруди від тимчасових мешканців або обладнання та переведення її у стан готовності для прийому людей.

Конструктивне рішення споруди визначається як сукупність параметрів, що включають геометричну конфігурацію несучого кістяка, вибір матеріалів та технологій виготовлення його елементів, методи зведення на будівельному майданчику, а також інженерні заходи, спрямовані на забезпечення просторової стійкості та необхідних захисних характеристик споруди [2].

Основні конструктивні елементи сховищ включають [10]: зовнішні огороджувальні конструкції (стіни, перекриття, фундаментну плиту); внутрішні несучі елементи (стіни, колони); елементи входів і аварійних виходів; захисні пристрої для пройм (герметичні двері, віконниці); пристрої для захисту технологічних прорізів та вводів інженерних мереж.

Несучі конструкції проєктуються з урахуванням впливу вибухової хвилі ядерного чи звичайного вибуху відповідно до класу сховища. Мінімальна маса 1 м² огороджувальних конструкцій має становити [10]: I–III клас сховищ – щонайменше 1500 кг; інші класи сховищ – не менше 1100 кг.

У розрахунок перекриттів також включають вагу обладнання (не більше 200 кг на 1 м² площі) та шару ґрунту. Залізобетонні перекриття вбудованих сховищ повинні мати теплоізоляційний шар.

Конструктивні елементи захисних споруд повинні забезпечувати герметичність, що гарантує стійкість до дії ударної хвилі та підвищених температур під час пожеж, а також відповідний рівень захисту від іонізуючого і світлового випромінювання, а також гарантувати герметичність внутрішнього простору [6, 10].

Функції огороджувальних захисних елементів (перекриття, стіни, підлогу, а також захисно-герметичні та герметичні двері) [10]: забезпечення захисних характеристик; створення умов для підтримання нормативного температурно-вологісного режиму протягом усього періоду експлуатації; забезпечення надійного захисту споруди від проникнення поверхневих і ґрунтових вод.

Вибір монолітної залізобетонної фундаментної плити для захисної споруди визначається необхідністю протистояти динамічним навантаженням ударної хвилі та виштовхувальним силам. Плита повинна мати достатню жорсткість для мінімізації деформацій та збереження загальної герметичності конструкції. Для забезпечення водонепроникності у місцях стиків застосовуються деформаційні шви та спеціальні ущільнювальні матеріали. Комплексне забезпечення герметичності також включає використання захисно-герметичних дверей і ретельну герметизацію вводів інженерних комунікацій (трубопроводів, кабелів) сальниковими або гумовими ущільнювачами. Крім того, конструкція сховища обов'язково повинна враховувати стійкість до сейсмічних впливів.

Метою даного дослідження є розробка напрямів удосконалення конструкційних та об’ємно-планувальних рішень захисних споруд цивільного захисту на основі їх попереднього аналізу у відповідності до вимог для підвищення їх захисних властивостей.

Методологія дослідження

В рамках дослідження застосовувався метод аналізу науково-технічної літератури – для постановки проблеми, завдань та мети дослідження, а також структурного аналізу змісту міжнародних стандартів ISO 45003-2021 та ISO 45001-2018 – для визначення проблем та напрямів удосконалення принципів управління психосоціальними ризиками на робочих місцях підприємств, установ та організацій.

Результати та обговорення

Під час будівництва нової захисної споруди, реконструкції та капітальному ремонті вже існуючої забезпечується доступність та безпеку маломобільних груп населення відповідно до вимог [11]. У разі неможливості забезпечення вимоги у повному обсязі, здійснюється їх розумне пристосування (реалізація пандусів, підйомних пристроїв). Перед вхідними дверима у захисні споруди облаштовується простір для можливості маневрування на візку [6].

Наявність захисних спорудах передбачених засобів безпеки та орієнтування, що є критично важливим елементом для забезпечення порядку та швидкої евакуації [6]: інформаційних табличок, покажчиків напряму руху, контрастне маркування на сходах, порогах, дверях, вживання матеріалів із світловідбивальними властивостями.

Архітектурні елементи, зокрема вхідні групи, тамбури, сходові марші, пандуси, платформи, внутрішні приміщення та комунікаційні шляхи будівель або споруд, а також складові оздоблення та інтер’єрів захисних об’єктів і споруд подвійного призначення повинні бути спроєктовані та виконані відповідно до вимог [11]. У випадках, коли передбачається встановлення порогів у дверних отворах (зокрема вхідних, захисних, герметичних або комбінованих дверях), необхідно забезпечити облаштування входу відкидним чи знімним пандусом [6].

Розміри коридорів та пандусів, розташованих усередині захисних споруд і споруд подвійного призначення, призначених для забезпечення евакуації, зокрема для осіб з обмеженою мобільністю, повинні становити: не менше 1,8 м – у разі нового будівництва; не

менше 1,5 м – під час проведення реконструкційних робіт; не менше 1,2 м – у процесі капітального ремонту.

На стінах коридорів, що виконують функцію евакуаційних шляхів, передбачається встановлення поручнів на висоті 0,9 м. Геометричні параметри та спосіб кріплення поручнів мають відповідати положенням [11]. Колірна гама поручнів повинна бути контрастною щодо кольору стіни, на якій вони закріплені [6].

Для забезпечення нормативних параметрів експлуатаційної безпеки ширина внутрішніх дверей повинна бути не меншою ніж 0,9 м. У разі використання двостулкових дверей мінімальна ширина кожної стулки має відповідати цьому ж значенню. Бажано застосовувати дверні ручки важільного типу, що полегшують користування.

Двері міжкоридорні та двері до приміщень виконуються без порогів, окрім дверей технічних приміщень. У разі необхідності облаштування порогів вони повинні відповідати нормам [11]. Двері у технічних приміщеннях можуть мати мінімальну ширину 0,7 м. При виконанні капітального ремонту допускається зменшення ширини отворів вхідних і внутрішніх дверей до 0,8 м за умови технічної неможливості дотримання базових норм.

Для основного приміщення укриття двері повинні відкриватися назовні [6].

У зонах потенційного скупчення людей (наприклад, біля входу/виходу, в коридорах та переходах) слід передбачати проміжні зони безпеки, які можуть бути реалізовані як розширення коридорів або “кишені”, розташовані безпосередньо вздовж основного шляху руху. Це спеціальні простори, які дозволяють людям тимчасово уникнути щільного потоку (пропустити когось, відпочити, чи очікувати). Вони допомагають уникнути хаосу та потенційних травм під час масового руху [6].

Основними елементами об’ємно-планувальних рішень закритих захисних споруд є основні та допоміжні приміщення та входи, що забезпечують безпеку та умови для тривалого перебування. До основних приміщень відносять: приміщення для тих, хто переховується; пункти керування, які призначені для організації та контролю роботи захисної споруди; медпункти; додатково передбачаються для медичних установ – операційні та перев'язувальні. До допоміжних приміщень відносять: фільтро-вентиляційні приміщення; санітарні вузли; електрощитові; захищені дизельні електростанції (ДЕС); приміщення довготривалого зберігання продуктів харчування; станція перекачки для перекачування рідин або газів; балонна; тамбури; тамбур-шлюз; додатково передбачаються для медичних установ – буфетні та санітарні кімнати [6, 2, 12]. До складу основних приміщень сховищ, призначених для укриття населення, рекомендується включати [6, 7]: приміщення для переховування людей; пункт керування: для осіб, відповідальних за обслуговування сховища, місткістю до 300 осіб; медичний пункт: призначений для сховищ місткістю до 600 осіб; зони для харчування: для підігріву та прийняття їжі; зони для дітей: віком до 11 років, за необхідності – разом з батьками та зони для немовлят: для годування та сповивання; зони для домашніх тварин: для тимчасового перебування домашніх тварин разом з господарями (за потреби); склад продуктів харчування: 1 приміщення на кожні 600 осіб; відокремлена зона для людей з інвалідністю, включаючи їхніх супроводжуючих, що становить 10% від загальної місткості споруди, альтернативно, може бути облаштоване окреме приміщення для цієї мети.

Для сховищ слід передбачати такі допоміжні приміщення за призначенням [6]: вентиляційне та фільтровентиляційне обладнання: ці приміщення забезпечують функціонування систем очистки повітря, що є критично важливим для створення безпечних умов у герметичних сховищах, особливо в умовах III режиму роботи, де потрібна подача повітря з балонів; балонні: розміщення балонів зі стиснутим повітрям або киснем, необхідні для забезпечення життєдіяльності людей протягом тривалого часу; електрозабезпечення: приміщення для генераторів, акумуляторних батарей та ін. електрообладнання, що забезпечує безперебійну роботу всіх систем сховища; водозабезпечення та каналізація:

приміщення для насосних станцій, резервуарів води, дренажних станцій та систем відведення стічних вод, що є необхідними для довготривалого перебування людей; опалення: тепловий пункт (бойлерна); склад матеріально-технічних засобів: утримання інструменту, інвентарю, техніки засобів індивідуального захисту та приладів для комплектування захисної споруди; тамбур; тамбур-шлюз: для створення повітряного замка та захисту від проникнення шкідливих речовин; гігієна та санітарія: простори, спеціально обладнані для підтримання особистої гігієни, забезпечення безпеки та створення комфортних умов; пожежна безпека: зони, де розміщені, зберігаються або використовуються протипожежні засоби, обов'язкові – при новому будівництві, рекомендовані – при реконструкції; харчування: з обладнанням для підтримання нормативної температури їжі, питного режиму та миття посуду; приміщення для зберігання відходів; приміщення роздягальні та приміщення/зона для зберігання брудного одягу (дозволяється об'єднувати); додатково передбачаються для сховищ атомних станцій – приміщення для дозиметричного контролю, роздягальні та душові.

Для сховищ, призначених для укриття до 100 осіб допускається передбачення мінімальної кількості основних та допоміжних приміщень [6]: основне приміщення для укриття, медичний пост; фільтро-вентиляційні приміщення, універсальні санітарні вузли, тамбур-шлюзи, тамбури, приміщення для автономних джерел електропостачання (акумуляторних батарей, ДЕС), приміщення для зберігання запасу питної води та продуктів харчування, приміщення для прийняття їжі (буфет), приміщення для зберігання забрудненого одягу.

Для усіх категорій протирадіаційних укриттів встановлюється обов'язковий перелік основних приміщень, який визначено положеннями [6], [12], [13]: головне приміщення, призначене для укриття; зона санітарного посту (для ПРУ – обов'язкова та для СПП з властивостями ПРУ – рекомендована); приміщення медичного пункту (для ПРУ та СПП місткістю понад 600 осіб – обов'язкова і рекомендоване для об'єктів, розрахованих на меншу кількість людей); приміщення пункту керування (обов'язкове для ПРУ та СПП, розрахованих на понад 300 осіб, і рекомендоване для споруд із місткістю до 300 осіб).

До складу обов'язкових допоміжних приміщень протирадіаційних укриттів належать [6]: санітарно-гігієнічні блоки; кімнати для розміщення вентиляційного та фільтровентиляційного обладнання; приміщення для тимчасового зберігання забрудненого одягу.

Додатково рекомендується передбачати такі приміщення [6, 7]: кімнату для аварійних джерел живлення (акумуляторні батареї, дизельна електростанція), допускається електрообладнання приміщень споруд підключати до ДЕС, розташованої за межами захисної споруди; склад для меблів та інвентарю; приміщення для зберігання продовольства (одне на кожні 500 осіб); простір (у укритті місткістю до 200 осіб) або окреме приміщення (від 201 осіб) для запасів води; приміщення для збору та зберігання відходів; зону або кімнату для підігріву та роздачі їжі, забезпечення питного режиму та миття посуду; в укриттях без каналізації (місткістю не більше 20 осіб), необхідно передбачати окремі зони для зберігання виносної тари.

Для закладів охорони здоров'я додатково повинні включати спеціальні приміщення для здійснення лікувально-евакуаційних заходів [6], [12], [13]: палати для хворих та осіб, що одужують; приміщення для медичного й обслуговуючого персоналу; процедурну (перев'язочну) кімнату; буфетну; пост медичних сестер.

Вимоги до об'ємно-планувальні рішень ПРУ та СПП з захисними властивостями ПРУ:

1) вимоги до норм площі для укриття [6], [12]: площа підлоги основних приміщень визначається залежно від способу розташування нар: 0,6 м² на особу – при одноярусному розміщенні; 0,5 м² – при двоярусному; 0,4 м² – при триярусному; приміщення для зберігання зараженого одягу проектуються з розрахунку 0,07 м² на одну особу; площа зони для виносної тари не перевищує 1,0 м² та передбачається лише у укритті малої місткості (до 20 осіб);

2) вимоги до місць для сидіння та лежання (розмір одного місця для лежання приймається 0,55 м × 1,8 м) [6, 12, 13]: 15 % – для одноярусного розташування; 20 % – для двоярусного; 30 % – для триярусного;

3) вимоги до висоти приміщень [6, 12, 13]: у новозбудованих об'єктах – не менша за 1,9 м (від рівня підлоги до низу виступаючих елементів перекриття); у вже існуючих будівлях допускається: при 2,8 – 3,04 м триярусне розташування нар; при 2,2 – 2,4 м – двоярусне; при 1,7–1,9 м – одноярусне;

4) вимоги до санітарних вузлів [6, 12]: проєктування здійснюється за вимогами, аналогічними тим, що застосовуються до сховищ, проте допускається забезпечення ними лише 50 % осіб, що укриваються; іншим дозволяється користуватися приміщеннями, розташованими поряд з укриттям;

5) вимоги до вентиляційних приміщень [6, 12]: обладнання системами вентиляції з механічним спонуканням; за наявності ручного приводу вентилятора протипилові фільтри повинні бути оснащені захисною стінкою (екраном), що унеможливлює прямий вплив іонізуючого випромінювання на персонал, який здійснює обслуговування; при місткості понад 300 осіб вентиляційні приміщення є обов'язковими, розміри визначаються габаритами обладнання та потребами його обслуговування; при місткості до 300 осіб дозволяється встановлювати вентиляційне обладнання безпосередньо в основних приміщеннях, за умови дотримання вимог чинних будівельних норм і правил;

6) вимоги до приміщень для зараженого одягу [6, 12]: розміщення біля одного з входів; відокремлені від основних приміщень неспалимими перегородками з межею вогнестійкості не менше однієї години; загальна площа таких кімнат – не більше 0,07 м² на особу; при місткості на 50 осіб і менше допускається облаштування вішалок за завісами замість окремих приміщень; вимоги до входів, евакуаційних виходів та аварійних виходів [6, 12, 13]: входи – конструктивні елементи, що забезпечують доступ до приміщень із зовнішнього середовища або з суміжних приміщень, від зовнішнього отвору до захисних дверей, або через захисні двері, які ведуть безпосередньо у внутрішній захищений простір. Кількість входів: не менше двох, які слід проєктувати розосередженими; ширина входу: не менше ніж 0,9 м; при місткості укриття до 15 осіб допускається один вхід, а другим виходом може бути люк розміром 0,6 м × 0,9 м із вертикальними сходами або вікно 0,7 м × 1,5 м зі спеціальним пристроєм для евакуації; евакуаційні виходи – виходи, що відповідають вимогам [14] і призначені для безпечного залишення приміщення у разі надзвичайної ситуації; аварійні виходи – спеціалізовані виходи, які дозволяють залишити приміщення безпосередньо назовні (самостійно або з допомогою аварійно-рятувальних служб) у разі блокування основних шляхів доступу; при місткості укриття 16 і більше осіб, обов'язково передбачається щонайменше один аварійний вихід. Його слід розташовувати поза межами зон потенційних завалів, що можуть виникнути від руйнування навколишніх будівель, відповідно до вимог [15].

Вимоги до найпростіших укриттів нормативно не регламентовані. Водночас, відповідно до [16], такі укриття повинні бути об лаштовані [15]: місцями для сидіння або лежання; резервуарами з питною та технічною водою (у разі відсутності централізованого водопостачання); контейнерами для зберігання харчових продуктів; виносними герметичними баками для нечистот (для приміщень без централізованого водовідведення); джерелами резервного штучного освітлення (електричними або гасовими ліхтарями та іншими аналогами); первинними засобами пожежогасіння; комплектами для надання першої медичної допомоги; засобами комунікації та оповіщення (телефон, радіостанція, радіоприймач); шанцевим інструментом.

Вимоги до швидкозведених захисних споруд [10, 17]:

1) споруди мають розташовуватися таким чином, щоб забезпечувати оперативний доступ населення з прилеглих територій з урахуванням містобудівних і транспортних обмежень;

2) схеми повинні відповідати класам захисту (А-І – А-IV, П-1 – П-8), передбачати модульність і швидкий монтаж;

3) гарантування інклюзивного доступу: мінімізація перепадів висот на шляхах руху – не більше 20 мм (2 см) без улаштування пандуса чи підйомника; достатня ширина основних проходів – не менше 1,2 м, ширина входу (дверного прорізу) – не менше 0,9 м; улаштування пандусів (ухил – не більше 8 %, ширина полотна – не менше 1,2 м, наявність поручнів на висоті 0,7 та 0,9 м);

4) входи до ШЗПРУ обладнують дверима або щільними завісами передбачають тамбур;

5) конструкції входів повинні: забезпечувати захисні властивості споруди; витримувати розрахункові навантаження та високу температуру; гарантувати щільне примикання і вільне відчинення дверей навіть при осаді конструкцій;

6) для ШЗПРУ місткістю до 50 осіб можливий вертикальний чи похилий спуск з тамбуром і герметичною кришкою;

7) мають бути захищені від затоплення дощовими водами та іншими рідинами у разі пошкодження наземних ємностей;

8) відстань до мереж водо-, тепло- та каналізаційних систем: при діаметрі трубопроводів до 200 мм – не менше ніж 5 м; при діаметрі понад 200 мм – не менше ніж 15 м;

9) неможливість розташування на підвищених територіях на об’єктах з хімічно небезпечними речовинами;

10) за рівнем заглиблення проектують: заглиблені (перекриття на рівні землі); напівзаглиблені (перекриття виступає не більше ніж на 1 м);

11) вимоги до висоти приміщень: при двоярусних нарах – не менше 2,15 м; при одноярусних – не менше 1,85 м;

12) площа підлоги на одну особу – 0,5 м²;

Конструктивні рішення сховищ передбачають забезпечення гарантованої герметичності. Забезпечення цього параметра досягається шляхом [8, 13]: виконання будівельних робіт з високим рівнем технологічної якості відповідно до чинних нормативів і стандартів приймання; зведення до мінімуму кількості прорізів та зменшення розмірів вхідних, вибухозахисних і технологічних елементів. У випадку застосування збірних залізобетонних конструкцій необхідно забезпечувати герметичність стиків між елементами та їх з’єднаннями з перекриттями і підлогою. Герметизацію виконують із зовнішнього боку до влаштування гідроізоляційного шару, застосовуючи повітронепроникні матеріали без основи (ізол, поліетилен, полівінілхлоридний пластикат тощо).У проєктуванні перекриттів сховищ доцільно застосовувати балкову схему з опиранням ригелів на колони або безбалкову систему. Використання внутрішніх несучих стін поздовжнього й поперечного напрямів можливе лише за наявності обґрунтованих техніко-економічних підстав.

Несучі елементи мають бути розраховані на вплив ударної хвилі та забезпечувати необхідну міцність відповідно до класу захисту. Переважним вважається поздовжнє розташування ригелів, що дає змогу зменшити кількість складних вузлів і підвищити ефективність роботи стін під дією різноспрямованих навантажень.Залізобетонні стіни, що виступають над поверхнею ґрунту або розташовані біля входів і незасипаних ділянок перекриттів, при товщині 50 см і менше повинні бути обладнані теплоізоляційним шаром. Вибір конструктивної схеми вбудованих сховищ здійснюється з урахуванням особливостей несучих елементів будівлі, до складу якої вони інтегруються, а також на основі техніко-економічного аналізу планувальних рішень, що забезпечують ефективне використання приміщень у мирний час. Найбільш доцільним є застосування каркасної схеми, тоді як безкаркасна допускається лише за умови належного обґрунтування [10, 13].

Проєктування сховищ може передбачати використання таких схем: каркасно-панельної з повним каркасом (КППК); каркасно-панельної з неповним каркасом (КПНК); без каркасної (БК).

У каркасних спорудах усі вертикальні та горизонтальні навантаження сприймаються системою стійок, прогонів і балок, що утворюють просторово жорсткий каркас. Така конструкція дозволяє ефективно розподіляти навантаження, зменшувати товщину огороджувальних елементів та полегшує монтаж інженерних мереж. Заповнення простору між елементами каркаса здійснюється панелями, що виконують додаткові захисні функції та забезпечують герметичність приміщення.

Безкаркасні споруди використовують стіни як основні несучі та огороджувальні елементи одночасно. Вони повинні мати достатню міцність для сприйняття навантажень і водночас забезпечувати герметичність та захист від зовнішніх впливів, включно з вибуховою хвилею та проникаючим випромінюванням [6, 10, 13].

При застосування каркасної системи, що характеризується підвищеною пружністю та здатністю до демпфування дії вибухових навантажень, перевага надається монолітним залізобетонним конструкціям, проте допускається використання типових збірних елементів із додатковим підсиленням. Застосування стінової схеми можливе лише за умови її технічного обґрунтування.

При проектуванні вузлів з’єднання каркасних елементів надземної частини будівлі зі сховищем необхідно передбачити вільне спирання конструкцій на перекриття захисної споруди. Для забезпечення просторової жорсткості каркасу під час експлуатаційних навантажень у нових будівлях допускається формування жорстких стиків між надземними конструкціями та перекриттям сховища за умови, що останнє розраховане на можливе руйнування надземних елементів при особливому поєднанні навантажень без втрати власної міцності та герметичності.

Сховища переважно споруджуються із збірно-монолітного залізобетону, тоді як цегляні або кам’яні конструкції застосовуються рідше через обмежену здатність забезпечувати необхідний рівень захисту. Вибір матеріалу та конструктивної схеми визначається вимогами щодо класу захисту, доступністю будівельних ресурсів та екологічною доцільністю їх використання.

У більшості вбудованих сховищ, зведених у попередні періоди, спостерігається поєднання різних конструктивних рішень. Стіни часто виконані з цегли або бетонних блоків, іноді – зі збірних залізобетонних елементів. Для підвищення несучої здатності застосовується як горизонтальне, так і вертикальне армування. Перекриття здебільшого виконані зі збірних залізобетонних плит, які додатково укріплюються шаром монолітного бетону. Це забезпечує не лише підвищену міцність, але й додатковий рівень захисту від проникної радіації.

Для сховищ, підлога яких розташована на глибині до 2 м нижче рівня ґрунтових вод, допускається використання збірних залізобетонних конструкцій за умови надійного виконання гідроізоляції. Якщо глибина перевищує 2 м, зовнішні стіни та фундаментна плита повинні бути виконані виключно з монолітного залізобетону з обклеювальною гідроізоляцією. У такому випадку необхідно застосовувати індустріальні методи будівництва та забезпечувати безперервне укладання бетонної суміші.

У зонах можливого затоплення несучі конструкції виконуються лише з монолітного залізобетону з обклеювальною гідроізоляцією. Для найбільш навантажених ділянок згинальних та позацентрово-стиснутих елементів застосовують побічне армування у вигляді багаторядної поперечної арматури з кроком 10–15 d або поперечних сіток з кроком 50 мм.

Для зведення стін та піднесених колон, що розташовані окремо або інтегровані у перший поверх сховищ, допускається використання монолітних стрічкових залізобетонних фундаментів, орієнтованих у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Таке конструктивне рішення забезпечує необхідну стійкість та рівномірний розподіл навантажень.

З’єднання несучих стін і колон з елементами покриття та фундаментами повинно гарантувати просторову жорсткість усієї конструкції за умов впливу розрахункових та монтажних навантажень.

Перегородки слід виконувати з армованих матеріалів – армоцементу, залізобетону тощо – з використанням вогнестійких наповнювачів. Їхня конструкція та система кріплення до стін, колон і перекриттів повинні враховувати можливі інерційні зусилля, деформації несучих елементів та вертикальні осідання при дії розрахункових навантажень.

Двері електрощитової повинні бути протипожежними з класом вогнестійкості не менше 0,6 години, розмірами 0,8×1,8 м, відчинятися назовні та оснащуватися замками, що автоматично замикаються та можуть відчинятися з внутрішнього боку без ключа.

Вхідні прорізи слід обладнувати захисно-герметичними або герметичними дверима, воротами та віконницями, що виготовляються відповідно до чинних норм. Закладні елементи для їх кріплення та для вводів інженерних комунікацій проєктуються з урахуванням навантажень від ударної хвилі. Уздовж периметра закладних частин необхідно передбачати штуцери з інтервалом 0,5 м для нагнітання розширювального цементного розчину з метою забезпечення герметичності.

Інженерні комунікації, що з’єднують сховище з іншими приміщеннями та забезпечують функціонування обладнання після дії розрахункового навантаження, повинні мати компенсаційні пристрої. Їх проєктування, як і конструкцію дверних прорізів, необхідно виконувати з урахуванням можливого осідання споруди до 15 см.

Фундаменти допускається виконувати стрічковими, стаканного типу або суцільними монолітними, залежно від умов залягання ґрунтових вод [6, 10, 13, 18, 19, 20].

Протирадіаційні укриття, розміщені у підвальних або цокольних рівнях будівель, зазвичай не потребують суттєвого додаткового укріплення огороджувальних конструкцій. Посилення необхідне лише для тих ділянок, які виступають над рівнем землі, а також у зонах прорізів. Усі отвори, за винятком входів, мають бути заздалегідь пристосовані для герметичної закладки у разі переведення об’єкта в режим укриття. Для цього використовуються матеріали, що забезпечують захисні властивості, еквівалентні основним конструкціям споруди, зокрема бетон, цегла або ущільнений ґрунт, що вимагає чіткого визначення розрахункової товщини захисного шару та розробки інструкцій щодо швидкого монтажу цих захисних елементів.

Кількість входів визначається місткістю укриття, проте вона не може бути меншою ніж два, кожен з яких має мати мінімальну ширину 0,8 м. Виняток становлять споруди з місткістю до 50 осіб, де допускається наявність лише одного основного входу, за умови облаштування додаткового аварійного виходу. Такий вихід може бути виконаний у вигляді люка розміром не менше 0,6 × 0,9 м з вертикальною драбиною або отвору розміром 0,7 × 1,5 м із спеціальним пристроєм для евакуації [2, 6, 13].

Для підвищення захисних властивостей укриттів, розташованих у підвалах, цокольних поверхах або у верхніх рівнях будівель застосовуються такі інженерні рішення [6, 21, 12]: встановлення пристінних екранів з каменю чи цегли, а також укладання мішків із ґрунтом біля зовнішніх стін на висоту до 1,7 м від рівня підлоги; обвалування виступних частин стін підвалів чи льохів на всю їх висоту; нанесення додаткового шару ґрунту на перекриття з одночасним монтажем підтримувальних балок та стояків; закладання непотрібних прорізів та встановлення внутрішніх захисних стінок-екранів біля входів. Усі зазначені заходи впроваджуються у період переведення приміщення на режим укриття. Дверні прорізи обладнуються стандартними дверима, але в зонах можливих слабких руйнувань передбачаються пристрої для фіксації дверного полотна у відкритому положенні під час впливу ударної хвилі. У випадках, коли ПРУ розташоване на перших поверхах, захисні параметри стін додатково підсилюються екранами із щільних матеріалів, закладкою прорізів і захисною обсипкою перекриттів. У багатоповерхових будівлях перекриття самі по собі виконують функцію зниження рівня радіоактивного опромінення до допустимих значень. Для підвищення захищеності входів застосовують стінки-екрани або конструктивні рішення з поворотом проходу під прямим кутом [6, 10].

Зовнішні огороджувальні конструкції швидкозведених захисних споруд повинні забезпечувати [6, 21]: необхідні захисні властивості та загальну просторову жорсткість об'єкта, яка критично важлива для стійкості конструкції під час дії динамічних навантажень; мінімізацію застосування складних технологічних процесів. Конструктивні рішення стін зі збірних залізобетонних елементів або лісоматеріалів мають гарантувати надійне спирання перекриттів на вертикальні несучі елементи, що може досягатися методом розпірних рам.

Внутрішні поверхні стін та перекриттів не оздоблюють; кам'яні, бетонні та залізобетонні елементи підлягають білінню. У разі відсутності суцільної огорожі по низу підлоги ґрунт має бути вирівняний і ретельно утрамбований для мінімізації пилоутворення та дотримання санітарних вимог. Елементи входів мають гарантувати цілісність захисної оболонки, стійкість несучих елементів до розрахункових навантажень і високотемпературних впливів, а також герметичність і надійність примикання дверей з урахуванням можливого осідання перекриття. Конструктивні матеріали елементів входу повинні бути ідентичними до матеріалів огороджувальних конструкцій основного приміщення.

Організація входів і спусків здійснюється з урахуванням доступності для маломобільних груп населення, зокрема осіб з інвалідністю [11]; ґрунтові спуски обладнуються трапами з вологостійких матеріалів. Для запобігання втраті просторової цілісності перекриття під дією повітряної вибухової хвилі необхідно забезпечити його жорстке з'єднання зі стінами споруди, що є критично важливим для ефективної передачі динамічних навантажень на несучі елементи та запобігання відриву перекриття. Герметизацію та гідроізоляцію перекриттів та стін виконують шаром м'якої глини завтовшки 10 см, укладеної з ухилом від осі споруди та подальшим пошаровим утрамбуванням ґрунту. Стінові конструкції ізолюють зовні під час засипання котловану або ущільнюють зволоженим ґрунтом товщиною 10–15 см (загалом не менше 25 см). Для швидкозведених споруд гідроізоляцію здійснюють укладанням рулонного матеріалу у два шари по ґрунтовій основі 15–20 см. Дозволяється застосування сучасних матеріалів для бетонних і кам'яних огороджувальних конструкцій. Обов'язковим є облаштування водовідвідних і дренуючих систем [6, 13, 17, 22].

Виходячи з проведеного аналізу об'ємно-планувальних та конструкційних рішень захисних споруд цивільного захисту (ЗСЦЗ), можна запропонувати наступні напрями їх удосконалення.

Напрями удосконалення об'ємно-планувальних рішень ЗСЦЗ:

1) інтегровані системи життєзабезпечення [23]: покращення ефективності включає використання вентиляційних систем із рекуперацією тепла для енергоощадності, а також резервних джерел живлення, здатних підтримувати автономну роботу сховища понад 48 годин;

2) планування евакуаційних шляхів [24]: ефективна організація шляхів евакуації є критичною для безпеки людей, планування передбачає мінімізацію часу виходу до безпечної зони, уникнення перехрещення потоків людей та забезпечення доступу до аварійних виходів із будь-якої точки приміщення;

3) цифровий моніторинг та автоматизація [25]: запровадження сенсорів (контроль герметичності, параметрів повітря, температури) і дистанційне керування життєвими системами допомагають швидко реагувати на аварійні ситуації та зменшують потребу у фізичному обслуговуванні.

Напрями удосконалення конструктивних рішень ЗСЦЗ:

1) сучасні матеріали та підвищена міцність [26, 27]: використання композитів і високотехнологічного бетону для стін і перекриттів (армовані волокном полімери забезпечують високу ударостійкість конструкцій при зменшеній масі, вирізняються корозійною стійкістю та сприяють підвищенню швидкості монтажу будівельних елементів);

2) оптимізація геометрії для розсіювання ударної хвилі:

використання геометричних бар'єрів для демпфування удару: геометричні бар'єри (наприклад, зигзагоподібні або перфоровані перегородки) можуть значно знижувати силу

ударної хвилі шляхом багаторазового відбиття та дифракції, що сприяє енергодефрагментації хвилі [28];

використання архітектурно-структурних вигинів та кривих поверхонь: криві поверхні конструкцій (наприклад, аркові фасади чи оболонки) знижують навантаження від ударної хвилі – за рахунок того, що хвиля не відбивається перпендикулярно, а «скочує» по поверхні, що зменшує силу удару [29].

Висновки

За результатами проведених досліджень встановлено, що сучасні тенденції розвитку будівельних технологій, використання високотехнологічних матеріалів та композитів дозволяють підвищити ударостійкість і водночас зменшити масу конструкцій, що сприяє скороченню термінів монтажу. Застосування аркових і криволінійних форм знижує концентрацію напружень та амплітуду вибухових хвиль. Удосконалення об'ємно-планувальних та конструкційних рішень захисних споруд цивільного захисту передбачає інтеграцію систем життєзабезпечення та автоматизації, оптимізацію евакуаційних шляхів і цифровий моніторинг параметрів. Впровадження новітніх технологій, адаптація іноземного досвіду та урахування національних будівельних норм сприятимуть значному підвищенню безпеки, функціональності та стійкості захисних споруд в умовах виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій різного характеру.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Кодекс цивільного захисту України : Закон України від 02.10.2012 № 5403-VI : станом на 12 вер. 2025 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17 (дата звернення: 03.12.2025).
2. Семко О., Філоненко О., Зигун А. Основи проектування захисних споруд цивільного захисту : навч. посіб. Полтава : Астрая, 2024. 121 с.
3. Про схвалення Стратегії розвитку фонду захисних споруд цивільного захисту на період до 2034 року та затвердження операційного плану заходів з її реалізації : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 04.03. 2025 р. № 183-р : станом на 29 жовт. 2025 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/183-2025-p#Text (дата звернення: 04.12.2025).
4. ДСТУ 8773:2018. Склад та зміст розділу інженерно-технічних заходів цивільного захисту в складі проектної документації на будівництво об'єктів. Основні положення: чинний від 2019-07-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 27 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84485 (дата звернення: 14.12.2025).
5. Цивільний захист : підручник / О. І. Запорожець та ін. Київ : Центр учб. літ., 2020. 264 с.
6. ДБН В.2.2-5:2023. Захисні споруди цивільного захисту: чинний від 2023-04-01. Вид. офіц. Київ : М-во розвитку громад, територій та інфраструктури України, 2023. 80 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=104666 (дата звернення: 08.12.2025).
7. Гетун Г., Безклубенко І., Соломін А., Баліна О. Особливості об'ємно-планувальних рішень захисних споруд цивільного захисту. *Сучасні проблеми Архітектури та*

Містобудування. 2023. № 67. С. 203–220. https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.203-220.

8. Зигун А. Ю., Ніколаєнко Д. М. Про проектування та будівництво об'єктів цивільного захисту. *Збірник матеріалів 76-ї наукової конференції професорів, викладачів, наук. працівників, аспірантів та студентів ун-ту* : тези доп., 14 травня – 23 травня 2024 р., м. Полтава / Нац. ун-т ім. Юрія Кондратюка. Полтава, 2024. Т. 1. С. 175–177.
9. Про порядок створення, утримання фонду захисних споруд цивільного захисту : Постанова Кабінету Міністрів України від 10.03.2017 р. № 138 : станом на 02 січ. 2025 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/138-2017-п#Text (дата звернення: 14.12.2025).
10. Особливості конструктивних рішень захисних споруд цивільного захисту : навч. посіб. / М. Ільченко та ін. Черкаси, 2022. 130 с.
11. ДБН В.2.2-40:2018. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення: чинний від 2025-05-06. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 76 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78891 (дата звернення: 06.12.2025).
12. Методичні рекомендації щодо організації укриттів фонду захисних споруд цивільного захисту. *Державна служба України з надзвичайних ситуацій* URL: https://dsns.gov.ua/upload/6/1/7/3/8/8/V664V79YQEyPpn5fJXZ5mInpYzp56m7ARpM1nAWJ.pdf (дата звернення: 03.12.2025).
13. Збірник наукових розробок планувальних та конструктивних рішень споруд цивільного захисту : монографія / А. В. Гасенко та ін. Полтава : Астрая, 2023. 209 с.
14. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги : технічні норми, правила і стандарти: чинний від 2023-04-20. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 41 с. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-88 (дата звернення: 14.12.2025).
15. ДБН В.1.2-4:2019. Система надійності та безпеки в будівництві. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони): чинний від 2019-08-01. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2020. 29 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=86307 (дата звернення: 06.12.2025).
16. Про затвердження вимог з питань використання та обліку фонду захисних споруд цивільного захисту : Наказ Міністерства внутрішніх справ України від 09.07.2018 р. № 579. Зареєстр. в М-ві юстиції України 30.07.2018 р за № 879/32331 : станом на 14 жовт. 2025 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/z0880-18 (дата звернення: 12.12.2025).
17. ДСТУ 9195:2022. Швидкоспоруджувані захисні споруди цивільного захисту модульного типу. Основні положення: чинний від 2023-03-01. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 21 с. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=97839 (дата звернення: 11.12.2025).
18. ДСТУ 9107:2021. Захисні споруди цивільного захисту. Методи випробування: чинний від 2022-02-01. Вид. офіц. Київ : Держстандарт України, 2021. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=95567 (дата звернення: 12.12.2025).
19. Kyryliak M., Babii Y., Lobodanov M., Blikharskyi Z. Increasing the Effectiveness of Civil Protection by the Design Optimizing: The Review. *Theory and Building Practice*. 2024. No. 1. P. 69–79. DOI: https://doi.org/10.23939/jtbp2024.01.069
20. Jörgen A., Łątka J. F., Tarczewski R., Szcześniak Z., Pieńko B., Morales-Beltran M., Gromek D., Kosztołowicz L. Design of Shelters for Civilians in the Event of Armed Conflict: State of the Art and Contemporary Design Guidelines. *Środowisko Mieszkaniowe = Housing Environment*. 2025. Vol. 52, No. 3. P. 91–105. https://doi.org/10.2478/he-2025-0019

21. Тема 8. «Захисні споруди цивільного захисту: сховища, укриття. Підвищення захисних властивостей підвалів та погребів». *Навч.-метод. центр цивіл. захисту та безпеки життєдіяльності при Державна служба України з надзвичайних ситуацій.* URL: https://nmc.dsns.gov.ua/upload/9/2/5/9/2020-10-28-tema-8-zaxisni-sporudi.pdf (дата звернення: 03.12.2025).
22. Бєліков А. С., Налисько М. М., Подкопаєв С. В., Шиба О. В., Журбенко В. М. Використання захисних модульних споруд та захист населення в умовах воєнного стану на території України. *Україн. журн. буд-ва та архіт.* 2025. № 2 (026). С. 7–17. https://doi.org/10.30838/UJCEA.2312.270425.07.1138.
23. Ghaderi M., Reddick C., Sorin M. A Systematic Heat Recovery Approach for Designing Integrated Heating, Cooling, and Ventilation Systems for Greenhouses. *Energies*. 2023. Vol. 16, no. 14. Art. 5493. https://doi.org/10.3390/en16145493. 16145493.
24. Ma G., Wang Y., Jiang S. Optimization of Building Exit Layout: Combining Exit Decisions of Evacuees. *Advances in Civil Engineering*. 2021. no. 1. Art. 6622661. https://doi.org/10.1155/2021/6622661.
25. Madolia J., Rawat P., Pandey S., Patet N. Ensuring Resident Well-Being: IoT Solution for Shelter Home Security and Welfare. *2023 International Conference on Power Energy, Environment & Intelligent Control (PEEIC)*. Dec. 2023. P. 238–242 https://doi.org/10.1109/PEEIC59336.2023.10450941.
26. Khodadadi N., Roghani H., Harati E., Mirdarsoltany M., De Caso F., Nanni A. Fiber-reinforced polymer (FRP) in concrete: a comprehensive survey. *Construction and Building Materials*. 2024. Vol. 432. Art. 136634. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.136634.
27. Pham T., Hao H. Review of Concrete Structures Strengthened with FRP Against Impact Loading. *Structures*. 2016. Vol. 7. May. 40 p. https://doi.org/10.1016/j.istruc.2016.05.003.
28. Hajek R., Foglar M., Fládr J. Influence of barrier material and barrier shape on blast wave mitigation. *Construction and Building Materials*. 2016. Vol. 120. P. 54–64. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.078.
29. Isaac O., Alshammari O. G. M., Pickering E. G., Clarke S. D., Rigby S. E. Blast wave interaction with structures – An overview. *International Journal of Protective Structures*. 2022. Vol. 14, No. 3. P. 1–47. https://doi.org/10.1177/20414196221118595.

References

1. Civil Protection Code of Ukraine: Law of Ukraine dated 02.10.2012 No. 5403-VI: as of 12 September 2025. Available from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17 (accessed December 03, 2025).
2. Semko, O., Filonenko, O. & Zygun, A. (2024). Fundamentals of civil defence shelter design: textbook. Poltava: Astraya.
3. On approval of the Strategy for the Development of Civil Protection Structures for the period up to 2034 and approval of the operational plan for its implementation: Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 04.03.2025 No. 183-r: as of 29 October 2025. Available from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/183-2025-p#Text (accessed December 04, 2025).
4. DSTU 8773:2018. Composition and content of the section on civil protection engineering and technical measures in the project documentation for the construction of facilities. Main provisions: effective from 01.07.2019. Available from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=84485 (accessed December 14, 2025).
5. Zaporozhets, O. I. et al. (2020). Civil Protection: Textbook. Kyiv: Centre for Educational Literature.

6. DBN V.2.2-5:2023. Civil defence structures: effective from 01-04-2023. Available from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=104666 (accessed December 08, 2025).
7. Getun, G., Bezkubenko, I., Solomin, A. & Balina, O. (2023). Features of spatial planning solutions for civil defence structures. *Contemporary Problems of Architecture and Urban Planning*, 67, 203–220. https://doi.org/10.32347/2077-3455.2023.67.203-220.
8. Zigun, A. Yu., & Nikolaienko, D. M. (2024). On the design and construction of civil defence facilities. Collection of materials from the 76th scientific conference of professors, lecturers, researchers, postgraduates and students of the university: abstracts, 14 May – 23 May 2024, Poltava / Yuri Kondratyuk National University. Poltava.
9. On the procedure for creating and maintaining a fund for civil protection structures: Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 138 dated 10 March 2017: as of 2 January 2025. Available from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/138-2017-п#Text (accessed December 14, 2025).
10. Ilchenko, M. et al. (2022). Features of structural solutions for civil defence structures: textbook. Cherkasy.
11. DBN V.2.2-40:2018. Accessibility of buildings and structures. Basic provisions: effective from 06 May 2025. Available from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78891 (accessed December 06, 2025).
12. Methodological recommendations for the organisation of shelters for the civil defence protective structures fund. State Emergency Service of Ukraine. Available from: https://dsns.gov.ua/upload/6/1/7/3/8/8/V664V79YQEyPpn5fJXZ5mInpYzp56m7ARpM1nAWJ.pdf (accessed December 03, 2025).
13. Gasenko, A. V. et al. (2023). Collection of scientific developments in planning and design solutions for civil defence structures: monograph. Poltava: Astraya.
14. DBN V.1.1-7:2016. Fire safety of construction objects. General requirements: technical norms, rules and standards: effective from 2023-04-20. Available from: https://dbn.co.ua/load/normativy/dbn/1-1-0-88 (accessed December 14, 2025).
15. DBN V.1.2-4:2019. Reliability and safety system in construction. Engineering and technical measures for civil protection (civil defence): effective from 01-08-2019. Available from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=86307 (accessed December 06, 2025).
16. On approval of requirements for the use and accounting of civil protection structures: Order of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine dated 09.07.2018 No. 579. Registered with the Ministry of Justice of Ukraine on 30 July 2018 under No. 879/32331: as of 14 October 2025. Available from: https://zakon.rada.gov.ua/go/z0880-18 (accessed December 12, 2025).
17. DSTU 9195:2022. Rapidly constructed modular civil defence structures. Basic provisions: effective from 01 March 2023. Available from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=97839 (accessed December 11, 2025).
18. DSTU 9107:2021. Civil defence structures. Test methods: effective from 2022-02-01. Available from: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=95567 (accessed December 12, 2025).
19. Kyryliak, M., Babii, Y., Lobodanov, M. & Blikharskyi, Z. (2024). Increasing the Effectiveness of Civil Protection by the Design Optimizing: The Review. *Theory and Building Practice*, 1, 69–79. https://doi.org/10.23939/jtbp2024.01.069
20. Jörgen, A., Łątka, J. F., Tarczewski, R., Szcześniak, Z., Pieńko, B., Morales-Beltran, M., Gromek, D. & Kosztołowicz, L. (2025). Design of Shelters for Civilians in the Event of Armed Conflict:

State of the Art and Contemporary Design Guidelines. *Środowisko Mieszkaniowe = Housing Environment,* 52(3), 91–105. https://doi.org/10.2478/he-2025-0019

21. Topic 8. «Civil defence structures: shelters, refuges. Improving the protective properties of basements and cellars». Educational and methodological centre for civil defence and life safety at the State Emergency Service of Ukraine. Available from: https://nmc.dsns.gov.ua/upload/9/2/5/9/2020-10-28-tema-8-zaxisni-sporudi.pdf (accessed December 03, 2025).
22. Belikov, A. S., Nalysko, M. M., Podkopaev, S. V., Shiba, O. V. & Zhurbenko V. M. (2025). Use of protective modular structures and protection of the population in conditions of martial law on the territory of Ukraine. *Ukrainian Journal of Construction and Architecture*, 2(026), 7–17. https://doi.org/10.30838/UJCEA.2312.270425.07.1138.
23. Ghaderi, M., Reddick, C. & Sorin, M. A. (2023). Systematic Heat Recovery Approach for Designing Integrated Heating, Cooling, and Ventilation Systems for Greenhouses. *Energies,* 16(14), 5493. https://doi.org/10.3390/en16145493. 16145493
24. Ma, G., Wang, Y. & Jiang, S. (2021). Optimization of Building Exit Layout: Combining Exit Decisions of Evacuees. *Advances in Civil Engineering*, 1, 6622661. https://doi.org/10.1155/2021/6622661
25. Madolia, J., Rawat, P., Pandey, S. & Patet N. Ensuring Resident Well-Being: IoT Solution for Shelter Home Security and Welfare. *2023 International Conference on Power Energy, Environment & Intelligent Control (PEEIC)*. Dec. 2023. P. 238–242 https://doi.org/10.1109/PEEIC59336.2023.10450941
26. Khodadadi N., Roghani H., Harati E., Mirdarsoltany M., De Caso F., Nanni A. Fiber-reinforced polymer (FRP) in concrete: a comprehensive survey. *Construction and Building Materials*. 2024. Vol. 432. Art. 136634. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.136634
27. Pham T., Hao H. Review of Concrete Structures Strengthened with FRP Against Impact Loading. *Structures*. 2016. Vol. 7. May. 40 p. DOI: https://doi.org/10.1016/j.istruc.2016.05.003
28. Hajek R., Foglar M., Fládr J. Influence of barrier material and barrier shape on blast wave mitigation. *Construction and Building Materials*. 2016. Vol. 120. P. 54–64. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.078
29. Isaac O., Alshammari O. G. M., Pickering E. G., Clarke S. D., Rigby S. E. Blast wave interaction with structures – An overview. *International Journal of Protective Structures*. 2022. Vol. 14, No. 3. P. 1–47. https://doi.org/10.1177/20414196221118595

Хімічна та радіаційна дифузія як фактор впливу на озброєння і військову техніку: загрози, наслідки та напрями протидії

The Chemical and Radiation Diffusion as the Issue of Impact on Weaponry and Military Equipment: Threats, Results and Preventive Measures

Артем Карпусь
Corresponding author: ад'юнкт кафедри, e-mail: karpusark@gmail.com ORCID ID: 0009-0003-2406-1924
Алі Кенгерлі
ад'юнкт кафедри, e-mail: alikenherli@gmail.com, ORCID: 0009-0005-5794-6221
Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

Artem Karpus
Corresponding author: PhD student, e-mail: karpusark@gmail.com ORCID ID: 0009-0003-2406-1924
Ali Kenherli
PhD student, e-mail: alikenherli@gmail.com, ORCID: 0009-0005-5794-6221
National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 19, 2025 | Revised: December 29, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.22

Мета роботи. Аналітичне обґрунтування ролі хімічної та радіаційно-стимульованої дифузії як домінантних механізмів деградації матеріалів озброєння та військової техніки в умовах сучасних бойових дій, а також розроблення науково обґрунтованих превентивних заходів щодо збереження їхньої експлуатаційної надійності та бойової ефективності.

Метод дослідження. Теоретичний аналіз та моделювання на основі фундаментальних законів дифузії: закони Фіка (опис дифузійного потоку та градієнту концентрації) та рівняння Арреніуса (залежність швидкості дифузії від температури та енергії активації); аналіз радіаційно-стимульованої дифузії через вакансії та міжвузлові атоми.

Результати дослідження. Виявлено критичний вплив дифузійних процесів на ОВТ: водневе окрихчення стволів артилерії та шасі авіації; деградація електроніки (мікросхем, GPS) через радіацію; зміна властивостей мастил та гумових ущільнювачів; втрата захисних властивостей броні через радіаційно-індуковану сегрегацію хрому. Обґрунтовано необхідність прогнозування залишкового ресурсу техніки в зонах бойових дій.

Теоретична цінність дослідження. Поглиблення наукових знань про синергетичний ефект спільного впливу хімічної деградації та радіаційного зміцнення на живучість систем ОВТ. Розробка комплексного підходу до оцінки радіаційно-стимульованої дифузії у конструкційних матеріалах (броньові сталі MIL-A-12560 та ін.) в умовах сучасних бойових дій.

Тип статті: Дослідницька.

Purpose. To analytically substantiate the role of chemical and radiation-stimulated diffusion as dominant mechanisms of material degradation in weaponry and military equipment under modern combat conditions, and to develop evidence-based preventive measures for maintaining their operational reliability and combat effectiveness.

Method. The research utilizes theoretical analysis and modeling based on fundamental diffusion laws, including Fick's laws (describing diffusion flux and concentration gradient) and the Arrhenius equation (addressing the dependence of diffusion rate on temperature and activation energy). It also includes an analysis of radiation-stimulated diffusion (RSD) through vacancies and interstitial atoms.

Findings. The study identified a critical impact of diffusion processes on WME, specifically: hydrogen embrittlement of artillery barrels and aviation chassis; degradation of electronics (microchips, GPS) due to radiation; changes in the properties of lubricants and rubber seals; and the loss of protective properties of armor due to radiation-induced chromium segregation. It justifies the necessity of predicting the residual resource of equipment in combat zones.

Theoretical implications. The research deepens scientific knowledge regarding the synergistic effect of chemical degradation and radiation hardening on the survivability of WME systems. It develops a comprehensive approach to evaluating RSD in structural materials, such as MIL-A-12560 armor steels, under modern combat conditions.

Paper type. Research.

Ключові слова: озброєння та військова техніка, хімічна дифузія, радіаційно-стимульована дифузія, деградація матеріалів, водневе окрихчення, броньова сталь, радіаційно-індукована сегрегація.

Key words: Weaponry and Military Equipment, Chemical Diffusion, Radiation-Stimulated Diffusion, Material Degradation, Hydrogen Embrittlement, Armor Steel, Radiation-Induced Segregation.

Вступ

Сучасна експлуатація озброєння та військової техніки (ОВТ) здійснюється в умовах екстремальних навантажень і підвищених ризиків впливу небезпечних хімічних речовин (НХР), за яких надійність матеріалів безпосередньо визначає рівень боєздатності підрозділів та успішність виконання ними поставлених завдань. Хімічна та радіаційна дифузія є фундаментальними фізико-хімічними процесами, що зумовлюють деградацію металів, сплавів і полімерних матеріалів. Одним із практичних завдань оборони України є необхідність прогнозування залишкового ресурсу ОВТ, яке експлуатується в зонах інтенсивних бойових дій.

Крім того, важливим науково-практичним завданням є визначення впливу радіаційних і хімічних речовин у процесі дифузії на залишковий ресурс ОВТ.

Теоретичні основи дослідження

Аналіз останніх досліджень і публікацій з проблематики дифузії в конструкційних матеріалах представлений у фундаментальних працях, у яких описано закони Фіка та рівняння Арреніуса. Водночас специфіка впливу радіаційно-стимульованої дифузії (РСД) на броньові сталі (MIL-A-12560), авіаційні компоненти та інші матеріали в сучасних умовах ведення бойових дій потребує додаткового наукового висвітлення. Невирішеною залишається проблема формування комплексного підходу до оцінювання спільного впливу хімічної деградації та радіаційного зміцнення на живучість систем ОВТ, а також визначення шляхів зниження ризиків деградації матеріалів.

Метою цього дослідження є аналітичне обґрунтування ролі хімічної та радіаційно-стимульованої дифузії як домінантних механізмів деградації матеріалів ОВТ в умовах сучасних бойових дій, а також розроблення науково обґрунтованих превентивних заходів щодо збереження їхньої експлуатаційної надійності та бойової ефективності.

Постановка проблеми

Під час експлуатації техніки, що піддається опроміненню (наприклад, у разі роботи в зоні застосування тактичної ядерної зброї або на атомних підводних човнах), усередині металу накопичуються продукти ядерних реакцій, зокрема гелій. Унаслідок РСД атоми гелію агрегуються та формують бульбашки. Прикладом цього є корпуси реакторів атомних підводних човнів (класу “Virginia” або “Borei”), які зазнають постійного нейтронного опромінення [27]. Радіаційна дифузія спричиняє фізичне збільшення об’єму металу (розпухання), що призводить до зміни початкових геометричних розмірів деталей і формування значних внутрішніх напружень, які можуть зумовити втрату герметичності корпусу на великих глибинах [6].

Результати та обговорення

Деградація напівпровідникової електроніки є критичною проблемою для сучасної військової техніки, оскільки дрони, системи ППО, ПТРК та ракети HIMARS значною мірою залежать від надійності мікросхем [8]. Радіаційна дифузія домішок у напівпровідниках під впливом іонізуючого випромінювання призводить до зміни характеристик p-n переходів. Прикладом цього є супутники військового зв’язку та навігації (GPS), які постійно перебувають під впливом космічної радіації. Дифузія атомів усередині транзисторів під дією випромінювання спричиняє появу “струмів витоку” [9]. У результаті цього процесу процесор супутника починає генерувати помилки, що робить наведення високоточної зброї неможливим.

Радіаційний вплив стимулює дифузію радикалів у мастильних матеріалах, що призводить до їхньої полімеризації. Прикладом цього є мастила в редукторах вертольотів, які працюють у зоні радіаційного забруднення (Chornobyl NPP, “Fukushima-1”): унаслідок радіаційної дифузії та супутніх хімічних змін вони перетворюються на густу смолу за лічені години [28]. Загущування мастил призводить до заклинювання механізмів і втрати працездатності агрегатів.

У результаті комплексного впливу на бойову ефективність поєднання хімічної та радіаційної дифузії формує синергетичний ефект, який істотно прискорює знос військової техніки. Втрата захисних властивостей броні внаслідок дифузії вуглецю (декарбюризації) за високих температур під час вибухів або пожеж призводить до розм’якшення верхнього шару броні. За наявності додаткового радіаційного впливу структура сталі зазнає таких змін, що матеріал втрачає здатність витримувати влучання кумулятивних струменів [26, 29]. Для

оптичних приладів дифузія радіоактивних ізотопів або агресивних газів у скло нічних прицілів і тепловізорів спричиняє його “потемніння”. Лінзи втрачають прозорість, що робить системи спостереження (наприклад, на танках Abrams або Leopard) неефективними в нічний час [29].

Для більш детального формулювання теоретичних засад дифузійних процесів у матеріалах доцільно проаналізувати основні положення, що описують ці процеси.

Хімічна дифузія — це переміщення атомів, зумовлене різницею концентрацій (хімічним градієнтом) [1]. Хімічна дифузія відіграє критично важливу роль у військовій галузі — від створення надміцної броні до розвитку процесів деградації озброєння та військової техніки.

Перший закон Фіка є математичним виразом, що описує процеси хімічної дифузії. Саме закон Фіка пояснює, яким чином речовина переміщується із зони високої концентрації в зону низької концентрації, і має такий вигляд:

$$J=-D\frac{dC}{dx} \quad (1)$$

де J – дифузійний потік (кількість речовин, що проходять через одиницю площі за одиницю часу);

D – коефіцієнт дифузії (характеризує швидкість проникнення речовини в конкретне середовище);

dC/dx – градієнт концентрації (різниця концентрацій речовини на певній відстані).

Негативний вплив хімічної дифузії проявляється у погіршенні механічних, термічних і хімічних властивостей матеріалів [18]. Хімічна дифузія використовується в багатьох промислових процесах (наприклад, легування, цементація), однак водночас є однією з головних причин деградації та руйнування матеріалів під час їх експлуатації [22]. Найбільш поширеними проявами є водневе окрихчення, утворення пір, деградація захисних покриттів, корозія, високотемпературне окислення, деградація компонентів у літій-іонних батареях та інші процеси.

Водневе окрихчення (Hydrogen Embrittlement – HE) [23]. Це один із найбільш небезпечних і водночас добре вивчених проявів дифузії, особливо для високоміцних сталей і титанових сплавів, що входять до складу броні (MIL-A-12560 та MIL-A-46100) озброєння та військової техніки. У стволах важких артилерійських систем (наприклад, PzH 2000 або M777) під час пострілу утворюється хмара газів із високим вмістом водню за умов підвищеного тиску [25]. Дифузія водню в метал ствола призводить до того, що пластична сталь набуває крихких властивостей, подібних до скла. Це може спричинити “втому металу” значно раніше розрахункового терміну, а в гіршому випадку — розрив ствола під час чергового пострілу. Іншим сценарієм є ситуація, коли деталь витримує пікове навантаження, але руйнується на фрагменти через кілька годин у стані спокою [29].

Замість поглинання енергії снаряда або уламка шляхом пластичної деформації матеріал розколюється на фрагменти. У структурі металу з’являються “флокени” — внутрішні мікротріщини, які є невидимими ззовні, але критично послаблюють захисні властивості. Атоми водню (H) мають малий розмір і легко дифундують у кристалічну ґратку металу, накопичуючись у дефектах структури (вакансіях, межах зерен, дислокаціях) [21]. Акумуляція водню знижує пластичність і в’язкість металу, роблячи його крихким. Це може призвести до раптового, катастрофічного руйнування компонента під статичним або динамічним навантаженням у процесі експлуатації. У ряді випадків руйнування компонента відбувається за напружень, нижчих за межу текучості матеріалу.

Особливо критичним водневе окрихчення є для стволів артилерії та вогнепальної зброї. Саме в ракетно-артилерійському озброєнні високі тиски та температури під час пострілу суттєво прискорюють дифузію водню, що може призвести до розриву ствола [29]. Не менш

уразливими є шасі авіаційної техніки: стійки шасі виготовляються з надміцних сталей, які є найбільш чутливими до водневого окрихчення, що становить серйозну загрозу для подальшої експлуатації літальних апаратів, рис. 1. Навіть мікроскопічна кількість водню може спричинити катастрофічне руйнування під час посадки [29].

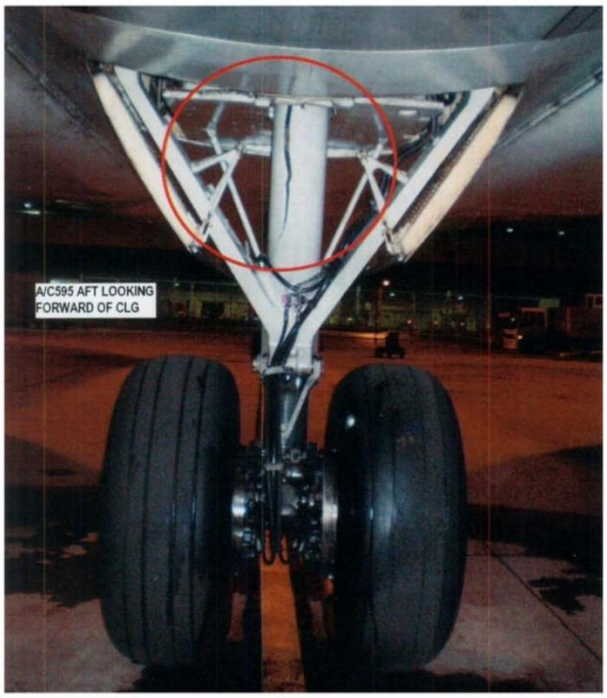


Рисунок 1 – Негативний вплив водневого окрихчення на шасі авіаційної техніки

У ракетних двигунах, вузлах кріплення авіаційних бомб та агрегатах бронетехніки застосовуються болти класу міцності 10.9 або 12.9., рис. 2. Водневе окрихчення спричиняє їхнє раптове самовільне руйнування (“затримане руйнування”) навіть у стані спокою [29].

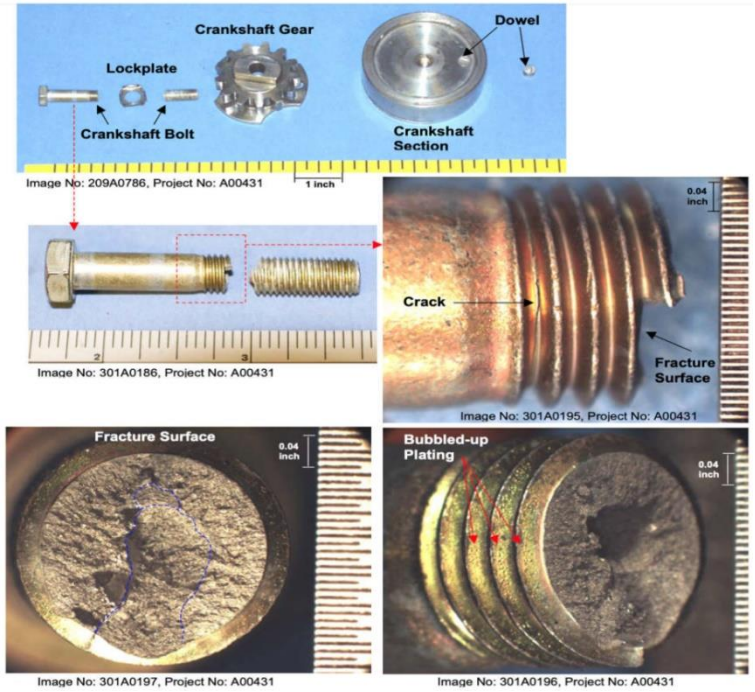


Рисунок 2 – Негативний вплив водневого окрихчення на болти класу міцності 10.9 або 12.9.

Деякі види палива або продукти їхнього розпаду сприяють активній дифузії водню в стінки баків та трубопроводів.

Таблиця 1 – Приклади впливу водню на різні ОВТ [29]

Матеріал	Чутливість	Наслідки для техніки
Високоміцна сталь	Дуже висока	Раптовий злам валів, болтів, стійок шасі.
Титан та його сплави	Висока	Утворення гідридів, що робить лопатки турбін крихкими.
Алюмінієві сплави	Середня	Розшарування та корозійне розтріскування корпусів.

Ефект Кіркендала (Kirkendall Effect) та утворення пір [18].

У процесі інтердифузії двох різних матеріалів (наприклад, у зварних швах, біметалевих з'єднаннях або покриттях) коефіцієнти дифузії атомів можуть істотно відрізнятися. Якщо атоми матеріалу А дифундують у матеріал В швидше, ніж атоми матеріалу В у матеріал А, то в матеріалі А формується надлишковий потік вакансій. Ці вакансії конденсуються з утворенням пор Кіркендала (порожнин) [18], які локалізуються на межі розділу або в безпосередній близькості до неї. Утворення таких пор призводить до зниження міцності та щільності матеріалу, особливо в умовах високотемпературної експлуатації конструкцій.

На рисунку 3 показано, що внаслідок різниці швидкостей дифузії атоми металу А переміщуються швидше, ніж атоми металу В, у результаті чого формується нерівномірний потік речовини. Утворення пор зумовлене тим, що "швидкі" атоми залишають свої кристалічні позиції швидше, ніж "повільні" атоми встигають їх зайняти; у металі при цьому виникають вакансії, які з часом об'єднуються в мікроскопічні пори.

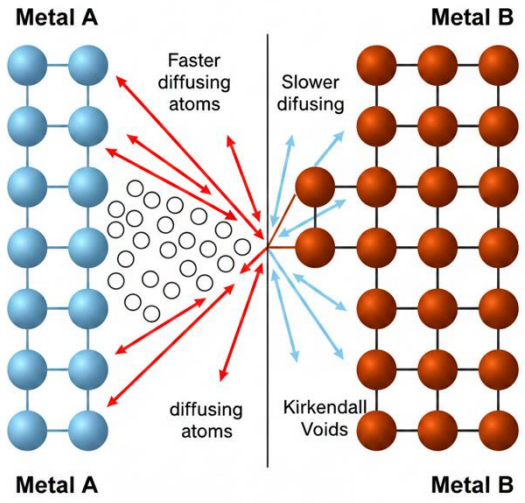


Рисунок 3 – Ефект Кіркендала [18]

Деградація захисних покриттів та з'єднань [25].

Хімічна дифузія є ключовим фактором, що обмежує термін служби захисних покриттів, паяних і зварних швів. Атоми основного матеріалу дифундують у захисне покриття або, навпаки, атоми покриття дифундують в основу. Це призводить до утворення інтерметалідних

фаз (нових хімічних сполук) на межі розділу [25]. У результаті дифузії атомів з основи на поверхню прискорюються процеси окислення або корозії. Утворені інтерметаліди часто є крихкими (наприклад, в електронних паяних з'єднаннях), що робить з'єднання чутливими до механічних і термічних навантажень. Своєю чергою, це явище визначається як окрихчення з'єднань [24].

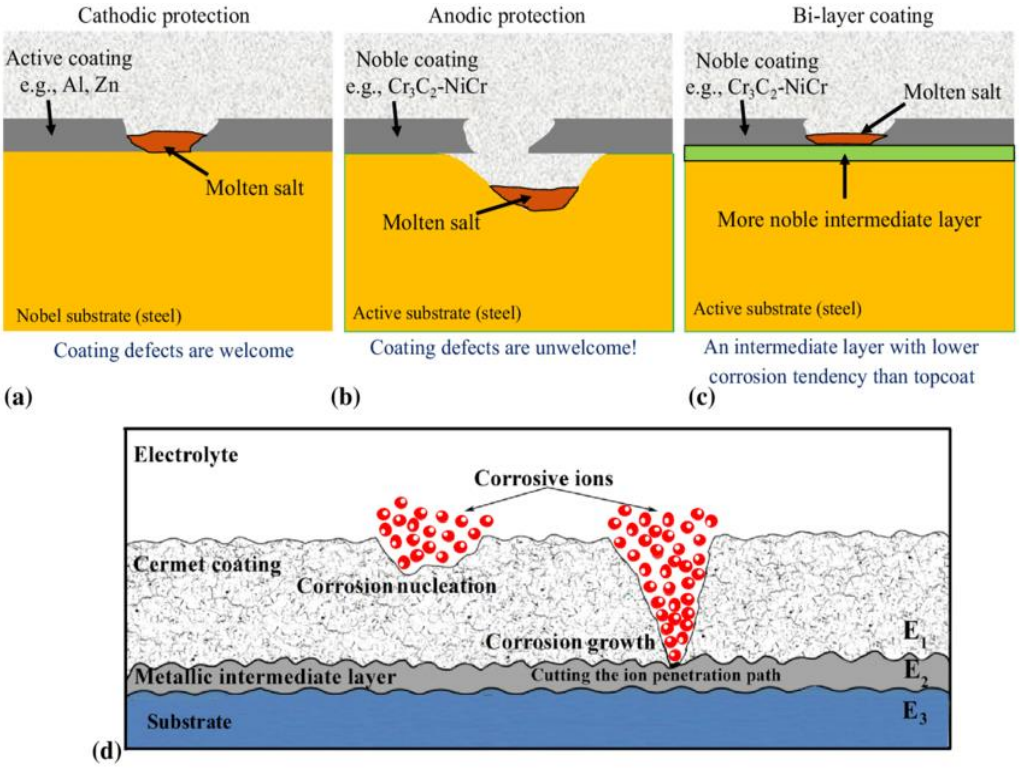


Рисунок 4 – Типи пошкоджень покриттів та додаткового захисту залежно від їхнього корозійного потенціалу: *a* – катодний захист, *b* – анодний захист, *c* – двошарове покриття, *d* – вплив корозійного потенціалу у верхньому шарі та шарі сполученого шару матеріалу

Корозія та високотемпературне окислення [23].

Атоми кисню, сульфуру та інших агресивних елементів дифундують у матеріал або, навпаки, атоми металу дифундують на поверхню, де вступають у хімічну взаємодію із зовнішнім середовищем [23]. Особливо за високотемпературних умов швидкість дифузії зростає експоненційно, що істотно прискорює формування оксидних шарів, які можуть розтріскуватися та відшаровуватися.

В озброєнні та військовій техніці швидкість дифузії критично залежить від температури (під час роботи двигуна або здійснення пострілу), що, своєю чергою, описується рівнянням Арреніуса [29]:

$$D=D_0 \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right) \quad (2)$$

де Q – енергія активації дифузії;
R – універсальна газова стала;
T – абсолютна температура.

У реактивних двигунах літаків і крилатих ракет (наприклад, двигунах сімейства AL-31 або F135) лопатки турбін працюють за температур, близьких до точки плавлення металу [28]. За таких умов швидкість дифузії кисню та азоту вглиб металу зростає експоненціально. У цьому

випадку дифузія кисню призводить до утворення внутрішніх оксидів, які знижують міцність монокристалічних лопаток. Якщо захисне керамічне напилення має мікротріщину, дифузія фактично “спалює” лопатку зсередини за лічені години роботи, що може призвести до руйнування двигуна в польоті [28].

Дифузія палива в гумові ущільнювачі та шланги (і навпаки — пластифікаторів із гуми в паливо) змінює фізичні властивості матеріалів. Під час тривалого зберігання техніки на консервації (наприклад, танків Т-64 або БМП на складах) дифузійні процеси призводять до втрати еластичності паливних шлангів [19]. Під час спроби запуску двигуна внаслідок вібрації такі шланги розтріскуються, що може спричинити пожежі в моторно-трансмісійному відділенні.

Дифузія молекул води через ущільнювачі призводить до конденсації на лінзах за умов перепадів температур. Крім того, під дією іонізуючого випромінювання в склі дифундують дефекти (“центри забарвлення”), що зумовлює зниження прозорості оптики (танки, БМП, ПТРК та інше).

Деградація компонентів у батареях (літій-іонних) [24].

У сучасних накопичувачах енергії дифузія є основою їх функціонування, проте водночас виступає однією з головних причин деградації. Багаторазове дифузійне впровадження та вивільнення (інтеркаляція) [24] іонів (наприклад, літію) в матеріал електрода призводить до істотних змін об’єму частинок. Такі об’ємні зміни зумовлюють виникнення внутрішніх напружень, що, своєю чергою, призводить до механічних пошкоджень, руйнування частинок і поступової втрати ємності батареї з часом.

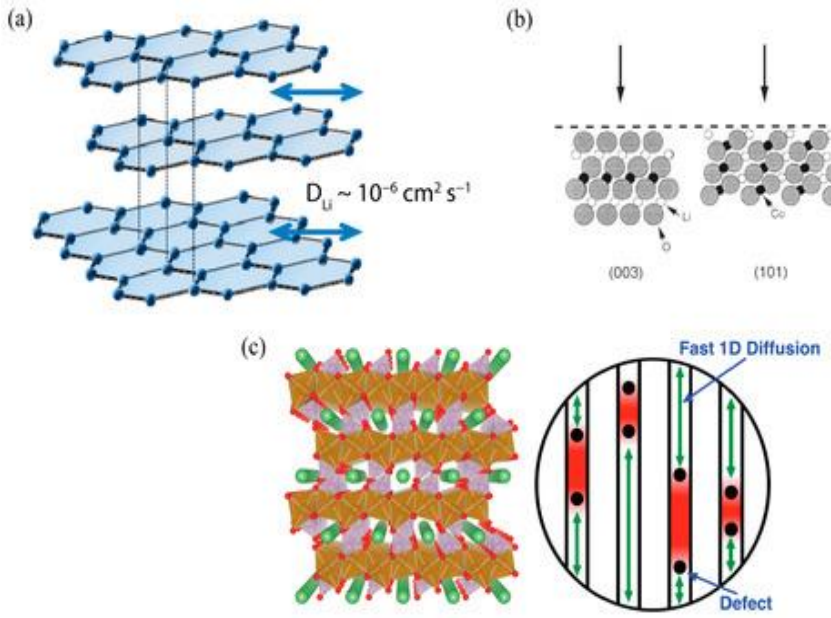


Рисунок 5 – Анізотропія дифузійного коефіцієнта іонів літію в кристалічних електродах: *a* – графіт, *b* – літій-кобальт-оксидний акумулятор (LCO, liCoO$_2$), *c* – літій-залізо-фосфатний акумулятор (LFC, LiFePO$_4$) [24]

Радіаційно-стимульована дифузія прискорює рух атомів за рахунок генерації значної кількості дефектів під дією опромінення [2, 3]. У багатьох випадках РСД має негативний вплив на експлуатаційні властивості різних конструкційних матеріалів. Радіаційно-стимульована дифузія може порушувати стехіометрію та кристалічну структуру матеріалів [3]. Це відбувається внаслідок того, що опромінення спричиняє утворення пар дефектів (вакансій і міжвузлових атомів), які істотно прискорюють дифузію атомів у кристалічній ґратці.

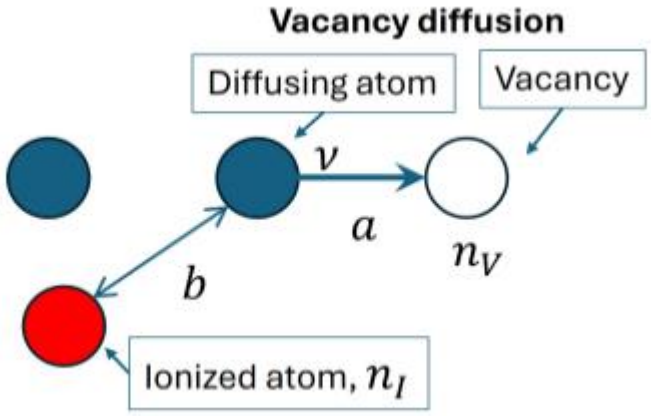


Рисунок 6 – Дифузія, опосередкована вакансіями (Vacancy mediated diffusion)

На рисунку 6 показано, яким чином іонізований атом створює кулонівське відштовхування, що сприяє переміщенню сусідніх іонів у вакантні ділянки. Де n_I та n_V позначають концентрації іонізованих атомів і вакансій, *b* — відстань між ними, а *a* — середню відстань, на яку переміщується іон (крок стрибка) [6].

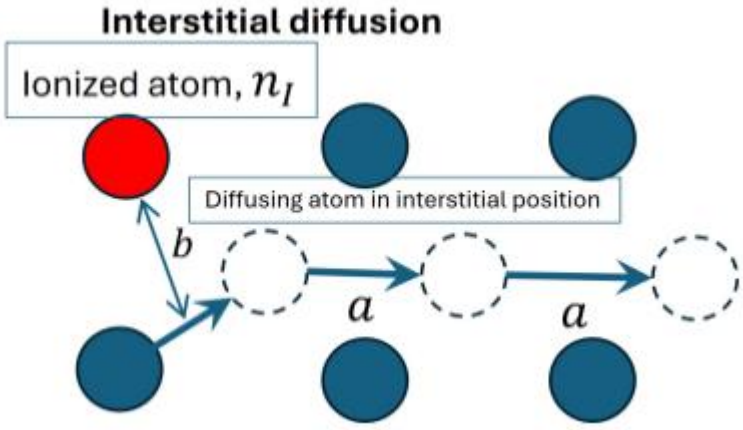


Рисунок 7 – Міжвузлова дифузія (Innercial diffusion) [6]

На рисунку 7 ілюструється, як дифузія іонів відбувається через міжвузлові положення під впливом електричних сил [6], спричинених іонізованими атомами, що утворилися внаслідок опромінення. Де n_I та n_V позначають концентрації іонізованих атомів і вакансій, *b* — відстань, а *a* — середню відстань, на яку переміщується іон (крок стрибка) [6].

Загальний ефективний коефіцієнт самодифузії за умов РСД може бути записаний як сума двох компонентів, зумовлених наявністю вакансій і міжвузлових атомів:

$$D^I = D_u c_u + D_i c_i \quad (3)$$

де D^I – ефективний коефіцієнт самодифузії під опроміненням;
D_u та D_i – коефіцієнт дифузії вакансій та міжвузлових атомів відповідно;
c_u та c_i – коефіцієнт вакансій та міжвузлових атомів відповідно.

Радіаційно-стимульована дифузія та збіднення хрому (Cr) є головними факторами, що сприяють корозійному розтріскуванню під навантаженням, стимульованому опроміненням (Irradiation-Assisted Stress Corrosion Cracking, IASCC) [1, 7]. Вони зумовлюють виникнення

механічної та хімічної вразливості матеріалів. Механічна вразливість призводить до радіаційного зміцнення, тобто підвищення твердості основної матриці металу. Оскільки зміцнена матриця поглинає меншу частку пластичної деформації, механічне навантаження концентрується на м'яких і хімічно вразливих межах зерен, що прискорює зародження та розвиток тріщин [1]. На відміну від механічної, хімічна вразливість призводить до збіднення хромом меж зерен, які в подальшому легко піддаються міжкристалітній корозії [7].

Результатом негативного впливу РСД є зміна хімічного складу та структури матеріалів, що зазнають опромінення. Однією з характерних ознак РСД є радіаційно-індукована сегрегація (РІС) [4], яка призводить до прискореної міграції легуючих елементів до стоків дефектів (меж зерен) [3], зокрема хрому (Cr).

Хром (Cr) є одним із ключових елементів, що забезпечують пасивність нержавіючих сталей (утворення захисного оксидного шару Cr_2O_3), а також входить до складу сталей, з яких виготовляється броня для озброєння та військової техніки. Хром і нікель є фундаментальними легуючими елементами, які визначають якість, міцність і довговічність критично важливих матеріалів, що застосовуються у військовій техніці — від броні до реактивних двигунів. Їхня синергія забезпечує необхідний баланс твердості (опір проникненню) та в'язкості (опір руйнуванню) [7–9]. Леговані броньові сталі (наприклад, типи MIL-A-12560 та MIL-A-46100) майже завжди містять як хром, так і нікель, оскільки ці елементи виконують взаємодоповнюючі функції:

Нікель (Ni) значно підвищує ударну в'язкість (toughness) сталі, особливо за низьких температур. В'язкість є критично важливою для броні, оскільки вона дозволяє матеріалу поглинати енергію удару шляхом пластичної деформації без крихкого руйнування та розтріскування [7, 9].

Хром (Cr) підвищує прогартовуваність (здатність сталі тверднути на значну глибину) та твердість (hardness), що є необхідним для протидії проникненню кінетичних снарядів [8]. Крім того, хром сприяє утворенню карбідів, які підвищують зносостійкість матеріалу (наприклад, у стволах гармат) [10].

Наслідком зазначених процесів є локальна зміна хімічного складу (зокрема збіднення хромом меж зерен у нержавіючих сталях), що призводить до втрати корозійної стійкості та підвищеної вразливості до міжкристалітної корозії [2, 3].

У результаті РІС хром мігрує від меж зерен у матрицю матеріалу [4]. На межах зерен формується мікроскопічна зона, у якій вміст хрому може знижуватися нижче 12 % — критичної концентрації для формування стабільної пасивної плівки [3]. Така концентрація не забезпечує основної мети легування хромом сталей, призначених для виготовлення броні. Збіднена зона стає анодом у корозійній парі, що робить її надзвичайно вразливою до дії агресивного теплоносія джерела опромінення.

Таким чином, РСД, ініціюючи РІС, перетворює хімічно стійкий матеріал на матеріал із локалізованими корозійними пастками — межами зерен [3, 4]. Це є однією з ключових проблем довговічності конструкційних матеріалів броні та металевих виробів, що зазнають радіоактивного впливу (ядерні реактори тощо).

За тривалого перебування техніки в зонах із підвищеним радіаційним фоном відбувається РІС: хром дифундує від меж зерен, тоді як фосфор і сірка — до них. Результатом такого перерозподілу є негативний вплив на броню: матеріал стає крихким, схильним до крихкого руйнування, і втрачає корозійну стійкість.

Радіаційно-стимульована дифузія може прискорювати або індукувати утворення нових небажаних фаз (наприклад, крихких осадів), які не формувалися б за робочих температур без опромінення [5]. Такий процес має назву фазового перетворення. В окремих випадках РСД може також призводити до розчинення стабільних осадів і зміни механічних властивостей матеріалу [3], що негативно впливає на експлуатацію озброєння та військової техніки.

Ще одним негативним наслідком РСД є радіаційне розбухання (swelling). Радіаційно-стимульована дифузія сприяє міграції та злиттю вакансій у тривимірні скупчення — порожнини (voids) [2, 3]. Унаслідок цього відбувається збільшення об’єму матеріалу, що викликає внутрішні напруження та деформацію конструкцій. Дефекти, які утворюються в результаті дифузії, взаємодіють із дислокаціями (лінійними дефектами) [1], підвищуючи твердість і міцність матеріалу, але водночас знижуючи його пластичність, тобто спричиняючи окрихчення [3, 4].

Окрім металів, дифузія може критично впливати й на неметалічні матеріали, зокрема кераміку, яка широко застосовується у військовій техніці та озброєнні. Дифузія іонів у кераміці визначає її спікливість, високотемпературну повзучість і термостабільність, що в подальшому впливає на фізико-хімічні властивості виробів [3] та строки їх експлуатації.

Негативний вплив дифузії малих молекул (води, кисню, газів) у полімерах визначає їхню проникність і, відповідно, функціональні властивості як захисних покриттів або мембран. Радіація може спричиняти радіаційне старіння полімерів, змінюючи їхню структуру та прискорюючи дифузійні процеси [2], що, своєю чергою, унеможливлює подальше використання виробів за призначенням.

Дифузія кисню, озону та пластифікаторів у гумотехнічних виробах (ГТВ) призводить до втрати еластичності матеріалу [7]. У військовій техніці це створює загрозу герметичності паливних систем і гідравліки. За умов високих температур у моторних відсіках танків і літаків пластифікатори дифундують із гуми шлангів у мастило [25]. У результаті гума стає жорсткою, з’являються мікротріщини, і за подачі тиску 200–300 бар такий шланг може миттєво розірватися.

Загалом дифузія є механізмом перерозподілу матерії, який може бути використаний для контрольованого покращення властивостей матеріалів (хімічна дифузія) [5] або, навпаки, призводити до їх деградації та виходу з ладу (радіаційна дифузія) не лише в екстремальних умовах, але й у процесі звичайної експлуатації.

Слід враховувати, що вплив радіації на дифузійні процеси істотно залежить від температури [3]. За дуже низьких температур дефекти можуть залишатися практично нерухомими, тоді як за дуже високих температур домінує термічна дифузія, і радіаційний вплив стає менш помітним через швидку анігіляцію дефектів [4]. Отже, дифузійний вплив на процеси деконтамінації в ході ведення операцій залежить від температурних умов як у зимовий, так і в літній періоди.

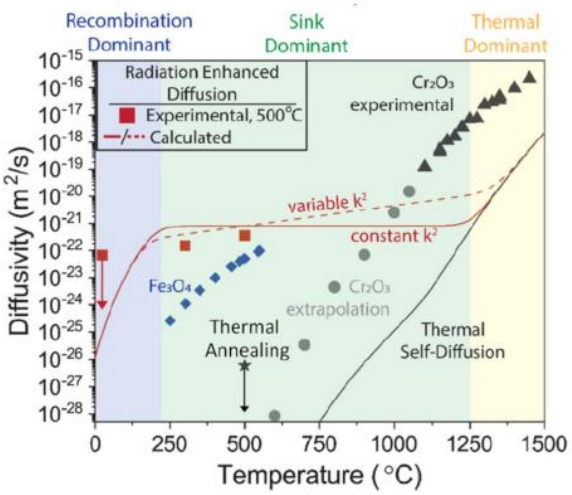


Рисунок 8 – Репрезентативні дані залежності дифузійності від температури [6]

На рисунку 8 наведено експериментальні дані щодо дифузійної здатності (дифузивності). Отримані результати свідчать про передбачену самодифузію кисню, описану за допомогою хімічно-теоретичної моделі. Параметр k2 у цьому випадку характеризує ефект

стоків вакансій, а швидкість дози наведено як $2 \cdot 10^{-6}$ зміщень на атом за секунду (dpa/s) для зразків Cr2O3 та Fe2O4. Саме сполуки Cr2O3 та Fe2O4 є основними компонентами в сталях, що використовуються для виготовлення броні, озброєння та військової техніки.

Превентивні заходи щодо захисту ОВТ від дифузійної деградації

З урахуванням небезпеки, яку становлять хімічна та фізична дифузія для ОВТ, актуалізується питання захисту від негативних наслідків цих процесів та їхнього впливу на бойові спроможності внаслідок неконтрольованих фізико-хімічних явищ.

До превентивних заходів захисту від водневого окрихчення належать вакуумна дегазація під час виплавки, технологічний відпал (Baking) та заміна гальванічних покриттів на методи напилення [19–21].

Вакуумна дегазація під час виплавки передбачає використання сталей, що пройшли вакуумно-індукційну переплавку (VIM) або вакуумно-дугову переплавку (VAR), що дає змогу мінімізувати початковий вміст водню в матеріалі [20].

Технологічний відпал (Baking) відповідно до ASTM F519 передбачає, що після будь-якого гальванічного процесу (наприклад, кадмування болтів) деталь витримується за температури 190–220 °C протягом 8–24 годин. У результаті відбувається “виштовхування” водню з кристалічної ґратки до того, як він утворить молекулярні пастки [19].

Заміна гальваніки методами напилення забезпечує перехід від рідких електролітів до іонно-плазмового напилення або механічного цинкування, у процесі яких унеможливлюється виділення вільного водню [21].

Запобігання виникненню ефекту Кіркендала та дифузійної пористості у вузлах тертя та з’єднаннях досягається шляхом створення бар’єрних шарів і дифузійного легування меж зерен [18]. Створення бар’єрних шарів передбачає введення проміжного шару металу (наприклад, вольфраму або танталу), який має надзвичайно низький коефіцієнт дифузії для обох основних металів [20]. Дифузійне легування меж зерен полягає у введенні мікродомішок (бору, цирконію), які “закупорюють” шляхи швидкої дифузії (межі зерен), сповільнюючи утворення пор Кіркендала [18, 20].

Радіація створює значну кількість точкових дефектів (вакансій і міжвузлових атомів), що в тисячі разів прискорює дифузійні процеси, які за звичайних умов тривали б десятиліттями [9–13]. Глибокими превентивними заходами щодо мінімізації таких ефектів є оптимізація мікроструктури (Nanostructuring) та контроль вмісту фосфору і сурми. Оптимізація мікроструктури (Nanostructuring) дає змогу створювати сталі з великою кількістю дрібнодисперсних часток (наприклад, оксидів), які слугують “пастками” або “стоками” для радіаційних дефектів [9, 11]. Вакансії та міжвузлові атоми анігілюють на цих межах, не встигаючи спричинити глобальну дифузію легуючих елементів. Контроль вмісту фосфору та сурми передбачає зниження концентрації цих шкідливих домішок у сталі до рівня нижче 0,005 %, оскільки саме вони під дією радіаційної дифузії зумовлюють температурний зсув крихкості [13].

З метою запобігання дифузійній деградації літій-іонних акумуляторів та електроніки застосовують нанокомпозитні електроди й радіаційне екранування БРЕО (бортового радіоелектронного обладнання) [16]. Використання нанокомпозитних електродів дає змогу зменшити розмір частинок активного матеріалу до наноріння, що скорочує дифузійний шлях і знижує внутрішні напруження. Радіаційне екранування БРЕО базується на застосуванні багатошарових екранів (алюміній-поліетилен-вольфрам), які перешкоджають проникненню нейтронів, що спричиняють дифузійне зміщення домішок у напівпровідниках [15].

Для запобігання деградації полімерів і паливно-мастильних матеріалів застосовують фторкаучуки (Viton), антидифузійні покриття для паливно-мастильних матеріалів та консервацію інертними газами. Фторкаучуки (Viton) характеризуються значно нижчим коефіцієнтом дифузії для агресивних вуглеводнів і кисню. Нанесення антидифузійних

покриттів на стінки паливних баків створює бар'єр, що перешкоджає дифузії легких фракцій палива крізь матеріал стінок, що є особливо актуальним для композитних баків безпілотних літальних апаратів.

Особливо проблемною є дифузія для оптики сучасних танків (Leopard 2, Abrams) та ПТРК (Javelin), які мають підвищену вразливість до проникнення вологи й газів у внутрішні порожнини. Превентивними заходами у цьому випадку є заповнення внутрішнього об'єму сухим азотом під надлишковим тиском та використання церієвого скла [18]. Заповнення сухим азотом під надлишковим тиском формує зворотний градієнт тиску, що перешкоджає дифузії зовнішніх газів усередину. Використання церієвого скла, зокрема введення оксиду церію в оптичне скло, стабілізує його структуру щодо радіаційно-стимульованої дифузії дефектів і забезпечує збереження прозорості в жорстких умовах експлуатації.

Висновки

Проведене дослідження присвячене поглибленому аналізу механізмів хімічної та радіаційно-стимульованої дифузії (РСД) як фундаментальних чинників деградації матеріалів ОВТ. Встановлено, що в умовах сучасних бойових дій ці процеси істотно прискорюють знос вузлів і агрегатів, що безпосередньо впливає на рівень боєздатності підрозділів. Виявлено критичний вплив водневого окрихчення на високоміцні сталі (MIL-A-12560 та інші), яке призводить до раптового руйнування стволів артилерійських систем, шасі авіаційної техніки та болтових з'єднань навіть у стані спокою. Радіаційна дифузія зумовлює "розпухання" металу та радіаційно-індуковану сегрегацію, унаслідок чого броня втрачає хром, стає крихкою та вразливою до корозії. Радіаційно-стимульована дифузія змінює характеристики p-n переходів у напівпровідниках, викликаючи збої в роботі процесорів безпілотних літальних апаратів, систем протиповітряної оборони та навігації GPS. В оптичних системах дифузія дефектів призводить до "потемніння" лінз тепловізорів і нічних прицілів. Під впливом радіації мастильні матеріали в редукторах за лічені години перетворюються на густу смолу, що зумовлює заклинювання механізмів. Дифузійні процеси в гумотехнічних виробах спричиняють втрату еластичності та розриви шлангів під дією робочого тиску.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Кенік, Е. А., & Геймс, М. Дж. (1981). Дослідження радіаційно-індукованої сегрегації в сплавах за допомогою електронного мікрозонда. *Journal of Nuclear Materials, 100*(1-3), 121-133. URL : https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-nuclear-materials
2. Брюммер, С. М. та ін. (1990). Радіаційно-індукована сегрегація та міжкристалітна корозія в опромінених сплавах на основі нікелю. *Corrosion Science, 30*(2-3), 291-299. URL : https://www.sciencedirect.com/journal/corrosion-science
3. Настар, М., & Суассон, Ф. (2012). Моделювання радіаційно-індукованої сегрегації. *Comprehensive Nuclear Materials, 1*, 447-485. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-056033-5.00035-5
4. Касснер, Т. Ф. та ін. (2007). *Корозійне розтріскування під напругою за участю опромінення аустенітних нержавіючих сталей у компонентах активної зони реакторів LWR* (Звіт OECD/NEA). Париж, Франція: OECD Publishing. URL : https://www.oecd-nea.org

5. Скороход, В. В., & Рагуля, А. В. (1994). Спікання з контрольованою швидкістю як метод керування мікроструктурою кераміки та аналогічних спечених матеріалів. *Порошковая металлургия (Powder Metallurgy)*, (3–4), 1–10. URL : https://www.tandfonline.com/toc/ypom20/current
6. MIL-STD-1501. (н.д.). *Хромуванн та електроосадження*. Вашингтон, округ Колумбія: Міністерство оборони США. URL : https://quicksearch.dla.mil
7. Гюндуз, С. (2019). Механічна поведінка зварних з'єднань броньової сталі, виконаних напівавтоматичним дуговим зварюванням із використанням нікель-хромових та низьколегованих присадкових металів. *Journal of Materials Research and Technology*. URL : https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-materials-research-and-technology
8. Карабаджак, А. (2020). Класифікація сучасних броньових сталей, історія, властивості матеріалів та процедури термічної обробки. *Materials Today: Proceedings*. URL : https://www.sciencedirect.com/journal/materials-today-proceedings
9. Девіс, Дж. Р. (Ред.). (2001). *Спеціальний довідник ASM: Нержавіючі сталі*. Матеріалс-Парк, Огайо: ASM International. URL : https://www.asminternational.org
10. Сімс, К. Т., Столофф, Н. С., & Хагель, В. К. (Ред.). (1987). *Суперсплави II: Високотемпературні матеріали для аерокосмічної та промислової енергетики*. Нью-Йорк, Нью-Йорк: John Wiley & Sons. URL : https://onlinelibrary.wiley.com
11 Nickel Institute. (н.д.). *Роль нікелю в нержавіючій сталі* (Технічна серія). URL : https://nickelinstitute.org
12. Портер, Д. А., Істерлінг, К. Е., & Шариф, М. (2009). *Фазові перетворення в металах і сплавах* (3-тє вид.). Бока-Ратон, Флорида: CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781439883570
13. Каллістер, В. Д., мол., & Ретвіш, Д. Г. (2018). *Матеріалознавство та інженерія: Вступ* (10-те вид.). Нью-Йорк, Нью-Йорк: John Wiley & Sons. URL : https://onlinelibrary.wiley.com
14. Шьюмон, П. Г. (1989). *Дифузія в твердих тілах* (2-ге вид.). Воррендейл, Пенсильванія: The Minerals, Metals & Materials Society. URL : https://www.tms.org
15. Ганrloff, Р. П., & Сомердей, Б. П. (Ред.). (2012). *Газове водневе окрихчення матеріалів в енергетичних технологіях*. Кембридж, Велика Британія: Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1533/9780857093899
16. Нагумо, М. (2016). *Водневе окрихчення: Основи та моделювання*. Амстердам, Нідерланди: Elsevier. https://doi.org/10.1016/C2014-0-00215-9
17. Механізми водневого окрихчення, водневе окрихчення у високоміцних сталях. (н.д.). *Acta Materialia*. https://doi.org/10.1016/j.actamat.2012.03.022
18. Смігельскас, А. Д., & Кіркендалл, Е. О. (1947). Дифузія цинку в альфа-латуні. *Transactions of the Metallurgical Society of AIME, 171*, 130–142. URL : https://www.osti.gov
19. Даркен, Л. С. (1948). Дифузія, рухливість та їх зв'язок із вільною енергією утворення вакансій. *Transactions of the Metallurgical Society of AIME, 175*, 184–201.
20. Ван Лоо, Ф. Й. Й. (н.д.). *Ефект Кіркендалла в дифузії в твердому стані*. https://doi.org/10.1007/978-3-662-05768-5_12
21. Ельзенбаумер, Р., Фат, Б., & Єгер, Б. (н.д.). *Інтерметалічні сполуки в електронній упаковці*. URL : https://ieeexplore.ieee.org
22. Рабкін, А., Тейлор, В. Р., & Ван Лоо, Ф. Б. С. (н.д.). *Реактивна взаємна дифузія при твердофазному з'єднанні*. https://doi.org/10.1016/S1359-6454(03)00145-9
23. Пехт, М. Г. (2011). *Довідник з деградації літій-іонних акумуляторів: Основи та застосування*. Норвуд, Массачусетс: Artech House. URL : https://us.artechhouse.com
24. Люкс, С. Ф. (н.д.). Механізми деградації в літій-іонних акумуляторах. *Journal of Power Sources*. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.05.020

25. MIL-STD-1501. (н.д.). *Низьке окрихчення.* Вашингтон, округ Колумбія: Міністерство оборони США. https://quicksearch.dla.mil
26. ASTM F519-17. (2017). *Стандартний метод випробування для механічної оцінки водневого окрихчення процесів нанесення покриттів*. Вест-Коншохокен, Пенсильванія: ASTM International. https://www.astm.org/f0519-17.html
27. Національний аерокосмічний стандарт. (2018). *NASM 1312-5: Методи випробування кріпильних виробів, метод 5, поширення водневого окрихчення*. Вашингтон, округ Колумбія: Асоціація аерокосмічного інституту.
28. Центр оборонної технічної інформації. (н.д.). *Аналітичні матеріали щодо руйнування авіаційних компонентів внаслідок корозійного розтріскування під напругою (SCC)*. Форт-Бельвуар, Вірджинія: DTIC.
29. ASM International. (н.д.). Аналіз руйнувань та запобігання. В *Довідник ASM* (Т. 11). Матеріалс-Парк, Огайо: ASM International. https://www.asminternational.org

References

1. Kenik, E. A., & Himes, M. J. (1981). Radiation-induced segregation in alloys investigated by electron microprobe. *Journal of Nuclear Materials, 100*(1–3), 121–133. https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-nuclear-materials
2. Bruemmer, S. M., Soran, T. F., & Henager, C. H. (1990). Radiation-induced segregation and intergranular corrosion in irradiated nickel-base alloys. *Corrosion Science, 30*(2–3), 291–299. https://www.sciencedirect.com/journal/corrosion-science
3. Nastar, M., & Soisson, F. (2012). Modeling of radiation-induced segregation. In R. J. M. Konings (Ed.), *Comprehensive Nuclear Materials* (Vol. 1, pp. 447–485). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-056033-5.00035-5
4. Kassner, T. F., et al. (2007). *Irradiation-assisted stress corrosion cracking of austenitic stainless steels in LWR core components*. OECD Nuclear Energy Agency. https://www.oecd-nea.org
5. Skorokhod, V. V., & Ragulya, A. V. (1994). Sintering at controlled rate as a method of microstructure control in ceramics and similar powder-metallurgical materials. *Powder Metallurgy*, (3–4), 1–10. https://www.tandfonline.com/toc/ypom20/current
6. U.S. Department of Defense. (n.d.). *MIL-STD-1501: Chromium plating and electrodeposition*. https://quicksearch.dla.mil
7. Gündüz, S. (2019). Mechanical behavior of welded joints of armor steel fabricated by semi-automatic arc welding using nickel–chromium and low-alloy filler metals. *Journal of Materials Research and Technology*. https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-materials-research-and-technology
8. Karabacak, A. (2020). Classification of modern armor steels: History, material properties and heat treatment procedures. *Materials Today: Proceedings*. https://www.sciencedirect.com/journal/materials-today-proceedings
9. Davis, J. R. (Ed.). (2001). *ASM specialty handbook: Stainless steels*. ASM International. https://www.asminternational.org
10. Sims, C. T., Stoloff, N. S., & Hagel, W. C. (Eds.). (1987). *Superalloys II: High-temperature materials for aerospace and industrial power*. John Wiley & Sons. https://onlinelibrary.wiley.com
11. Nickel Institute. (n.d.). *Role of nickel in stainless steel*. https://nickelinstitute.org
12. Porter, D. A., Easterling, K. E., & Sherif, M. (2009). *Phase transformations in metals and alloys* (3rd ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9781439883570
13. Callister, W. D., Jr., & Rethwisch, D. G. (2018). *Materials science and engineering: An introduction* (10th ed.). John Wiley & Sons. https://onlinelibrary.wiley.com
14. Shewmon, P. G. (1989). *Diffusion in solids* (2nd ed.). TMS. https://www.tms.org
15. Gangloff, R. P., & Somerday, B. P. (Eds.). (2012). *Gaseous hydrogen embrittlement of materials*

in energy technologies. Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1533/9780857093899.
16. Nagumo, M. (2016). *Hydrogen embrittlement: Fundamentals and modeling*. Elsevier. https://doi.org/10.1016/C2014-0-00215-9.
17. Lynch, S. P. (2012). Hydrogen embrittlement phenomena and mechanisms. *Acta Materialia, 60*(9), 3513–3530. https://doi.org/10.1016/j.actamat.2012.03.022.
18. Smigelskas, A. D., & Kirkendall, E. O. (1947). Diffusion of zinc in alpha brass. *Transactions of the Metallurgical Society of AIME, 171*, 130–142. https://www.osti.gov
19. Darken, L. S. (1948). Diffusion, mobility and their relation to the free energy of vacancy formation. *Transactions of the Metallurgical Society of AIME, 175*, 184–201. https://www.osti.gov
20. Van Loo, F. J. J. (2004). The Kirkendall effect. *Diffusion in Condensed Matter*. https://doi.org/10.1007/978-3-662-05768-5_12.
21. Elzenbaumer, R., Fat, B., & Jäger, B. (n.d.). Intermetallic compounds in electronic packaging. https://ieeexplore.ieee.org
22. Rabkin, A., Taylor, W. R., & Van Loo, F. J. J. (2003). Reactive interdiffusion in solid-state bonding. *Acta Materialia, 51*(11), 3387–3397. https://doi.org/10.1016/S1359-6454(03)00145-9.
23. Pecht, M. G. (2011). *Battery degradation in lithium-ion batteries: Fundamentals and applications*. Artech House. https://us.artechhouse.com
24. Lux, S. F., Lucas, I. T., Pollak, E., et al. (2012). Mechanisms of lithium-ion battery degradation. *Journal of Power Sources, 215*, 54–60. https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2012.05.020.
25. U.S. Department of Defense. (n.d.). *MIL-STD-1501: Low embrittlement chromium plating*. https://quicksearch.dla.mil.
26. ASTM International. (2017). *ASTM F519-17: Standard test method for mechanical hydrogen embrittlement evaluation*. https://www.astm.org/f0519-17.html
27. Aerospace Industries Association. (2018). *NASM 1312-5: Fastener test methods—Hydrogen embrittlement*. https://www.aia-aerospace.org
28. Defense Technical Information Center. (n.d.). *Stress corrosion cracking in aircraft components*. https://discover.dtic.mil
29. ASM International. (n.d.). *ASM Handbook, Volume 11: Failure analysis and prevention*. https://www.asminternational.org

Кількісна оцінка впливу погоди на надійність міського транспорту, використовуючи XGBoost та SHAP

Quantifying the Weather Impact on Urban Transport Reliability using XGBoost and SHAP

Юрій Мацелюх
Corresponding author: аспірант, e-mail: indeed.post@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1721-7703

Василь Литвин
доктор технічних наук, професор, професор кафедри, e-mail: vasyl.v.lytvyn@lpnu.ua, ORCID ID: 0000-0002-9676-0180

Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

Yurii Matseliukh
Corresponding author: PhD Student, e-mail: indeed.post@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1721-7703

Vasyl Lytvyn
Dr.Sc., Professor, Professor Department, e-mail: vasyl.v.lytvyn@lpnu.ua, ORCID ID: 0000-0002-9676-0180

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Received: November 14, 2025 | Revised: December 06, 2025 | Accepted: December 31, 2025

UDC 004.85:656.4:551.5

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.23

Мета роботи. Розробка та перевірка методу кількісної оцінки впливу комплексу метеорологічних факторів на операційні збої громадського транспорту, розглядаючи їх як ризик для безпеки перевезень.

Метод дослідження. Дослідження базується на методах машинного навчання. Для прогнозування затримок використано високоточний ансамблевий алгоритм градієнтного бустингу XGBoost. Для глибокого аналізу факторів ризику та подолання проблеми «чорної скриньки» застосовано передовий інструмент інтерпретованого машинного навчання Shapley Additive Explanations, який здатний встановити внесок кожного фактору у конкретний прогноз.

Результати дослідження. Встановлено, що метеорологічні умови є значущим, нелінійним фактором ризику. Аналіз показав, що найбільшу загрозу для стабільності руху становлять температурні аномалії (різке зниження), значні опади та висока швидкість вітру. За допомогою запропонованого методу доведено, що вплив погоди є гетерогенним, тобто незначним у звичайних умовах та сильним тригером масштабних збоїв у години пік.

Практична цінність дослідження. Результати дослідження створюють наукову основу для розробки інформаційних систем підтримки прийняття рішень у сфері кризового управління. Запропонований метод дає змогу перейти від реагування на зміни, що вже відбулися, до здійснення попереджувальних заходів: завчасного інформування пасажирів, оптимізації ресурсів та підвищення стійкості транспортної системи до кліматичних загроз.

Тип статті. Емпірична.

Purpose. The purpose of the work is to develop and verify a method for quantitatively assessing the impact of a complex of meteorological factors on operational failures of public transport.

Method. The study is based on machine learning methods. The high-precision ensemble gradient boosting algorithm XGBoost was used to predict delays. For an in-depth analysis of risk factors and overcoming the «black box» problem, an advanced interpreted machine learning tool SHAP was used, which can establish the contribution of each factor to a specific forecast.

Findings. It was established that meteorological conditions are a significant, nonlinear risk factor. The analysis showed that the greatest threat to traffic stability is posed by temperature anomalies (a sharp decrease), significant precipitation and high wind speed. Using the proposed method, it was proven that the impact of weather is heterogeneous, i.e. insignificant under normal conditions and a strong trigger of large-scale failures during rush hours.

Practical implications. The results of the study create a scientific basis for the development of information systems to support decision-making in the field of crisis management. The proposed method makes it possible to move from responding to changes that have already occurred to implementing preventive measures: informing passengers in advance, optimizing resources and increasing the resilience of the transport system to climate threats.

Paper type. Empirical.

Ключові слова: надійність громадського транспорту; машинне навчання; інтерпретований штучний інтелект; управління ризиками; метеорологічні фактори; градієнтний бустинг; критична інфраструктура.

Key words: public transport reliability; machine learning; explainable AI; risk management; meteorological factors; gradient boosting; critical infrastructure.

Вступ

Стабільне функціонування системи громадського транспорту є однією з ключових складових концепції розумного міста та важливим фактором економічної активності (Banach and Długosz, 2025). Операційні затримки призводять до прямих економічних збитків (Комарницький та Бублик, 2008), зниження продуктивності праці та погіршення якості життя населення в містах (Guo et al., 2025). Одним із найбільш стохастичних, однак вагомих факторів, є погода. Проблема врахування впливу погодних умов на здійснення пасажирських перевезень у

громадському транспорті з кожним роком набуває щоразу більшої актуальності, особливо за умов зростання аномальних погодних явищ, таких як екстремальні зливи чи снігопади (Ma et al., 2025; Gu et al., 2025).

Незважаючи на загальне розуміння існування зв'язку погоди із затримками громадського транспорту, питання точної кількісної оцінки впливу комплексу метеорологічних факторів на відхилення від графіка руху залишається недостатньо вивченим. Сучасні підходи вимагають не лише констатації факту впливу, а й глибокого розуміння його нелінійного та гетерогенного характеру, що потребує залучення передових інструментів штучного інтелекту, серед яких машинне навчання, дерева рішень тощо (Arunachalam, 2025; Saki and Soori, 2025). Спираючись на роботи закордонних та вітчизняних вчених, які досліджували причини затримок громадського транспорту (Ройко та ін., 2018; Hanbarikarekani et al., 2018), потребує свого розвитку питання встановлення важливості впливу фактору погоди.

Сучасний штучний інтелект є комплексною галуззю науки, що займається створенням систем, здатних до розумної поведінки. В ієрархічній структурі штучного інтелекту прийнято виділяти як ключовий підрозділ машинне навчання, до складу якого входить глибоке навчання (Пасічник та ін., 2021; Maksoud et al., 2025). Машинне навчання поєднує в собі набір методів, що дозволяють комп'ютеру навчатися на основі даних, а не жорсткого програмування, тоді як глибоке навчання базується на багатошарових нейронних мережах (Saki and Soori, 2025). Саме машинне навчання є ідеальним інструментом для вирішення завдань у сфері пасажирських перевезень. Транспортна система генерує величезні обсяги даних, залежності між якими є складними та нелінійними (Alonso-Fernandez et al., 2025). Методи машинного навчання дають змогу виявляти приховані патерни, будувати точні прогнозні моделі та оптимізувати операційні процеси, що є недосяжним для класичних статистичних підходів через складність та динамічність сучасних транспортних систем (Saki and Soori, 2025).

Метою роботи є розробка та перевірка методу кількісної оцінки впливу комплексу метеорологічних факторів на формування затримок громадського транспорту, що є джерелом ризику для безпеки перевезень у розумному місті. З огляду на підсилення можливостей моделі градієнтного бустингу інструментом інтерпретованого машинного навчання було сформовано наступні завдання:

1. Розробити та навчити модель градієнтного бустингу XGBoost для прогнозування затримок громадського транспорту на основі даних про виконання графіків зупинок та погодних даних.

2. Провести аналіз факторів впливу за допомогою методу інтерпретованого машинного навчання (SHAP) для ідентифікації та ранжування причин затримок пасажирських перевезень.

3. Кількісно оцінити та порівняти вплив операційних (часових, контекстуальних) та нелінійного впливу погодних факторів на надійність перевезень.

Наукова новизна полягає у розвитку методу оцінки впливу гетерогенних факторів на формування затримок громадського транспорту за допомогою поєднання методів градієнтного бустингу та інтерпретованого машинного навчання.

Огляд літератури

Дослідження впливу зовнішніх факторів на транспортні системи є актуальним напрямом сучасної науки. Особлива увага приділяється стійкості міської інфраструктури до екстремальних погодних умов. Роботи (Gu et al., 2025; Ma et al., 2025) аналізують стійкість автобусних мереж до снігопадів та злив відповідно, застосовуючи теорію катастроф та системну динаміку для моделювання раптових збоїв. Дослідження Guo et al. (2025) пропонує керовану даними модель для оцінки та еволюційного аналізу стійкості транспортних агломерацій, тоді як (Kaynak et al., 2025) розробляють концепцію цифрового двійника міста

для аналізу наслідків повеней. Ці праці підкреслюють важливість кількісної оцінки впливу погоди, що є центральним завданням нашого дослідження.

Застосування штучного інтелекту та машинного навчання для аналізу транспортних систем є домінуючим трендом. Загальні огляди, представлені в роботах Saki and Soori (2025) та Maksoud et al. (2025), демонструють широкий спектр застосування машинного навчання від управління трафіком до керування автономними транспортними засобами. Автори (Zhang et al., 2025a) проводять глибокий аналіз застосування обробки природної мови та текстового майнінгу в транспортній галузі. Комплекс методологій, серед яких графові нейронні мережі для прогнозування попиту (Gong et al., 2025; Zhang et al., 2025b), порівняльний аналіз різних методів машинного навчання для виявлення маневрів вантажівок (Alonso-Fernandez et al., 2025), показують ефективність спеціалізованих моделей. У роботі (Masmoudi et al., 2025) використовуються методи машинного навчання для класифікації ризиків водіїв на основі психологічних та фізіологічних даних з симулятора.

Ключовими інструментами нашого дослідження є градієнтний бустинг XGBoost та інтерпретоване машинне навчання SHAP. Їх поєднання дає змогу не лише будувати високоточні прогнози, а й розуміти причини цих прогнозів. Дослідження Parsa et al. (2020) є яскравим прикладом застосування XGBoost та SHAP для виявлення ДТП у реальному часі на основі даних про трафік та погоду. Аналогічно, Zhang and Zou (2022) використовують цю комбінацію для прогнозування та аналізу причин морських аварій. У роботі Zhou et al. (2025) XGBoost (у складі Random Forest) використовується для оцінки залишкового пробігу електромобілів з урахуванням погоди та стилю водіння. Практичні аспекти та переваги SHAP для інтерпретації моделей XGBoost також детально описані в документації (Explain XGBoost, 2025). Ці роботи підтверджують, що обраний нами інструментарій є передовим для вирішення завдань причинно-наслідкового аналізу в складних транспортних системах.

Крім того, дослідження розширюють контекст безпеки та стійкості. У праці (Zhao et al., 2025) безпосередньо використовуються XGBoost та SHAP для аналізу стійкості транспортної поведінки під час екстремальних злив. Дослідження (Ha and Arimura, 2025) аналізує міську мобільність під час екстремальних погодних умов за допомогою просторової статистики, демонструючи, як несприятливі умови змінюють структуру транспортних потоків. Робота (Liu et al., 2025) присвячена оптимізації маршрутів перевезення небезпечних вантажів з урахуванням динамічної швидкості вітру, що є прикладом прямого впливу погодного фактора на логістичні рішення. Вчені у роботі (Theivadas та Ponnan, 2026) застосовують рекурентні нейронні мережі для прогнозування поведінки водія, що є важливим аспектом загальної безпеки на транспорті.

Управління транспортними потоками та мінімізація затримок є класичною інженерною задачею. Ю. Ройко та ін. (2018) визначають затримки на двосмугових вулицях біля зупинок громадського транспорту, Ю. Мацелюх та В. Литвин (2025) використовують метод кластеризації К-середніх для групування причин затримок пасажирських перевезень у розумному місті, а класифікацію ризиків на транспорті як основу економічної безпеки розглядає Рачинська (2016). Робота (Chukhray et al., 2019), однак, наголошує, що при впровадженні будь-яких нових технологій, перш за все, слід враховувати споживчі аспекти, у нашому випадку, потреби пасажирів, оскільки важливим є не лише технічна ефективність, а й соціально-економічна прийнятність запропонованих рішень.

Сучасні дослідження все частіше розглядають взаємодію різних погодних факторів та їхній комбінований вплив. Автори дослідження (Hanbarikarekani et al., 2018) пропонують мінімізувати середню затримку на перехрестях за допомогою керування швидкістю. У роботі (Arunachalam, 2025) розроблено оптимізовану нейронну мережу для прогнозування трафіку з урахуванням погоди. У дослідженні (Wang et al., 2025) автори аналізують, як поєднання погоди впливає на вибір між велосипедом та метро, що є важливим для розуміння мультимодальної

поведінки. У той же час, розробка складних просторово-часових моделей, як у дослідженні (Gao et al., 2025), дозволяє прогнозувати ризики ДТП з урахуванням географічних особливостей та динаміки трафіку. Це підтверджує думку, що дослідження впливу комплексу метеорологічних факторів на затримки громадського транспорту та глибокий аналіз причин їх виникнення є досі невирішеним питанням в управлінні транспортними системами, яке призводить до економічних збитків, спричинених затримками у роботі критичної інфраструктури (Kuzmin and Bublyk, 2016).

Матеріали та методи

Для досягнення мети дослідження було реалізовано послідовний, керований даними підхід, де методологія дослідження включає сім основних етапів, від збору даних до глибокого аналізу результатів моделювання, що схематично представлено на рис. 1.

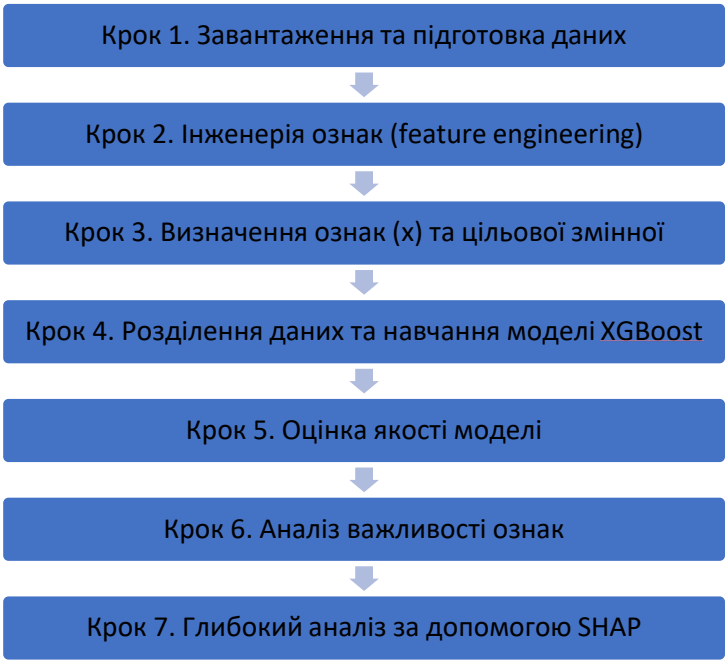


Рисунок 1 – Етапи розробки методу кількісної оцінки впливу метеорологічних факторів на затримки громадського транспорту

Примітка: розроблено з використанням стандартних методологій машинного навчання для аналізу затримок громадського транспорту із специфічною для даного дослідження глибокою інтерпретацією за допомогою SHAP

Джерело: розроблено автором

Ця структура дозволяє не тільки побудувати точну прогнозну модель, а й, що найважливіше, інтерпретувати її для отримання науково обґрунтованих висновків щодо причин затримок. Під час завантаження та підготовки даних на першому етапі дослідження було проведено збір та інтеграцію різнорідних даних з відкритих джерел, а саме було використано відкриті набори даних у форматі GTFS про рух громадського транспорту, що містили розклади руху, маршрути та фактичний час прибуття транспорту на зупинки, а також метеорологічні дані, отримані через API сервісу OpenWeather, що містили історичні погодні дані з погодинною деталізацією для конкретного географічного центру. Ці два набори даних були об’єднані за часом та географічним центром (географічними координатами) для створення єдиного датасету. Структура фінального набору даних, що використовувався для моделювання, представлена в табл. 1.

Таблиця 1 – Структура та опис вихідних даних для моделювання

Назва поля	Опис	Тип даних
trip_id	Унікальний ідентифікатор рейсу	Категоріальний
dt	Часова мітка у форматі Unix	Числовий
temp	Температура повітря, °C	Числовий
dew_point	Точка роси, °C	Числовий
feels_like	Температура, що відчувається, °C	Числовий
pressure	Атмосферний тиск, гПа	Числовий
humidity	Вологість, %	Числовий
wind_speed	Швидкість вітру, м/с	Числовий
wind_deg	Напрям вітру, градуси	Числовий
rain_1h	Кількість опадів за останню годину, мм	Числовий
clouds_all	Хмарність, %	Числовий
weather_main	Загальний опис погоди	Категоріальний
weather_description	Детальний опис погоди	Категоріальний

Примітка: наведено основні поля; повний набір даних включав ідентифікатори зупинок та інші службові поля

Джерело: сформовано автором на основі відкритих даних GTFS та метеорологічного сервісу OpenWeather API

У результаті цього для дослідження було сформовано реляційну базу даних SQLite, що містить комплексну інформацію про рух громадського транспорту, приклад якої наведено на рис.2. Для забезпечення сфокусованого аналізу, з бази даних було вибірково завантажено записи, що стосуються виключно одного трамвайного маршруту T03. Це дозволило уникнути шуму від змішування характеристик різних маршрутів.

	id	trip_id	dt	temp	dew_point	feels_like	temp_min	temp_max	pressure	humidity	wind_speed	wind_deg	rain_1h	clouds_all	weather_main	weather_description
1	174010	10639	1558360800	20.23	17.81	20.55	19.58	20.97	1007	86	3.66	163	8.29	100	Rain	heavy intensity rain
2	174011	10639	1558360800	20.23	17.81	20.55	19.58	20.97	1007	86	3.66	163	8.29	100	Rain	heavy intensity rain
3	174012	10639	1558360800	20.23	17.81	20.55	19.58	20.97	1007	86	3.66	163	8.29	100	Rain	heavy intensity rain
4	174013	10639	1558360800	20.23	17.81	20.55	19.58	20.97	1007	86	3.66	163	8.29	100	Rain	heavy intensity rain
5	174014	10639	1558360800	20.23	17.81	20.55	19.58	20.97	1007	86	3.66	163	8.29	100	Rain	heavy intensity rain
6	174015	10640	1558360800	20.23	17.81	20.55	19.58	20.97	1007	86	3.66	163	8.29	100	Rain	heavy intensity rain
7	174016	10640	1558360800	20.23	17.81	20.55	19.58	20.97	1007	86	3.66	163	8.29	100	Rain	heavy intensity rain
8	174017	10640	1558360800	20.23	17.81	20.55	19.58	20.97	1007	86	3.66	163	8.29	100	Rain	heavy intensity rain
9	174018	10640	1558360800	20.23	17.81	20.55	19.58	20.97	1007	86	3.66	163	8.29	100	Rain	heavy intensity rain
10	174019	10640	1558360800	20.23	17.81	20.55	19.58	20.97	1007	86	3.66	163	8.29	100	Rain	heavy intensity rain

Рисунок 2 – Етапи розробки методу кількісної оцінки впливу метеорологічних факторів на затримки громадського транспорту

Джерело: розроблено автором

Первинна підготовка даних включала об’єднання таблиць StopTimes, Trips та Routes для отримання повної інформації по кожній зупинці в рамках цільового маршруту. Також було перетворено текстові поля з часом (planned_arrival, actual_arrival) у формат datetime. Цільовою змінною *y* було визначено затримку прибуття транспорту на зупинку в секундах, що обчислювалася як різниця в секундах між фактичним та запланованим часом прибуття. При обробці пропущених значень для погодних показників, що фіксують опади (rain_1h, snow_1h), пропущені значення замінювалися на 0, припускаючи, що відсутність даних означає 0 опадів.На другому та третьому етапах було використано інженерію ознак для підготовки даних до моделювання. На основі підготовлених даних було сформовано набір предикторів (матрицю ознак X) та цільову змінну (y). Предиктори (ознаки x) були розділені на три групи: характеристики поїздки (stop_id – ідентифікатор зупинки; trip_id – ідентифікатор рейсу),

циклічні часові характеристики (hour_sin, hour_cos – синус та косинус години доби; dayofweek_sin, dayofweek_cos – синус та косинус дня тижня; month_sin, month_cos – синус та косинус місяця року), а також погодні характеристики, наведені в табл. 1 (temp, visibility, dew_point, feels_like, pressure, humidity, wind_speed, wind_deg, wind_gust, rain_1h, snow_1h, clouds_all, weather_id), де найбільш релевантними метеорологічними показниками були температура, вологість, швидкість вітру, опади. Цільовою змінною *y* була затримка в секундах (delay_seconds).

Показники, як година доби, день тижня та місяць року, що мають циклічну природу перетворювалися у неперервний двовимірний простір за допомогою тригонометричних функцій (1) та (2). Наприклад:

$$feature_sin = sin\left(\frac{2\pi \cdot value}{max_value}\right), \quad (1)$$

$$feature_cos = cos\left(\frac{2\pi \cdot value}{max_value}\right), \quad (2)$$

де *value* – поточне значення ознаки;
max_value – максимальне значення циклу;
π – відношення довжини кола до його діаметра.

Таке кодування дозволяє моделі зрозуміти близькість кінцевих та початкових значень циклу.

На четвертому етапі для вирішення завдання прогнозування затримок було обрано алгоритм XGBoost (eXtreme Gradient Boosting), реалізований у вигляді XGBRegressor. Цей метод був обраний через його високу точність, швидкість та здатність моделювати складні нелінійні залежності. Процес моделювання моделі включав розділення даних і навчання. Для забезпечення надійного та неупередженого оцінювання моделі весь набір даних було розділено на три частини. Для об'єктивної оцінки якості моделі на даних, які вона не бачила під час навчання, спочатку було відділено тестову вибірку (20%), яка використовувалася лише один раз для фінальної оцінки якості повністю навченої моделі. Решту даних (80%) було поділено ще раз на тренувальну (64%) вибірку, яка використовувалася для безпосереднього навчання моделі, та валідаційну (16%) вибірку, яка використовувалася під час навчання для налаштування гіперпараметрів, зокрема для механізму ранньої зупинки (early stopping). Цей механізм дозволяє автоматично припинити навчання, якщо середня абсолютна помилка (MAE) на тестовій вибірці не покращується протягом 50 ітерацій, що є ефективним методом боротьби з перенавчанням.

На п'ятому етапі проводилася фінальна, неупереджена оцінка якості навченої моделі на тестовій вибірці, яку модель жодним чином не використовувала під час навчання чи налаштування. Для оцінки використовувалися стандартні метрики для задач регресії, а саме: середня абсолютна помилка (MAE) та коефіцієнт детермінації (R^2), що розраховувалися за формулами (3) та (4):

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}|y_i - \hat{y}_i|, \quad (3)$$

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}, \quad (4)$$

де n – кількість спостережень у тестовій вибірці;
y_i – фактичне значення затримки;
$\hat{y}_i$ – прогнозоване значення затримки;
$\bar{y}$ середнє значення фактичних затримок.

На шостому етапі аналізу важливості ознак спочатку проводився првинний аналіз факторів за допомогою вбудованого в XGBoost механізму feature_importances_. Цей атрибут розраховує важливість кожної ознаки, як правило, на основі того, наскільки часто та ефективно вона використовувалася для поділу в деревах рішень ансамблю. Це дозволило отримати базове ранжування факторів за їхнім внеском у модель.

На сьомому етапі глибокого аналізу за допомогою SHAP для глибокого та всебічного аналізу факторів впливу, що є ключовим завданням нашої роботи, було застосовано метод SHAP (SHapley Additive exPlanations). Цей підхід, на відміну від стандартної важливості ознак, дав змогу не лише визначити силу впливу фактора, а й зрозуміти його напрямок (збільшує чи зменшує затримку) та характер взаємодії з іншими факторами.

Аналіз проводився на репрезентативній вибірці з тестових даних розміром 50 000 записів для оптимізації обчислювального часу. Для пояснення моделі XGBoost використовувався спеціалізований shap.TreeExplainer. Пояснювальна адитивна модель SHAP має вигляд (5):

$$g(z') = \phi_0 + \sum_{j=1}^{M} \phi_j z'_j, \quad (5)$$

де g – пояснювальна модель;
$z' \in \{0,1\}^M$ – вектор наявності ознак;
M – кількість ознак;
ϕ_j – SHAP-значення, що є внеском *j*-ої ознаки у прогноз;
ϕ_0 – базове значення (середній прогноз моделі).

За допомогою SHAP були побудовані та проаналізовані діаграми залежностей безпосередньо для аналізу нелінійних ефектів окремих ознак та їх взаємодій, а саме, було досліджено, як вплив години доби на затримку змінюється залежно від інтенсивності дощу, чи як вплив дощу залежить від температури. Це дозволило кількісно оцінити та порівняти вплив операційних та погодних факторів, виявляючи складні приховані залежності.

Цей комплексний підхід дозволив не тільки створити точну прогнозну модель, але й глибоко проаналізувати та кількісно оцінити вплив кожного операційного та погодного фактора.

Результати та обговорення

У результаті моделювання затримок громадського транспорту при пасажирських перевезеннях навчена модель градієнтного бустингу XGBoost продемонструвала високу прогностичну здатність. При оцінці на тестовій вибірці, середня абсолютна помилка (MAE) склала 45,7 секунд, що вказує на високу точність прогнозування затримок в реальних умовах експлуатації. Первинний аналіз важливості факторів, проведений за допомогою вбудованого в XGBoost механізму feature_importance, дозволив проранжувати предиктори за їхнім сукупним внеском у точність моделі (Таблиця 2).

Аналіз даних таблиці 2 дав змогу зробити кілька ключових спостережень. По-перше, домінуючий вплив мають циклічні часові характеристики dayofweek_cos, month_sin та month_cos, які займають перші три місця з найбільшими значеннями важливості. Це свідчить про те, що модель в першу чергу орієнтується на передбачувані тижневі та сезонні патерни руху. По-друге, значний внесок роблять і погодні фактори, такі як швидкість вітру (wind_speed), температура, що відчувається (feels_like), тиск (pressure) та вологість (humidity). Це підтверджує вихідну гіпотезу дослідження. Водночас, викликає питання відносно низька важливість таких очевидних факторів, як дощ (rain_1h) та сніг (snow_1h). Цей парадокс вказує на те, що стандартний аналіз важливості не здатний розкрити складніші, нелінійні взаємозв’язки, для аналізу яких потрібні більш просунуті методи.

Таблиця 2 – Важливість ознак за результатами моделі XGBoost

Ознака	Важливість	Ознака	Важливість
dayofweek_cos	0.110005	temp	0.041122
month_sin	0.097793	visibility	0.040169
month_cos	0.094744	hour_cos	0.040126
wind_speed	0.057964	clouds_all	0.037653
dayofweek_sin	0.057848	trip_id	0.037299
feels_like	0.055244	dew_point	0.035978
pressure	0.052448	stop_id	0.03232
humidity	0.045525	wind_deg	0.031804
hour_sin	0.04474	weather_id	0.030555
rain_1h	0.020415	snow_1h	0.018976

Примітка: важливість є відносною величиною, що показує, як часто та ефективно ознака використовувалася для побудови дерев рішень в ансамблі

Джерело: розраховано автором

Для детального вивчення впливу кожного фактора та їхніх взаємодій було застосовано метод SHAP. На відміну від стандартної важливості, SHAP-значення показують не лише силу, а й напрямок впливу кожної ознаки на кожен окремий прогноз. Це дозволяє виявити приховані нелінійні залежності. На рисунку 3 представлено вплив години дня на затримку, де колір точок відображає інтенсивність дощу. Спостерігається чіткий добовий патерн: у ранкові години (6-9 ранку) та особливо у вечірні години пік (16-19 вечора) SHAP-значення є переважно позитивними, що вказує на збільшення затримок. Наявність навіть невеликої кількості дощу (зелені та жовті точки) суттєво зміщує SHAP-значення вгору, особливо у пікові години. Це означає, що дощ діє як мультиплікатор, значно посилюючи затримки саме тоді, коли система вже є навантаженою.

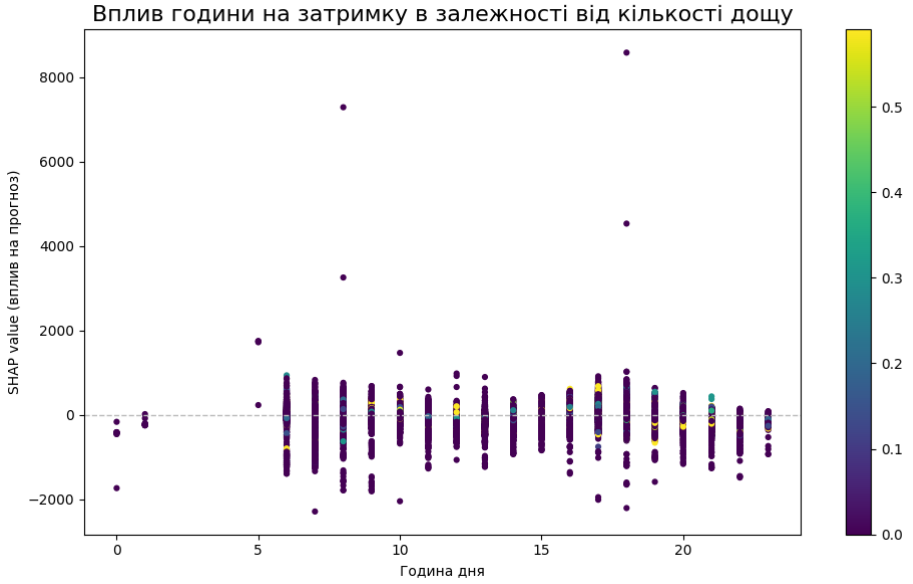


Рисунок 3 – Вплив години на затримку в залежності від кількості дощу

Джерело: побудовано автором

На рисунку 4 показано аналогічну залежність, але з урахуванням вологості. Патерн є схожим: висока вологість (жовті точки) тісно корелює зі збільшенням затримок у пікові години. Оскільки висока вологість часто передує або супроводжує опади, цей графік підтверджує

попередні висновки. Вплив вологості є найбільш вираженим у вечірні години, що свідчить про кумулятивний ефект втоми водіїв та погіршення видимості.

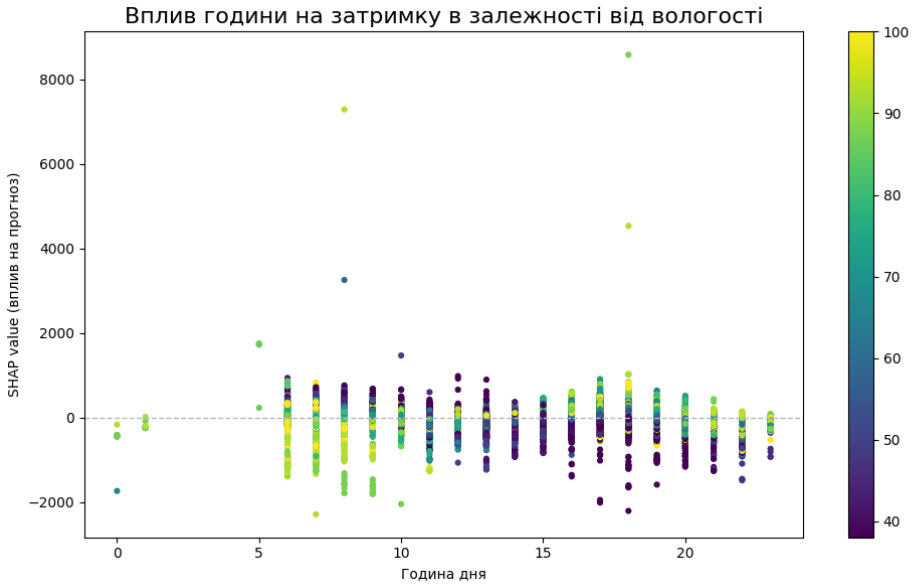


Рисунок 4 – Вплив години на затримку в залежності від вологості
Джерело: побудовано автором

На рисунку 5 аналізується взаємодія години дня та швидкості вітру. Хоча цей зв'язок менш виражений, ніж з опадами чи вологістю, простежується тенденція, де вища швидкість вітру (жовті точки) асоціюється з дещо більшими SHAP-значеннями, особливо в діапазоні від 7 до 18 години. Це може бути пов'язано як з обережнішим стилем водіння учасників руху, так і з можливим впливом сильного вітру на контактну мережу трамвая, що призводить до невеликих уповільнень.

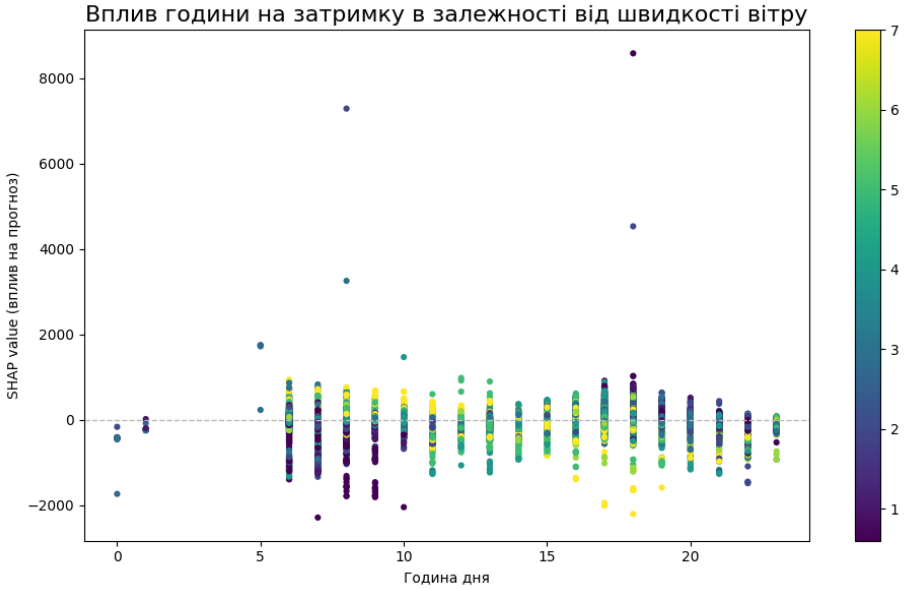


Рисунок 5 – Вплив години на затримку в залежності від швидкості вітру
Джерело: побудовано автором

Проведене дослідження кількісно підтвердило, що метеорологічні фактори мають значний, але складний та нелінійний вплив на затримки громадського транспорту. Ключовим результатом є виявлення того, що погода діє не як незалежний фактор, а як сильний модифікатор існуючих транспортних патернів, особливо годин пік. Цим пояснюється парадокс

низької формальної важливості ознак rain_1h та snow_1h у моделі XGBoost, оскільки дощ іде не постійно, його середній внесок протягом усього періоду є невисоким. Проте, як показав аналіз SHAP, його миттєвий вплив під час навантажених періодів є критичним.

Ці результати узгоджуються з висновками дослідників (Zhao et al., 2025), які також, використовуючи XGBoost та SHAP, вивчали стійкість транспортної поведінки під час екстремальних злив і виявили просторову та часову гетерогенність впливу. Наше дослідження доповнює їхню роботу, деталізуючи механізми взаємодії не лише дощу, а й вітру та вологості з добовими циклами трафіку. Крім того, отримані дані підтверджують загальні висновки про вразливість транспортних систем до погодних умов, зроблені в роботах вчених (Ma et al., 2025; Gu et al., 2025), надаючи конкретний кількісний інструментарій для оцінки цих ризиків.

З методологічної точки зору, застосування комбінації XGBoost та SHAP виявилося надзвичайно ефективним у розробленому методі кількісної оцінки впливу метеорологічних факторів на затримки громадського транспорту. Успішним виявився підхід, використаний у роботі (Parsa et al., 2020) для виявлення ДТП та дослідниками (Zhang & Zou, 2022) для аналізу морських інцидентів, який довів також свою придатність і для аналізу операційних затримок у нашому випадку. Це демонструє універсальність методу для широкого кола завдань у сфері транспортної безпеки та надійності.

Практична цінність отриманих результатів полягає у можливості створення дієвих систем управління рухом. Замість того, щоб реагувати на затори, що вже утворилися, транспортні служби можуть використовувати прогноз погоди як вхідні дані для прогнозної моделі, де прогноз невеликого дощу о 17:00 повинен генерувати значно вищий рівень тривоги та спонукати до превентивних заходів як виведення додаткових одиниць транспорту у час пік, ніж прогноз сильної зливи після 21:00. Це відповідає концепціям інтелектуальних транспортних систем, описаним у роботі (Saki & Soori, 2025), і може стати основою для реалізації цифрових двійників пасажирських перевезень громадським транспортом (Мацелюх та Литвин, 2025) та розумних міст (Kaynak et al., 2025).

Слід зазначити, що дане дослідження було обмежене аналізом одного трамвайного маршруту. Для більшого узагальнення висновків у майбутньому слід розширити аналіз на всю транспортну мережу міста. Крім того, до моделі доцільно також включити додаткові фактори як проведення масових заходів, дорожніх робіт та інформацію про ДТП. Подальший розвиток методу може полягати в його інтеграції в систему прийняття рішень у реальному часі для диспетчерських служб.

Висновки

Проведене дослідження доводить, що поєднання методів градієнтного бустингу та інтерпретованого машинного навчання є ефективним інструментом для сценарного аналізу ризиків та підвищення операційної безпеки критичної інфраструктури. Встановлено, що метеорологічні фактори є значущою, але складною нелінійною загрозою. Інструмент SHAP дозволяють декомпозитувати цей ризик, кількісно оцінити вплив окремих параметрів та їх комбінацій, що є неможливим при використанні класичних методів.

У ході дослідження було успішно розроблено та апробовано метод кількісної оцінки впливу метеорологічних факторів на формування затримок у роботі громадського транспорту, що повністю відповідає поставленій меті. Застосування ансамблевого методу градієнтного бустингу дозволило створити високоточну прогнозну модель, яка здатна передбачати затримки з середньою абсолютною помилкою близько 45.7 секунд, що є високим показником для динамічної транспортної системи.

Ключовим результатом дослідження стало не лише підтвердження факту впливу погоди, а й глибоке розкриття його нелінійного та гетерогенного характеру. На відміну від стандартних методів аналізу важливості ознак, які недооцінювали роль опадів та снігу,

застосування інтерпретованого машинного навчання дозволило встановити, що метеорологічні фактори діють як мультиплікатори ризику. Встановлено, що інтенсивність дощу та висока вологість мають найбільш виражений синергетичний ефект з ранковими та вечірніми годинами пік, значно посилюючи затримки саме тоді, коли транспортна система є найбільш навантаженою. Вплив швидкості вітру виявився менш значущим, проте також стабільно призводив до збільшення тривалості поїздок.

Наукова новизна роботи полягає у розвитку методу оцінки впливу гетерогенних факторів, який, завдяки поєднанню прогностичної потужності XGBoost та інтерпретаційних можливостей SHAP, дозволяє перейти від простої констатації кореляцій до глибокого розуміння причинно-наслідкових зв'язків у системі «погода-трафік». Цей підхід дає змогу кількісно оцінити, як саме комбінація операційних (час доби, день тижня) та погодних умов формує ризик операційного збою.

Практична цінність отриманих результатів полягає у створенні наукового підґрунтя для розробки дієвих систем управління транспортними потоками. Замість того, щоб реагувати на затори, що вже виникли, транспортні служби можуть використовувати метеорологічні прогнози як вхідні дані для моделі, щоб завчасно оцінювати ризики та вживати превентивних заходів. Це включає тимчасову зміну розкладу руху, виведення на лінію додаткових транспортних засобів перед очікуваними піковими навантаженнями під час негоди та своєчасне інформування пасажирів, що в кінцевому підсумку сприятиме підвищенню надійності та безпеки перевезень у концепції розумного міста.

Перспективи подальших досліджень полягають у масштабуванні запропонованого підходу на всю транспортну мережу міста, а не лише на один маршрут, для перевірки отриманих висновків. Доцільним є включення до моделі додаткових динамічних факторів, таких як дані про дорожньо-транспортні пригоди, проведення дорожніх робіт та масові заходи, що дозволить створити ще більш комплексну та точну модель. Кінцевою метою може стати інтеграція розробленого методу в автоматизовану систему підтримки прийняття рішень для диспетчерських центрів або його використання як одного з модулів у концепції цифрового двійника міста.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

[1] Комарницький, І. М., та Бублик, М. І. (2008). Оцінка техногенних збитків та аналіз підходів до їхнього розрахунку у глобальному та регіональному аспектах. *Вісник НУ «Львівська політехніка». «Проблеми економіки та управління», 628*, 134-144.

[2] Мацелюх, Ю. Р., та Литвин, В. В. (2025). Метод К-середніх для аналізу даних з організації пасажирських перевезень у розумному місті. *Сучасний стан наукових досліджень та технологій в промисловості, 1*(31), 83–101. https://doi.org/10.30837/2522-9818.2025.1.083

[3] Мацелюх, Ю. Р., та Литвин, В. В. (2025). Концепція цифрового двійника пасажирських перевезень громадським транспортом у розумному місті. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки, 1*(4), 425-436. https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.4.1.40

[4] Пасічник, А. М., Пасічник, В. А., та Кущенко, Є. С. (2021). Застосування системного підходу в методології розв'язання інженерних задач. *Транспортні системи та технології перевезень, 21*, 23-32. https://doi.org/10.15802/tstt2021/237635

[5] Рачинська, А. В. (2016). Класифікація ризиків на залізничному транспорті як основа формування системи економічної безпеки його функціонування. *Економіка та суспільство*, 6, 81-87.

[6] Ройко, Ю., Бура, Р., та Максимюк, С. (2018). Визначення затримок на двосмугових вулицях у межах зупинок громадського транспорту. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті, 2*(11), 24-28.

[7] Alonso-Fernandez, F., Butt, T. H., and Tiwari, P. (2025). Overtake detection in trucks using CAN bus signals: A comparative study of machine learning methods. *Expert Systems with Applications, 297*, 129339. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.129339

[8] Arunachalam, S. (2025). Long-term and short-term traffic flow prediction with different weather conditions using optimized wheel-graph attention based neural network. *Future Generation Computer Systems, 176*, 108198. https://doi.org/10.1016/j.future.2025.108198

[9] Banach, M., and Długosz, R. (2025). Solutions for planning smart hybrid public transportation system based on Google Maps and Voronoi diagrams. *Journal of Computational and Applied Mathematics, 472*, 116775. https://doi.org/10.1016/j.cam.2025.116775

[10] Chukhray, N., Shakhovska, N., Mrykhina, O., et al (2019). Consumer aspects in assessing the suitability of technologies for the transfer. In *2019 IEEE 14th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)* (pp. 142–147). https://doi.org/10.1109/stc-csit.2019.8929879

[11] Explain XGBoost Predictions with SHAP. (2025). *XGBoosting.com*. Retrieved from https://xgboosting.com/explain-xgboost-predictions-with-shap/

[12] Gao, P., Shuai, B., Zhang, R., and Wang, B. (2025). STCAGNN-RNKDE: a traffic accident prediction model for spatiotemporal combinatorial attention graph neural networks using Ripley's K and network kernel density estimation. *Reliability Engineering and System Safety, 265*, 111593. https://doi.org/10.1016/j.ress.2025.111593

[13] Gong, Y., Yu, P., Zhang, X., Zhang, X., Nie, X., and Sun, H. (2025). Exploiting dynamic spatio-temporal correlations for origin-destination demand prediction. *Expert Systems With Applications, 299*, 130095. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.130095

[14] Gu, S., Miao, A., Yan, D., Hu, B., Cheng, G., and Xu, Z. (2025). Resilience Assessment of Urban Conventional Bus Networks in Cold Regions under Snowfall Weather. *Reliability Engineering and System Safety*. https://doi.org/10.1016/j.ress.2025.111824

[15] Guo, Z., Zhou, X., Lu, C., Li, S., Zhu, Y., Liu, Y., and Li, Z. (2025). Urban agglomeration transportation resilience: evaluation and evolution analysis using a data-driven model. *Environmental and Sustainability Indicators, 26*, 100714. https://doi.org/10.1016/j.indic.2025.100714

[16] Ha, T. V., and Arimura, M. (2025). Mapping urban mobility during extreme weather events using mobile spatial statistics data. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 33*, 101609. https://doi.org/10.1016/j.trip.2025.101609

[17] Hanbarikarekani, M., Qu, X., Zeibots, M., and Qi, W. (2018). Minimizing the average delay at intersections via presignals and speed control. *Journal of Advanced Transportation, 2018*, 4121582. https://doi.org/10.1155/2018/4121582

[18] Kaynak, S., Kaynak, B., Mermer, O., and Demir, I. (2025). City-scale digital twin framework for flood impact analysis: Integrating urban infrastructure and real-time data analytics. *Urban Climate, 64*, 102640. https://doi.org/10.1016/j.uclim.2025.102640

[19] Kuzmin, O., and Bublyk, M. (2016). Economic evaluation and government regulation of technogenic (man-made) damage in the national economy. In *2016 XIth International*

Scientific and Technical Conference Computer Sciences and Information Technologies (CSIT).

[20] Liu, L., Wang, R., Tian, T., and Li, S. (2025). Hazardous materials transportation route optimization considering dynamic wind speeds and risk equity. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 98*, 105748. https://doi.org/10.1016/j.jlp.2025.105748

[21] Ma, F., Zhang, Y., Liu, Q., Guo, Y., Yang, Z., and Zhang, J. (2025). Modeling urban transportation safety resilience under extreme rainstorms: A catastrophe theory approach. *Reliability Engineering and System Safety, 263*, 111301. https://doi.org/10.1016/j.ress.2025.111301

[22] Maksoud, N., AlJassmi, H., Ali, L., and Masoud, A. R. (2025). Applications of large language models and generative AI in transportation: A systematic review and bibliometric analysis. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 34*, 101699. https://doi.org/10.1016/j.trip.2025.101699

[23] Masmoudi, M., Shakrouf, Y., Omar, O. H., Shikhli, A., Abdalla, F., Alketbi, W., ... and Siam, A. I. (2025). Driver risk classification for transportation safety: A machine learning approach using psychological, physiological, and demographic factors with driving simulator. *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 162*, 112585. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2025.112585

[24] Parsa, A. B., Movahedi, A., Taghipour, H., Derrible, S., and Mohammadian, A. (K.). (2020). Toward safer highways, application of XGBoost and SHAP for real-time accident detection and feature analysis. *Accident Analysis and Prevention, 136*, 105405. https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105405

[25] Saki, S., and Soori, M. (2025). Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced transportation systems, a review. *Multimodal Transportation, 5*, 100242. https://doi.org/10.1016/j.multra.2025.100242

[26] Theivadas, J. R., and Ponnan, D. S. (2026). DrivNet: Adaptive driving behavior prediction for improving the safety of multimodal transportation in autonomous vehicle systems. *Multimodal Transportation, 5*, 100266. https://doi.org/10.1016/j.multra.2025.100266

[27] Wang, X., Pan, Z., Liu, P., Wang, X., Fan, Z., Liu, N., and Wu, J. (2025). The interaction of weather factors on multimodal public transportation: An empirical research on the combination of bike-sharing and metro. *Cities, 169*, 106537. https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.106537

[28] Zhang, C., Zou, X., and Lin, C. (2022). Fusing XGBoost and SHAP Models for Maritime Accident Prediction and Causality Interpretability Analysis. *Journal of Marine Science and Engineering, 10*(8), 1154. https://doi.org/10.3390/jmse10081154

[29] Zhang, X., Gao, R., Xiao, Z., Wang, K., Liu, T., Liang, M., and Zhang, J. (2025a). Natural language processing and text mining in transportation: Current status, challenges, and future roadmap. *Expert Systems with Applications, 296*, 129050. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.129050

[30] Zhang, Z., Yang, J., Chen, X., and Wu, Y. (2025b). Graph neural networks with flow conservation constraints for real-time origin-destination matrix completion. *Pattern Recognition, 170*, 112046. https://doi.org/10.1016/j.patcog.2025.112046

[31] Zhao, N., Zhang, Y., Lu, Y., and Zhai, G. (2025). Spatial heterogeneity and multimodal complementarity in travel behavior resilience under extreme rainfall: A machine learning approach. *Journal of Transport Geography, 130*, 104472. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2025.104472

[32] Zhou, L., Wang, Z., Mao, Z., Wang, Q., Zhang, D., Zhang, Z., and Chen, Z. (2025). Data-driven remaining driving range estimation and analysis framework for electric vehicles under real-world conditions. *Applied Energy, 402*, 126881. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2025.126881

References

[1] Komarnytsky, I.M., Bublyk, M.I. (2008). Assessment of man-made damages and analysis of approaches to their calculation in global and regional aspects. *Bulletin of Lviv Polytechnic National University. Series: Economics and Management Issues*, 628, 134–144.

[2] Matseliukh Y., & Lytvyn, V. (2025). Application of the K-means clustering method in the organisation of passenger transport in a smart city. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, *1 (31)*, 83–101. https://doi.org/10.30837/2522-9818.2025.1.083

[3] Matseliukh Y., & Lytvyn, V. (2025). Concept of a digital twin of passenger transportation by public transport in a smart city. *Taurida Scientific Herald. Series: Technical Sciences*, 1(4), 425-436. https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.4.1.40

[4] Pasichnyk, A., Pasichnyk, V., & Kushchenko, Y. (2021). Application of system approach in methodology of solving engineering problems. *Transport Systems and Transportation Technologies*, (21), 23. https://doi.org/10.15802/tstt2021/237635

[5] Rachynska, A.V. Classification of risks of the railways as a basis for formation of economic security for its functioning. *Economy and Society*, 6, 81-87.

[6] Royko Yu., Bura R., Maksymiuk S. Determination of delays on two-lane streets within public transport stops. *Advances In Mechanical Engineering and Transport, 2*(11), 24-28.

[7] Alonso-Fernandez, F., Butt, T. H., and Tiwari, P. (2025). Overtake detection in trucks using CAN bus signals: A comparative study of machine learning methods. *Expert Systems with Applications, 297*, 129339. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.129339

[8] Arunachalam, S. (2025). Long-term and short-term traffic flow prediction with different weather conditions using optimized wheel-graph attention based neural network. *Future Generation Computer Systems, 176*, 108198. https://doi.org/10.1016/j.future.2025.108198

[9] Banach, M., and Długosz, R. (2025). Solutions for planning smart hybrid public transportation system based on Google Maps and Voronoi diagrams. *Journal of Computational and Applied Mathematics, 472*, 116775. https://doi.org/10.1016/j.cam.2025.116775

[10] Chukhray, N., Shakhovska, N., Mrykhina, O., et al (2019). Consumer aspects in assessing the suitability of technologies for the transfer. In *2019 IEEE 14th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)* (pp. 142–147). https://doi.org/10.1109/stc-csit.2019.8929879

[11] Explain XGBoost Predictions with SHAP. (2025). *XGBoosting.com*. Retrieved from https://xgboosting.com/explain-xgboost-predictions-with-shap/

[12] Gao, P., Shuai, B., Zhang, R., and Wang, B. (2025). STCAGNN-RNKDE: a traffic accident prediction model for spatiotemporal combinatorial attention graph neural networks using Ripley's K and network kernel density estimation. *Reliability Engineering and System Safety, 265*, 111593. https://doi.org/10.1016/j.ress.2025.111593

[13] Gong, Y., Yu, P., Zhang, X., Zhang, X., Nie, X., and Sun, H. (2025). Exploiting dynamic spatio-temporal correlations for origin-destination demand prediction. *Expert Systems With Applications, 299*, 130095. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.130095

[14] Gu, S., Miao, A., Yan, D., Hu, B., Cheng, G., and Xu, Z. (2025). Resilience Assessment of Urban Conventional Bus Networks in Cold Regions under Snowfall Weather. *Reliability Engineering and System Safety*. https://doi.org/10.1016/j.ress.2025.111824

[15] Guo, Z., Zhou, X., Lu, C., Li, S., Zhu, Y., Liu, Y., and Li, Z. (2025). Urban agglomeration transportation resilience: evaluation and evolution analysis using a data-driven model. *Environmental and Sustainability Indicators, 26*, 100714. https://doi.org/10.1016/j.indic.2025.100714

[16] Ha, T. V., and Arimura, M. (2025). Mapping urban mobility during extreme weather events using mobile spatial statistics data. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 33*, 101609. https://doi.org/10.1016/j.trip.2025.101609

[17] Hanbarikarekani, M., Qu, X., Zeibots, M., and Qi, W. (2018). Minimizing the average delay at intersections via presignals and speed control. *Journal of Advanced Transportation, 2018*, 4121582. https://doi.org/10.1155/2018/4121582

[18] Kaynak, S., Kaynak, B., Mermer, O., and Demir, I. (2025). City-scale digital twin framework for flood impact analysis: Integrating urban infrastructure and real-time data analytics. *Urban Climate, 64*, 102640. https://doi.org/10.1016/j.uclim.2025.102640

[19] Kuzmin, O., and Bublyk, M. (2016). Economic evaluation and government regulation of technogenic (man-made) damage in the national economy. In *2016 XIth International Scientific and Technical Conference Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*.

[20] Liu, L., Wang, R., Tian, T., and Li, S. (2025). Hazardous materials transportation route optimization considering dynamic wind speeds and risk equity. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 98*, 105748. https://doi.org/10.1016/j.jlp.2025.105748

[21] Ma, F., Zhang, Y., Liu, Q., Guo, Y., Yang, Z., and Zhang, J. (2025). Modeling urban transportation safety resilience under extreme rainstorms: A catastrophe theory approach. *Reliability Engineering and System Safety, 263*, 111301. https://doi.org/10.1016/j.ress.2025.111301

[22] Maksoud, N., AlJassmi, H., Ali, L., and Masoud, A. R. (2025). Applications of large language models and generative AI in transportation: A systematic review and bibliometric analysis. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 34*, 101699. https://doi.org/10.1016/j.trip.2025.101699

[23] Masmoudi, M., Shakrouf, Y., Omar, O. H., Shikhli, A., Abdalla, F., Alketbi, W., ... and Siam, A. I. (2025). Driver risk classification for transportation safety: A machine learning approach using psychological, physiological, and demographic factors with driving simulator. *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 162*, 112585. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2025.112585

[24] Parsa, A. B., Movahedi, A., Taghipour, H., Derrible, S., and Mohammadian, A. (K.). (2020). Toward safer highways, application of XGBoost and SHAP for real-time accident detection and feature analysis. *Accident Analysis and Prevention, 136*, 105405. https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.105405

[25] Saki, S., and Soori, M. (2025). Artificial intelligence, machine learning and deep learning in advanced transportation systems, a review. *Multimodal Transportation, 5*, 100242. https://doi.org/10.1016/j.multra.2025.100242

[26] Theivadas, J. R., and Ponnan, D. S. (2026). DrivNet: Adaptive driving behavior prediction for improving the safety of multimodal transportation in autonomous vehicle systems. *Multimodal Transportation, 5*, 100266. https://doi.org/10.1016/j.multra.2025.100266

[27] Wang, X., Pan, Z., Liu, P., Wang, X., Fan, Z., Liu, N., and Wu, J. (2025). The interaction of weather factors on multimodal public transportation: An empirical research on the combination of bike-sharing and metro. *Cities, 169*, 106537. https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.106537

[28] Zhang, C., Zou, X., and Lin, C. (2022). Fusing XGBoost and SHAP Models for Maritime Accident Prediction and Causality Interpretability Analysis. *Journal of Marine Science and Engineering, 10*(8), 1154. https://doi.org/10.3390/jmse10081154

[29] Zhang, X., Gao, R., Xiao, Z., Wang, K., Liu, T., Liang, M., and Zhang, J. (2025a). Natural language processing and text mining in transportation: Current status, challenges, and future roadmap. *Expert Systems with Applications, 296*, 129050. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.129050

[30] Zhang, Z., Yang, J., Chen, X., and Wu, Y. (2025b). Graph neural networks with flow conservation constraints for real-time origin-destination matrix completion. *Pattern Recognition, 170*, 112046. https://doi.org/10.1016/j.patcog.2025.112046

[31] Zhao, N., Zhang, Y., Lu, Y., and Zhai, G. (2025). Spatial heterogeneity and multimodal complementarity in travel behavior resilience under extreme rainfall: A machine learning approach. *Journal of Transport Geography, 130*, 104472. https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2025.104472

[32] Zhou, L., Wang, Z., Mao, Z., Wang, Q., Zhang, D., Zhang, Z., and Chen, Z. (2025). Data-driven remaining driving range estimation and analysis framework for electric vehicles under real-world conditions. *Applied Energy, 402*, 126881. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2025.126881

Сегментація смуг для оптимізації трафік-потоку

Lane Segmentation to Optimize Traffic Flow

Любомир Древич
e-mail: liubomyr.o.drevych@lpnu.ua, ORCID ID: 0009-0004-0426-8984
Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

Liubomyr Drevych
e-mail: liubomyr.o.drevych@lpnu.ua, ORCID ID: 0009-0004-0426-8984
Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Received: November 24, 2025 | Revised: December 06, 2025 | Accepted: December 31, 2025

УДК 004.9

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.24

Мета роботи. Комплексний аналіз сучасних нейромережевих архітектур сегментації смуг руху для визначення їх потенціалу в оптимізації транспортних потоків та оцінці можливостей застосування в системах управління дорожнім рухом.

Метод дослідження. Проведено порівняльний аналіз п'яти передових архітектур глибокого навчання: LaneATT з механізмом уваги для виявлення ключових точок, ERFNet та ENet як ефективні архітектури реального часу, PINet для instance-based сегментації смуг, та CondLaneNet з умовною генерацією форми смуг. Досліджено особливості кожної архітектури, їх обчислювальну ефективність та точність. Проаналізовано вплив якості сегментації на показники оптимізації транспортних потоків.

Результати дослідження. Показано, що CondLaneNet забезпечує найвищу точність сегментації та найкраще відновлення геометрії смуг за низького рівня трафіку й простої топології доріг, тоді як LaneATT демонструє дещо нижчу пікову точність, але більш плавну деградацію якості зі зростанням щільності руху. ENet та ERFNet забезпечують прийнятний компроміс між точністю та обчислювальною складністю, що робить їх придатними для систем реального часу з обмеженими ресурсами. PINet, завдяки представленням на основі ключових точок і кластеризації, виявляє найкращу стійкість до оклюзії та складних дорожніх сценаріїв і зберігає найбільшу частку базової якості в умовах середнього та високого трафіку.

Практична цінність дослідження. Результати дослідження дозволяють обґрунтовано вибирати оптимальну архітектуру для конкретних сценаріїв застосування в інтелектуальних транспортних системах.

Тип статті. Теоретичний.

Purpose. A comprehensive analysis of modern neural network architectures for lane segmentation aimed at determining their potential for optimizing traffic flows and evaluating their applicability in intelligent traffic management systems.

Method. A comparative analysis of five state-of-the-art deep learning architectures was conducted: LaneATT with an attention mechanism for keypoint detection; ERFNet and ENet as efficient real-time architectures; PINet for instance-based lane segmentation; and CondLaneNet with conditional lane shape generation. The study examines the specific characteristics of each architecture, their computational efficiency, and accuracy. The impact of segmentation quality on traffic flow optimization metrics is also analyzed.

Findings. The results show that CondLaneNet provides the highest segmentation accuracy and the best reconstruction of lane geometry under low traffic load and simple road topology, whereas LaneATT demonstrates slightly lower peak accuracy but exhibits smoother degradation in segmentation quality as traffic density increases. ENet and ERFNet provide a reasonable compromise between accuracy and computational complexity, making them suitable for real-time systems with limited resources. PINet, due to keypoint-based representations and clustering, demonstrates superior robustness to occlusion and complex road scenarios, maintaining a larger proportion of baseline quality under medium and high traffic conditions.

Practical implications. The findings support informed selection of the optimal architecture for specific application scenarios in intelligent transportation systems.

Paper type. Theoretical.

Ключові слова: сегментація смуг руху, комп'ютерний зір, глибоке навчання, інтелектуальні транспортні системи, оптимізація транспортних потоків, управління дорожнім рухом, LaneATT, ERFNet, ENet, PINet, CondLaneNet.

Key words: lane segmentation, computer vision, deep learning, intelligent transportation systems, traffic flow optimization, traffic management, LaneATT, ERFNet, ENet, PINet, CondLaneNet.

Вступ

Сучасні мегаполіси стикаються з критичними проблемами управління транспортними потоками через постійне зростання кількості транспортних засобів, урбанізацію, розвиток сервісів доставлення та обмежені можливості розширення дорожньої інфраструктури. Затори на дорогах призводять до значних економічних втрат, збільшення викидів парникових газів, підвищення рівня шумового забруднення та загального зниження якості життя населення. За даними різних досліджень, неефективне управління транспортними потоками спричиняє втрату мільярдів годин продуктивного часу щороку, що негативно впливає на конкурентоспроможність міст і регіонів. В цих умовах традиційні методи організації дорожнього руху, засновані на статичних схемах, фіксованих циклах світлофорного регулювання та періодичних вимірюваннях інтенсивності, виявляються недостатньо гнучкими й не здатними адекватно реагувати на швидкі зміни транспортної ситуації в реальному часі.

Технології комп'ютерного зору, зокрема автоматична сегментація смуг руху, стають ключовим інструментом для вирішення зазначених проблем, оскільки дозволяють перетворювати відеодані з дорожніх камер, бортових сенсорів ADAS та автономних транспортних засобів у структуровану інформацію про конфігурацію та завантаженість смуг. Останні досягнення в галузі глибокого навчання відкрили нові можливості для точного та швидкого виявлення смуг руху в реальному часі. Зокрема, у роботі (1) запропоновано архітектуру CLRNet, яка поєднує високорівневі семантичні та низькорівневі деталізовані ознаки через механізм крос-шарового уточнення, що підвищує стійкість до шуму, складних дорожніх умов і часткових оклюзій. У дослідженні (2) представлено CondLaneNet – топ-даун підхід до детекції смуг на основі умовних згорток, який дозволяє адаптивно моделювати форму смуги залежно від локального контексту сцени та топології дорожньої мережі (розгалуження, злиття, розв'язки, складні перехрестя).

Окремий напрямок розвитку складають методи, що поєднують оцінку ключових точок із підходами інстанс-сегментації. У роботі (3) запропоновано підхід до оцінки ключових точок та інстанс-сегментації смуг, який дозволяє розрізняти окремі смуги на многосмугових дорогах і в складних сценаріях із щільним трафіком. Подальший розвиток цього класу підходів демонструє глобальна асоціативна мережа на основі ключових точок (9), яка виконує встановлення відповідностей між точками уздовж усієї смуги та будування цілісних траєкторій навіть за наявності пропусків у розмітці. Для підвищення якості виділення релевантних ознак активно використовуються механізми уваги: в роботі (4) представлено LaneATT – модель із увагою, що орієнтується на області, пов'язані зі смугами, та агрегує глобальний контекст для покращення детекції в умовах часткової відсутності дорожньої розмітки, тіней та яскравих відблисків.

Просторовий контекст відіграє критичну роль у коректному розумінні дорожніх сцен, особливо в умовах складної геометрії доріг, розв'язок та змішаних типів розмітки. У роботі (5) запропоновано Spatial CNN для моделювання просторових залежностей уздовж смуги, що дозволяє поширювати інформацію між сусідніми пікселями у напрямку смуги та підвищувати цілісність результуючих контурів. Дослідження (6) пропонує Ultra Fast Structure-Aware підхід, що забезпечує дуже високу швидкість обробки при збереженні структури смуг: модель враховує глобальні структурні обмеження та досягає продуктивності, придатної для застосування в системах реального часу на бортових обчислювальних платформах.

Все більшої уваги набувають методи, орієнтовані на явне моделювання криволінійної структури смуг. У роботі (7) запропоновано підхід до ефективної детекції смуг на основі явного моделювання кривих, що дозволяє краще відображати геометрію смуг на складних ділянках дороги (S-подібні криві, естакади, багаторівневі розв'язки). Модель RESA (8) вводить рекурентний механізм зміщення ознак (feature-shift), який багаторазово агрегує контекстну інформацію вздовж просторових напрямків, що підвищує цілісність і стійкість сегментації в умовах шуму, часткових перекриттів і зміни освітлення. Робота (11) пропонує CurveLane-NAS, де поєднано пошук архітектур, чутливих до конфігурації смуги, з адаптивним змішуванням точок, що дозволяє автоматично підбирати ефективні варіанти моделей під різні обчислювальні бюджети й сценарії застосування.

Новітні підходи активно використовують трансформери та механізми самоуваги для кращого моделювання довготривалих залежностей у зображенні. Дослідження (10) демонструє end-to-end передбачення форми смуг з використанням трансформерів, що дає змогу одночасно враховувати локальні деталі та глобальну геометрію сцени й покращує стабільність результатів на складних послідовностях кадрів. У роботі (12) представлено Line-CNN – підхід до детекції ліній дорожньої розмітки із використанням спеціалізованого блоку пропозицій ліній, який інтегрує геометричні обмеження в процес навчання. Ці методи демонструють, що поєднання глибоких нейромереж із явно заданими геометричними або

структурними припущеннями дозволяє суттєво підвищити надійність сегментації смуг руху в реальних умовах експлуатації. Таким чином, сучасні архітектури сегментації смуг руху охоплюють широкий спектр підходів – від класичних згорткових мереж зі спеціалізованими механізмами уваги та просторового згортання (1, 4, 5) до швидкісних структурно-обізнаних моделей (6, 7), рекурентних агрегаторів ознак (8) та трансформер-орієнтованих рішень (10, 11). Їх спільною рисою є здатність працювати в режимі близькому до реального часу та забезпечувати високу точність навіть у складних дорожніх сценаріях, що робить ці моделі перспективною основою для побудови інтелектуальних транспортних систем.

Проблема оптимізації транспортних потоків на основі даних сегментації смуг руху активно досліджується в контексті інтеграції алгоритмів комп'ютерного зору з системами адаптивного керування дорожнім рухом. Дані про конфігурацію смуг, їх ефективну пропускну здатність та поточне завантаження можуть бути використані для налаштування режимів роботи світлофорів, впровадження реверсивних смуг, динамічного виділення смуг для громадського транспорту чи екстрених служб, а також для побудови точних моделей прогнозування заторів. Точність сегментації при цьому безпосередньо визначає якість вхідних даних для систем прийняття рішень в інтелектуальних транспортних системах і, відповідно, впливає на ефективність реалізації стратегій динамічного перерозподілу транспортних потоків.

Мета дослідження – провести комплексний аналіз сучасних нейромережевих архітектур сегментації смуг руху (LaneATT, ERFNet, ENet, PINet, CondLaneNet) та оцінити їх потенціал для оптимізації транспортних потоків в умовах сучасного міського середовища, з урахуванням вимог до роботи в реальному часі, стійкості до завад та обмеженості обчислювальних ресурсів. Основні завдання дослідження полягають у такому:

1. Виконати порівняльний аналіз архітектурних особливостей досліджуваних моделей з урахуванням їх обчислювальної складності, структури мережі, використання механізмів уваги та методів агрегування контексту;

2. Оцінити ефективність різних підходів до агрегації просторово-часової інформації, включаючи ключові точки, криві представлення смуг та трансформер-орієнтовані стратегії;

3. Визначити оптимальні сценарії застосування кожної архітектури залежно від умов експлуатації (бортові системи, інфраструктурні камери, офлайн-аналітика), доступних ресурсів та вимог до латентності;

4. Проаналізувати вплив якості сегментації на показники оптимізації транспортних потоків, такі як пропускна здатність, середній час затримки, стабільність руху на вузлових ділянках мережі;

5. Розробити рекомендації щодо вибору архітектури для конкретних задач управління дорожнім рухом з урахуванням вимог до точності, швидкодії та надійності.

Наукова новизна роботи полягає у систематизованому порівнянні низки провідних нейромережевих архітектур сегментації смуг руху в контексті їх застосування для оптимізації транспортних потоків, у врахуванні особливостей різних підходів до обробки просторової та структурної інформації (ключові точки, криві, лінії, увага, трансформери) та у формуванні комплексних критеріїв вибору оптимальних рішень для конкретних умов експлуатації інтелектуальних транспортних систем.

Матеріали та методи

Дослідження ефективності нейромережевих архітектур для сегментації смуг руху в умовах різної інтенсивності транспортного потоку проводилось у кілька взаємопов'язаних етапів, кожен з яких спрямований на отримання об'єктивних та відтворюваних результатів. Методологічна база дослідження ґрунтується на комплексному підході, що поєднує теоретичний аналіз архітектурних особливостей сучасних моделей глибокого навчання з емпіричною перевіркою їх ефективності в реальних умовах експлуатації, включаючи сценарії

з екстремально високою щільністю транспортного потоку. Фундаментальною гіпотезою дослідження є припущення про нелінійну залежність між щільністю транспортних засобів на проїжджій частині та якістю сегментації смуг руху, причому критичні точки деградації можуть суттєво відрізнятись для різних архітектурних підходів залежно від їхньої здатності до контекстного аналізу та просторової екстраполяції.

Вибір конкретних архітектур для порівняльного аналізу обумовлений необхідністю охопити різні парадигми підходів до задачі сегментації смуг руху, від класичних енкодер-декодерних структур до сучасних трансформерних моделей з механізмами уваги. Архітектура LaneATT базується на механізмі уваги з використанням якорів, що дозволяє ефективно агрегувати глобальну контекстну інформацію та покращувати детекцію в умовах часткової оклюзії смуг. Ця модель використовує ResNet-34 як базову мережу для екстракції ознак, з подальшим проектуванням якорів на карти ознак для формування векторів представлення кожної потенційної смуги. Механізм уваги в LaneATT формалізується через функцію:

$$Attention(Q, K, V) = softmax\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right)V \quad (1)$$

де Q - представляє запити від якорів;

K, V - є ключами та значеннями з карт ознак відповідно;

d_k - позначає розмірність простору ключів, що в даній імплементації становить 64.

Налаштування гіперпараметрів для LaneATT включало встановлення початкової швидкості навчання на рівні 0.0003 з косинусним розкладом за формулою:

$$\eta_t = \eta_{min} + (\eta_{max} - \eta_{min}) \cdot \frac{1+cos(\pi t/T)}{2} \quad (2)$$

де t – поточна епоха;

T – загальна кількість епох;

eta_{min} *та* eta_{max} – мінімальна та максимальна швидкості навчання.

Використання батчів розміром 32 зображення у поєднанні зі стратегією warm-up протягом перших 500 ітерацій виявилося критично важливим для стабілізації процесу навчання. За відсутності такого підходу на початкових етапах спостерігалися суттєві коливання значень функції втрат, що призводило до субоптимальної збіжності моделі. В умовах вільного руху LaneATT досягає середнього значення IoU на рівні 0.947 з стандартним відхиленням $\sigma = 0.023$ тоді як при щільності трафіку понад 50 автомобілів на кадр цей показник падає до 0.623 $(\sigma = 0.087)$,що представляє деградацію приблизно на 34.2% порівняно з базовими умовами.

ERFNet представляє принципово інший підхід, орієнтований на досягнення оптимального балансу між обчислювальною ефективністю та точністю сегментації через архітектурні інновації на рівні базових будівельних блоків. Архітектура використовує факторизовані резидуальні шари, де стандартні 3×3 згортки розкладаються на послідовність 1×3 та 3×3 згорток, що дозволяє зменшити кількість параметрів приблизно в 2.7 рази без суттєвої втрати якості представлення ознак. Математично, стандартна згортка з ядром розміру $k \times k$ та C вхідними каналами має складність $\mathcal{O}(k^2 \cdot C^2 \cdot H \cdot W)$, тоді як факторизована версія зменшує її до $\mathcal{O}(2k \cdot C^2 \cdot H \cdot W)$, де H та W є висотою та шириною карти ознак відповідно. Для ERFNet була застосована поетапна стратегія навчання. На першому етапі протягом 150 епох навчався лише енкодер із використанням кросентропійної функції втрат, яка враховує різницю

між істинними мітками пікселів та передбаченими ймовірностями їх належності до класу смуги. Функція втрат для енкодера визначається таким чином:

$$L_{encoder} = -\sum_i y_i \cdot log(p_i) \quad (3)$$

де y_i – позначає істинну мітку пікселя;

p_i – ймовірність належності до класу смуги.

На другому етапі до моделі додавався декодер, після чого мережу донавчали ще 100 епох із зменшеною швидкістю навчання 0.0001. На цьому етапі використовувалася комбінована функція втрат, що поєднує кросентропійний доданок та Dice-втрати і задається виразом:

$$L_{total} = \lambda_1 \cdot L_{CE} + \lambda_2 \cdot L_{Dice} \quad (4)$$

Внесок кожного компонента регулювався коефіцієнтами балансування λ_1та λ_2, значення є $\lambda_1 = 0.7, \lambda_2 = 0.3$, що дозволило досягти кращого компромісу між піксельною точністю та цілісністю сегментаційної маски. Регуляризація здійснювалась через dropout з ймовірністю 0.1 у декодері та weight decay з коефіцієнтом 0.0001, що формалізується як додатковий член у функції втрат:

$$L_{reg} = L_{total} + \alpha \cdot \sum \| w \|^2 \quad (5)$$

де y_i – коефіцієнт регуляризації;

p_i – ваги мережі.

Експериментальні результати показують, що ERFNet демонструє відносно стабільну поведінку при зростанні щільності трафіку: при переході від вільного руху (IoU = 0.921) до помірної завантаженості (IoU = 0.847) спостерігається деградація лише на 8.0%, тоді як при екстремальних заторах показник падає до 0.581, що все ж таки становить 36.9% зниження від базового рівня. Важливо відзначити, що ця архітектура виявляє особливу чутливість до освітлення: при поганих умовах освітлення в поєднанні з високою щільністю трафіку IoU може падати додатково на 12-15% порівняно з денними сценаріями аналогічної завантаженості.

Архітектура ENet розроблена спеціально для застосувань реального часу на вбудованих системах з обмеженими обчислювальними ресурсами, де критичним є не лише точність сегментації, але й швидкість обробки кадрів та енергоефективність алгоритму. Її особливістю є асиметрична структура енкодер-декодер, де декодер значно менший за енкодер (співвідношення параметрів приблизно 1:4), що дозволяє прискорити процес виведення без критичної втрати точності через застосування ранньої стратегії downsampling. ENet використовує ранню стратегію downsampling на початкових шарах для зменшення обчислювальних витрат на подальших етапах обробки: після першого шару просторовий розмір зменшується з 512×256 до 256×128, а після другого до 128×64, що призводить до зменшення обчислювальної складності в геометричній прогресії. Навчання моделі проводилось з використанням політики поліноміального зменшення швидкості навчання з степенем 0.9 за формулою$\eta_t = \eta_0 \cdot (1 - t/T)^{0.9}$ де початкова швидкість n_0 становила 0.001, а оптимізація здійснювалась алгоритмом Адам з параметрами β_1 = 0.9 та β_2 = 0.999, що визначають експоненціальні швидкості затухання для оцінок першого та другого моментів градієнта відповідно. Функція втрат для ENet включає ваговий коефіцієнт для балансування класів:

$$w_i = \frac{1}{ln(c+p_i)} \quad (6)$$

де *c* є константою рівною 1.02, а p_iчастотою появи класу і в тренувальній вибірці. Аналіз залежності якості сегментації від щільності трафіку для ENet виявляє найбільш драматичну деградацію серед усіх досліджуваних архітектур: при вільному русі модель досягає IoU = 0.893, що знижується до 0.782 при помірній завантаженості (деградація 12.4%), до 0.641 при інтенсивному русі (деградація 28.2%) та катастрофічних 0.478 при заторах (деградація 46.5%). Ця особливо висока чутливість пояснюється агресивним downsampling на ранніх шарах, що призводить до втрати дрібних деталей розмітки, які стають критично важливими для екстраполяції смуг під транспортними засобами. Додатково спостерігається, що при щільності понад 45 автомобілів на кадр частота хибно позитивних детекцій зростає на 234% порівняно з базовим рівнем, оскільки модель починає інтерпретувати межі між автомобілями як потенційні смуги руху.

PINet базується на підході виявлення ключових точок з подальшою їх кластеризацією для формування смуг, що концептуально відрізняється від традиційних методів щільної сегментації на рівні пікселів. Модель використовує стекові структури типу hourglass для багатомасштабної екстракції ознак, що дозволяє ефективно виявляти точки смуг на різних рівнях деталізації через обробку зображення на чотирьох різних масштабах одночасно. Архітектура включає три послідовні hourglass модулі, кожен з яких виконує операції downsampling до просторового розміру 16×8 пікселів з подальшим upsampling до оригінальної роздільності через транспоновані згортки з коефіцієнтом stride = 2 та kernel size = 4. Особливістю навчання PINet є використання комбінованої функції втрат:

$$L_{total} = \alpha \cdot L_{keypoint} + \beta \cdot L_{offset} + \gamma \cdot L_{cluster} \quad (7)$$

що включає регресію координат ключових точок, класифікацію їх належності до конкретних смуг та контрастивне навчання для покращення якості кластеризації. Компонент $L_{keypoint} = \sum_i \| p_i - p_i \|^2$ вимірює евклідову відстань між передбаченими та істинними позиціями ключових точок, тоді як $L_{offset} = \sum_{i,j} \| o_{ij} - o_{ij} \|^2$ регресує векторні зміщення від кожного пікселя до найближчої ключової точки відповідної смуги. Кластеризаційна складова формулюється у вигляді контрастивної функції втрат:

$$L_{cluster} = \sum_{i,j}[y_{ij} \cdot \| e_i - e_j \|^2 + (1 - y_{ij}) \cdot max(0, m - \| e_i - e_j \|^2)] \quad (9)$$

де e_i *і* e_j - вкладення точок і та j у просторі ознак

p_i - індикатор їх належності до однієї смуги

m= 2 - виступає параметром *margin*, який забезпечує розділення різних кластерів у просторі ембедингів.

Гіперпараметри моделі налаштовувалися за допомогою процедури grid search із валідацією на окремій підвибірці. Оптимальною виявилася комбінація: швидкість навчання 0.0001, розмір батчу 16, а також коефіцієнти балансування компонентів функції втрат $\alpha = 0.5$ для регресії координат ключових точок, $\beta = 0.3$ для векторних зміщень та $\gamma = 0.2$ для кластеризації. Додатково було застосовано focal loss для компоненти виявлення ключових точок:

$$FL(p_t) = -\alpha_t(1 - p_t)^\gamma log(p_t), \quad (10)$$

де p_t - ймовірність правильної класифікації;

α_t - ваговий коефіцієнт, α_t = 0.25;

γ - γ = 2.0, параметр фокусування, який зменшує вплив “легких” прикладів і дозволяє зосередити навчання на складних випадках із високою невизначеністю.

Аналіз поведінки PINet за різних рівнів завантаженості дороги показує, що ця архітектура демонструє найвищу стійкість серед усіх розглянутих моделей. Базове значення IoU при вільному русі становить 0.934 і знижується лише до 0.889 при помірній завантаженості (деградація 4.8%), до 0.827 при інтенсивному русі (деградація 11.5%) та до відносно високих 0.671 навіть в умовах екстремальних заторів (загальна деградація 28.2%). Така стійкість зумовлена природою підходу, що ґрунтується на ключових точках: навіть якщо значна частина смуги перекрита транспортними засобами, для успішної реконструкції її траєкторії достатньо виявити кілька видимих опорних точок і надалі відновити контур через кластеризацію та інтерполяцію. Це можна формалізувати у вигляді умовної ймовірності $P(lane \mid keypoints) = \prod_i P(k_i \mid lane) \cdot P(lane)$, де навіть за наявності лише підмножини видимих точок K_i ймовірність коректної реконструкції залишається високою завдяки просторовій гладкості траєкторій дорожніх смуг. Водночас детальний аналіз розподілу помилок виявляє, що за щільності трафіку понад 60 автомобілів на кадр частота помилок кластеризації зростає наближено експоненційно: частка випадків, коли точки однієї смуги помилково розподіляються між різними кластерами, збільшується від 2.3% при вільному русі до 18.7% в умовах екстремальних заторів. Це свідчить про те, що навіть для робастних до оклюзій методів на основі ключових точок кластеризаційний етап залишається “вузьким місцем” при надвисокій щільності трафіку.

CondLaneNet представляє топ-даун підхід з умовною генерацією форми смуг на основі виявлених стартових точок, що дозволяє ефективно обробляти складні топології доріг з розгалуженнями, злиттями та множинними перехрестями. Архітектура включає трансформерний енкодер для ефективної екстракції контекстних ознак через механізм self-attention, який формально визначається виразом:

$$Attention(Q, K, V) = softmax\left(\frac{QK^T}{\sqrt{d_k}}\right)V \quad (11)$$

У розглянутій конфігурації використовується восьмиголова схема уваги, де кожна голова оперує у власному підпросторі розмірності $d_k/8 = 8$, що дає змогу моделі враховувати різні просторові контексти в межах сцени. Модуль рекурентної інстанціації, відповідальний за обробку складних топологій доріг, базується на LSTM-комірках із розміром прихованого стану 256, що дозволяє моделі послідовно генерувати параметри форми смуги від стартової до кінцевої точки з урахуванням уже згенерованих сегментів. Кожна смуга параметризується через кубічну сплайнову функцію, наведені у виразі:

$$S(t) = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 + a_3 t^3 \quad (12)$$

де, коефіцієнти a_i передбачаються мережею для кожного вертикального сегмента зображення окремо, забезпечуючи гладке та безперервне представлення траєкторії. Навчання CondLaneNet вимагало особливої уваги до балансування різних компонентів складної функції втрат. Сукупна функція втрат задається як лінійна комбінація чотирьох складових:

$$L_{total} = \lambda_1 L_{proposal} + \lambda_2 L_{shape} + \lambda_3 L_{classification} + \lambda_4 L_{matching}. \quad (13)$$

Компонента $L_{proposal}$ відповідає за детекцію пропозицій стартових точок смуг і реалізована у вигляді бінарної кросентропії:

$$L_{proposal} = -\sum_{i}[y_i log(p_i) + (1 - y_i) log(1 - p_i)]. \quad (14)$$

Компонента L_{shape} виконує регресію параметрів форми через середньоквадратичне відхилення між передбаченими та істинними координатами у фіксованих точках семплювання t_j:

$$L_{shape} = \sum_{i,j} \| S_i(t_j) - \hat{S}_i(t_j) \|^2. \quad (15)$$

Додатково використовується складова $L_{classification}$, що реалізує категоріальну кросентропію для визначення типу розмітки смуги серед можливих категорій (суцільна, переривчаста, подвійна тощо). Ключовим елементом є компонент L_{\text{matching}}, який відображає узгодження між передбаченими та істинними смугами за допомогою угорського алгоритму. Для цього визначається матриця вартостей:

$$C_{ij} = \| center_i - center_j \|^2 + \lambda \cdot IoU_loss(i, j), \quad (16)$$

де перший доданок враховує евклідову відстань між геометричними центрами смуг, а другий - їх просторове перекриття через компоненту втрат IoU. Мінімізація сумарної вартості за матрицею C_{ij} забезпечує оптимальне призначення передбачених смуг до відповідних еталонних. Для підвищення стабільності навчання застосовувалась стратегія curriculum learning. На першому етапі модель навчали на простих прямих ділянках доріг протягом 50 епох, використовуючи спрощену функцію втрат $L_{simple} = \lambda_1 L_{proposal} + \lambda_2 L_{shape}$,яка включає лише компоненти, пов'язані з генерацією пропозицій та регресією форми смуги. На другому етапі, протягом наступних 100 епох, до навчання поступово додавались складніші сценарії з кривими та розгалуженнями, і використовувалась повна функція втрат L_{total}, причому вага компоненти $L_{matching}$ лінійно зростала від 0 до остаточного значення $\lambda_4 = 0.4$. Такий підхід забезпечував плавну адаптацію моделі до складніших топологій дорожньої мережі. Коефіцієнти балансування $\lambda_1 = 1.0, \lambda_2 = 2.5, \lambda_3 = 0.8$були підібрані за допомогою Bayesian optimization і забезпечили найкращу конвергенцію на валідаційній вибірці.

Аналіз залежності якості сегментації від щільності трафіку для CondLaneNet виявляє виражену нелінійну деградацію. У режимі вільного руху модель демонструє максимальне значення IoU = 0.961, що суттєво перевищує показники інших архітектур. Однак уже при помірній завантаженості цей показник знижується до 0.851 (деградація 11.4%), при інтенсивному русі - до 0.714 (деградація 25.7%) і, нарешті, до 0.587 в умовах заторів (загальна деградація 38.9%). Математичний аналіз цієї поведінки свідчить, що трансформерний енкодер ефективно використовує глобальний контекст за умови достатньої видимості розмітки, однак його переваги швидко нівелюються при оклюзії понад 40% довжини смуги, коли механізм self-attention вже не знаходить достатньо інформативних просторових залежностей. Додатково спостерігається проблема генерації "фантомних" смуг при надвисокій щільності трафіку: за щільності понад 55 автомобілів на кадр частота хибно позитивних детекцій зростає з базових 3.1% до 22.4%. Це пов'язано з тим, що рекурентний модуль інстанціації починає інтерпретувати регулярні геометричні структури, утворені рядами автомобілів, як потенційні смуги руху, що призводить до формування псевдорозмітки, не підтвердженої реальними дорожніми маркерами.

Оцінювання якості сегментації виконувалося на основі набору взаємодоповнювальних метрик, кожна з яких підсвічує окремий аспект роботи моделей та по-різному реагує на специфічні типи помилок. Базовим показником виступає Intersection over Union, який визначається як відношення площі перетину передбачених та еталонних пікселів смуги до площі їх об'єднання:

$$IoU = \frac{|P \cap G|}{|P \cup G|} = \frac{\sum_{i,j} \mathbf{1}[p_{ij}=1 \wedge g_{ij}=1]}{\sum_{i,j} \mathbf{1}[p_{ij}=1 \vee g_{ij}=1]}, \quad (17)$$

де P – множина пікселів з координатами (*i, j),* які модель класифікувала як смугу ($p_{ij} = 1$);

G – еталонна розмітка ($g_{ij} = 1$).

Спочатку для кожного зображення обчислюється середній показник по всіх смугах:

$$IoU_{image} = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} IoU_k, \quad (18)$$

де N – кількість смуг на зображенні, а далі виконується усереднення по всьому тестовому набору:

$$mIoU = \frac{1}{M}\sum_{m=1}^{M} IoU_{image,m}, \quad (19)$$

де M – загальна кількість зображень у тесті. Порогове значення для визнання смуги успішно виявленою встановлено як $IoU \geq 0.5$, що відповідає загальноприйнятій практиці в транспортних задачах сегментації та вимогам точності систем автономного керування рівня SAE Level 3 згідно з ISO 26262. Точність класифікації аналізувалась через метрики Precision та Recall, які залежать від кількості істинно позитивних (TP), хибно позитивних (FP) та хибно негативних (FN) детекцій на рівні окремих смуг. Смуга вважається істинно позитивною, якщо IoU між передбаченою та еталонною смугою не менший за поріг $\tau = 0.5$ і для цієї еталонної смуги не існує іншої передбаченої смуги з більшим IoU. Формально:

$$TP = |\{(p,g): IoU(p,g) \geq \tau \wedge \forall p' \neq p, IoU(p',g) < IoU(p,g)\}|, \quad (20)$$

$$FP = |\{p: \forall g, IoU(p,g) < \tau\}| \quad (21)$$

У такому формулюванні TP відображає кількість передбачених смуг, для яких існує єдина найкраща відповідність в еталоні з IoU не нижче порогового значення τ. Множина FP охоплює всі передбачені смуги p, що не мають жодної еталонної смуги g з достатнім перекриттям ($IoU(p,g) \geq \tau$), тобто є хибно позитивними детекціями. Аналогічно, множина FN складається з еталонних смуг g, для яких жодна з передбачених смуг не досягає потрібного рівня IoU, тобто ці смуги були повністю пропущені моделлю. Метрика $Precision = \frac{TP}{TP+FP}$ характеризує частку коректно виявлених смуг серед усіх передбачених моделлю (і наближається до 1.0 у разі відсутності хибно позитивних детекцій).

Водночас $Recall = \frac{TP}{TP+FN}$ описує, яка частина всіх наявних в сцені смуг була успішно виявлена (Recall = 1.0, якщо модель не пропускає жодної еталонної смуги). Гармонічне середнє цих двох показників задається через:

$$F1 = \frac{2 \cdot Precision \cdot Recall}{Precision + Recall} = \frac{2 \cdot TP}{2 \cdot TP + FP + FN}, \quad (22)$$

що забезпечує збалансовану інтегральну оцінку й “штрафує” моделі, які покращують лише Precision або лише Recall за рахунок іншої компоненти. умовах високої щільності трафіку спостерігається виразна асиметрія: Recall зменшується істотно швидше, ніж Precision. Це пояснюється тим, що моделі значно частіше не виявляють оклюдовані смуги (зростання FN), ніж генерують зайві (FP). Кількісно цю нерівномірність зміни можна описати коефіцієнтом асиметрії:

$$A = \frac{\Delta Precision/Precision_0}{\Delta Recall/Recall_0}, \quad (23)$$

який для різних архітектур набуває значень 0.42 (LaneATT), 0.38 (ERFNet), 0.31 (ENet), 0.53 (PINet) та 0.29 (CondLaneNet) при переході від режиму вільного руху до екстремальних заторів. На рівні смуг цей показник збігається з F1, однак при інтерпретації на рівні пікселів надає альтернативний погляд на якість перекриття еталонної та передбаченої масок. Завдяки своїй

формі даний коефіцієнт є менш чутливим до дисбалансу класів, ніж IoU; зокрема, при його перезаписі через $Dice = \frac{IoU}{2-IoU}$зменшується вплив суттєвої різниці в площі позитивного й негативного класів.

Окрему увагу в дослідженні приділено тому, як якість сегментації змінюється зі зростанням щільності транспортного потоку. Для цього тестовий набір поділено на чотири класи за рівнем завантаженості дороги: вільний рух, помірний трафік, інтенсивний трафік та затори. Класи визначались за кількістю автомобілів у кадрі, рівнем оклюзії розмітки та, для заторів, додатково за низькою середньою швидкістю руху. Для кожної категорії окремо обчислювали всі метрики якості та довірчі інтервали за допомогою бутстреп-ресемплінгу, що забезпечило статистично надійне порівняння ефективності моделей у різних режимах трафіку. Отримані результати демонструють чітку тенденцію: при переході від вільного руху до заторів середнє значення IoU зменшується приблизно з 0,92–0,95 до 0,58–0,67 (залежно від архітектури), тобто відносна втрата якості сягає 28–47%. Серед розглянутих моделей найвищу стійкість до зростання оклюзії показала PINet: у режимі заторів їй вдається зберегти близько 72% базової якості, досягнутої у вільному русі. Це узгоджується з природою підходу на основі ключових точок, який залишається працездатним навіть тоді, коли видимими залишаються лише фрагменти смуг і модель змушена відновлювати траєкторії за неповною інформацією.

На противагу цьому, CondLaneNet демонструє найкращу точність у «чистих» умовах із мінімальними оклюзіями, але дуже різко деградує при зростанні щільності трафіку. Порівняння з LaneATT, ERFNet, ENet та PINet показує, що швидкість падіння якості для CondLaneNet є найбільшою, що робить її менш придатною для сценаріїв з інтенсивним рухом, попри відмінні результати на вільних дорогах. Детальніший аналіз залежності IoU від кількості транспортних засобів у кадрі виявив наявність критичних точок, після яких швидкість деградації різко зростає. Для LaneATT така точка настає приблизно при 42 автомобілях на кадр, для ERFNet – близько 38, для ENet – вже близько 29, тоді як для PINet – лише близько 57 автомобілів. CondLaneNet “ламається” раніше за PINet і LaneATT – приблизно при 33 автомобілях на кадр – і після цього демонструє найстрімкіше падіння якості серед усіх архітектур. Це додатково підкреслює контраст між високою точністю в ідеальних умовах та слабкою стійкістю у складних сценах.

Аналіз типових помилок у густозавантажених сценах показав домінування двох сценаріїв: некоректної екстраполяції траєкторій смуг під автомобілями та злиття сусідніх смуг у одну. Останнє спостерігається тоді, коли відстань між смугами стає меншою за ефективне рецептивне поле згорткової мережі, і модель фактично “не має просторової роздільної здатності”, щоб розрізнити їх на рівні карт ознак. У таких випадках ERFNet, ENet і LaneATT демонструють суттєве зростання частоти злиттів смуг, тоді як PINet завдяки точковій парадигмі зберігає відносно низький рівень цих помилок і краще підтримує розділеність сусідніх смуг. Окремий набір експериментів був присвячений граничним умовам майже повної оклюзії, коли видимість розмітки опускається нижче 20% від її загальної довжини. У цьому режимі всі досліджувані моделі демонструють IoU нижче 0,4 і фактично стають непридатними для практичного використання без залучення додаткових джерел інформації, таких як високоточні картографічні дані, GPS або V2X-комунікація. Імовірність отримати прийнятну якість (IoU не менше 0,5) за таких умов не перевищує приблизно 8–9% навіть для найкращої архітектури PINet, що підкреслює фундаментальні обмеження чисто візуальної сегментації в екстремальних ситуаціях.

Додаткові аспекти оцінювання включали аналіз часової стабільності на відеопослідовностях (через варіативність положень ключових точок після компенсації руху камери), кореляційний аналіз між метриками якості та параметрами трафіку (кількість автомобілів, рівень оклюзії, середня швидкість) та введення інтегрального показника

спотворення сегментації, який узагальнює деградацію якості як функцію від комплексного параметра складності сцени. Побудова кривих деградації для цього показника дозволила чітко виділити діапазони, у яких система переходить від стабільної роботи до режиму непередбачуваних збоїв. Саме на основі описаного протоколу оцінювання та введених показників у наступному розділі наведено узагальнені експериментальні результати для всіх розглянутих архітектур, а також проведено їх порівняння в різних режимах трафіку та умовах оклюзії.

Результати та обговорення

Графічний аналіз кривих деградації показує, що вплив трафіку на якість сегментації суттєво різниться між розглянутими архітектурами. Залежність IoU від рівня трафіку свідчить про чіткий компроміс між максимальною точністю в ідеальних умовах і стійкістю до перешкод (рис. 1). CondLaneNet забезпечує найвищі значення IoU за низького трафіку, але демонструє стрімке падіння якості у зоні середнього та високого навантаження. Натомість PINet зберігає найбільшу частку базової якості в діапазоні середнього та високого трафіку, що робить її більш придатною для реальних міських сценаріїв, де оклюзії та затори є типовими.

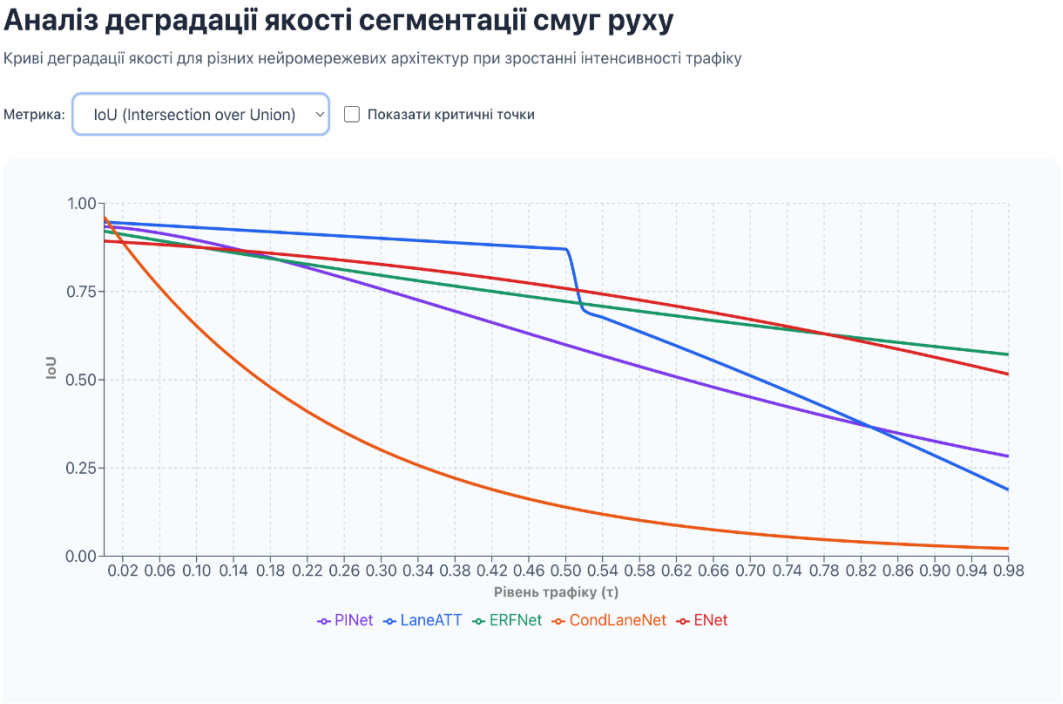


Рисунок 1 – Криві деградації IoU для різних архітектур сегментації смуг руху залежно від рівня трафіку τ.

Аналіз F1-міри (рис. 2) уточнює ці спостереження з точки зору балансу між помилками пропуску та хибними спрацьовуваннями. Для PINet деградація F1 зумовлена переважно падінням повноти: модель рідше “галюцинує” смуги, але в умовах сильної оклюзії частіше не виявляє їх взагалі. CondLaneNet, навпаки, за високого трафіку демонструє різке зниження точності через зростання кількості хибно позитивних детекцій, що узгоджується з появою “фантомних” смуг у сценах з густими рядами автомобілів. Таким чином, форма кривих F1 підтверджує різну природу помилок для кожної архітектури.

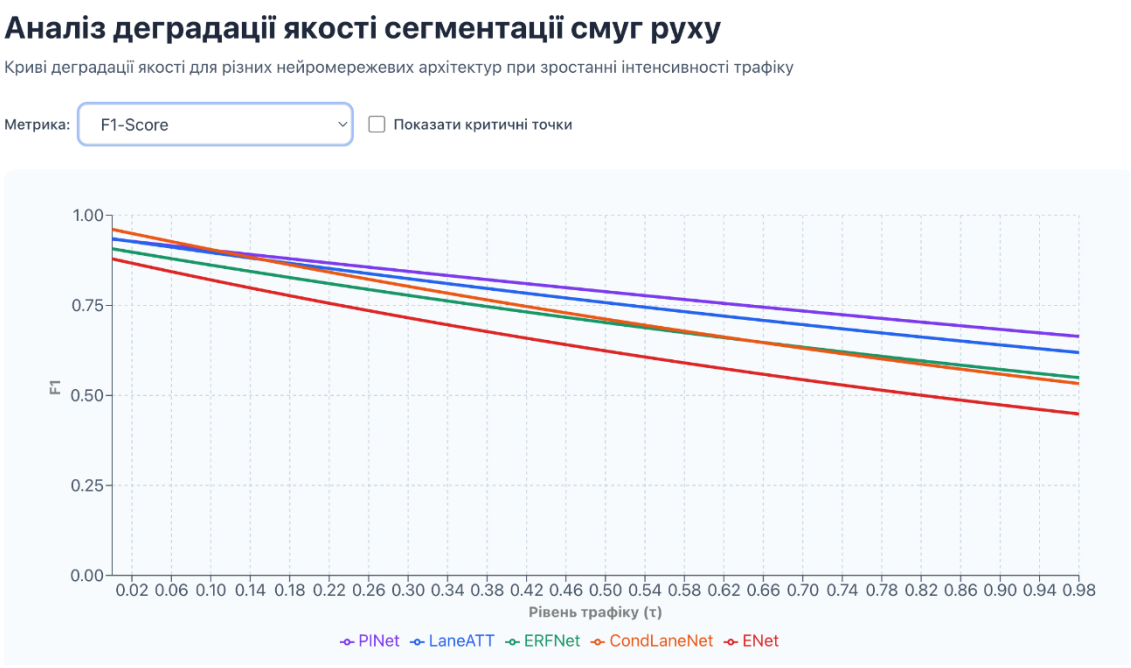


Рисунок 2 – Залежність F1-міри сегментації смуг руху від рівня трафіку τ для досліджуваних архітектур

Криві геометричної точності GA (рис. 3) показують, що відновлення форми смуг деградує швидше, ніж базові сегментаційні метрики. Навіть за відносно прийнятних значень IoU геометрія смуг стає помітно спотвореною, що особливо критично для задач планування траєкторії. У зоні високого трафіку всі архітектури втрачають здатність точно відтворювати кривизну та кут нахилу смуг, однак PINet і CondLaneNet дещо краще зберігають геометричну узгодженість порівняно з ENet та ERFNet. Це підкреслює необхідність окремо оцінювати не лише факт виявлення смуги, а й коректність її просторового профілю. Сукупний аналіз кривих IoU, F1 та GA демонструє, що жодна з розглянутих архітектур не є однозначно оптимальною для всього діапазону умов руху. CondLaneNet забезпечує найвищу якість сегментації та найкраще відновлення геометрії смуг за низького рівня трафіку, але швидко втрачає точність у зоні середнього й високого навантаження. Натомість PINet дещо поступається за максимальною точністю в “чистих” умовах, проте зберігає найбільшу частку базової якості при зростанні рівня трафіку й оклюзії, демонструючи кращий баланс між стійкістю та геометричною коректністю траєкторій. ENet і ERFNet виступають проміжними варіантами з більш рівномірною, але загалом нижчою якістю в усьому діапазоні τ.

Сукупний аналіз кривих IoU, F1 та GA демонструє, що жодна з розглянутих архітектур не є однозначно оптимальною для всього діапазону умов руху. CondLaneNet забезпечує найвищу якість сегментації та найкраще відновлення геометрії смуг за низького рівня трафіку, але швидко втрачає точність у зоні середнього й високого навантаження, що обмежує її застосування в реалістичних міських сценаріях. Натомість PINet дещо поступається за максимальною точністю в “чистих” умовах, проте зберігає найбільшу частку базової якості при зростанні рівня трафіку й оклюзії, демонструючи кращий баланс між стійкістю та геометричною коректністю траєкторій. ENet і ERFNet виступають проміжними варіантами з більш рівномірною, але загалом нижчою якістю в усьому діапазоні τ, що робить їх доцільними переважно в системах із обмеженими обчислювальними ресурсами та помірними вимогами до точності. Така картина підкреслює важливість контекстно-залежного вибору архітектури

залежно від очікуваних сценаріїв руху та допустимого рівня ризику для систем підтримки та автоматизації керування.

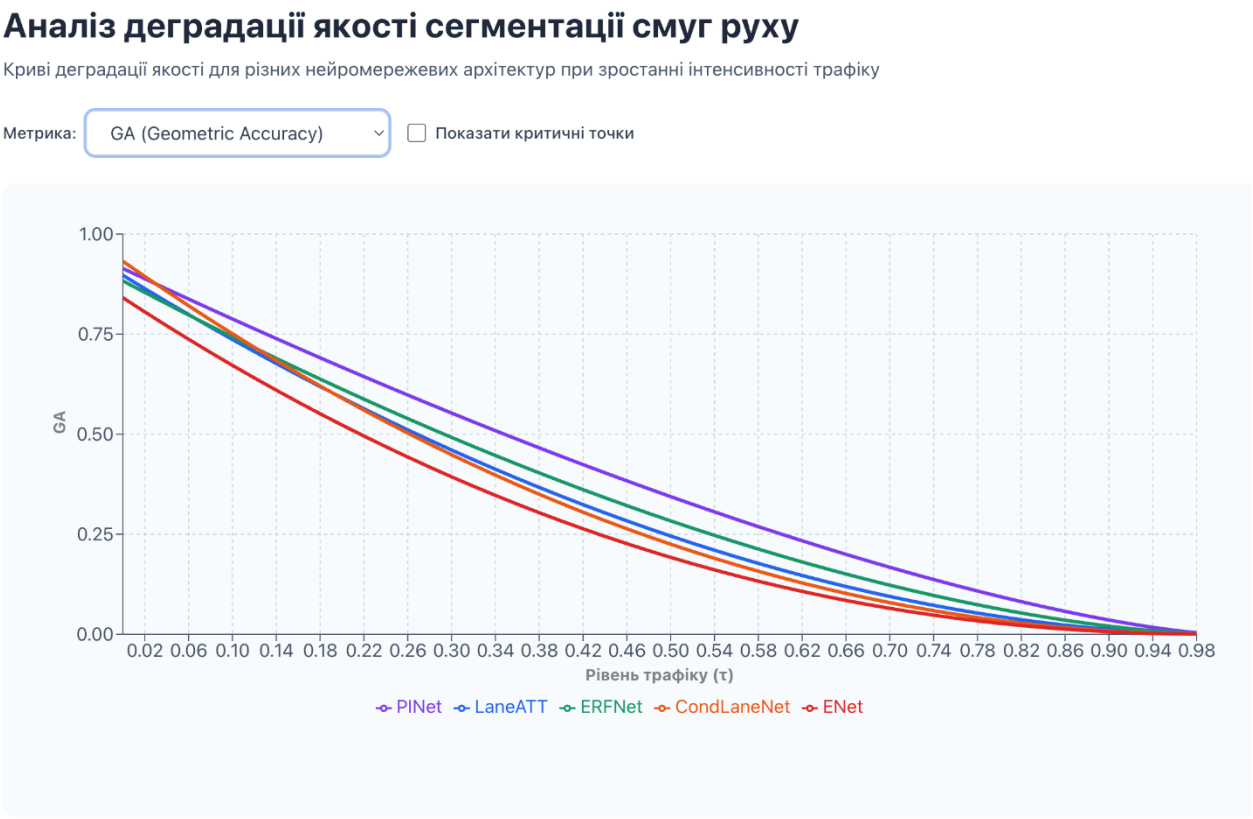


Рисунок 3 – Деградація геометричної точності GA траєкторій смуг руху при зростанні рівня трафіку *τ*.

Таким чином, отримані результати вказують на чіткий trade-off між максимальною точністю в ідеальних умовах і стійкістю до деградації в складних сценах з високою щільністю трафіку. Запропонований підхід до аналізу кривих деградації дозволяє не лише порівняти архітектури між собою, а й окреслити області їх доцільного застосування: від магістралей із передбачуваним рухом до насичених міських перехресть. Надалі ці спостереження формують основу для обговорення практичних наслідків вибору моделі в системах автономного та автоматизованого керування транспортними засобами.

Висновки

У межах поставленої мети показано, що якість сегментації смуг руху суттєво й нелінійно залежить від рівня завантаженості дороги. Для всіх розглянутих архітектур (LaneATT, ENet, ERFNet, PINet, CondLaneNet) зафіксовано відчутну деградацію метрик IoU, F1 та геометричної точності зі зростанням щільності трафіку та оклюзії розмітки. Це безпосередньо обмежує той діапазон умов, у якому результати сегментації можуть бути надійно використані в системах оптимізації транспортних потоків та управління дорожнім рухом.

Порівняльний аналіз показав, що CondLaneNet забезпечує найвищу точність та найкраще відновлення геометрії смуг за низького рівня трафіку, що робить цю архітектуру придатною для автомагістралей і сцен з чіткою, слабо оклюдованою розміткою. LaneATT у цих умовах демонструє дещо нижчі, але все ще високі показники IoU та F1, водночас характеризується більш плавною деградацією при зростанні щільності трафіку. Внаслідок цього LaneATT можна розглядати як компромісне рішення між максимальною точністю CondLaneNet та підвищеними вимогами до робастності в умовах змішаного міського

руху.PINet, навпаки, демонструє трохи нижчу пікову точність у “чистих” умовах, проте найкраще зберігає якість сегментації при збільшенні рівня трафіку та оклюзії. Завдяки використанню ключових точок і кластеризації ця архітектура забезпечує найвищий к

оефіцієнт збереження IoU та кращу геометричну узгодженість траєкторій смуг у зоні середнього й високого навантаження. Це робить PINet найбільш перспективним кандидатом для інтеграції в інтелектуальні системи керування – від адаптивного регулювання світлофорів до динамічного перерозподілу смуг руху в умовах змінних міських потоків.

ENet та ERFNet займають проміжну позицію: вони забезпечують помірну точність за рахунок низької обчислювальної складності й можуть бути корисними у системах з жорсткими ресурсними обмеженнями або як компоненти багаторівневих схем (наприклад, для грубого попереднього аналізу сцени чи попереднього відсіювання некритичних областей). LaneATT у цьому контексті виступає як більш “важкий”, але й більш точний варіант порівняно з ENet та ERFNet, доцільний для систем, де доступніші обчислювальні ресурси, але потрібна стабільна якість в широкому діапазоні режимів руху. Водночас отримані результати свідчать, що в умовах екстремальних заторів жодна з архітектур не забезпечує достатнього рівня надійності, а отже, для практичних систем управління рухом необхідне поєднання сегментації смуг з додатковими джерелами інформації (HD-карти, V2X, дані від інфраструктурних сенсорів).

Таким чином, поставлена мета досягнута: комплексний аналіз дозволив виявити сильні та слабкі сторони сучасних нейромережевих архітектур сегментації смуг руху (LaneATT, ENet, ERFNet, PINet, CondLaneNet), окреслити їх робочі діапазони за рівнем трафіку та сформулювати практичні рекомендації щодо вибору моделі для задач оптимізації транспортних потоків і побудови систем управління дорожнім рухом з урахуванням вимог до точності, робастності та обчислювальних ресурсів.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Zheng, T., Huang, Y., Liu, Y., Tang, W., Yang, Z., Cai, D., & He, X. (2022). CLRNet: Cross layer refinement network for lane detection. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 898-907. https://doi.org/10.1109/CVPR52688.2022.00097
2. Liu, L., Chen, X., Zhu, S., & Tan, P. (2021). CondLaneNet: A top-to-down lane detection framework based on conditional convolution. Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision, 3773-3782. https://doi.org/10.1109/ICCV48922.2021.00375
3. Ko, Y., Lee, Y., Azam, S., Munir, F., Jeon, M., & Pedrycz, W. (2022). Key points estimation and point instance segmentation approach for lane detection. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 23(7), 8949-8958. https://doi.org/10.1109/TITS.2021.3088488
4. Tabelini, L., Berriel, R., Paixao, T. M., Badue, C., De Souza, A. F., & Oliveira-Santos, T. (2021). Keep your eyes on the lane: Real-time attention-guided lane detection. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 294-302. https://doi.org/10.1109/CVPR46437.2021.00036
5. Pan, X., Shi, J., Luo, P., Wang, X., & Tang, X. (2018). Spatial as deep: Spatial CNN for traffic scene understanding. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 32(1), 7276-7283. https://doi.org/10.1609/aaai.v32i1.12301

6. Qin, Z., Wang, H., & Li, X. (2020). Ultra fast structure-aware deep lane detection. European Conference on Computer Vision (ECCV), 276-291. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58586-0_17
7. Feng, Z., Guo, S., Tan, X., Xu, K., Wang, M., & Ma, L. (2022). Rethinking efficient lane detection via curve modeling. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 17062-17070. https://doi.org/10.1109/CVPR52688.2022.01655
8. Zheng, T., Fang, H., Zhang, Y., Tang, W., Yang, Z., Liu, H., & Cai, D. (2021). RESA: Recurrent feature-shift aggregator for lane detection. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 35(4), 3547-3554. https://doi.org/10.1609/aaai.v35i4.16469
9. Wang, J., Ma, Y., Huang, S., Hui, T., Wang, F., Qian, C., & Zhang, T. (2022). A keypoint-based global association network for lane detection. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1392-1401. https://doi.org/10.1109/CVPR52688.2022.00147
10. Liu, R., Yuan, Z., Liu, T., & Xiong, Z. (2021). End-to-end lane shape prediction with transformers. 2021 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), 3693-3701. https://doi.org/10.1109/WACV48630.2021.00374
11. Xu, H., Wang, S., Cai, X., Zhang, W., Liang, X., & Li, Z. (2020). CurveLane-NAS: Unifying lane-sensitive architecture search and adaptive point blending. European Conference on Computer Vision (ECCV), 689-704. https://doi.org/10.48550/arXiv.2007.12147
12. Li, X., Li, J., Hu, X., & Yang, J. (2020). Line-CNN: End-to-end traffic line detection with line proposal unit. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 21(1), 248-258. https://doi.org/10.1109/TITS.2019.2890870

References

1. Zheng, T., Huang, Y., Liu, Y., Tang, W., Yang, Z., Cai, D., & He, X. (2022). CLRNet: Cross layer refinement network for lane detection. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 898-907. https://doi.org/10.1109/CVPR52688.2022.00097
2. Liu, L., Chen, X., Zhu, S., & Tan, P. (2021). CondLaneNet: A top-to-down lane detection framework based on conditional convolution. Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision, 3773-3782. https://doi.org/10.1109/ICCV48922.2021.00375
3. Ko, Y., Lee, Y., Azam, S., Munir, F., Jeon, M., & Pedrycz, W. (2022). Key points estimation and point instance segmentation approach for lane detection. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 23(7), 8949-8958. https://doi.org/10.1109/TITS.2021.3088488
4. Tabelini, L., Berriel, R., Paixao, T. M., Badue, C., De Souza, A. F., & Oliveira-Santos, T. (2021). Keep your eyes on the lane: Real-time attention-guided lane detection. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 294-302. https://doi.org/10.1109/CVPR46437.2021.00036
5. Pan, X., Shi, J., Luo, P., Wang, X., & Tang, X. (2018). Spatial as deep: Spatial CNN for traffic scene understanding. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 32(1), 7276-7283. https://doi.org/10.1609/aaai.v32i1.12301
6. Qin, Z., Wang, H., & Li, X. (2020). Ultra fast structure-aware deep lane detection. European Conference on Computer Vision (ECCV), 276-291. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58586-0_17
7. Feng, Z., Guo, S., Tan, X., Xu, K., Wang, M., & Ma, L. (2022). Rethinking efficient lane detection via curve modeling. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 17062-17070. https://doi.org/10.1109/CVPR52688.2022.01655

8. Zheng, T., Fang, H., Zhang, Y., Tang, W., Yang, Z., Liu, H., & Cai, D. (2021). RESA: Recurrent feature-shift aggregator for lane detection. Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 35(4), 3547-3554. https://doi.org/10.1609/aaai.v35i4.16469
9. Wang, J., Ma, Y., Huang, S., Hui, T., Wang, F., Qian, C., & Zhang, T. (2022). A keypoint-based global association network for lane detection. Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 1392-1401. https://doi.org/10.1109/CVPR52688.2022.00147
10. Liu, R., Yuan, Z., Liu, T., & Xiong, Z. (2021). End-to-end lane shape prediction with transformers. 2021 IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV), 3693-3701. https://doi.org/10.1109/WACV48630.2021.00374
11. Xu, H., Wang, S., Cai, X., Zhang, W., Liang, X., & Li, Z. (2020). CurveLane-NAS: Unifying lane-sensitive architecture search and adaptive point blending. European Conference on Computer Vision (ECCV), 689-704. https://doi.org/10.48550/arXiv.2007.12147
12. Li, X., Li, J., Hu, X., & Yang, J. (2020). Line-CNN: End-to-end traffic line detection with line proposal unit. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 21(1), 248-258. https://doi.org/10.1109/TITS.2019.2890870

Методичні підходи до воєнно-економічної оцінки створення комплексної системи захисту інформації автоматизованих систем управління

Methodological Approaches to Military-Economic Assessment Creation of a Comprehensive Information Protection System Automated Control Systems

Валерій Крайнов
Corresponding author: кандидат технічних наук, доцент, e-mail: vkraynov@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-7314-2056
Ярослав Мельник
здобувач, e-mail: jarmel@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2919-9119
Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

Valerii Kraynov
Corresponding author: Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, e-mail: vkraynov@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-7314-2056
Yaroslav Melnyk
PhD sudent, e-mail: jarmel@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-2919-9119
National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 08, 2025 | Revised: December 26, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.25

Мета роботи. Удосконалення науково-методичного апарату воєнно-економічного оцінювання управлінських рішень у процесі проєктування та розроблення комплексної системи захисту інформації на основі розробленої методики для перспективних автоматизованих систем управління.

Метод дослідження. У дослідженні використано системний підхід і метод воєнно-економічного оцінювання для оптимізації побудови комплексної системи захисту інформації в автоматизованих системах управління.

Результати дослідження. Запропоновано удосконалену методику воєнно-економічного оцінювання, яка дає змогу кількісно оцінювати ефективність варіантів побудови комплексної системи захисту інформації з урахуванням вартості втрат, витрат на створення системи та додаткових витрат противника.

Теоретична цінність дослідження. Результати дослідження поглиблюють розуміння впливу воєнних конфліктів на економіку держави, зокрема на її макроекономічні показники, фінансовий сектор, зовнішньоекономічні зв'язки, соціальну сферу та інші ключові аспекти.

Практична цінність дослідження. Запропонована методика воєнно-економічного оцінювання може бути використана для обґрунтування рішень щодо проєктування, модернізації та впровадження комплексної системи захисту інформації в автоматизованих системах управління Збройних Сил України з метою підвищення ефективності використання ресурсів і рівня інформаційної безпеки.

Цінність дослідження. Робота пропонує інтегровану кількісну модель оцінювання ефективності комплексної системи захисту інформації, що враховує специфіку умов воєнного часу та обмеженість ресурсів.

Обмеження дослідження. Методика воєнно-економічного оцінювання ґрунтується на експертних оцінках і припущеннях щодо параметрів загроз та ефективності засобів захисту, що може знижувати точність отриманих результатів в умовах обмеженої або відсутньої статистичної інформації під час воєнних дій.

Тип статті. Теоретичний.

Ключові слова: автоматизована система управління, комплексна система захисту інформації, воєнно-економічне оцінювання, інформаційно-аналітичне забезпечення, орган військового управління, ефективність.

Purpose. To improve the scientific and methodological framework of military-economic evaluation of managerial decisions in the process of designing and developing an integrated information security system, based on the proposed methodology, for advanced automated command and control systems.

Method. The study employs a systems approach and the method of military-economic evaluation to optimize the design of an integrated information security system in automated command and control systems.

Findings. An improved military-economic evaluation methodology is proposed, enabling a quantitative assessment of the effectiveness of alternative configurations of an integrated information security system, taking into account the cost of losses, system development expenditures, and the additional costs imposed on the adversary.

Theoretical implications. The results of the study contribute to a deeper understanding of the impact of armed conflicts on the national economy, particularly on macroeconomic indicators, the financial sector, foreign economic relations, the social sphere, and other key dimensions.

Practical implications. The proposed military-economic evaluation methodology can be applied to substantiate decisions related to the design, modernization, and implementation of integrated information security systems in automated command and control systems of the Armed Forces of Ukraine, with the aim of improving resource efficiency and enhancing the level of information security.

Value. The study introduces an integrated quantitative model for evaluating the effectiveness of an integrated information security system, taking into account the specific conditions of wartime and resource constraints.

Research limitations. The military-economic evaluation methodology is based on expert judgments and assumptions regarding threat parameters and the effectiveness of protective measures, which may reduce the accuracy of the results in situations characterized by limited or unavailable statistical data during active hostilities.

Papertype. Theoretical.

Key words: Automated Control System, Comprehensive Information Protection System, Military-Economic Assessment, Information and Analytical Support, Military Command Body, Efficienc.

Вступ

Захист інформації (ЗІ) у інформаційному середовищі органів управління військами (ОУВ) на теперішній час є дуже актуальною проблемою, яка потребує свого вирішення. Захист інформації в ОВУ має низку особливостей порівняно з загально відомими концепціями. Це обумовлено, с одного боку, специфікою роботи штабів, як носіїв таємниць державного та військового характеру, є іншого – типової організаційно – штатною структурою з відповідними ній постійними чітко встановленими функціями. Сучасна концепція інформаційної війни також передбачає широке використання систем захисту інформації (СЗІ) та спеціальних засобів боротьби в інформаційному просторі [1]. В умовах ведення воїни проти росії досить пріоритетним питанням інформаційної безпеки держави є розробка та впровадження у виробництво нових перспективних СЗІ. Комплексна система захисту інформації (КСЗІ) є сукупністю методів і засобів, об'єднаних єдиним цільовим призначенням, які забезпечують необхідну ефективність захисту інформації в автоматизованих системах управління (АСУ). Комплексність СЗІ досягається охопленням всіх можливих загроз і узгодженням між собою різнорідних методів і засобів, що забезпечують захист всіх елементів АСУ [2]. При побудові КСЗІ виділяють дві групи вимог до захищеності АСУ, які повинні враховуватися – формалізовані вимоги і вимоги, які сформулюються на підставі існуючої статистики загроз [2,3]. Підвищення вимог до ефективності ЗІ супроводжується підвищенням вимог щодо ефективності використання фінансових ресурсів, що виділяються на створення СЗІ. На теперішній час, найбільше розповсюдження отримали два підходи до визначення оптимального варіанту побудови КСЗІ для АСУ. Перший з них ґрунтується на перевірці відповідності рівня захищеності інформації в ОВУ вимогам одного зі стандартів (законодавчих актів) у галузі інформаційної безпеки. Основний недолік першого підходу полягає в тому, що коли рівень захищеності інформації чітко не визначений визначити найбільш ефективний варіант побудови КСЗІ АСУ достатньо складно. Другий підхід пов'язаній з використанням методів та моделей оптимізації складних систем для визначення оптимального варіанту побудови КСЗІ. У зв'язку з цим розробка відповідних методів та моделей оптимізації показників СЗІ отримує особливу актуальність. Кінцевою метою створення КСЗІ для АСУ є забезпечення необхідного рівня інформаційної безпеки організації за різних умов інформаційної боротьби. Завдання ускладняються тим, що створення доводиться вести в умовах невизначеності, коли дії противника нам не відомі і, в кращому разі, можуть бути оцінені з певною долею ймовірності. При відсутності статистичних даних, що характерно в умовах широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України, вибір параметрів розрахунку і функціональних залежностей, які входять в математичну модель, ведеться на основі експертних оцінок і вимагає розробки відповідних методів та методик. Рішення зазначених задач потребує включення до складу процедур спеціальних оптимізаційних моделей котрі встановлюють залежність між показниками кінцевого ефекту функціонування системи і сукупністю її параметрів. Саме такий підхід може бути покладено в основу оптимізації СЗІ в умовах інформаційного протиборства. Таким чином, задача створення КСЗІ АСУ може бути вирішена на основі теоретичного (системного) підходу, котрий використовує нові методичні підходи до воєнно-економічної оцінки. Безумовно, витрати на створення КСЗІ є суттєвою статтею витрат [9]. Але тут важливо виходити зі здорового глузду та зберігати паритет між витратами на безпеку даних та вартістю самої інформації. КСЗІ змінюються з часом і визначаються насамперед поточними економічними умовами та існуючими загрозами. Тому зараз дуже гостро стоїть питання воєнно-економічного обґрунтування рішень, які приймаються при створенні перспективних систем КСЗІ для АСУ.

Теоретичні основи дослідження

Дослідження спирається на положення теорії систем, теорії оптимізації складних технічних систем та основи воєнно-економічного аналізу. В його основу покладено концепцію комплексного підходу до оцінювання ефективності систем захисту інформації, який враховує взаємозв'язок між технічними, організаційними та економічними факторами. Методологічно дослідження ґрунтується на принципах кваліметрії, аналізу ризиків і моделювання життєвого циклу автоматизованих систем управління. Також використано національні та міжнародні стандарти в галузі інформаційної безпеки, що визначають вимоги до побудови й функціонування КСЗІ.

Постановка проблеми

Сучасні умови ведення інформаційної та кібервійни вимагають від Збройних Сил України створення надійних і ефективних КСЗІ для АСУ. Існуючі підходи не повною мірою враховують вимоги воєнного часу, обмеженість ресурсів та динамічність загроз інформаційній безпеці. Проблема полягає у відсутності науково обґрунтованої методики воєнно-економічного оцінювання (ВЕО), яка б забезпечувала оптимальний вибір варіантів побудови КСЗІ за критеріями ефективності та витрат. Необхідність розробки такої методики визначає актуальність даного дослідження.

Методологія дослідження

Методологічною основою дослідження є системний підхід, який розглядає КСЗІ як багаторівневу динамічну систему, що функціонує в умовах невизначеності та інформаційного протиборства. Для досягнення мети дослідження застосовано методи ВЕО, які поєднують економічний аналіз, технічне моделювання та оптимізаційні процедури для визначення найефективнішого варіанта побудови КСЗІ в АСУ.

Основні етапи методології включають:

Збір і систематизацію вихідних даних щодо активів, загроз, ресурсних обмежень та вимог до системи.

Формування дерева цілей і задач проєктування КСЗІ з визначенням пріоритетів і вагомості кожної функції.

Побудову функціональної та структурної моделей системи, що дозволяє визначити взаємозв'язки між елементами КСЗІ.

Визначення лімітів витрат і критеріїв оптимізації, зокрема інтегрального показника якості.

Оцінювання варіантів побудови КСЗІ із застосуванням експертних методів, кваліметрії та методів попарного порівняння для кількісного визначення вагових коефіцієнтів.

Комплексну оцінку та вибір оптимального варіанту системи за техніко-економічними критеріями з урахуванням вимог споживачів та обмежених ресурсів.

У дослідженні також використано елементи моделювання життєвого циклу АСУ, аналіз ризиків, методи економічного прогнозування та підходи з оцінки ефективності інвестицій у сфері інформаційної безпеки.

Такий підхід забезпечує можливість обґрунтованого вибору варіанту побудови КСЗІ, який відповідає вимогам інформаційної безпеки, технічним можливостям та економічній доцільності в умовах воєнного часу.

Результати

Питання створення комплексної системи захисту інформації автоматизованих систем управління – важлива частина концепції впровадження нових інформаційних технологій в військову справу. В скрутній економічній обстановці, яка склалася на сьогоднішній день в

Україні, виключно актуальною стала проблема розумного, науково обґрунтованого та ефективного використання вкрай обмежених фінансових та матеріальних ресурсів. Її вирішення нероздільно пов'язане з воєнно-економічною оцінкою рішень, що приймаються при проектуванні та побудові автоматизованих систем управління. Це стосується і робіт по створенню, впровадженню та експлуатації комплексної системи захисту інформації для автоматизованих систем управління. Необхідно також відмітити, що воєнно-економічне оцінювання в процесі створення та нарощування автоматизованих систем управління не тільки дозволяє підрахувати необхідні потреби у фінансових та матеріальних ресурсах але й сприяє підвищенню якості проектування комплексної системи захисту інформації у цілому і, як наслідок, збільшення ефективності її функціонування. Під воєнно-економічною оцінкою комплексної системи захисту інформації автоматизованих систем управління будемо розуміти метод системного дослідження функцій об'єкта (структури та складових) спрямований на мінімізацію витрат у сферах проектування, виробництва й експлуатації при збереженні (підвищенні) ефективності функціонування системи. Це і обумовлює актуальність проблеми воєнно-економічної оцінки створення комплексної системи захисту інформації автоматизованих систем управління.

Методичні підходи до економічної оцінки створення КСЗІ будуються на комплексному підході, заснованому на аналізі активів і загроз, оцінці ризиків та визначенні необхідних заходів захисту. При цьому необхідно використовувати організаційні, технічні та законодавчі засоби, а також постійно контролювати та вдосконалювати систему. Запропонована методика ВЕО на відміну від існуючих дозволяє врахувати при оцінюванні варіантів побудови КСЗІ вартість втрат (збитків), які ми несемо (включаючи вартість створення КСЗІ) і вартість додаткових витрат противника, які досягаються за рахунок застосування КСЗІ для перспективних АСУ. В свою чергу запропонована методика ВЕО удосконалить методики визначення показників системи захисту інформації, які описані в [3-4]. Вона також дозволяє на єдиній кількісній (чисельній) основі, в порівнянні з існуючими розрізненими методиками, з позиції воєнно-економічної ефективності в повному обсязі:

оцінити різні варіанти рішення побудови КСЗІ та обґрунтовано виявити найкращий;

визначити вклади різних елементів в загальну ефективність застосування КСЗІ та обґрунтувати пропозиції розподілу асигнувань на розробку різних елементів, функціональних підсистем, компонентів, у тому числі по рівням захисту, а також напрямок подальшого зосередження зусиль по нарощенню можливостей КСЗІ.

Оцінка варіантів рішення, отриманих у ході ВЕО, проводиться за якістю виконання комплексного захисту інформації АСУ, відповідності вимогам споживачів, витрат на створення або модернізацію системи, експлуатаційним витратам і додатковим капіталовкладенням [5-7].

Критерієм вибору варіанта може бути співвідношення комплексного показника якості (Q) і сукупних витрат (C), яке називають показником (критерієм) інтегральної якості:

$$K\sum_{i=1}^{n} = \frac{Q}{C} \rightarrow max$$

або

$$1/K\sum_{i=1}^{n} = \frac{C}{Q} \rightarrow min$$

Сукупні витрати C розраховуються за виразом:

$$C = S + K$$

де S і K – відповідно поточні й капітальні витрати на етапах життєвого циклу АСУ.

Показник якості Q являє собою суму добутків значимості кожної істотної для даного об'єкта властивості r_i на її відносну величину a_i у аналізованому варіанті побудови системи. Склад властивостей (від *i* до *n* можливих) визначається вимогами до створюваної системи та складовими, з якими взаємодіє об'єкт під час функціонування системи:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} ri\ ai$$

Для отримання чисельного значення оцінки корисних властивостей a_i об'єкта оцінювання, що відображаються в його функціях, використовують різноманітні експертні методи, апарат кваліметрії, методи попарного порівняння й розміщення пріоритетів [8].

Порівняння з позицій ВЕО таких об'єктів оцінювання, як різноманітні апаратні засоби, програмні засоби, спеціалізоване математичне забезпечення, показує, що між ними є відмінності в змісті функцій, елементах функціональної й структурної моделі, характері носіїв функцій, методах визначення витрат на функції і т.д. Проведення ВЕО ускладняються при зменшенні ступеня диференціації об'єктів, збільшення кількості елементів і зав'язків між функціями й елементами, переходу від прямих витрат до узагальненого розрахунку витрат на весь життєвий цикл системи. Тому на етапі вибору об'єкта аналізу треба насамперед орієнтуватися на можливість і необхідність проведення ВЕО з урахуванням специфіки виробів і систем, у рамках яких вони плануються до використання.

Виходячи з вищесказаного, можна зробити висновок, що особливості ВЕО рішень, що приймаються під час створення КСЗІ для перспективних АСУ, полягають у наступному:

виконанні проектування за схемою:

$$\text{потреби} \rightarrow \text{цілі} \rightarrow \text{функції} \rightarrow \text{елементи}$$

попередній побудові дерева цілей проектування;

встановленні лімітів витрат по функціях, які реалізуються в АСУ, входячи з їхньої значимості для споживачів і складності реалізації;

паралельному здійсненні технічного й економічного відпрацьовування рішень при дотриманні встановлених лімітів витрат по функціях;

запобіганні появи марних і шкодливих явищ, властивостей, функцій і елементів, перевірка функціональної організованості АСУ, що визначає надійність і технологічність;

орієнтації на багатоваріантність виконання функцій АСУ, розширення поля пошуку можливих рішень;

відбору варіантів за комплексом техніко-економічних критеріїв.

Залежно від функцій АСУ, що розробляється, й умов проектування ступінь деталізації дій, що відповідають узагальненій методиці проведення ВЕО (рис.), змінюється, але склад їх зберігається при всіх видах проектування:

функціональному (вибір принципу дії й побудови);

схемотехнічному (розробка структури та топології АСУ, визначення складу, кількості елементів АСУ і зав'язків між ними);

конструктивному (вибір апаратних засобів, їх конфігурації, розмірів, матеріалів);

технологічному (вибір операційної системи, програмних засобів й т.д.).

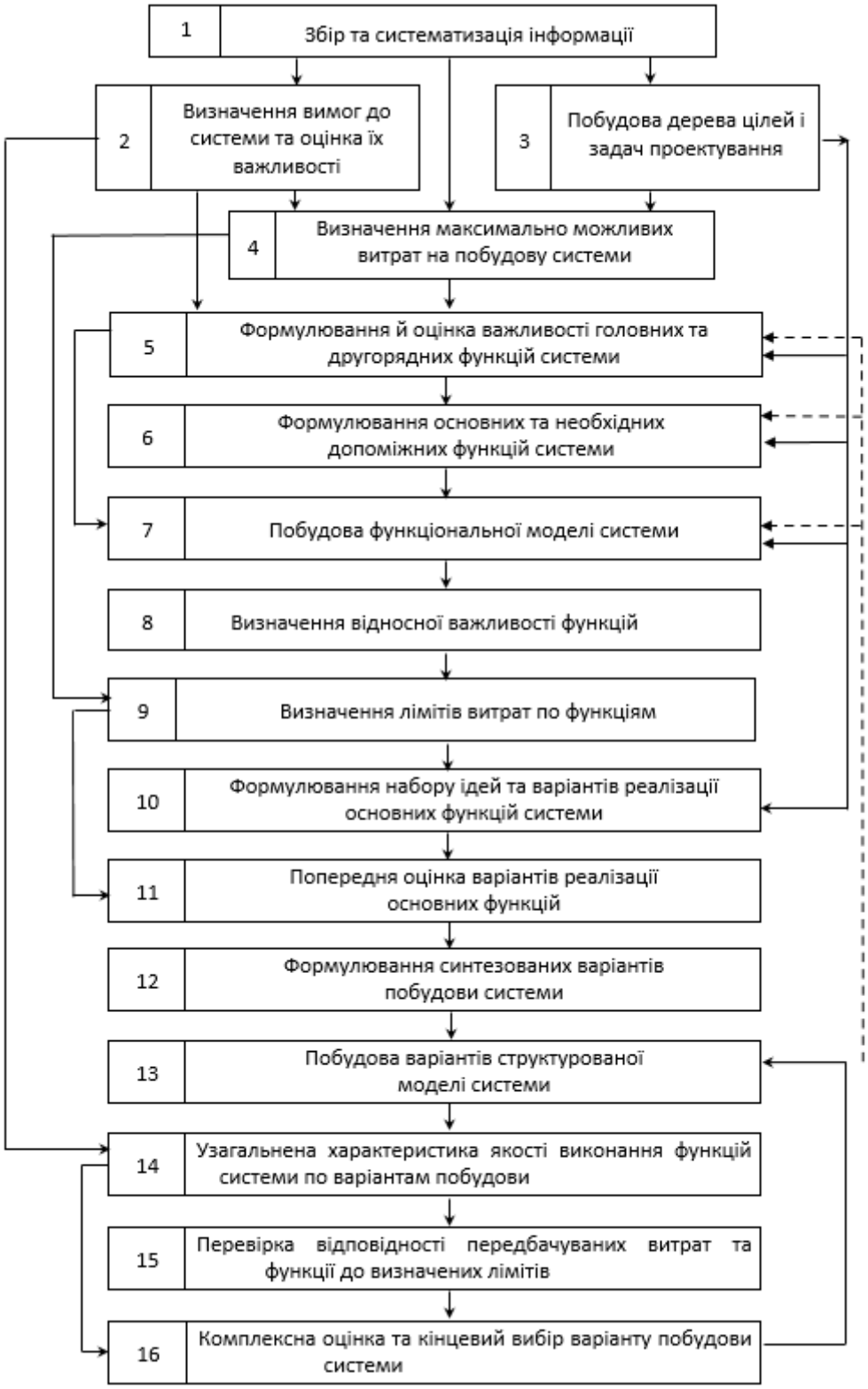


Рисунок – Узагальнена методика проведення ВЕО створення КСЗІ АСУ

З змісту рис.1, структурно методичне забезпечення ВЕО представляє собою складну багаторівневу систему моделей та методик, інформаційно пов’язаних по входам та виходам, об’єднаних єдиною технологією розрахунку з використанням загальної бази вхідних даних. Аналіз проблематики воєнно-економічної оцінки рішень, що приймаються під час створення КСЗІ АСУ показує, що цей процес є надзвичайно складною та однією з найважливіших складових циклу їх створення та нарощування. Всебічна воєнно-економічної оцінка переваг і

недоліків створюваних (нарощуваних) АСУ не може бути виконана тільки працівниками економічних служб органів військового управління. Вона вимагає активного й компетентного втручання розробників і посадових осіб, що приймають участь у створенні АСУ. Цей вид аналізу вимагає спільної роботи інженерів і економістів. В результаті такої роботи необхідно визначити наступні показники, що характеризують створювану КСЗІ АСУ:

1. Економічний ефект, який підраховується у грошовій формі по запропонованій методиці розрахунку економічної ефективності.

2. Ефект, обумовлений технічним рівнем створюваної КСЗІ АСУ та її функціональною організованістю. Обидва ці моменти – технічний рівень і функціональна організованість – можуть бути визначені тільки розробниками та (або) користувачами АСУ.

3. Ефект від можливого розширення переліку задач, що вирішуються за допомогою АСУ. Виявляється він шляхом використання інверсної форми воєнно-економічного аналізу.

Ефект від економії ресурсів і поточних витрат під час експлуатації створеної АСУ. На його величині позначаються наслідки підвищення надійності системи в цілому, як за рахунок окремих складових так і завдяки реалізованій структурній побудові АСУ. Такий вплив також може бути оцінено тільки фахівцями-інженерами.

Висновки

1. У результаті дослідження розроблено та обґрунтовано удосконалену методику воєнно-економічного оцінювання рішень щодо побудови комплексної системи захисту інформації автоматизованих систем управління, яка базується на системному підході та враховує специфіку функціонування АСУ в умовах воєнного часу.

2. Доведено, що запропонована методика забезпечує кількісне порівняння альтернативних варіантів КСЗІ за інтегральним критерієм ефективності, який поєднує показники якості захисту, витрати на створення й експлуатацію системи, а також очікувані втрати та додаткові витрати противника.

3. Установлено, що застосування методів кваліметрії та експертного оцінювання дозволяє обґрунтовано визначати внесок окремих елементів і функціональних підсистем КСЗІ в загальну ефективність АСУ, що створює підґрунтя для раціонального розподілу обмежених фінансових і матеріальних ресурсів.

4. Отримані результати підтверджують доцільність використання воєнно-економічного оцінювання як інструменту підтримки управлінських рішень при проєктуванні, модернізації та розвитку КСЗІ АСУ Збройних Сил України з метою підвищення рівня інформаційної безпеки та ефективності використання ресурсів.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Крайнов, В., Лаврінчук, О. і Грозовський, Р. (2023). Основні підходи щодо вибору логічної структури бази даних для автоматизованої інформаційної системи органу військового управління, *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. Київ, Україна, 46(1), с. 73–77. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2023-46-1-73-77.
2. Бєлов О. Ф. Методологічні основи створення комплексних систем захисту інформації в АСУ військового призначення // Наука і оборона. 2020. № 3. С. 45–52. URL:

https://nio.nuou.org.ua/article/view/13473 (дата звернення: 30.11.2025).
3. Про основні засади забезпечення кібербезпеки України : Закон України від 05.10.2017 р. № 2163-VIII. Відомості Верховної Ради України. 2017. № 45. Ст. 403. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2163-19 (дата звернення: 30.11.2025).
4. Маслова Н.А. Методи оцінки ефективності систем захисту інформаційних систем. *Штучний інтелект*. 2008. № 4(42). С. 253–264. https://nasplib.isofts.kiev.ua/handle/123456789/7465
5. Толюпа С. В., Самохвалов Ю. Я., Цьопа Н. В. Комплексні системи захисту інформації спеціальних об'єктів та методика їх оцінки // Сучасний захист інформації. 2014. № 1. С. 81–88. https://journals.dut.edu.ua/index.php/dataprotect/article/view/175 (дата звернення: 30.11.2025).
6. Захист інформації в автоматизованих системах управління : навчальний посібник / уклад. І. А. Пількевич, Н. М. Лобанчикова, К. В. Молодецька. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2015. 226 с.
7. Левченко Є. Г., Прус Р. Б., Рабчун Д. І. Показники багатоступінчатих систем захисту інформації. *Вісник Інженерної академії України*. 2009. № 1. С. 128–133.
8. Крайнов, В. (2022). Методика воєнно-економічної оцінки створення комплексної системи захисту інформації автоматизованих інформаційних систем, *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. Київ, Україна, 44(2), с. 38–42. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2022-44-2-38-42
9. Козюра В. Д., Хорошко В. О., Шелест М. Є., Ткач Ю. М., Усов Я. Ю. Комплексні системи захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційних системах : навч. посіб. – Ніжин : ФОП Лук'яненко В. В., ТПК «Орхідея», 2019. – 144 с. – ISBN 978-617-7609-30-7.
10. Мельник Я.В., Бобильов В.Є., Кравчук А.В. Підвищення ефективності підтримки прийняття рішень в автоматизованих системах управління військами за рахунок застосування в її роботі засобів імітаційного моделювання бойових дій військ (сил). *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2019, № 1(34). С. 19-22 https://doi.org/10.33099/2311-7249/2019-34-1-19-22

References

1. Krainov, V., Lavrinchuk, O. and Hrozovskyi, R. (2023). Main approaches to the choice of the logical structure of the database for the automated information system of the military governance authority, *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*. 46(1), pp. 73–77. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2023-46-1-73-77
2. Belov, O. F. (2020). *Methodological foundations of creating comprehensive information protection systems in military automated control systems*. Science and Defense, *(3)*, 45–52. https://nio.nuou.org.ua/article/view/13473
3. Verkhovna Rada of Ukraine. (2017, October 5). *On the basic principles of ensuring cybersecurity of Ukraine* (Law No. 2163-VIII). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2163-19
4. Maslova, N. A. (2008). *Methods for assessing the effectiveness of information systems protection systems*. Artificial Intelligence, *4*(42), 253–264. https://nasplib.isofts.kiev.ua/handle/123456789/7465
5. Tolyupa, S. V., Samokhvalov, Yu. Ya., & Tsiopa, N. V. (2014). Complex information protection systems of special facilities and methods for their assessment. *Modern Information Protection*, *(1)*, 81–88. https://journals.dut.edu.ua/index.php/dataprotect/article/view/175
6. Pilkevych, I. A., Lobanchykova, N. M., & Molodetska, K. V. (Eds.). (2015). *Zakhyst informatsii v avtomatyzovanykh systemakh upravlinnia* [Information protection in automated control systems]. Zhytomyr: Zhytomyr Ivan Franko State University Press.
7. Levchenko, E. H., Prus, R. B., & Rabchun, A. O. (2009). Показники багатоступінчатих систем

захисту інформації [Performance indicators of multilevel information protection systems]. *Visnyk of the Engineering Academy of Ukraine*, *(1)*, 61–65.

8. Krainov, V. (2022). Methodology of military-economic assessment of the creation of a complex information protection system of automated information systems, *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*. Київ, Україна, 44(2), pp. 38–42. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2022-44-2-38-42
9. Kozyura, V. D., Khoroshko, V. O., Shelest, M. Ye., Tkach, Y. M., & Usov, Ya. Yu. (2019). *Kompleksni systemy zakhystu informatsii v informatsiyno-telekomunikatsiynykh systemakh* [Complex information protection systems in information and telecommunication systems]. Nizhyn, Ukraine: FOP Lukyanenko V. V., TPK “Orhideya”. ISBN 978-617-7609-30-7.
10. Bobylov, V., Melnyk, Y., & Kravchuk, A. (2019). Increasing the effectiveness of decision-making support in automated troop control systems by using simulation modeling of combat operations of troops (forces). *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence, 34*(1), 19–22. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2019-34-1-19-22

Системний підхід до науково-технічного супроводження експлуатації інформаційних систем військового призначення

Systemic Approach to the Scientific and Technical Support of the Operation of Military Information Systems

Галина Руденська
Corresponding author: старший науковий співробітник науково-дослідного відділу проблем супроводження експлуатації інформаційних систем, e-mail: rudenska85@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-4719-3765

Андрій Дядечко
начальник науково-дослідної лабораторії проблем технологічної підтримки інформаційних систем, e-mail: andrewvvs@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0191-8326

Людмила Панасевич
старший науковий співробітник науково-дослідного відділу проблем супроводження експлуатації інформаційних систем, e-mail: panasevich.lyudmila@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-5899-5272

Вадим Колотухін
науковий співробітник науково-дослідного відділу проблем системної інтеграції, захисту інформації та технологічної підтримки інформаційних систем, e-mail: vv.vasilich1@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6065-4896

Вадим Капілевич
провідний науковий співробітник науково-дослідного відділу проблем розвитку інформаційних технологій, e-mail: vadikevich@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9025-7608

Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

Galyna Rudenska
Corresponding author: Senior Researcher of Research Department on Information Systems Support and Operation Issues, e-mail: rudenska85@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-4719-3765

Andrii Diadechko
Head of the Research Laboratory for Problems of Information Systems Technological Support, e-mail: andrewvvs@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-0191-8326

Lyudmyla Panasevich
Senior Researcher of Research Department on Information Systems Support and Operation Issues, e-mail: panasevich.lyudmila@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-5899-5272

Vadym Kolotukhin
Researcher of the Research Department of System Integration, Information Protection and Information Systems Technological Support, e-mail: vv.vasilich1@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6065-4896

Vadym Kapilevych
Leading Researcher of the Research Department of Information Technology Development Problems, e-mail: vadikevich@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9025-7608

National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 08, 2025 | Revised: December 26, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.26

Мета роботи. Систематизація проблемних аспектів науково-технічного супроводження експлуатації інформаційних систем військового призначення та обґрунтування підходів до створення ефективної системи супроводження з урахуванням стратегічного і оперативного рівнів управління.

Метод дослідження. Застосовано метод системного аналізу, узагальнення досвіду вітчизняного і міжнародного (НАТО) підходу до супроводження інформаційних систем, а також структурно-функціональне моделювання процесів експлуатації та супроводження. Визначено інформаційну, функціональну та концептуальну моделі.

Результати дослідження. Виділено основні завдання супроводження, запропоновано дворівневу модель організації супроводження (стратегічний та оперативний рівні), розроблено загальну структуру інформаційної моделі супроводження, визначено пріоритетні напрями удосконалення нормативної бази та впровадження автоматизованої інформаційної системи супроводження експлуатації.

Теоретична цінність дослідження. Стаття систематизує підходи до моделювання процесів супроводження інформаційних систем у військовій сфері, узагальнює сучасні теоретичні підходи до оцінювання ефективності та вартості супроводження, а також доповнює методологію управління життєвим циклом інформаційних систем.

Практична цінність дослідження. Результати можуть бути використані для побудови автоматизованих систем супроводження інформаційних систем військового призначення,

Purpose. Systematization of problem areas in scientific and technical support for operating military information systems and justification of approaches to creating an effective support system considering strategic and operational management levels.

Method. The method of system analysis, generalization of national and international (NATO) experience in information systems support, as well as structural and functional modeling of operation and support processes were applied. Information, functional, and conceptual models were defined.

Findings. The main support tasks have been identified, a two-level support organization model (strategic and operational levels) has been proposed, the general structure of the information support model has been developed, and priority directions for improving the regulatory framework and implementing an automated information system for operation support have been defined.

Theoretical implications. The article systematizes approaches to modeling support processes of information systems in the military domain, summarizes modern theoretical approaches to assessing the effectiveness and cost of support, and complements the methodology of information systems life cycle management.

Practical implications. The results can be used for the development of automated support systems for military information systems, improvement of the regulatory framework in the field of information systems operation, and enhancement of the

вдосконалення нормативної бази у сфері експлуатації інформаційних систем, підвищення ефективності реалізації програм технічного оснащення ЗС України.

Цінність дослідження. Дослідження є одним з перших в Україні, що пропонує інтегрований підхід до науково-технічного супроводження експлуатації інформаційних систем, поєднуючи стратегічний і оперативний рівні, сучасні підходи до вартісного менеджменту, ризик-менеджменту і цифрового моніторингу.

Тип статті. Теоретичний.

Ключові слова: науково-технічне супроводження, експлуатація, інформаційні системи військового призначення.

efficiency of implementing technical equipment programs of the Armed Forces of Ukraine.

Value. The study is one of the first in Ukraine to offer an integrated approach to scientific and technical support for the operation of information systems, combining strategic and operational levels, modern approaches to cost management, risk management, and digital monitoring.

Papertype. Theoretical.

Key words: Scientific and Technical Support, Operation, Military Information Systems.

Вступ

Сучасний розвиток інформаційних систем (ІС) військового призначення супроводжується зростанням їх складності, інтегрованості та вартості на всіх етапах життєвого циклу (ЖЦ). Збільшення обсягів даних, швидка зміна технологій, необхідність постійного оновлення програмних компонентів та забезпечення сумісності з іншими системами оборонного призначення формують нові вимоги до процесу експлуатації. У таких умовах особливої актуальності набуває науково-технічне супроводження (НТС) експлуатації ІС — цілісна система заходів, інструментів та методів, спрямованих на підтримання працездатності, ефективності й безпеки ІС у динамічних умовах оперативного середовища.

Виклики, що виникають під час експлуатації, пов’язані як з технічними аспектами (надійність, відмовостійкість, відповідність тактико-технічним вимогам), так і з організаційними (ризик-менеджмент, оптимізація витрат, координація суб’єктів супроводження). Відсутність єдиної стандартизованої моделі супроводження у Збройних Силах України та недостатня інтеграція з підходами НАТО ускладнюють забезпечення належного рівня керованості й прогнозованості процесів експлуатації.

Отже, виникає потреба у формуванні науково обґрунтованого підходу до НТС експлуатації ІС військового призначення, який би забезпечував системність, безперервність, адаптивність та економічну доцільність цього процесу. Саме цим питанням і присвячена дана стаття.

Теоретичні основи дослідження

Теоретичні засади НТС експлуатації ІС військового призначення ґрунтуються на положеннях системного підходу, теорії ЖЦ складних технічних систем, концепції інтегрованої логістичної підтримки (Integrated Logistics Support, ILS), а також національних та міжнародних стандартах керування ЖЦ (ISO/IEC/IEEE 15288, ISO/IEC 24748, ДСТУ В 15.003, ДСТУ В 15.004, AAP-20, AAP-48, ALP-10) [1-7]. Ці стандарти формують методологічну базу для організації процесів підтримки, модернізації та забезпечення надійності програмно-технічних комплексів.

Науково-технічне супроводження розглядається як комплекс взаємопов’язаних процесів, спрямованих на підтримання необхідних експлуатаційних характеристик ІС протягом усього періоду використання. Теоретичною передумовою такого підходу є уявлення про ІС як динамічну систему, стан якої залежить від зовнішніх факторів (оперативна обстановка, доступність ресурсів, зміна вимог) та внутрішніх характеристик (архітектура, надійність, якість програмного забезпечення, захищеність).

Системний підхід забезпечує комплексне охоплення процесів експлуатації: від оцінювання параметрів ІС, аналізу ризиків і прогнозування відмов до формування рішень щодо модернізації або коригування режимів роботи. Він передбачає узгодження діяльності всіх суб’єктів супроводження — замовників, розробників, експлуатантів, постачальників і органів військового управління — у межах єдиного інформаційного та методологічного середовища.

Важливу роль відіграє концепція управління конфігурацією, яка дає можливість відстежувати зміни в ІС, контролювати версії програмного забезпечення, апаратних

компонентів, технічної документації та забезпечувати їх відповідність встановленим вимогам. Поряд із цим теоретичні основи супроводження включають ризик-менеджмент, спрямований на виявлення, оцінювання і зниження впливу факторів ризику на експлуатацію.

У контексті сучасних вимог значну увагу приділяють інтеграції процесів супроводження з автоматизованими системами управління даними, що базуються на концепціях PLM (Product Lifecycle Management) та цифрових двійників. Ці технології дозволяють формувати єдине інформаційне середовище для збирання, оброблення та аналізу даних про стан ІС у реальному часі.

Таким чином, теоретичні основи дослідження охоплюють широкий спектр підходів і концепцій, що забезпечують наукове обґрунтування процесів НТС експлуатації ІС військового призначення та формують фундамент для подальшої розробки моделей, методик і нормативного забезпечення.

Постановка проблеми

Розвиток ІС військового призначення характеризується зростанням їх вартості, складності та обсягів витрат на експлуатацію. Ефективність експлуатації таких систем залежить від узгодженості процесів підтримки, своєчасності реагування на зміни оперативного середовища та відповідності параметрів ІС встановленим вимогам. Водночас традиційні підходи до супроводження експлуатації не забезпечують необхідного рівня керованості, інтегрованості та адаптивності процесів, особливо в умовах динамічних викликів безпекового середовища.

Складність ЖЦ ІС військового призначення, багатосуб’єктність процесів їх розроблення, виробництва та експлуатації, а також значна кількість різнотипних процедур і рішень вимагають системного розвитку науково-методичного апарату супроводження. Наявні нормативні документи не містять у повному обсязі узгодженого порядку інформаційного забезпечення органів військового управління для контролю стану ІС та прийняття обґрунтованих рішень щодо їх модернізації, технічної підтримки або продовження ресурсу.

Разом із тим сучасні ІС є динамічними об’єктами, параметри яких змінюються під впливом зовнішніх факторів — оперативної обстановки, ресурсних обмежень, технологічної доступності комплектуючих, кіберзагроз та ін. Це зумовлює необхідність оперативного реагування на відхилення параметрів експлуатації, прогнозування ризиків і застосування адаптивних механізмів підтримки.

У науковій літературі наявні дослідження, що частково стосуються аспектів супроводження складних технічних і інформаційних систем. Так, у роботі [8] проаналізовано особливості науково-технічного супроводження проєктів інформатизації процесів управління оборонними ресурсами в умовах воєнного стану, де окреслено вимоги до управління життєвим циклом інформаційно-комунікаційних систем та запропоновано типові заходи НТС, що можуть бути адаптовані до ІС військового призначення. Стаття [9] розглядає рекомендації щодо використання ІС для покращення ситуаційної обізнаності органів військового управління, що частково торкається питань підтримки функціонування ІС, але зосереджується насамперед на аналітичних аспектах інформаційної підтримки прийняття рішень. Дослідження [10] присвячено нормативному регулюванню супроводження експлуатації ІС військового призначення — автори виявляють фрагментарність нормативної бази та обґрунтовують доцільність створення уніфікованого військового стандарту, проте робота не пропонує конкретної моделі процесів супроводження та їх функціональної реалізації. У сфері технічного аналізу експлуатації ІС в роботі [11] досліджуються особливості параметричного контролю та надійності технічних систем в умовах нестабільних спостережень, що може бути корисним для побудови аналітичної складової супроводження, але не охоплює комплексно процесу НТС для ІС військового призначення. Крім того, дослідження [12] пропонує систему інтелектуального аналізу військової інформації на основі машинного навчання, що

представляє цінність для аналітичних компонентів супроводження ІС, проте знову ж таки не встановлює суцільного процесу НТС та не поєднує нормативно-організаційні аспекти з функціональною моделлю супроводження.

Отже, хоча й існують роботи, що частково розкривають окремі елементи експлуатації та підтримки ІС (аналіз життєвого циклу, інформаційна підтримка, елементи надійності чи машинного аналізу), в сучасній науковій літературі відсутнє комплексне дослідження, яке б системно висвітлювало НТС експлуатації ІС військового призначення, включно з організаційною моделлю, інформаційною інфраструктурою, нормативними вимогами і методами інтеграції технічних, інформаційних і методологічних аспектів цього процесу.

Таким чином, актуальною є проблема формування науково обґрунтованого, узгодженого зі стандартами НАТО та сучасними тенденціями розвитку ІТ-систем підходу до НТС експлуатації ІС військового призначення. Такий підхід має забезпечити оптимізацію витрат, підвищення надійності, створення єдиного інформаційного середовища супроводження та інтеграцію процедур моніторингу, аналізу й управління параметрами ІС на стратегічному та оперативному рівнях.

Методологія дослідження

Методологічною основою дослідження є системний підхід, який дозволяє розглядати ІС військового призначення як складні програмно-технічні комплекси з багатьма взаємопов’язаними елементами, суб’єктами та процесами експлуатації. У межах системного підходу використано комплекс методів, що забезпечують узагальнення, аналіз та моделювання процесів науково-технічного супроводження.

По-перше, застосовано метод системного аналізу, який забезпечив визначення структури супроводження, виявлення проблемних аспектів, формалізацію вимог і взаємозв’язків між суб’єктами експлуатації. Цей метод дозволив охопити весь спектр діяльності, пов’язаної з експлуатацією ІС, включаючи управління вимогами, ризиками, конфігурацією, якістю та ресурсами.

По-друге, використано методи структурно-функціонального моделювання, що дало змогу описати архітектуру системи супроводження, включно з концептуальною, функціональною та інформаційною моделями. Це дозволило формалізувати процеси збору, аналізу та використання даних про стан ІС, а також механізми взаємодії між різними рівнями управління супроводженням — стратегічним і оперативним.

По-третє, здійснено узагальнення вітчизняного та міжнародного (НАТО) досвіду щодо організації науково-технічного супроводження складних інформаційних і технічних систем. У дослідженні враховано вимоги та рекомендації нормативних документів, таких як AAP-20, AAP-48, ALP-10, ALCCP-1, ISO/IEC/IEEE 15288 та інші документи, що визначають процеси ЖЦ та методи оцінювання вартості експлуатації.

Крім того, застосовано елементи ризик-орієнтованого підходу, який спрямований на виявлення факторів невизначеності та формування механізмів їх урахування при плануванні й реалізації супроводження. Це забезпечує адаптивність процесів експлуатації до змін зовнішнього середовища та технологічних обмежень.

Використані методологічні підходи дозволили сформувати цілісну модель науково-технічного супроводження експлуатації ІС військового призначення, а також визначити напрями удосконалення нормативної бази й інформаційно-методичного забезпечення цього процесу.

Результати

У результаті проведеного дослідження сформовано системне бачення процесу науково-технічного супроводження експлуатації інформаційних систем військового призначення, що

дало змогу розробити трирівневий комплекс моделей — концептуальну, функціональну та інформаційну, а також уточнити організаційні засади та вимоги до нормативного забезпечення процесу супроводження.

Запропоновані результати ґрунтуються на аналізі підходів PLM та ILS [13, 14], сучасних концепцій прогнозного й інтелектуального обслуговування [15, 16], практик інформаційної підтримки управлінських процесів у військовій сфері [12], а також вітчизняних досліджень нормативно-організаційних аспектів супроводження ІС [10].

Формування моделей НТС експлуатації ІС військового призначення стало результатом поетапного аналізу проблемних аспектів експлуатації, узагальнення наукових підходів та критичного осмислення наявних практик супроводження. Початковим етапом дослідження стало виявлення ключових протиріч між зростаючою складністю та критичністю ІС військового призначення, з одного боку, та фрагментарністю нормативного, організаційного й інформаційного забезпечення їх супроводження — з іншого.

На основі аналізу наукової літератури та нормативних джерел встановлено, що більшість існуючих підходів зосереджуються або на окремих технічних аспектах експлуатації (надійність, діагностика, технічне обслуговування), або на загальних питаннях інформатизації й автоматизації управління, не розглядаючи процес супроводження як цілісну систему з чітко визначеними ролями, процесами, інформаційними потоками та відповідальністю суб’єктів. Зокрема, концепції PLM, ILS та CALS створюють методологічну основу управління ЖЦ складних систем, проте не враховують повною мірою специфіку експлуатації ІС військового призначення, а дослідження з прогнозного та інтелектуального обслуговування зосереджені переважно на технічній складовій без належного нормативно-організаційного узгодження.

У межах методології системного аналізу було ідентифіковано основні елементи процесу супроводження експлуатації ІС, їх функціональні зв’язки та інформаційні взаємодії. Це дозволило перейти від опису окремих проблем до формування узагальненої структури процесів супроводження, орієнтованої на забезпечення безперервності, керованості та прогнозованості експлуатації. Особливу увагу при цьому приділено розмежуванню стратегічного й оперативного рівнів супроводження, що зумовлено різними часовими горизонтами прийняття рішень, обсягом відповідальності та характером використовуваної інформації.

Подальший етап дослідження був спрямований на формалізацію виявлених зв’язків у вигляді моделей. З цією метою спочатку було сформовано концептуальну модель (рис. 1), яка відображає загальну логіку організації супроводження, ролі суб’єктів, принципи взаємодії та місце автоматизованої інформаційної системи у забезпеченні процесу.

Концептуальна модель реалізує безперервний цикл супроводження, що включає моніторинг стану ІС, аналіз експлуатаційних даних, формування управлінських рішень та їх реалізацію з подальшою верифікацією результатів.

Концепція ґрунтується на таких ключових положеннях:

перехід від реактивного до проактивного супроводження, у межах якого рішення щодо оновлень, корекцій, оптимізації, моніторингу чи модернізації ухвалюються на основі аналізу даних;

впровадження дворівневої організаційної моделі супроводження:

стратегічний рівень — формування політики, нормативів, контроль конфігурації, стандартизація, облік ризиків, взаємодія з розробниками, постачальниками та органами планування;

оперативний рівень — виконання конкретних робіт супроводження, моніторинг стану, облік інцидентів, забезпечення користувачів, тестування, фіксація результатів.

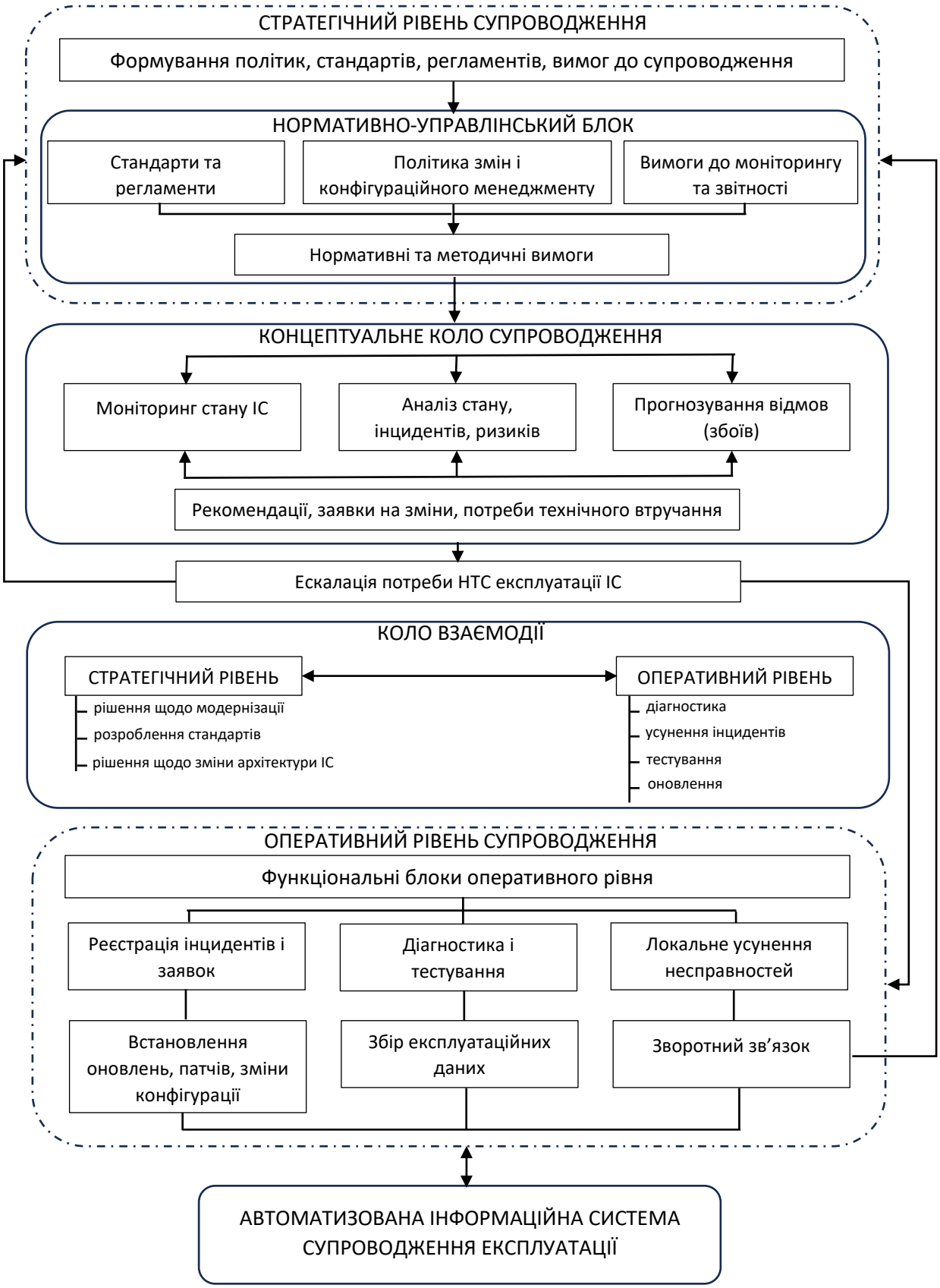


Рисунок 1 – Концептуальна модель науково-технічного супроводження експлуатації інформаційних систем військового призначення.

Функціональна взаємодія двох рівнів підтримує замкнутий цикл "дані–аналіз–рішення–зміни–верифікація", узгоджений із підходами інтегрованої логістичної підтримки та

концепцією інформаційного циклу військових систем.

Модель демонструє узгодженість процесів супроводження між різними суб'єктами (військові частини, профільні центри, розробники, органи управління), а також інтеграцію технічних і організаційних функцій у єдиний замкнутий цикл підтримання системи. Концептуальна модель слугує базою для подальшої формалізації процесів супроводження.

На основі концептуальних положень розроблено функціональну модель (рис. 2), що деталізує основні процеси супроводження, їх послідовність і взаємозв'язки. Вона містить наступні блоки:

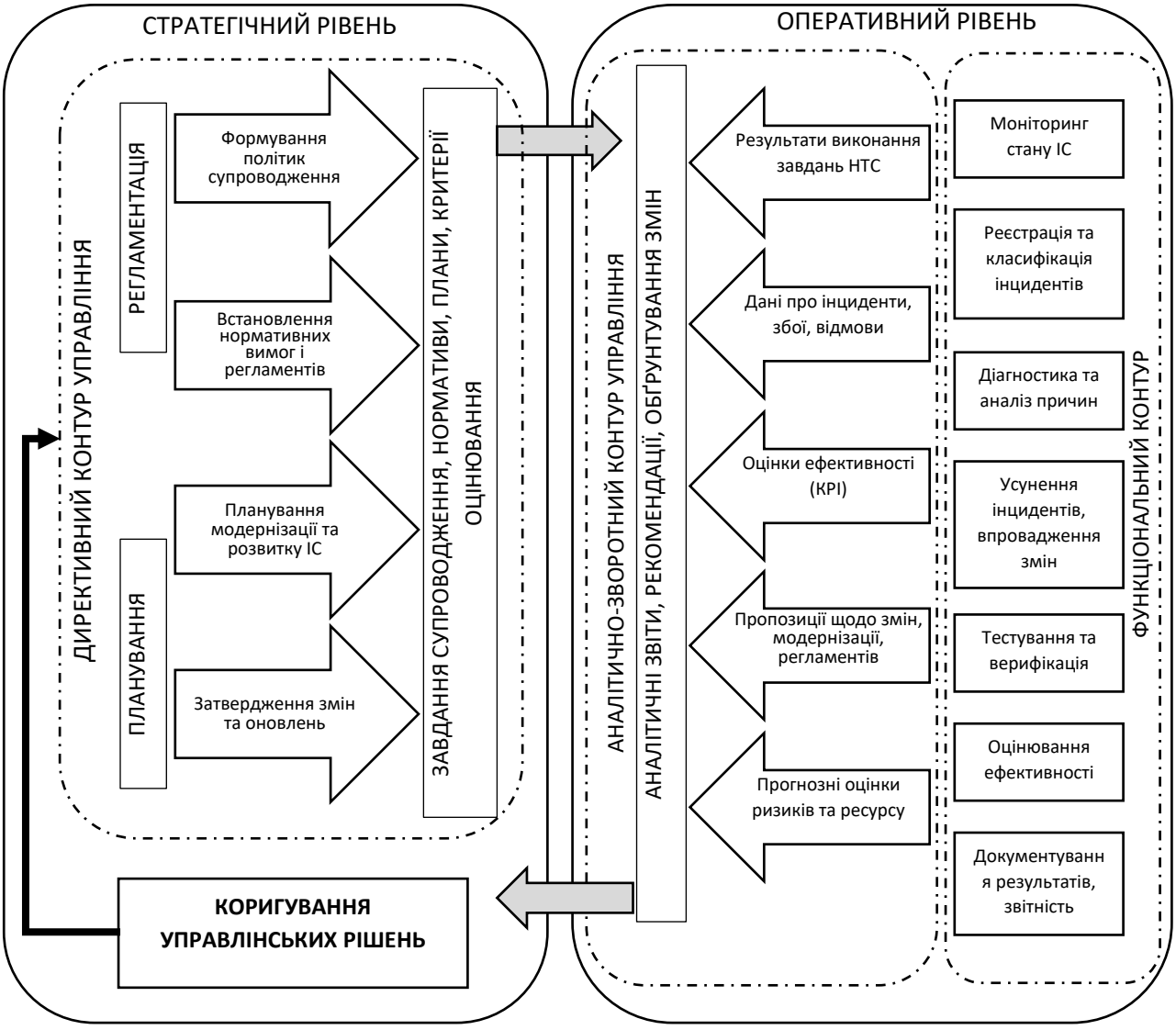


Рисунок 2 – Функціональна модель науково-технічного супроводження експлуатації інформаційних систем військового призначення

Моніторинг стану та працездатності ІС
збирання телеметрії, логів, діагностичних звітів;
аналіз доступності, навантаження, відмов, аномалій;
виявлення критичних подій у реальному часі.
Управління інцидентами та змінами
реєстрація звернень і несправностей;

класифікація інцидентів;
оперативне вирішення проблем або ескалація на вищий рівень;
аналіз причинно-наслідкових зв'язків;
погодження змін та оновлень.

Конфігураційне управління та контроль версій

ведення реєстру конфігурацій (hardware/software/documentation);
контроль відповідності інфраструктури встановленим стандартам;
аудит змін і оновлень.

Технічне обслуговування і тестування

планові й позапланові роботи;
апаратні та програмні діагностичні процедури;
регресійне тестування після внесення змін;
оцінка впливу оновлень на стійкість і безпеку.

Аналітична підтримка та прогнозування

оцінювання ефективності функціонування;
побудова показників продуктивності та надійності;
використання моделей прогнозного обслуговування (Predictive Maintenance);
прогнозування відмов і ризиків.

Документування та формування рекомендацій

створення і підтримання експлуатаційної документації;
генерація звітів для командування та розробників;
оновлення експлуатаційних інструкцій та регламентів.

Запропонована функціональна модель забезпечує логічну взаємопов'язаність етапів супроводження та визначає чіткі межі відповідальності між суб'єктами процесу. Вона реалізує двоконтурну схему управління супроводженням, у межах якої стратегічні рішення формуються з урахуванням результатів виконання оперативних заходів та аналітичного зворотного зв'язку. Її використання дозволяє перейти від реактивного реагування на відмови до проактивного управління станом ІС, що є необхідною умовою підвищення надійності та безперервності їх функціонування.

Завершальним етапом моделювання стало формування інформаційної моделі супроводження (рис. 3), яка визначає структуру та склад даних, необхідних для реалізації концептуальної та функціональної моделей. Інформаційна модель включає конфігураційні, експлуатаційні, аналітичні та нормативно-довідкові дані, а також дані про інциденти, зміни та результати супроводження.

Інформаційна модель складається з наступних елементів:

1. **Оперативний рівень супроводження** – початкова ланка інформаційної моделі що виконує функцію генерації первинної інформації про фактичний стан експлуатації ІС. На цьому рівні зосереджена практична діяльність, пов'язана з безпосереднім використанням, технічним обслуговуванням і реагуванням на інциденти в процесі експлуатації ІС.

У межах інформаційної моделі оперативний рівень формує такі основні типи інформації:

дані про поточний технічний стан ІС;
відомості про збої, відмови та інциденти;
результати виконання заходів супроводження;
експлуатаційну та звітну документацію.

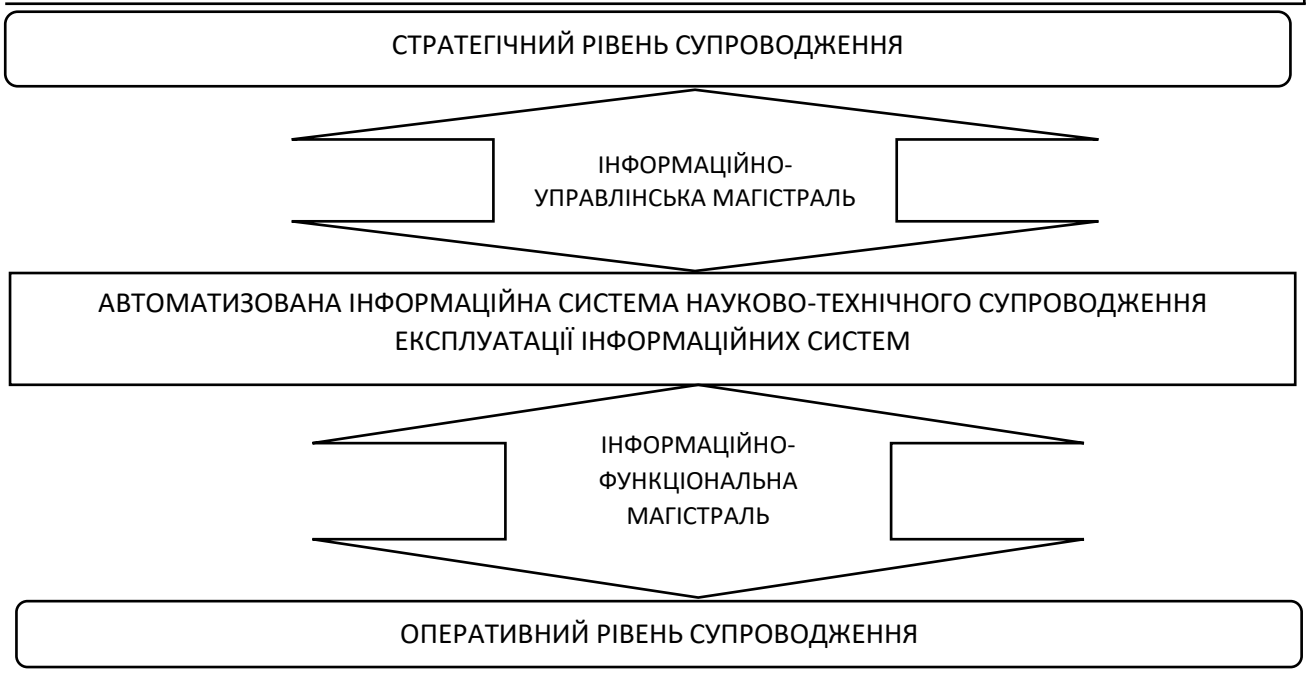


Рисунок 3 – Інформаційна модель науково-технічного супроводження експлуатації інформаційних систем військового призначення

Ця інформація має переважно неструктурований або слабко структурований характер, що обумовлює необхідність її подальшої формалізації та оброблення в автоматизованій системі супроводження. Таким чином, оперативний рівень у моделі виступає основним джерелом даних, без яких неможливе аналітичне оцінювання та прийняття обґрунтованих управлінських рішень.

2. **Інформаційно-функціональна магістраль** – забезпечує передавання інформації від оперативного рівня до автоматизованої інформаційної системи супроводження. Її роль полягає не лише в транспортуванні даних, а й у забезпеченні їх первинної уніфікації та відповідності встановленим форматам.

У межах моделі ця магістраль виконує такі функції:

передавання експлуатаційних даних у регламентованому вигляді;

забезпечення цілісності та актуальності інформації;

підтримка стандартних процедур введення та оновлення даних.

Завдяки інформаційно-функціональній магістралі реалізується безперервний зв’язок між практичною діяльністю оперативного персоналу та автоматизованими засобами супроводження, що є необхідною умовою системності процесу.

3. **Автоматизована інформаційна система** (АІС) науково-технічного супроводження експлуатації ІС займає центральне місце в інформаційній моделі та виступає її ключовим елементом. Саме в межах АІС здійснюється перетворення первинних експлуатаційних даних у аналітичну та управлінську інформацію.

Основними функціями АІС у моделі є:

централізований збір і зберігання інформації;

структуризація та нормалізація даних;

реалізація методик оцінювання ефективності супроводження;

формування зведених показників і аналітичних матеріалів;

підготовка інформації для прийняття управлінських рішень.

Таким чином, АІС у межах інформаційної моделі виконує роль інформаційного ядра, яке інтегрує дані з оперативного рівня та забезпечує їх використання на стратегічному рівні.

Важливо підкреслити, що АІС не підміняє функції управління, а забезпечує інформаційну основу для їх реалізації.

4. **Інформаційно-управлінська магістраль** – забезпечує передавання результатів аналітичної обробки з АІС на стратегічний рівень супроводження. Вона формує канал зв'язку, через який стратегічні суб'єкти отримують узагальнену, перевірену та інтерпретовану інформацію.

У межах цієї магістралі передаються:

аналітичні звіти;

показники ефективності супроводження;

виявлені проблемні зони та ризики;

рекомендації щодо коригування процесів експлуатації.

Завдяки інформаційно-управлінській магістралі реалізується зворотний інформаційний зв'язок, що є необхідною умовою адаптивності та розвитку системи супроводження.

5. **Стратегічний рівень супроводження** є кінцевим споживачем аналітичної інформації, сформованої в АІС, та виконує функції управління і розвитку системи НТС експлуатації ІС. Саме на цьому рівні приймаються рішення щодо:

удосконалення нормативної бази;

коригування методик супроводження;

планування модернізації та розвитку ІС;

визначення пріоритетів ресурсного забезпечення.

Отримана через інформаційно-управлінську магістраль інформація використовується для обґрунтування стратегічних управлінських рішень, які надалі можуть транслюватися вниз у вигляді оновлених вимог і регламентів, замикаючи таким чином цикл інформаційної взаємодії.

Запропонована інформаційна модель забезпечує безперервний і двосторонній обмін інформацією між оперативним і стратегічним рівнями супроводження експлуатації інформаційних систем. Центральне місце в моделі займає АІС супроводження, яка виступає ядром оброблення та узагальнення інформації, забезпечуючи реалізацію системного підходу до НТС експлуатації ІС.

На основі проведеного аналізу та розроблених концептуальної, функціональної й інформаційної моделей у статті визначено такі основні завдання НТС експлуатації ІС військового призначення.

1. Забезпечення системного моніторингу стану експлуатації ІС.

Завдання полягає у безперервному зборі, фіксації та накопиченні інформації про технічний і функціональний стан інформаційних систем у процесі експлуатації. Реалізація цього завдання здійснюється на оперативному рівні з подальшою централізацією даних в АІС супроводження.

2. Формалізація та уніфікація експлуатаційної інформації.

Супроводження має забезпечувати перетворення первинних, часто неструктурованих експлуатаційних даних у формалізовані інформаційні ресурси, придатні для аналітичної обробки. Це завдання безпосередньо пов'язане з інформаційною моделлю та реалізується через АІС супроводження як центральний елемент системи.

3. Аналіз інцидентів, відмов і результатів виконання заходів супроводження.

Науково-технічне супроводження передбачає систематичний аналіз причин збоїв, відмов та інших негативних подій, а також оцінювання результативності виконаних заходів реагування. Дане завдання забезпечує формування знань про проблемні зони експлуатації та слугує основою для прийняття обґрунтованих рішень.

4. Оцінювання ефективності супроводження експлуатації ІС.

Важливим завданням супроводження є оцінювання ефективності процесів експлуатації та супроводження на основі визначених показників і критеріїв. У межах запропонованої моделі це завдання реалізується шляхом аналітичної обробки даних в АІС та забезпечує зворотний зв'язок між оперативним і стратегічним рівнями.

5. Інформаційна підтримка прийняття управлінських рішень.

НТС має забезпечувати формування аналітичних матеріалів, узагальнених звітів і рекомендацій для стратегічного рівня управління. Це завдання є ключовим для реалізації двоконтурної моделі управління та дозволяє використовувати результати експлуатації для коригування політик, планів і рішень щодо розвитку ІС.

6. Забезпечення зворотного зв'язку між оперативним і стратегічним рівнями.

Науково-технічне супроводження повинно забезпечувати не лише доведення стратегічних вимог до оперативного рівня, а й організацію стійкого зворотного інформаційного зв'язку за результатами їх виконання. Це завдання реалізується через центральну роль АІС і є необхідною умовою адаптивності системи супроводження.

7. Обґрунтування напрямів удосконалення нормативної бази та інформаційно-методичного забезпечення.

Результати аналізу експлуатаційних даних і оцінювання ефективності супроводження використовуються для формування пропозицій щодо актуалізації нормативних документів, методик і регламентів. Таким чином, НТС виконує функцію зв'язку між практикою експлуатації та нормативно-методичним забезпеченням.

8. Створення інформаційної основи для розвитку та модернізації ІС.

Супроводження експлуатації повинно забезпечувати накопичення знань і аналітичних даних, необхідних для планування модернізації, розвитку або заміни ІС. Це завдання формує довгострокову цінність НТС та інтегрує його в управління ЖЦ ІС.

Визначені завдання НТС експлуатації ІС є взаємопов'язаними та реалізуються в межах запропонованих моделей, центральним елементом яких виступає АІС НТС супроводження експлуатації ІС військового призначення.

Таким чином, у ході дослідження на основі системного аналізу процесів експлуатації та супроводження ІС військового призначення обґрунтовано та розроблено сукупність взаємопов'язаних моделей НТС. Запропоновані моделі формують єдину методологічну основу організації НТС та відображають логіку взаємодії оперативного і стратегічного рівнів управління.

Показано, що центральним елементом системи супроводження виступає АІС, яка забезпечує інтеграцію інформаційних потоків, реалізацію двоконтурного управління та формування аналітичної інформації для підтримки управлінських рішень. На основі розроблених моделей визначено основні завдання НТС, а також окреслено напрями удосконалення нормативної бази та інформаційно-методичного забезпечення процесів експлуатації інформаційних систем.

Висновки

Проведене дослідження дозволило сформувати цілісне уявлення про НТС експлуатації ІС військового призначення як самостійний об'єкт управління, що потребує системної організації, формалізованих процесів та інформаційної підтримки. Отримані результати підтверджують доцільність переходу від фрагментарного виконання окремих експлуатаційних заходів до комплексного підходу, орієнтованого на безперервний аналіз, оцінювання та розвиток процесів супроводження.

Запропонована модельна основа супроводження забезпечує узгодження оперативної діяльності з управлінськими рішеннями стратегічного рівня та створює передумови для реалізації двоконтурного управління експлуатацією ІС. Центральна роль АІС НТС дозволяє

розглядати її як ключовий механізм інтеграції даних, реалізації нормативно-методичних вимог і підтримки прийняття рішень, а не лише як засіб автоматизації облікових функцій.

Суттєвим результатом дослідження є обґрунтування зв'язку між практикою експлуатації ІС та процесами удосконалення нормативної й інформаційно-методичної бази. Це створює можливість адаптивного розвитку системи супроводження з урахуванням реальних умов експлуатації, накопиченого досвіду та змін вимог до ІС військового призначення.

Отримані наукові результати можуть бути використані як методологічна основа для розроблення військових стандартів у сфері супроводження експлуатації ІС, створення або модернізації автоматизованих систем супроводження, а також для подальших досліджень, спрямованих на формалізацію показників ефективності та впровадження інтелектуальних методів підтримки управлінських рішень у процесі експлуатації ІС.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. ДСТУ ISO/IEC/IEEE 15288:2016. Інженерія систем і програмного забезпечення. Процеси життєвого циклу систем. Дійсний з 01.01.2018. ДП «УкрНДНЦ», 2016.
2. ДСТУ ISO/IEC/IEEE 24748-1:2025. Інженерія систем і програмних засобів. Керування життєвим циклом. Частина 1. Настанови щодо керування життєвим циклом. Дійсний з 01.12.2025. «УкрНДНЦ», 2025.
3. ДСТУ В 15.003:2021 Система керування життєвим циклом озброєння та військової техніки. Процеси життєвого циклу озброєння та військової техніки. Дійсний з 01.09.2022. ДП «УкрНДНЦ», 2021.
4. ДСТУ В 15.004:2022. Система розроблення і поставлення на виробництво озброєння та військової техніки. Стадії життєвого циклу озброєння та військової техніки. Дійсний з 01.10.2023. ДП «УкрНДНЦ», 2022.
5. AAP-20. NATO Programme Management Framework (NATO Life Cycle Model). Ed. C, v. 1. NSO, Brussels, 1110 Belgium, 2015, 78 p.
6. AAP-48. NATO System Life Cycle Processes. Ed. C, v. 1. NSO, Brussels, 1110 Belgium, 2022, 202p.
7. ALP-10. NATO Guidance on Integrated Logistics Support for Multinational Armament Programmes. NSO, Brussels, 1110 Belgium, 2017, 58 p.
8. Голобородько М.Ю., Закалад М.А., Поліщук В.Б. Особливості завдань науково-технічного супроводження проєктів інформатизації процесів управління оборонними ресурсами в умовах воєнного стану. *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень НУОУ*, № 1 (84), 2025, с. 58-68. https://doi.org/10.33099/2304-2745/2025-1-84/58-68.
9. Паращук Л.Я., Паращук С.М. Рекомендації стосовно використання інформаційних систем для покращення ситуаційної обізнаності органів військового управління. Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони, № 52 (1), 2025, с. 46-54. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2025-52-1-46-54.
10. Дядечко, А., & Руденська, Г. (2025). Нормативне регулювання супроводження експлуатації інформаційних систем військового призначення: проблеми та шляхи вдосконалення. *Social Development and Security*, *15*(2), 74-86. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.2.7.

11. Невзоров А.В., Скляренко О.В., Колодінська Я.О., Яровий Р.О. Особливості аналітичного забезпечення експлуатації інформаційних систем та обладнання в сучасних умовах. *Прикладні питання математичного моделювання*, Том 6, № 1, 2023, с. 117-123. https://doi.org/10.32782/mathematical-modelling/2023-6-1-13.
12. Віталій Данилик, Василь Литвин, Вікторія Висоцька. Інтелектуальна система комплексного аналізу військової інформації на основі машинного навчання та NLP для допомоги командирам тактичних ланок. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка» Інформаційні системи та мережі*, № 16, 2024, с. 35-57. https://doi.org/10.23939/sisn2024.16.035.
13. Visure Solutions. Product Lifecycle Management (PLM) in Aerospace and Defense. 2023. URL: https://visuresolutions.com/aerospace-and-defense/product--lifecycle-management. (Дата звернення: 08.12.2025).
14. Олександр Скворчевський. CALS-концепція логістичної підтримки життєвого циклу озброєння та військової техніки: національні аспекти впровадження. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*, № 34 (1), 2019, с. 42-52. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2019-34-1-45-52.
15. Tianwen Zhu, Yongyi Ran, Xin Zhou, Yonggang Wen. A Survey of Predictive Maintenance: Systems, Purposes and Approaches. Electrical Engineering and Systems Science. ArXiv preprint, 2019, 38 p. https://doi.org/10.48550/arXiv.1912.07383.
16. Haining Zheng, Antonio R. Paiva, Chris S. Gurciullo. Advancing from Predictive Maintenance to Intelligent Maintenance with AI and IioT. In AIoT workshop at KDD 2020: The 26 ACM SIGKDD International Conference on Knowledge, Aug. 22-27, 2020, San Diego, CA, USA, 6 p. https://doi.org/10.48550/arXiv.2009.00351.

References

1. DSTU ISO/IEC/IEEE 15288:2016. Systems and Software Engineering. Systems Life Cycle Processes. Valid from 01.01.2018. “UkrNDNC”, 2016.
2. DSTU ISO/IEC/IEEE 24748-1:2025. Systems and Software Engineering. Life Cycle Management. Part 1. Guidelines for Life Cycle Management. Valid from 01.12.2025. “UkrNDNC”, 2025.
3. DSTU V 15.003:2021 Life cycle management system for weapons and military equipment. Life cycle processes for weapons and military equipment. Valid from 01.09.2022. “UkrNDNC”, 2021.
4. DSTU V 15.004:2022. System for the development and commissioning of weapons and military equipment. Stages of the life cycle of weapons and military equipment. Valid from 01.10.2023. “UkrNDNC”, 2022.
5. AAP-20. NATO Programme Management Framework (NATO Life Cycle Model). Ed. C, v. 1. NSO, Brussels, 1110 Belgium, 2015, 78 p.
6. AAP-48. NATO System Life Cycle Processes. Ed. C, v. 1. NSO, Brussels, 1110 Belgium, 2022, 202p.
7. ALP-10. NATO Guidance on Integrated Logistics Support for Multinational Armament Programmes. NSO, Brussels, 1110 Belgium, 2017, 58 p.
8. Holoborodko M. Yu., Zakalad M. A., Polishchuk V. B. Peculiarities of tasks of scientific and technical support of projects of informatization of processes of management of defense resources under conditions of martial law. Proceedings of the Center for Military and Strategic Studies of the National Defence University of Ukraine, № 1 (84), 2025, pp. 58-68. https://doi.org/10.33099/2304-2745/2025-1-84/58-68.
9. Parashchuk L. Ya., Parashchuk S. M. Prospects of using information systems for improving the situation awareness of military administration bodies. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, № 52 (1), 2025, pp. 46-54. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2025-52-1-46-54.

10. Andrii Diadechko, Galyna Rudenska. Regulatory Framework for the Military Information Systems Support and Operation: Problems and Ways of Improvement. *Social Development and Security*, Vol. 15, № 2, 2025, с. 74-86. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.2.7.
11. Nevzorov A. V., Skliarenko O. V., Kolodinska Ya. O., Yarovyi R. O. Features of Analytical Support for the Operation of Information Systems and Equipment in Modern Conditions. *Applied Issues of Mathematical Modeling*, Vol. 6, No. 1, 2023, pp. 117–123. https://doi.org/10.32782/mathematical-modelling/2023-6-1-13.
12. Danylyk, V., Lytvyn, V., & Vysotska, V. (2024). Intellectual system for comprehensive analysis of military information based on machine learning and NLP to support tactical-level commanders. *Visnyk of Lviv Polytechnic National University. Information Systems and Networks*, *(16)*, 35–57. https://doi.org/10.23939/sisn2024.16.035
13. Visure Solutions. Product Lifecycle Management (PLM) in Aerospace and Defense. 2023. https://visuresolutions.com/aerospace-and-defense/product-lifecycle-management.
14. Oleksandr Skvorchevskyi. CALS-concept of weapons and military equipment life cycle logistic support: national aspects of implementation. *Modern Information Technologies in the Sphere of Security and Defence*, № 34 (1), 2019, pp. 42-52. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2019-34-1-45-52.
15. Tianwen Zhu, Yongyi Ran, Xin Zhou, Yonggang Wen. A Survey of Predictive Maintenance: Systems, Purposes and Approaches. *Electrical Engineering and Systems Science*. ArXiv preprint, 2019, 38 p. https://doi.org/10.48550/arXiv.1912.07383.
16. Haining Zheng, Antonio R. Paiva, Chris S. Gurciullo. Advancing from Predictive Maintenance to Intelligent Maintenance with AI and IioT. In AIoT workshop at KDD 2020: The 26 ACM SIGKDD International Conference on Knowledge, Aug. 22-27, 2020, San Diego, CA, USA, 6 p. https://doi.org/10.48550/arXiv.2009.00351.

Аналіз, оцінка та усунення ризиків в біометричних системах голосової автентифікації

Analysis, Assessment, and Mitigation of Risks in Voice Biometric Authentication Systems

Дмитро Сабодашко
Corresponding author: доктор філософії, старший викладач кафедри захисту інформації, e-mail: dmytro.v.sabodashko@lpnu.ua, ORCID ID: 0000-0003-1675-0976

Христина Руда
доктор філософії, доцент кафедри захисту інформації, e-mail: khrystyna.s.ruda@lpnu.ua, ORCID ID: 0000-0001-8644-411X

Юлія Оліярник
студент кафедри захисту інформації, e-mail: khrystyna.s.ruda@lpnu.ua, ORCID ID: 0009-0005-1018-651X

Андрій Нестор
студент кафедри захисту інформації, e-mail: khrystyna.s.ruda@lpnu.ua, ORCID ID: 0009-0004-1601-9598

Національний університет "Львівська політехніка", м. Львів, Україна

Dmytro Sabodashko
Corresponding author: Doctor of Philosophy, Senior Lecturer of Department of Information Security, e-mail: dmytro.v.sabodashko@lpnu.ua, ORCID ID: 0000-0003-1675-0976

Khrystyna Ruda
Doctor of Philosophy, Associate Professor of Department of Information Security, e-mail: khrystyna.s.ruda@lpnu.ua, ORCID ID: 0000-0001-8644-411X

Yuliia Oliiarnyk
Student of the Department of Information Security, e-mail: khrystyna.s.ruda@lpnu.ua, ORCID ID: 0009-0005-1018-651X

Andrii Nestor
Student of the Department of Information Security, e-mail: khrystyna.s.ruda@lpnu.ua, ORCID ID: 0009-0004-1601-9598

Lviv Polytechnic National University, Lviv, Ukraine

Received: December 23, 2025 | Revised: December 30, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.27

Мета роботи. Розробка та обґрунтування формалізованої методики комплексного аналізу й кількісної оцінки критичності ризиків у біометричних системах голосової автентифікації з урахуванням архітектурних особливостей embedding-моделей і адаптивного характеру сучасних кіберзагроз.

Метод дослідження. У роботі використано комплекс аналітичних, кількісних та прикладних методів дослідження, спрямованих на формалізований аналіз і пріоритезацію ризиків у біометричних системах голосової автентифікації з урахуванням особливостей їх архітектури та сучасного загрозового ландшафту. Основним методом дослідження є кількісно-аналітична оцінка критичності ризиків, що базується на модифікованій моделі управління ризиками.

Результати дослідження. Визначено, що найбільш критичними для систем голосової автентифікації є атаки із застосуванням синтезованого та клонованого мовлення, які характеризуються високими значеннями ймовірності, впливу та адаптивності. Показано, що інтеграція модуля виявлення життєдіяльності на основі аналізу нелінійних спектрально-фазових характеристик аудіосигналу дозволяє суттєво знизити інтегральний показник критичності deepfake-атак і перевести їх із критичного рівня до помірного або прийнятного.

Теоретична цінність дослідження. Полягає в розвитку підходів до формалізованого аналізу кіберризиків у біометричних системах шляхом урахування адаптивності сучасних атак. Запропонована модель розширює класичні підходи до оцінки безпеки біометричних систем, виходячи за межі традиційних точнісних показників FAR і FRR.

Практична цінність дослідження. Полягає в можливості використання запропонованої методики для пріоритезації загроз на етапі проєктування та програмної реалізації систем голосової біометричної автентифікації. Отримані результати можуть бути використані розробниками для обґрунтованого вибору захисних механізмів, зокрема модулів liveness detection, з метою підвищення кіберстійкості систем. полягає у формуванні комплексного підходу до оцінки критичності ризиків у системах голосової автентифікації, що поєднує архітектурний аналіз, кількісне оцінювання та обґрунтування програмних контрзаходів. Запропонований підхід створює основу для систематизації ризиків і підвищення

Purpose. To develop and substantiate a formalized methodology for comprehensive analysis and quantitative assessment of risk criticality in voice biometric authentication systems, taking into account the architectural features of embedding models and the adaptive nature of modern cyber threats.

Method. The study employs a combination of analytical, quantitative, and applied research methods aimed at the formalized analysis and prioritization of risks in voice biometric authentication systems, considering their architectural characteristics and the contemporary threat landscape. The core research method is a quantitative–analytical assessment of risk criticality based on a modified risk management model.

Findings. It has been determined that the most critical threats to voice authentication systems are attacks involving synthesized and cloned speech, which are characterized by high levels of probability, impact, and adaptability. It is shown that the integration of a liveness detection module based on the analysis of nonlinear spectral–phase characteristics of the audio signal makes it possible to significantly reduce the integral risk criticality of deepfake attacks and to shift them from a critical level to a moderate or acceptable one.

Theoretical implications. The theoretical contribution lies in advancing approaches to the formalized analysis of cyber risks in biometric systems by incorporating the adaptive nature of modern attacks. The proposed model extends classical approaches to biometric security assessment beyond traditional accuracy metrics such as FAR and FRR.

Practical implications. The practical significance of the research consists in the possibility of using the proposed methodology for threat prioritization at the design and software implementation stages of voice biometric authentication systems. The obtained results can be applied by developers to justify the selection of protective mechanisms, in particular liveness detection modules, in order to enhance the cyber resilience of such systems.

Value. The study contributes by forming a comprehensive approach to assessing risk criticality in voice authentication systems that combines architectural analysis, quantitative evaluation, and the substantiation of software-based countermeasures. The proposed approach provides a foundation for systematic risk

обґрунтованості інженерних рішень у сфері голосової біометрії.

Майбутні дослідження: Подальші дослідження доцільно спрямувати на автоматизацію оцінювання коефіцієнта адаптивності загроз, розширення набору ознак для виявлення синтезованого мовлення, а також експериментальну валідацію запропонованої методики на реальних промислових системах голосової автентифікації.

Тип статті. Аналітично-прикладне дослідження.

Ключові слова: Біометрична Автентифікація, Голосова Автентифікація, Аналіз Ризиків, Кіберстійкість, Deepfake-Атаки, Liveness Detection, Embedding-Моделі.

structuring and for improving the soundness of engineering decisions in the field of voice biometrics.

Future research. Further research should focus on automating the assessment of the threat adaptability coefficient, expanding the set of features for detecting synthesized speech, and experimentally validating the proposed methodology on real industrial voice authentication systems.

Papertype. Analytical and applied study.

Key words: Biometric Authentication, Voice Authentication, Risk Analysis, Cyber Resilience, Deepfake Attacks, Liveness Detection, Embedding Models.

Вступ

Інтенсивний розвиток інфокомунікаційних технологій та широке впровадження автоматизованих систем контролю доступу зумовлюють зростання вимог до надійності та безпеки механізмів автентифікації користувачів. Традиційні методи ідентифікації, що базуються на використанні паролів або фізичних носіїв, характеризуються високим рівнем уразливості до компрометації, що стимулювало активний розвиток біометричних систем автентифікації [1].

Серед різновидів біометричних технологій особливе місце посідає голосова автентифікація, яка вирізняється зручністю використання, можливістю віддаленої ідентифікації та простотою інтеграції в мобільні, хмарні та IoT-системи [2]. Сучасні системи автоматичної верифікації диктора ґрунтуються на застосуванні векторних представлень голосу (embedding-моделей), зокрема архітектур x-vector та i-vector, що забезпечують високі показники точності в умовах контрольованого середовища [3].

Водночас стрімкий розвиток генеративних нейронних мереж та технологій синтезу і клонування мовлення суттєво ускладнив загрозовий ландшафт систем голосової автентифікації. Поява атак із використанням синтетичного мовлення та deepfake-технологій призводить до зростання ризику несанкціонованого доступу навіть за умови високих значень традиційних точнісних показників, таких як FAR та FRR [4]. Це свідчить про обмеженість підходів, орієнтованих виключно на оцінювання продуктивності системи без урахування її кіберстійкості до адаптивних загроз [5].

У зв’язку з цим актуальною науково-практичною задачею є розробка методів комплексного аналізу ризиків у біометричних системах голосової автентифікації, які враховують не лише ймовірність реалізації загрози та її вплив, але й динаміку розвитку сучасних атак [6]. Це зумовлює необхідність формування кількісної методики оцінки критичності ризиків, орієнтованої на архітектуру сучасних систем голосової біометрії та особливості їх програмної реалізації.

Теоретичні основи дослідження

Дослідження у сфері біометричних систем автентифікації традиційно зосереджуються на оцінюванні точності розпізнавання, що визначає базовий рівень надійності системи. Найпоширенішими показниками ефективності є коефіцієнти помилкового прийняття (False Acceptance Rate, FAR) та помилкової відмови (False Rejection Rate, FRR), які широко використовуються для порівняльного аналізу різних біометричних технологій [7]. Високі значення FAR асоціюються з підвищеним ризиком несанкціонованого доступу, тоді як зростання FRR негативно впливає на зручність та доступність системи для легітимних користувачів [8].

У низці наукових робіт запропоновано багатокритеріальні підходи до вибору оптимального біометричного методу, зокрема із застосуванням методу аналізу ієрархій. Такі підходи дозволяють поєднувати точнісні показники з додатковими критеріями, включаючи зручність використання та апаратні вимоги [9]. Водночас результати подібних досліджень

свідчать, що голосова автентифікація за усередненими значеннями FAR та FRR часто поступається фізіологічним біометричним методам, зокрема ідентифікації за райдужною оболонкою ока, що обмежує її застосування у високозахищених системах [10].

Разом із тим зазначені підходи мають суттєве методологічне обмеження, оскільки ґрунтуються на середніх емпіричних значеннях, отриманих у контрольованих експериментальних умовах. Така оцінка не враховує впливу цілеспрямованих та адаптивних атак, характерних для реальних сценаріїв експлуатації систем голосової автентифікації, унаслідок чого ризики, пов'язані з компрометацією біометричних механізмів, залишаються поза межами формалізованого аналізу [11].

Сучасні системи автоматичної верифікації диктора переважно базуються на embedding-моделях, таких як x-vector та i-vector, які забезпечують масштабованість і високу продуктивність [12]. Дослідження, присвячені аналізу таких архітектур, зосереджуються переважно на питаннях точності, обчислювальної складності та масштабованості. Водночас у цих роботах, як правило, відсутня формалізована методика оцінки ризиків, пов'язаних із властивостями embedding-простору, зокрема ризиків model inversion, model extraction або зміщення векторних представлень унаслідок адверсаріальних впливів [13].

Окрему групу досліджень становлять роботи, присвячені аналізу стійкості систем голосової автентифікації до спотворень аудіосигналу. У таких роботах розглядається вплив шумів, варіацій тембру та умов запису на якість розпізнавання диктора [14]. Хоча ці дослідження є важливими для забезпечення робастності системи, вони здебільшого орієнтовані на природні спотворення та не охоплюють умисні атаки, зокрема атаки із застосуванням синтезованого мовлення або технологій клонування голосу.

Стрімкий розвиток генеративних моделей мовлення призвів до появи нових класів загроз, які суттєво підвищують ризик несанкціонованого доступу до систем голосової автентифікації. Дослідження, присвячені спуфінг-атакам і deepfake-технологіям, підтверджують високу ефективність таких атак щодо сучасних ASV-систем [15]. Разом із тим у більшості робіт основна увага зосереджується на розробці окремих захисних механізмів без кількісного обґрунтування критичності відповідних ризиків та їх пріоритетності для програмної реалізації.

Таким чином, аналіз сучасних наукових публікацій засвідчує наявність методологічної прогалини, що полягає у відсутності комплексної кількісної системи оцінки критичності ризиків у біометричних системах голосової автентифікації. Існуючі підходи не забезпечують формалізованої пріоритезації загроз з урахуванням їх адаптивного характеру та специфіки сучасних embedding-архітектур, що ускладнює прийняття обґрунтованих рішень щодо вибору та реалізації захисних механізмів.

Постановка проблеми

Проведений аналіз сучасних наукових досліджень у сфері біометричних систем голосової автентифікації засвідчив, що існуючі підходи до оцінки безпеки таких систем є методологічно обмеженими. Переважна більшість робіт зосереджується на аналізі точнісних характеристик, зокрема показників FAR та FRR, або на використанні експертних багатокритеріальних методів, які не враховують специфіку та динаміку сучасних кіберзагроз.

Сучасні системи автоматичної верифікації диктора, побудовані на основі embedding-моделей голосу, характеризуються підвищеною складністю та масштабованістю, що водночас зумовлює появу нових класів ризиків. До таких ризиків належать атаки із застосуванням синтезованого та клонованого мовлення, адверсаріальні впливи на embedding-простір, а також атаки, спрямовані на компрометацію біометричних шаблонів. Зазначені загрози мають адаптивний характер і здатні еволюціонувати разом із розвитком методів захисту, що не відображається в межах традиційних статичних моделей оцінки безпеки.

Відсутність формалізованої кількісної методики оцінки критичності ризиків у біометричних системах голосової автентифікації унеможливлює обґрунтовану пріоритезацію загроз на етапі програмної реалізації. У результаті заходи захисту впроваджуються фрагментарно, без чіткого зв'язку між рівнем ризику та складністю відповідних програмних рішень, що негативно впливає на загальну кіберстійкість системи.

Таким чином, науково-практична проблема, що розглядається у статті, полягає у відсутності комплексного підходу до кількісного аналізу та пріоритезації ризиків у біометричних системах голосової автентифікації з урахуванням адаптивності сучасних атак і архітектурних особливостей embedding-моделей. Розв'язання цієї проблеми є необхідною передумовою для проєктування та програмної реалізації ефективних і стійких до сучасних загроз систем голосової біометрії.

Метою даної наукової статті є розробка та обґрунтування методики комплексного аналізу і кількісної оцінки критичності ризиків у біометричних системах голосової автентифікації з урахуванням адаптивності сучасних загроз і особливостей архітектур на основі embedding-моделей.

Для досягнення поставленої мети у роботі необхідно розв'язати такі завдання:

1. провести аналіз сучасних наукових підходів до оцінки безпеки біометричних систем голосової автентифікації та виявити їх методологічні обмеження;

2. здійснити класифікацію основних ризиків, характерних для систем голосової автентифікації, з урахуванням архітектурних рівнів їх реалізації;

3. розробити кількісну модель оцінки критичності ризиків, що поєднує показники ймовірності реалізації загрози, її впливу та адаптивності;

4. виконати оцінювання критичності основних ризиків для систем голосової автентифікації на основі запропонованої методики;

5. обґрунтувати програмні підходи до усунення або мінімізації найбільш критичних ризиків та оцінити їх вплив на рівень кіберстійкості системи.

Методологія дослідження

Методологія дослідження спрямована на формування формалізованого підходу до аналізу та пріоритезації ризиків у біометричних системах голосової автентифікації з урахуванням архітектурних особливостей сучасних ASV-систем і динамічного характеру сучасних кіберзагроз. На відміну від традиційних підходів, орієнтованих виключно на показники точності, запропонована методика забезпечує підтримку прийняття інженерних рішень на етапі програмної реалізації системи.

Для забезпечення системного аналізу ризики класифікуються відповідно до рівня їх впливу на архітектуру системи голосової автентифікації:

1. Ризики рівня вхідних даних, спрямовані на маніпуляцію аудіосигналом, що подається на вхід системи (replay-атаки, атаки із застосуванням синтезованого або клонованого голосу).

2. Ризики рівня моделі та алгоритмів, пов'язані з компрометацією embedding-моделей або механізмів прийняття рішень (adversarial examples, model inversion, data poisoning).

3. Ризики інфраструктурного рівня, що стосуються зберігання та передавання біометричних даних (перехоплення трафіку, витік embedding-шаблонів, компрометація серверної частини).

У межах даного дослідження основну увагу зосереджено на ризиках перших двох рівнів, оскільки вони є найбільш специфічними для програмної реалізації біометричних систем голосової автентифікації та безпосередньо впливають на їх кіберстійкість [16].

Для оцінки критичності ризиків використовується модифікована кількісно-якісна модель, що базується на класичному підході до управління ризиками. Базова оцінка ризику визначається як добуток ймовірності реалізації загрози та впливу її наслідків:

$$R_{\text{баз}} = P \cdot I, \quad (1)$$

де P — ймовірність реалізації ризику;
I – рівень впливу на систему у разі реалізації загрози.

Обидва параметри оцінюються за п’ятибальною порядковою шкалою, де 1 відповідає мінімальному, а 5 — максимальному рівню [17].

Однак використання статичної моделі $R_{\text{баз}}$ є недостатнім для адекватної оцінки сучасних загроз, що мають адаптивний характер і здатні еволюціонувати разом із розвитком захисних механізмів. З цією метою у методиці вводиться додатковий коефіцієнт адаптивності загрози A, який відображає динаміку розвитку атаки, складність її виявлення та потребу в постійному оновленні захисних механізмів [18].

Коефіцієнт A набуває таких значень:

- $A = 1$ — статичні ризики, які можуть бути усунені за допомогою фіксованих програмних або організаційних заходів;
- $A = 2$ — динамічні ризики, що характеризуються швидкою еволюцією та потребують інтеграції складних адаптивних захисних механізмів.

З урахуванням коефіцієнта адаптивності повна оцінка критичності ризику визначається як:

$$R = P \cdot I \cdot A. \quad (2)$$

Запропонована модель не претендує на абсолютну метричну точність, а використовується як інструмент формалізованої пріоритезації ризиків у процесі проєктування та програмної реалізації системи голосової автентифікації. Такий підхід відповідає практиці адаптації стандартів управління ризиками (зокрема ISO/IEC 27005 [19]) до специфіки прикладних кіберфізичних систем.

На основі отриманого значення R ризикам присвоюється рівень критичності:

- $R \leq 10$ — низький ризик (контрольований);
- $11 \leq R \leq 20$ — помірний ризик (потребує моніторингу);
- $21 \leq R \leq 40$ — високий ризик (потребує додаткових заходів безпеки);
- $R > 40$ — критичний ризик (необхідне негайне усунення).

Застосування цієї методики дозволяє забезпечити обґрунтовану пріоритезацію загроз та визначити напрями програмної реалізації захисних механізмів відповідно до реального рівня ризику.

Оцінка ризиків системи голосової автентифікації

Оцінка ризиків системи голосової автентифікації здійснювалась відповідно до запропонованої кількісно-якісної методики, що базується на моделі:

$$R = P \cdot I \cdot A.$$

Оцінювання параметрів P, I та A виконувалось за п’ятибальною порядковою шкалою з урахуванням доступності атакуючих інструментів, потенційних наслідків для конфіденційності, цілісності та доступності системи, а також здатності загрози еволюціонувати з часом. На основі отриманих значень визначався інтегральний показник критичності ризику R та відповідний рівень ризику.

Результати оцінювання основних ризиків, характерних для сучасних біометричних систем голосової автентифікації, наведено в таблиці 1. Для кожного ризику також наведено приклади основних заходів усунення або мінімізації та повторну оцінку критичності після впровадження відповідних захисних механізмів.

Таблиця 1 – Оцінка критичності ризиків у системі голосової автентифікації

№ з/п	Тип атаки / ризику	*P* (до)	*I* (до)	*A* (до)	*R* (до)	Основні заходи усунення	*P* (після)	*I* (після)	*R* (після)	Рівень ризику після
1	Replay-атака (відтворення голосу)	4	3	1	12	Challenge response, аналіз акустики, часові кореляції	2	2	4	Низький
2	Deepfake / синтез голосу (TTS)	5	5	2	50	Liveness Detection, CQCC, ensemble, challenge-response	2	2	8	Середній
3	Adversarial examples	3	4	2	24	Adversarial training, input sanitization, anomaly detection	2	3	12	Середній
4	Data poisoning	2	5	2	20	Контроль цілісності датасетів, підписані моделі	1	3	3	Низький
5	Model inversion / extraction	3	4	2	24	Differential privacy, обмеження API-відповідей	2	2	8	Середній
6	Витік embedding-шаблонів	3	5	1	15	Шифрування (AES-GCM), TEE/HSM, cancellable transforms	1	3	3	Низький
7	MITM / мережеві атаки	3	4	1	12	TLS 1.3, certificate pinning, перевірка таймштампів	1	3	3	Низький
8	Voice conversion	4	4	2	32	Liveness detection, спектрально-фазовий аналіз, рандомні команди	2	2	8	Середній
9	Фішинг / соціальна інженерія	4	3	1	12	Освітні заходи, перевірка контексту, поведінковий аналіз	2	2	4	Низький
10	Вразливості серверів / ескалація прав	3	5	1	15	Пентест, контроль оновлень, сегментація мережі	1	3	3	Низький

Аналіз результатів, наведених у таблиці 1, засвідчує, що найбільш критичними для системи голосової автентифікації є ризики, пов’язані з використанням синтезованого та клонованого голосу. Зокрема, deepfake-атаки та атаки на основі voice conversion характеризуються високими значеннями ймовірності реалізації та впливу, а також підвищеним коефіцієнтом адаптивності, що зумовлює їх високий інтегральний показник критичності.

Deepfake-атака має максимальне значення показника R, що свідчить про її критичний характер і необхідність негайного усунення на етапі програмної реалізації системи. Висока оцінка коефіцієнта адаптивності для цього типу загроз пояснюється стрімким розвитком генеративних моделей мовлення та постійним удосконаленням методів обходу традиційних механізмів захисту.

На відміну від цього, класичні replay-атаки та інфраструктурні загрози, такі як перехоплення трафіку або компрометація серверної частини, характеризуються нижчим рівнем критичності. Це зумовлено їх відносно статичним характером і наявністю добре відпрацьованих програмних та організаційних механізмів захисту, що дозволяють ефективно знижувати ймовірність та вплив таких ризиків.

Повторна оцінка ризиків після впровадження запропонованих заходів захисту демонструє суттєве зниження інтегрального показника критичності для всіх розглянутих загроз. Особливо помітний ефект спостерігається для deepfake-атак, для яких впровадження спеціалізованих механізмів виявлення життєдіяльності дозволяє перевести ризик із критичної зони до прийнятного або помірного рівня.

Отримані результати підтверджують доцільність використання запропонованої методики для формалізованої пріоритезації ризиків у біометричних системах голосової автентифікації та створюють підґрунтя для обґрунтування вибору програмних захисних механізмів.

Результати

За результатами застосування розробленої методики кількісної оцінки критичності ризиків встановлено, що для сучасних біометричних систем голосової автентифікації домінуючими загрозами є атаки із застосуванням синтезованого та клонованого мовлення, які поєднують високу ймовірність реалізації, значний вплив на безпеку системи та адаптивний характер.

Запропонована модель оцінювання дозволила формалізувати пріоритетність таких загроз і обґрунтувати доцільність їх усунення саме на етапі програмної реалізації системи. Зокрема, інтеграція спеціалізованих механізмів виявлення життєдіяльності як окремого архітектурного модуля забезпечує істотне зниження критичності deepfake-атак без погіршення функціональних характеристик системи автентифікації.

Отримані результати підтверджують, що перехід від оцінювання безпеки виключно за точнісними показниками до комплексного аналізу ризиків створює підґрунтя для прийняття обґрунтованих інженерних рішень щодо вибору та реалізації програмних механізмів захисту.

Висновки

У роботі розроблено та обґрунтовано формалізовану методику комплексного аналізу і кількісної оцінки критичності ризиків у біометричних системах голосової автентифікації, яка базується на модифікованій моделі управління ризиками з урахуванням ймовірності, впливу та адаптивності сучасних загроз.

Запропонований підхід дозволяє подолати обмеження традиційних методів оцінювання безпеки, що ґрунтуються виключно на точнісних показниках FAR та FRR, і забезпечує формалізовану пріоритезацію загроз з урахуванням архітектурних особливостей embedding-моделей голосу.

За результатами кількісної оцінки встановлено, що атаки із застосуванням синтезованого та клонованого мовлення (deepfake та voice conversion) мають найвищий рівень критичності для сучасних систем голосової автентифікації, що зумовлює необхідність їх пріоритетного усунення на етапі програмної реалізації системи.

Обґрунтовано програмний підхід до зниження критичності найбільш небезпечних загроз шляхом інтеграції модуля виявлення життєдіяльності на основі аналізу нелінійних спектрально-фазових характеристик аудіосигналу, що забезпечує істотне зменшення інтегрального показника ризику deepfake-атак.

Отримані результати підтверджують практичну доцільність використання розробленої методики як інструменту підтримки інженерних рішень при проєктуванні та програмній реалізації кіберстійких систем голосової біометричної автентифікації та створюють підґрунтя для подальшої автоматизації оцінки адаптивних кіберризиків.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Скорик Ю., Безрук В. Вибір переважного методу біометричної автентифікації / Ю. Скорик, В. Безрук // International Science Journal of Engineering & Agriculture. — 2023. — Т. 2, № 4. — С. 28–34. — https://doi.org/10.46299/j.isjea.20230204.04.
2. Adelusi J. Voice Biometrics for Authentication: A Comprehensive Exploration [Електрон. ресурс] / J. Adelusi. — 2024. — Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/387060240_Voice_Biometrics_for_Authentication_A_Comprehensive_Exploration (дата звернення: 30.11.2025)
3. Самофал А. (2022). Система біометричної ідентифікації та аутентифікації персоналу на промислових об'єктах : автореф. дис. … канд. техн. наук. Київ, 113 с.
4. Руда, Х. (2025). Дослідження масштабованості систем біометричної автентифікації на основі ембеддінгів голосу. *Social Development and Security*, *15*(1), 161-170. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.1.15
5. Філоненко П., Винокурова О. (2011). Аналіз біометричних систем автентифікації та ідентифікації з використанням гібридних інтелектуальних методів для захисту від несанкціонованого доступу // Радіотехніка, № 166.
6. Ruda K., et al. (2024). Comparison of Digital Signal Processing Methods and Deep Learning Models in Voice Authentication. *Cybersecurity: Education, Science, Technique*, 1(25), 140–160.
7. Jain A. K., Ross A., Prabhakar S. (2004). An introduction to biometric recognition. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 14(1), 4–20.
8. ISO/IEC 2382-37:2017. Information technology — Vocabulary — Part 37: Biometrics.
9. Saaty T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98.
10. Daugman J. (2004). How iris recognition works. IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 14(1), 21–30.
11. Galbally J., Marcel S., Fierrez J. (2014). Biometric antispoofing methods: A survey in face recognition. IEEE Access, 2, 1530–1552. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2014.2322355.
12. Snyder D., Garcia-Romero D., Sell G., Povey D., Khudanpur S. (2018). X-vectors: Robust DNN embeddings for speaker recognition. Proceedings of ICASSP, 5329–5333.
13. Biggio B., Roli F. (2018). Wild patterns: Ten years after the rise of adversarial machine learning. Pattern Recognition, 84, 317–331. https://doi.org/10.1016/j.patcog.2018.07.023.
14. Kinnunen T., Li H. (2010). An overview of text-independent speaker recognition: From features to supervectors. Speech Communication, 52(1), 12–40. https://doi.org/10.1016/j.specom.2009.08.010.
15. Wu Z., Evans N., Kinnunen T., Yamagishi J., Alegre F., Li H. (2015). Spoofing and countermeasures for speaker verification: A survey. Speech Communication, 66, 130–153. https://doi.org/10.1016/j.specom.2015.02.007.
16. Behl A., Behl K. (2017). Cyberwar, cyberterrorism and cybercrime: A review. Journal of Global Information Technology Management, 20(3), 190–203. https://doi.org/10.1080/1097198X.2017.1364669.
17. ISO/IEC 27005:2018. Information technology – Security techniques – Information security risk management.
18. Ruan K. (2017). Introducing cybernomics: A unifying economic framework for measuring cyber risk. Computers & Security, 65, 77–89. https://doi.org/10.1016/j.cose.2016.12.004.

References

1. Skoryk, Y., & Bezruk, V. (2023). Selection of the preferred biometric authentication method. *International Science Journal of Engineering & Agriculture, 2*(4), 28–34. https://doi.org/10.46299/j.isjea.20230204.04
2. Adelusi, J. (2024). *Voice biometrics for authentication: A comprehensive exploration*. https://www.researchgate.net/publication/387060240_Voice_Biometrics_for_Authentication_A_Comprehensive_Exploration
3. Samofal, A. (2022). *System of biometric identification and authentication of personnel at industrial facilities* (Extended abstract of PhD dissertation). Kyiv, Ukraine.
4. Ruda, K. (2025). Research on the scalability of voice-embedding-based biometric authentication systems. *Social Development and Security, 15*(1), 161–170. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.1.15
5. Filonenko, P., & Vynokurova, O. (2011). Analysis of biometric authentication and identification systems using hybrid intelligent methods for protection against unauthorized access. *Radiotekhnika*, (166).
6. Ruda, K., et al. (2024). Comparison of digital signal processing methods and deep learning models in voice authentication. *Cybersecurity: Education, Science, Technique, 1*(25), 140–160.
7. Jain, A. K., Ross, A., & Prabhakar, S. (2004). An introduction to biometric recognition. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 14*(1), 4–20.
8. ISO/IEC. (2017). *ISO/IEC 2382-37:2017 Information technology — Vocabulary — Part 37: Biometrics*. https://www.iso.org/standard/66375.html
9. Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences, 1*(1), 83–98.
10. Daugman, J. (2004). How iris recognition works. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 14*(1), 21–30.
11. Galbally, J., Marcel, S., & Fierrez, J. (2014). Biometric antispoofing methods: A survey in face recognition. *IEEE Access, 2*, 1530–1552. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2014.2322355
12. Snyder, D., Garcia-Romero, D., Sell, G., Povey, D., & Khudanpur, S. (2018). X-vectors: Robust DNN embeddings for speaker recognition. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)* (pp. 5329–5333).
13. Biggio, B., & Roli, F. (2018). Wild patterns: Ten years after the rise of adversarial machine learning. *Pattern Recognition, 84*, 317–331. https://doi.org/10.1016/j.patcog.2018.07.023
14. Kinnunen, T., & Li, H. (2010). An overview of text-independent speaker recognition: From features to supervectors. *Speech Communication, 52*(1), 12–40. https://doi.org/10.1016/j.specom.2009.08.010
15. Wu, Z., Evans, N., Kinnunen, T., Yamagishi, J., Alegre, F., & Li, H. (2015). Spoofing and countermeasures for speaker verification: A survey. *Speech Communication, 66*, 130–153. https://doi.org/10.1016/j.specom.2015.02.007
16. Behl, A., & Behl, K. (2017). Cyberwar, cyberterrorism and cybercrime: A review. *Journal of Global Information Technology Management, 20*(3), 190–203. https://doi.org/10.1080/1097198X.2017.1364669
17. ISO/IEC. (2018). *ISO/IEC 27005:2018 Information technology — Security techniques — Information security risk management*. https://www.iso.org/standard/75281.html
18. Ruan, K. (2017). Introducing cybernomics: A unifying economic framework for measuring cyber risk. *Computers & Security, 65*, 77–89. https://doi.org/10.1016/j.cose.2016.12.004

Дослідження пробиття сердечником 7,62 – мм кулі Б – 32 багатошарового захисного елемента

Research on the Penetration of a Multilayer Protective Element by a 7.62-mm Bullet B-32

Сергій Бісик

Corresponding author: доктор технічних наук, професор, начальник науково-випробувального відділу, e-mail: sergey-new@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5009-2113

Олександр Наконечний

ад'юнкт кафедри технічного забезпечення інституту логістики та підтримки військ (сил), e-mail: a.nakonechnui@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7124-9431

Національний університет оборони України, Київ, Україна

Serhii Bisyk

Corresponding author: Dr. Sci. (Engin.), Professor, Head of the Department, e-mail: sergey-new@ukr.net, ORCID: 0000-0002-5009-2113

Oleksandr Nakonechnui

PhD student of the Department of Technical Support of the Institute of Logistics and Support of Troops (Forces), e-mail: a.nakonechnui@gmail.com, ORCID: 0000-0002-7124-9431

National University of Defense of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 15, 2025 | Revised: December 30, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.28

Мета роботи. Дослідження протикульної стійкості багатошарових захисних елементів із різними варіантами розташування шарів матеріалів до ураження бронебійною кулею Б-32.

Метод дослідження. Чисельне моделювання, експеримент.

Результати дослідження: Максимальна відносна похибка між натурним експериментом та числовим моделюванням, за значеннями глибини проникнення не перевищує 7% для бронесталі та 8% для алюмінієвого. Отримане значення похибки між експериментальними і числовими результатами дозволяє застосовувати розроблену математичну модель числового рішення пробиття бронебійною кулею Б-32 захисних багатошарових елементів, як для оцінки рівня балістичної стійкості так і для проведення параметричних досліджень для вибору раціональних параметрів конструкції багатошарового захисного елемента. Отримані залежності зміни границі плинності показують, що її зростання для броньової сталі призводить до пропорційного зменшення глибини пробиття. Для алюмінієвого сплаву таке зменшення є не лінійним, що дозволяє стверджувати про отримані раціональні значення границі плинності не більше 300-350 МПа, так як подальше зростання границі плинності не призводить до значного зменшення пробиття але значно підвищує вартість такого алюмінієвого сплаву. За результатами досліджень встановлено, що комбінування шарів захисного елементу в різній послідовності дозволяє отримати різне значення протикульної стійкості. З оцінених варіантів багатошарових захисних елементів, стійкими до пробиття є зразки в яких перший шар має високу міцність (шар з бронесталі) і опирається на шар з алюмінієвого сплаву. Комбінування багатошарового захисного елементу у варіантах лицьового шару із алюмінію показує, що такі зразки мають некондиційні ураження. Виконання першого лицьового шару з бронесталі дає кращий результат порівнано із використанням двох еквівалентних за товщиною шарів бронесталі в проміжку між якими є шар алюмінієвого сплаву.

Теоретична цінність дослідження. Отримані результати розширюють наукові уявлення про механізми пробиття бронебійними кулями багатошарових металевих перешкод та вплив фізико-механічних характеристик матеріалів на процес проникнення. Розроблена та верифікована чисельна модель може бути використана для подальших теоретичних і параметричних досліджень у галузі балістичного захисту.

Практична цінність дослідження. Застосування багатошарових захисних елементів із поєднанням бронесталі та алюмінієвих сплавів дозволяє підвищити рівень протикульного захисту існуючої броньованої техніки без суттєвого збільшення габаритних розмірів та з незначним приростом маси. Додатковий шар алюмінієвого сплаву також підвищує протиосколкову стійкість конструкції.

Оригінальність. Оригінальність роботи полягає у комплексному поєднанні натурних експериментів і чисельного моделювання для оцінки пробиття бронебійною кулею Б-32 багатошарових захисних елементів, а також у визначенні раціональних параметрів матеріалів і порядку їх

Purpose. Research on the bulletproof resistance of multilayer protective elements with different options for arranging the layers of materials before being hit by a B-32 armor-piercing bullet.

Method: Numerical modeling, experiment.

Findings. The maximum relative error between the full-scale experiment and numerical modeling, in terms of penetration depth values, does not exceed 7% for armor steel and 8% for aluminum. The error value obtained between the experimental and numerical results allows us to apply the developed mathematical model of the numerical solution of penetration by an armor-piercing bullet B-32 of protective multilayer elements, both for assessing the level of ballistic resistance and for conducting parametric studies to select rational parameters of the design of a multilayer protective element. The obtained dependences of the change in the yield point show that its increase for armor steel leads to a proportional decrease in the penetration depth. For an aluminum alloy, such a decrease is not linear, which allows us to state that the obtained rational values of the yield point are no more than 300-350 MPa, since a further increase in the yield point does not lead to a significant decrease in penetration but significantly increases the cost of such an aluminum alloy. According to the results of the studies, it was established that combining the layers of the protective element in different sequences allows us to obtain different values of bulletproof resistance. Of the evaluated variants of multilayer protective elements, the most resistant to penetration are samples in which the first layer has high strength (layer of armor steel) and is supported by a layer of aluminum alloy. Combining a multilayer protective element in variants of the front layer of aluminum shows that such samples have substandard damage. The use of the first front layer of armor steel gives a better result compared to the use of two equivalent thickness layers of armor steel with an aluminum alloy layer between them.

Theoretical implications. The results obtained expand scientific understanding of the mechanisms of armor-piercing bullets penetrating multilayer metal barriers and the influence of physical and mechanical characteristics of materials on the penetration process. The developed and verified numerical model can be used for further theoretical and parametric research in the field of ballistic protection.

Practical implications. The use of multilayer protective elements with a combination of armor steel and aluminum alloys allows to increase the level of bulletproof protection of existing armored vehicles without a significant increase in overall dimensions and with a slight increase in mass. An additional layer of aluminum alloy also increases the anti-fragmentation resistance of the structure.

Originality. The originality of the work lies in the complex combination of full-scale experiments and numerical modeling to assess the penetration of multilayer protective elements by the B-32 armor-piercing bullet, as well as in determining the rational parameters of the materials and the order of their arrangement, taking into account both ballistic efficiency and mass characteristics.

розташування з урахуванням як балістичної ефективності, так і масових характеристик.

Обмеження дослідження. Дослідження проведено для конкретного типу загрози — бронебійної кулі Б-32 калібру 7,62 мм. У чисельному моделюванні розглядався лише сердечник кулі без урахування оболонки. Розглянуті обмежена кількість матеріалів (Armox 500 та сплав 5083 H111) і варіантів товщин та конфігурацій шарів. Остаточна оцінка ефективності запропонованих конструкцій потребує розширених натурних випробувань.

Тип статті. Концептуально-емпірична.

Ключові слова: математична модель, сердечник, озброєння та військова техніка, засоби ураження, експериментальні дослідження, захищеність, алюмінієві сплави, методика, план проведення експерименту, метод скінченних елементів, напружено-деформований.

Research limitations. The study was conducted for a specific type of threat — the 7.62 mm B-32 armor-piercing bullet. In the numerical simulation, only the bullet core was considered, without taking into account the jacket. A limited number of materials (Armox 500 and alloy 5083 H111) and variants of layer thicknesses and configurations were considered. The final assessment of the effectiveness of the proposed designs requires extended full-scale tests.

Paper type: Review, scientific-practical.

Key words: Mathematical Model, Core, Weapons and Military Equipment, Means of Destruction, Experimental Research, Security, Aluminum Alloys, Methodology, Experimental Plan, Finite Element Method, Stress-Strain.

Вступ

Підвищення захищеності особового складу та броньованих автомобілів є одним з пріоритетних напрямів досліджень, що безпосередньо впливають на ефективність виконання підрозділами Сил оборони поставлених завдань по відбиттю агресії російської федерації.

Встановлені експертним опитуванням загрози для ББМ (рис.1.) показують, що поряд з необхідністю забезпечення захищеності від протитанкових мін та саморобних пристроїв актуальним є підвищення балістичного захисту [1, 2, 3, 4].

На сьогодні методи дослідження складних високошвидкісних фізичних процесів (таких як удар, вибух та інші імпульсні навантаження) суттєво розвинулися в порівнянні з минулим століттям. Це пов’язано, насамперед, зі створенням нових елементів випробувальних установок, що дають можливість більш точно отримати експериментальні дані (напр. швидкості польоту ударників в момент зіткнення з перешкодою та після її пробиття, швидкості розльоту утворених внаслідок вибуху осколків, кумулятивних струменів та ін.). Проте такі експерименти вимагають використання складного обладнання та залучення значних коштів. Сучасний розвиток обчислювальної техніки в поєднанні з числовими методами дозволяє проводити дослідження швидкопротікаючих процесів, частково або повністю замінюючи проведення натурного експерименту, або значно його доповнюючи. Крім того, застосування числового моделювання дозволяє значно скоротити фінансові витрати на проведення експериментальних досліджень. Поєднання натурних експериментів з числовим моделюванням дає змогу більш швидко та точно отримувати інформацію про поведінку об’єктів при складних навантаженнях.

Тому, створення числових моделей процесів, що досліджуються, перевірка їх адекватності, стійкості, збіжності та оцінка точності рішення, вибір методу чисельного рішення та експериментальна апробація отриманих результатів є актуальним науковим завданням при дослідженні шляхів забезпечення балістичного захисту ББМ [5].

Для забезпечення балістичного захисту броньованих автомобілів можна виділити такі основні напрями: застосування в їх конструкції загального, локального та/або рознесення бронювання, модульність конструкції, приховане або скрите бронювання. Ці заходи можуть бути забезпечені за рахунок раціонального розміщення захисних балістичних елементів, використанням сучасних матеріалів та комбінуванням варіантів захисних матеріалів. Одним із таких напрямів комбінування є створення багатошарових захисних елементів, що дозволяє підвищити рівень балістичного захисту, відповідно до існуючих загроз, без суттєвого зростання маси та практично не змінюючи габаритні розміри існуючої конструкції зразка [6, 7, 8, 9, 10, 11].

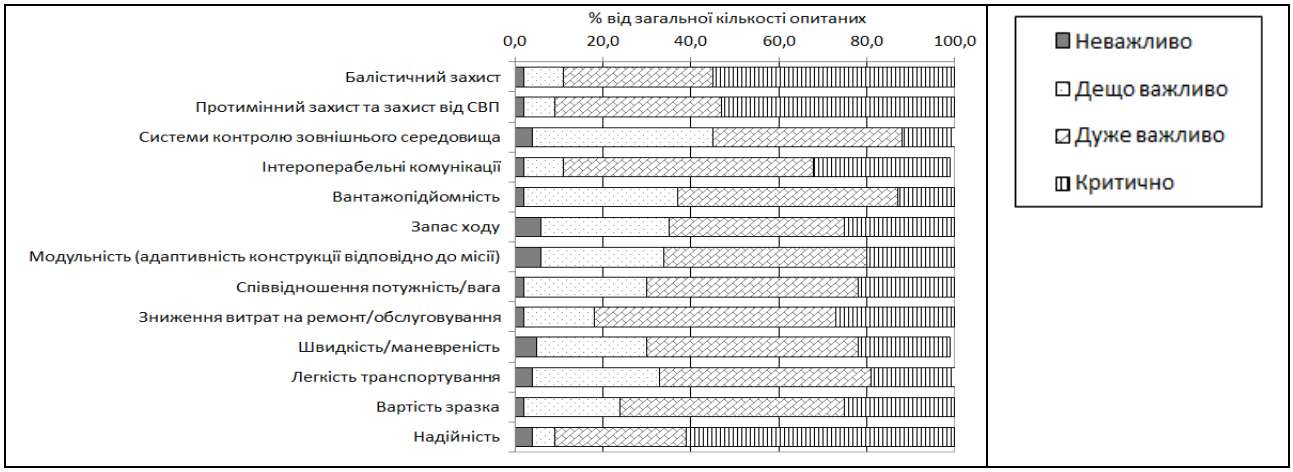


Рисунок 1 – Напрями розвитку ББМ, що визначені експертами актуальними до 2028 року



Рисунок 2 – Напрями розвитку ББМ, що визначені експертами актуальними до 2028 року

Однією із масових загроз, які існують на сьогоднішній день, є 7,62-мм бронебійні кулі Б-32. Зважаючи на вище викладене, проведені дослідження пробиття 7,62-мм кулею Б-32 багатошарового захисного елемента, що є метою статті.

Методологія дослідження

Опис моделей матеріалів, що застосовувались при проведенні моделювання, геометричні розміри та фізико-механічні властивості матеріалів, методика проведення чисельного моделювання, що застосовані при моделюванні наведенні в таких роботах [12, 13, 14].

Об'єктом моделювання обрано броньову сталь Armox 500, алюмінієвий сплав 5083 H111, фізико-механічні властивості яких та сердечника 7,62 мм кулі Б-32 наведено таблиці 1. Детальний опис результатів дослідження фізико-механічних властивостей броньових сталей наведено в роботах [15,16, 17, 18, 19, 20].

Габаритні розміри листа багатошарового захисного елемента складають 300х300 мм. При проведеному чисельному моделюванні взято до уваги тільки сердечник 7,62-мм кулі Б-32, геометричні розміри якого вказані на рис.3.

Скінчено-елементна модель (СЕМ) сердечника кулі та гомогенної перешкоди наведена на рис.4. СЕМ утворена оболонковими вісесиметричними елементами. Характерні розміри елементів СЕМ в зоні пробиття складають 0,15х0,15 мм.

Таблиця 1 – Фізико-механічні характеристики об'єктів моделювання

№ з/п	Об'єкт	Фізико-механічні характеристики					
		$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B, МПа	E, ГПа	ν	δ, %	ρ, кг/м^3
1.	Бронесталь Armox 500	1250	1500	210,0	0,29	8,0	7850
2.	Алюмінієвий сплав 5083 H111	230	460	72,0	0,32	16,0	2650
3.	Сердечник кулі	880	1040	210,0	0,33	10	7850

$\sigma_{0,2}$ – границя плинності матеріалу, σ_B – границя міцності матеріалу, E – модуль Юнга, ν – коефіцієнт Пуассона, δ – відносне подовження, HV – твердість за Вікерсом.

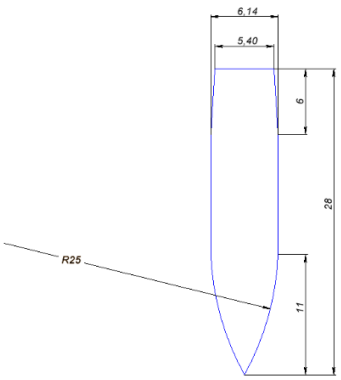


Рисунок 1 – Геометричні розміри сердечника 7,62 мм кулі Б-32 (сталь У12а)

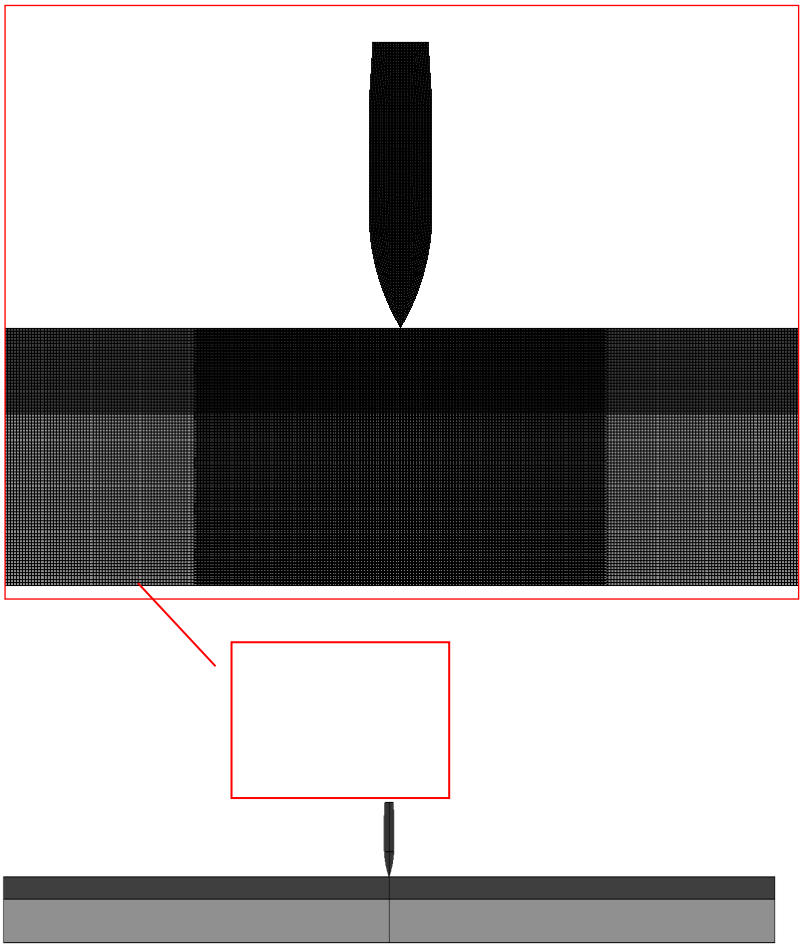


Рисунок 2 – Скінченно-елементна модель багатошарового захисного елемента та сердечника 7,62 мм кулі Б-32

Застосування числового моделювання для дослідження процесу пробиття кулями захисних конструкцій передбачає перевірку адекватності, збіжності і точності самої числової моделі. Оцінка точність вирішення, для цього класу завдань, може бути проведена за різними параметрами, одним з яких є значення глибини проникання сердечника кулі в обрані матеріали багатошарового захисного елемента. З цією метою проведені експериментальні дослідження з оцінкою глибини проникання сердечника кулі Б-32 в набір бронеплит та набір плит із алюмінієвого сплаву 5083 H111. За результатами таких натурних експериментів отримано значення глибини проникнення сердечника кулі в матеріал та проведено порівняння із результатами чисельного моделювання. Після оцінки похибки моделювання проведені теоретичні дослідження стійкості різних варіантів багатошарових захисних елементів із застосуванням чисельного моделювання.

Для проведення досліджень обрано шість варіантів багатошарових захисних елементів, що є поєднанням бронеплит та плит з алюмінієвого сплаву (рис. 5). Основними параметрами, що визначали таке поєднання було наявність сортаменту відповідних матеріалів (бронесталі та алюмінієвого сплаву) та результати попередніх теоретичних розрахунків балістичної стійкості. Значення поверхневої маси, для цих варіантів багатошарового захисного елементу наведенні на рис. 6 в порівнянні із еквівалентним за протикульною стійкістю листом бронесталі.

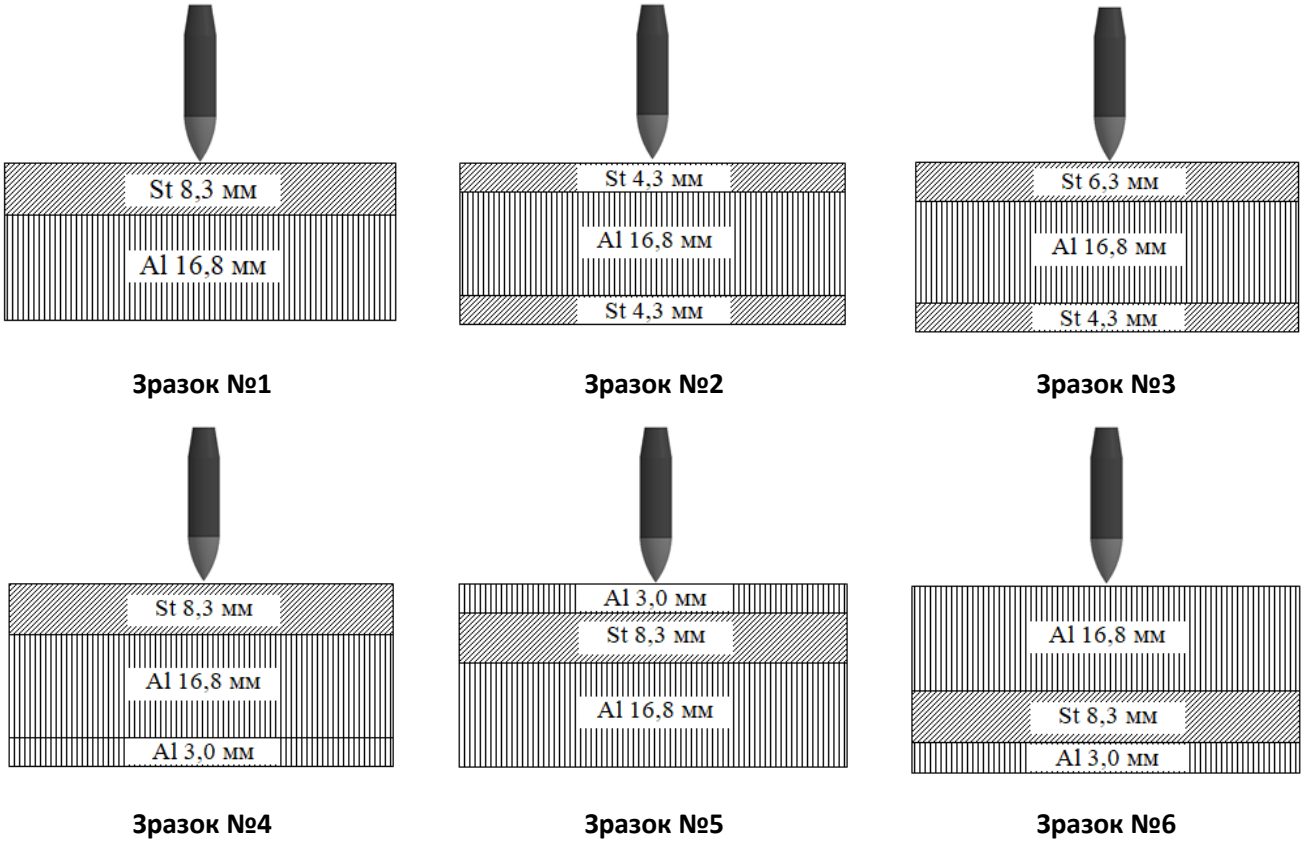


Рисунок 3 – Схеми багатошарових захисних балістичних елементів

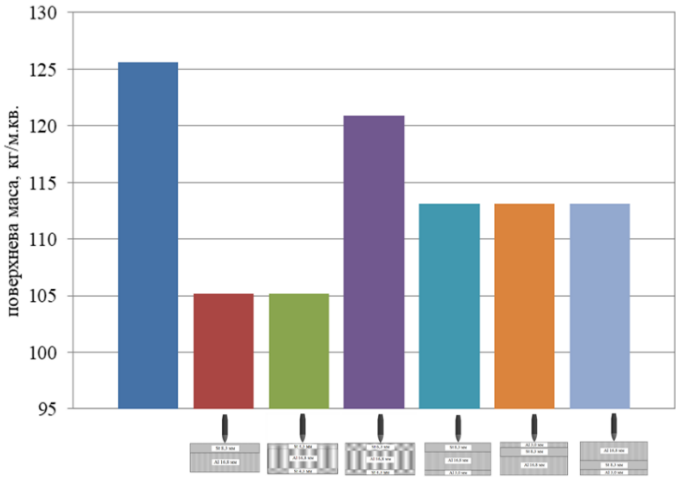


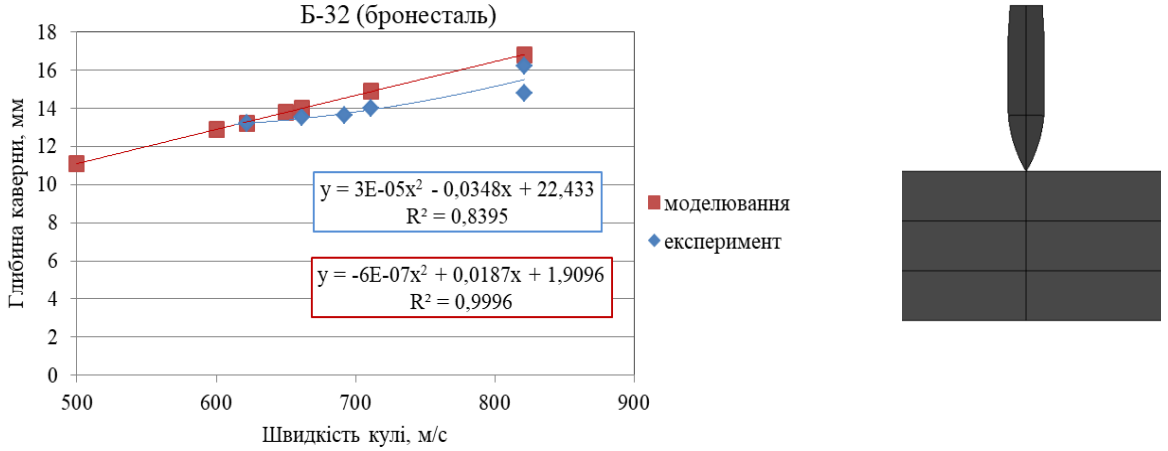
Рисунок 4 – Поверхнева маса багатошарових захисних балістичних елементів

Результати та обговорення

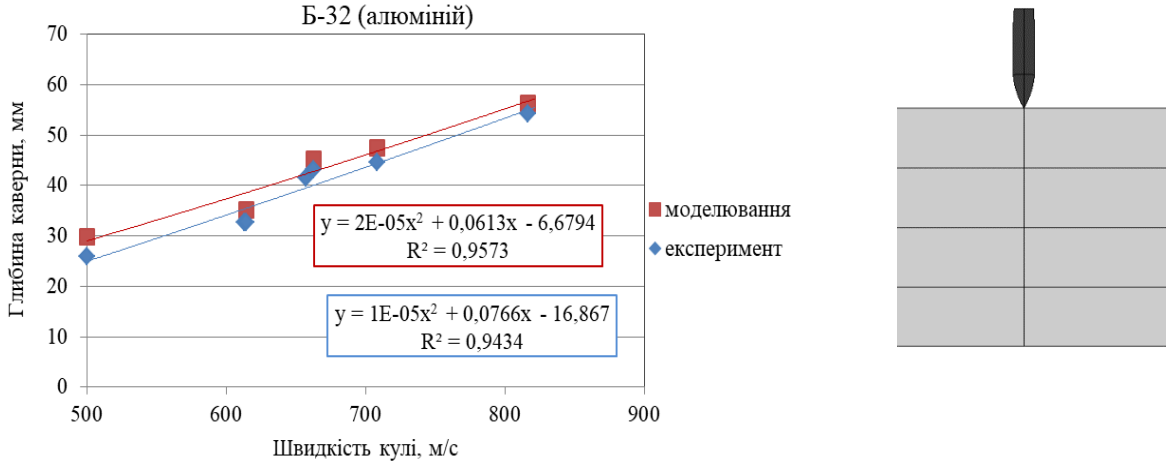
На першом уетапі проведені експериментальні дослідження проникнення сердечника кулі Б-32 в бронесталь та в алюмінієвий сплав. За результатами експерименту отримане значення глибини проникнення (каверни). Після цього, на основі розробленої моделі проведено чисельне моделювання. Порівняння отриманих результатів чисельного моделювання та натурного експерименту наведено на рис.7. З отриманих результатів можна зробити висновок, що максимальна відносна похибка між натурним експериментом та числовим моделюванням для бронесталі не перевищує 7%, для алюмінієвого сплаву не перевищує 8%. Отримане значення похибки між експериментальними і числовими результатами дозволяє

зробити висновок про можливість застосування розробленої математичної моделі числового рішення пробиття бронебійними кулями захисних багатошарових елементів (рис. 5), як для оцінки рівня балістичної стійкості так і для проведення параметричних досліджень для вибору раціональних параметрів конструкції багатошарового захисного елемента. Отримані рівняння регресії з відповідною похибкою апроксимації наведенні на рис. 7.

Для оцінки впливу фізико-механічних характеристик матеріалу мішені проведено розрахунок проникнення сердечника бронебійної кулі Б-32 в набір пластин з бронесталі та з алюмінієвого сплаву (рис.8). Отримані залежності показують, що зростання границі плинності броньової сталі призводить до пропорційного зменшення глибини пробиття. Для алюмінієвого сплаву таке зменшення є не лінійним, що дозволяє стверджувати про отримані раціональні значення границі плинності не більше 300-350 МПа, так як подальше зростання границі плинності не призводить до значного зменшення пробиття але значно підвищує вартість такого алюмінієвого сплаву.

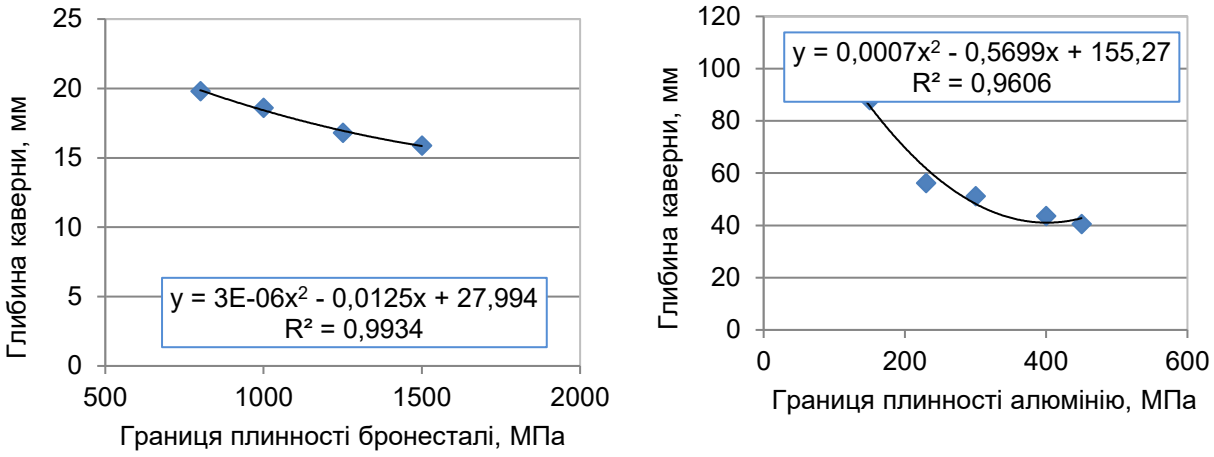


а



б

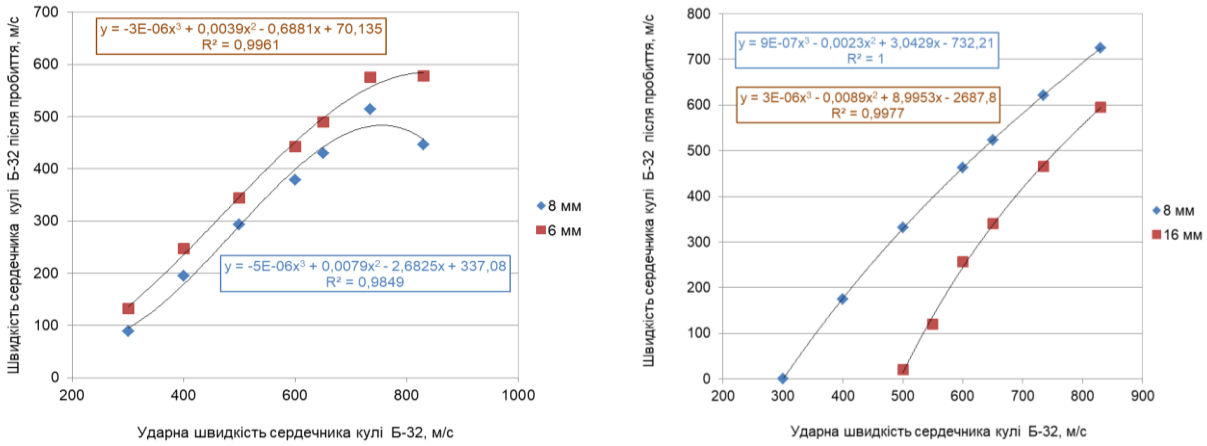
Рисунок 5 – Значення глибини проникнення кулі Б-32 в бронесталь (а) та в алюмінієвий сплав (б) отримані експериментальним та розрахунковим шляхом



а б

Рисунок 6 – Значення глибини проникнення кулі Б-32 в бронесталь (а) та в алюмінієвий сплав (б) при різних значеннях границі плинності матеріалу

Із використанням розробленої чисельної моделі проведено дослідження з визначення швидкості сердечника бронебійної кулі Б-32 після пробиття 6 мм та 8 мм бронесталі а також 8 мм та 16 мм сплаву алюмінію.



а б

Рисунок 7 – Значення швидкості сердечника кулі Б-32 після пробиття листа бронесталь (а) та алюмінієвого сплаву (б) з різною товщиною

Розраховані значення швидкості сердечника кулі при пробитті різних варіантів багатошарового захисного елементу наведенні на рис.10. Результати розрахунку остаточного проникнення сердечника кулі Б-32 в багатошаровий захисний елемент наведені на рис. 11.

За результатами чисельного моделювання можна зробити висновок, що стійкими до пробиття кулею Б-32 є зразки багатошарового захисного елементу №1, №4 та №5, інші зразки мають некондиційне ураження. При цьому маса зразка №1 менша від еквівалентної за протикульною стійкістю броне плитою на 20 %. Зразки №4 та №5 мають дещо більшу масу порівняно із зразком №1 але меншу на 10% масу порівняно з бронеплитою.

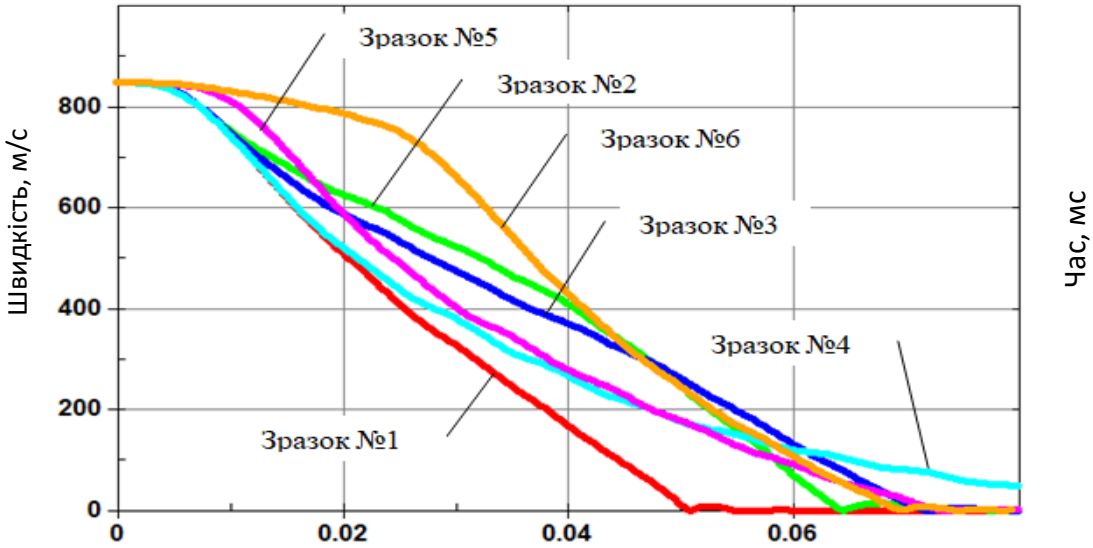


Рисунок 8 – Падіння швидкості сердечника кулі для різних варіантів багатошарового захисного елемента (ударна швидкість сердечника 850 м/с)

Зважаючи на те, що комбінування шарів багатошарового захисного елементу за схемою зразка №1 має достатній рівень протикульної стійкості та найменшу поверхневу масу, для такої схеми було проведено додаткові дослідження із визначенням впливу границі плинності другого шару (алюмінієвого сплаву) на глибину проникнення сердечника кулі (рис.12).

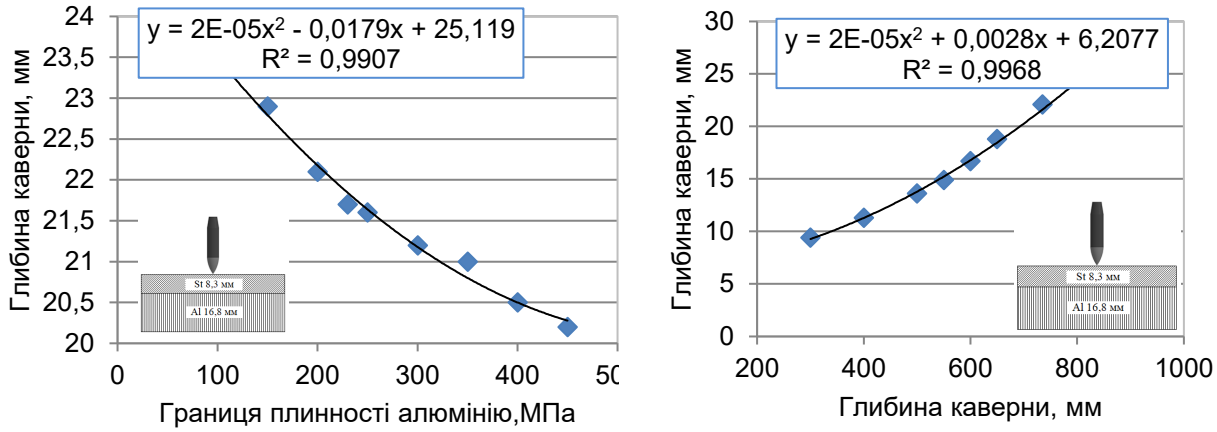


Рисунок 9 – Значення глибини проникнення кулі Б-32 в багатошаровий захисний елемент (зразок№1)при різній границі плинності другого шару (алюмінієвий сплав) (а) та при різних значеннях ударної швидкості сердечника кулі (б)

Висновки

За результатами проведених досліджень можна зробити такі висновки:

1. За результатами проведених натурних випробувань отримані значення проникнення бронебійної кулі Б-32 в бронесталь Armox 500 та в Алюмінієвий сплав 5083 H111. Для ідентифікації параметрів чисельної моделі проведене моделювання проникнення кулі Б-32 у ці матеріали. За результатами оцінена максимальна відносна похибка між натурним експериментом та числовим моделюванням, яка для бронесталі не перевищує 7% для алюмінієвого сплаву не перевищує 8%. Отримане значення похибки між експериментальними

і числовими результатами дозволяє зробити висновок про можливість застосування розробленої математичної моделі числового рішення пробиття бронебійною кулею Б-32 захисних багатошарових елементів, як для оцінки рівня балістичної стійкості так і для проведення параметричних досліджень для вибору раціональних параметрів конструкції багатошарового захисного елемента.

2. Отримані залежності зміни границі плинності показують, що її зростання для броньової сталі призводить до пропорційного зменшення глибини пробиття. Для алюмінієвого сплаву таке зменшення є не лінійним, що дозволяє стверджувати про отримані раціональні значення границі плинності не більше 300-350 МПа, так як подальше зростання границі плинності не призводить до значного зменшення пробиття але значно підвищує вартість такого алюмінієвого сплаву.

3. Із використанням розробленої чисельної моделі проведено дослідження з визначення швидкості сердечника бронебійної кулі Б-32 після пробиття 6 мм та 8 мм бронесталі а також 8 мм та 16 мм сплаву алюмінію. Отримані залежності дозволяють оцінити кількість енергії витраченої на пробиття.

4. Комбінування шарів захисного елементу в різній послідовності дозволяє отримати різне значення протикульної стійкості. З оцінених варіантів багатошарових захисних елементів, стійкими до пробиття є зразки в яких перший шар має викоку міцність (шар з бронесталі) і опирається на шар з алюмінієвого сплаву. Комбінування багатошарового захисного елементу у варіантах лицьового шару із алюмінію показує, що такі зразки мають некондиційні ураження.

5. Виконання першого лицьового шару з бронесталі дає кращий результат порівнано із використанням двох еквівалентних за товщиною шарів бронесталі в проміжку між якими є шар алюмінієвого сплаву.

Застосування багатошарових захисних елементів з поєднанням листів бронесталі та алюмінієвих сплавів може бути актуальним для підвищення рівня протикульного захситу існуючої броньованої техніки практично без збульшення габаритних розмірів та з не значним збільшенням доданої маси. Крім того наявність додаткового шару алюмінієвого сплаву матиме позитивний вплив на протиосколкову стійкість.

Напрямами подальших досліджень є експериментальна перевірка отриманих теоретичних розрахунків.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Armoured vehicles market report 2018 [Електронний ресурс]. – URL : https://www.defenceiq.com/armoured-vehicles/whitepapers/global-armoured-vehicles-market-report (дата звернення: 02.10.2025).
2. Майстренко А. Л., Кущ В. І., Кулич В. Г., Нешпор О. В., Бісик С. П. Стримати кулю. Захист бойових броньованих машин від ураження кулями калібру 12,7 мм та 14,5 мм // Defense Express. – 2017. – № 3–4 (березень–квітень). – С. 58–60.
3. Давидовський, Л., Бісик, С., Сєдов, С., Голуб, В., & Барановський, А. (2025). Дослідження новітнього російського бронеавтомобіля підвищеної захищеності “Тайфун-К”. *Social Development and Security*, *15*(3), 119-141. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.3.13.

4. Давидовський, Л., Барановський, А., Бісик, С., Саковець, В., Голуб, В., & Сєдов, С. (2025). Дослідження трофейного зразка російської БМД-4М “Садовница”. *Social Development and Security*, *15*(5), 124-138. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.5.10.
5. Майстренко А. Л., Кущ В. І., Кулич В. Г., Нешпор О. В., Бісик С. П. Щодо підвищення захисту бойових броньованих машин від ураження 12,7-мм кулями Б-32 // Озброєння та військова техніка. – 2017. – № 1 (13). – С. 18–23. https://doi.org/10.34169/2414-0651.2017.1(13).18-23.
6. Surya M., Pavithhran S., Sanjay Kumar A., Jagan K., Lokavarapu B. R. Ballistic impact response of bi-layered ceramic encapsulated steel armour against monolithic tri-conical solid projectile // Results in Engineering. – 2025. – Vol. 28. – Art. 107176. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.107176.
7. Baranovskyi D., Drahobetskyi V., Bulakh M., Symonova A. Improving the energy and physical-mechanical characteristics of armor-protective elements of a new design // Materials & Design. – 2025. – Vol. 260. – Art. 115263. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2025.115263.
8. Hu Y. G., De’ana, Li, Changran. Study of ballistic impact performance of the bioinspired flexible multilayered filling armor by different projectiles // Journal of Materials Engineering and Performance. – 2025. https://doi.org/10.1007/s11665-025-10698-5.
9. Jull E. I. L., Dekker R., Amaral L. Impact of adhesive layer properties on ceramic multi-layered ballistic armour systems: A review // Defence Technology. – 2025. – Vol. 47. – P. 292–303. https://doi.org/10.1016/j.dt.2024.11.008.
10. Li J., Nie H., Wu J. Structure design optimization of sapphire transparent armor through numerical simulation of ballistic impact response // Materials Today Communications. – 2025. – Vol. 42. – Art. 111404. https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2024.111404.
11. Saravanan M. K., Pranav A., Arun Sabaris Prabu R., George J. Analytical modeling of the ballistic performance of single and multilayered 2024 aluminum alloy through experimental and numerical investigations // Mechanics Based Design of Structures and Machines. – 2025. https://doi.org/10.1080/15397734.2025.2556477.
12. Бісик С. П., Давидовський Л. С., Сливінський О. А., Арістархов О. М., Сєдов С. Г. Дослідження швидкості сердечника 7,62-мм кулі після пробиття броньової плити // Труди Університету. – 2022. – № 2 (171). – С. 118–128.
13. Бісик С. П., Сливінський О. А., Купріненко О. М. Чисельне моделювання пробиття 7,62-мм кулею кутового зварного з’єднання броньової сталі // Військово-технічний збірник. – 2022. – № 26/27. – С. 22–30.
14. Бісик С. П., Чернозубенко О. В., Схабицький В. Р., Сливінський О. А., Ханюков В. А. Числове моделювання пробиття гомогенної перешкоди ударниками з різною формою головної частини // Озброєння та військова техніка. – 2017. – № 2 (14). – С. 17–22. https://doi.org/10.34169/2414-0651.2017.2(14).17-22.
15. Бісик С. П., Чернозубенко О. В., Сливінський О. А., Схабицький В. Р., Корбач В. Г. Порівняння ефективності підходів до числового моделювання пробиття ударником гомогенної перешкоди // Озброєння та військова техніка. – 2017. – № 3 (15). – С. 8–15. https://doi.org/10.34169/2414-0651.2017.3(15).8-15.
16. Сливінський О. А., Бісик С. П., Чернозубенко О. В. Структура та властивості зварних з’єднань броньових сталей закордонного виробництва // Технологические системы. – 2016. – № 3 (76). – С. 103–112.
17. Сливінський О. А., Бісик С. П., Воронюк А. М., Миронов Я. А. Вплив погонної енергії зварювання на знеміцнення зони термічного впливу загартованих броньових сталей // Зб. наук. праць ЦНДІ ОВТ ЗС України. – 2020. – Вип. 1 (76). – С. 261–276.

18. Katok O. A., Kravchuk R. V., Kharchenko V. V., Bisyk S. P. et al. Strength assessment of welded joints of high-strength alloy steels by indentation method // Strength of Materials. – 2020. https://doi.org/10.1007/s11223-020-00224-4.
19. Чижик Г. В., Рогал Л., Корнева А., Широков А. В., Березовський О. М., Бісик С. П., Сливінський О. А. Особливості деформування та руйнування сталей різних класів міцності в умовах ударного стиску // Проблеми міцності. – 2025. – № 1 (493). – С. 87–100.
20. Slyvins'kyy O. A., Kvasnyts'kyy V. V., Vladymyrskyi I. A., Bisyk S. P., Chvertko Ye. P., Kovalenko V. L. Effect of heat input during welding on the microstructure and mechanical properties of the heat-affected zone of MIL-A-46100 armour steel // Metallophysics and Advanced Technologies. – 2024. – Vol. 46, No. 7. – P. 663–677. https://doi.org/10.15407/mfint.46.07.0663.
21. Kharchenko V., Katok O., Sereda A., Rudnitskyi M., Kravchuk R., Bisyk S. Determination of strength characteristics of high-strength sheet steels by hardness and instrumented indentation // Procedia Structural Integrity. – 2022. – Vol. 36. – P. 277–283. https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.035

References

1. Armoured vehicles market report 2018. (2018). Defence IQ. https://www.defenceiq.com/armoured-vehicles/whitepapers/global-armoured-vehicles-market-report
2. Maistrenko, A. L., Kushch, V. I., Kulych, V. H., Neshpor, O. V., & Bisyk, S. P. (2017). *Strymaty kuliu. Zakhyst boiovykh bronovanykh mashyn vid urazhennia kuliamy kalibru 12.7 mm ta 14.5 mm* [To stop a bullet. Protection of combat armored vehicles against 12.7 mm and 14.5 mm bullets]. Defense Express, (3–4), 58–60.
3. Davydovskyi, L., Bisyk, S., Siedov, S., Holub, V., & Baranovskyi, A. (2025). Doslidzhennia novitnoho rosiiskoho broneavtomobilia pidvyshchenoi zakhyshchenosti "Taifun-K" [Study of the latest Russian high-protection armored vehicle "Typhoon-K"]. *Social Development and Security, 15*(3), 119–141. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.3.13
4. Davydovskyi, L., Baranovskyi, A., Bisyk, S., Sakovets, V., Holub, V., & Siedov, S. (2025). Doslidzhennia trofeinoho zrazka rosiiskoi BMD-4M "Sadovnytsia" [Study of a captured Russian BMD-4M "Sadovnytsia"]. *Social Development and Security, 15*(5), 124–138. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.5.10
5. Maistrenko, A. L., Kushch, V. I., Kulych, V. H., Neshpor, O. V., & Bisyk, S. P. (2017). Shchodo pidvyshchennia zakhystu boiovykh bronovanykh mashyn vid urazhennia 12.7-mm kuliamy B-32 [On improving the protection of combat armored vehicles against 12.7-mm B-32 bullets]. *Ozbroyennia ta viiskova tekhnika*, (1(13)), 18–23. https://doi.org/10.34169/2414-0651.2017.1(13).18-23
6. Surya, M., Pavithhran, S., Sanjay Kumar, A., Jagan, K., & Lokavarapu, B. R. (2025). Ballistic impact response of bi-layered ceramic encapsulated steel armour against monolithic tri-conical solid projectile. *Results in Engineering, 28*, Article 107176. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.107176
7. Baranovskyi, D., Drahobetskyi, V., Bulakh, M., & Symonova, A. (2025). Improving the energy and physical-mechanical characteristics of armor-protective elements of a new design. *Materials & Design, 260*, Article 115263. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2025.115263

8. Hu, Y. G., De'ana, Li, & Changran. (2025). Study of ballistic impact performance of the bioinspired flexible multilayered filling armor by different projectiles. *Journal of Materials Engineering and Performance*. https://doi.org/10.1007/s11665-025-10698-5
9. Jull, E. I. L., Dekker, R., & Amaral, L. (2025). Impact of adhesive layer properties on ceramic multi-layered ballistic armour systems: A review. *Defence Technology, 47*, 292–303. https://doi.org/10.1016/j.dt.2024.11.008
10. Li, J., Nie, H., & Wu, J. (2025). Structure design optimization of sapphire transparent armor through numerical simulation of ballistic impact response. *Materials Today Communications, 42*, Article 111404. https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2024.111404
11. Saravanan, M. K., Pranav, A., Arun Sabaris Prabu, R., & George, J. (2025). Analytical modeling of the ballistic performance of single and multilayered 2024 aluminum alloy through experimental and numerical investigations. *Mechanics Based Design of Structures and Machines*. https://doi.org/10.1080/15397734.2025.2556477
12. Bisyk, S. P., Davydovskyi, L. S., Slyvinskyi, O. A., Aristarkhov, O. M., & Siedov, S. H. (2022). Doslidzhennia shvydkosti serdechnyka 7.62-mm kuli pislia probyttia bronovoi plyty [Study of the velocity of a 7.62-mm bullet core after penetration of an armor plate]. *Trudy Universytetu*, (2(171)), 118–128.
13. Bisyk, S. P., Slyvinskyi, O. A., & Kuprinenko, O. M. (2022). Chyselne modeliuvannia probyttia 7.62-mm kuleiu kutovoho zvarnoho ziednannia bronovoi stali [Numerical modeling of penetration of an angular welded joint of armor steel by a 7.62-mm bullet]. *Viiskovo-tekhnichnyi zbirnyk*, (26/27), 22–30.
14. Bisyk, S. P., Chernozubenko, O. V., Skhabytskyi, V. R., Slyvinskyi, O. A., & Khaniukov, V. A. (2017). Chyslove modeliuvannia probyttia homohennoi pereshkody udarnykamy z riznoiu formoiu holovnoi chastyny [Numerical simulation of penetration of a homogeneous barrier by projectiles with different nose shapes]. *Ozbroyennia ta viiskova tekhnika*, (2(14)), 17–22. https://doi.org/10.34169/2414-0651.2017.2(14).17-22
15. Bisyk, S. P., Chernozubenko, O. V., Slyvinskyi, O. A., Skhabytskyi, V. R., & Korbach, V. H. (2017). Porivniannia efektyvnosti pidkhodiv do chyslovoho modeliuvannia probyttia udarnykom homohennoi pereshkody [Comparison of approaches to numerical modeling of penetration of a homogeneous barrier by a projectile]. *Ozbroyennia ta viiskova tekhnika*, (3(15)), 8–15. https://doi.org/10.34169/2414-0651.2017.3(15).8-15
16. Slyvinskyi, O. A., Bisyk, S. P., & Chernozubenko, O. V. (2016). Struktura ta vlastyvosti zvarnykh ziednan bronovykh stalei zakordonnoho vyrobnytstva [Structure and properties of welded joints of foreign-made armor steels]. *Tekhnologicheskie sistemy*, (3(76)), 103–112.
17. Slyvinskyi, O. A., Bisyk, S. P., Voroniuk, A. M., & Myronov, Ya. A. (2020). Vplyv pohonnoi enerhii zvaryuvannia na znemitsnennia zony termichnoho vplyvu zahartovanykh bronovykh stalei [Effect of welding linear energy on softening of the heat-affected zone of hardened armor steels]. *Zbirnyk naukovykh prats TsNDI OVT ZS Ukrainy*, (1(76)), 261–276.
18. Katok, O. A., Kravchuk, R. V., Kharchenko, V. V., Bisyk, S. P., et al. (2020). Strength assessment of welded joints of high-strength alloy steels by indentation method. *Strength of Materials*. https://doi.org/10.1007/s11223-020-00224-4

19. Chyzhyk, H. V., Rohal, L., Korneva, A., Shyrokov, A. V., Berezovskyi, O. M., Bisyk, S. P., & Slyvinskyi, O. A. (2025). Osoblyvosti deformuvannia ta ruinuvannia stalei riznykh klasiv mitsnosti v umovakh udarnoho stysku [Features of deformation and fracture of steels of different strength classes under impact compression]. *Problemy mitsnosti*, (1(493)), 87–100.
20. Slyvins'kyy, O. A., Kvasnyts'kyy, V. V., Vladymyrskyi, I. A., Bisyk, S. P., Chvertko, Ye. P., & Kovalenko, V. L. (2024). Effect of heat input during welding on the microstructure and mechanical properties of the heat-affected zone of MIL-A-46100 armour steel. *Metallophysics and Advanced Technologies, 46*(7), 663–677. https://doi.org/10.15407/mfint.46.07.0663
21. Kharchenko, V., Katok, O., Sereda, A., Rudnitskyi, M., Kravchuk, R., & Bisyk, S. (2022). Determination of strength characteristics of high-strength sheet steels by hardness and instrumented indentation. *Procedia Structural Integrity, 36*, 277–283. https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.035

Методика оцінювання ефективності комплексного огляду сектору безпеки і оборони України

Methodology for Assessing the Effectiveness of Comprehensive Review Measures in Ukraine's Security and Defense Sector

Олег Сурков
Corresponding author: кандидат військових наук, e-mail: soleg3371@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8189-0484

Сергій Ясенко
кандидат технічних наук, e-mail: gm1serhiiyasenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1918-9459

Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

Oleg Surkov
Corresponding author: PhD, e-mail: soleg3371@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-8189-0484

Serhii Yasenko
PhD, e-mail: gm1serhiiyasenko@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1918-9459

National University of Defense of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 08, 2025 | Revised: December 25, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.29

Мета роботи. Розроблення методики оцінювання ефективності комплексного огляду сектору безпеки і оборони як інструменту результат-орієнтованого управління та механізму оцінювання державної політики у сфері оборони.

Метод дослідження. Використано системний аналіз, методологію RBM, підходи моніторингу та оцінювання, метод структурування цілей, трирівневу систему показників (KPI), а також модифікований принцип «слабкої ланки» для визначення критичних елементів виконання заходів комплексного огляду. Методика ґрунтується на аналізі нормативних документів, оцінці процесних ланцюгів комплексного огляду, експертних процедурах та формалізації типових алгоритмів оцінювання.

Результати дослідження. Запропоновано уніфіковану методику оцінювання ефективності комплексного огляду сектору безпеки і оборони України, що охоплює: (1) ідентифікацію та класифікацію заходів, завдань, етапів і процедур; (2) визначення очікуваних результатів та ефектів; (3) побудову трирівневої системи показників ефективності; (4) аналіз вузьких місць; (5) агрегування показників і формування рекомендацій щодо підвищення ефективності комплексного огляду. Показано, як результати оцінювання можуть бути інтегровані у програмно-проєктне планування, оборонні програми та цикли формування державної політики.

Теоретична цінність дослідження. Вперше запропоновано формалізований підхід до оцінювання ефективності комплексного огляду сектору безпеки і оборони України на основі RBM і KPI з урахуванням специфіки сектору безпеки і оборони України.

Практична цінність дослідження. Методика може бути використана МОУ, ГШ ЗСУ, оборонними агентствами та іншими органами державної влади для оцінювання результативності політик, програм і рішень, а також для підвищення якості оборонного планування.

Цінність дослідження. Полягає у створенні методологічного підґрунтя для трансформації культури оборонного менеджменту в Україні. Робота забезпечує перехід від формального процесу звітування до адаптивного управління за результатами, що дозволяє синхронізувати стратегічні цілі з ресурсами, підвищити прозорість оборонного планування та посилити інституційну стійкість сектору безпеки і оборони перед сучасними загрозами.

Тип статті. Теоретично-прикладна.

Purpose. Development of a methodology for assessing the effectiveness of comprehensive security and defense sector reviews as a results-based management (RBM) tool and a mechanism for evaluating public policy in the field of defense.

Method. The research employs systems analysis, Results-Based Management (RBM), monitoring and evaluation (M&E) approaches, Management-by-Objectives (MBO), a three-level KPI framework, and a modified weak-link principle to identify critical elements in the performance of review measures. The methodology is based on analysis of regulatory documents, process modelling of the comprehensive review cycle, expert assessment techniques, and formalisation of standardised evaluation algorithms.

Findings. A unified methodology for assessing the effectiveness of a comprehensive review of Ukraine's security and defense sector is proposed, covering: (1) identification and classification of measures, tasks, stages, and procedures; (2) determination of expected results and effects; (3) development of a three-level system of performance indicators; (4) analysis of bottlenecks; (5) aggregation of indicators and formulation of recommendations for improving the effectiveness of the comprehensive review. It is shown how the results of the assessment can be integrated into program and project planning, defense programs, and public policy cycles.

Theoretical implications. For the first time, a formalized approach to assessing the effectiveness of comprehensive review measures in Ukraine's security and defense sector has been proposed, based on RBM and KPI and taking into account the specific characteristics of Ukraine's security and defense sector.

Practical implications. The methodology can be used by the Ministry of Defense, the General Staff of the Armed Forces of Ukraine, defense agencies, and other government authorities to evaluate the effectiveness of policies, programs, and decisions, as well as to improve the quality of defense planning.

Originality/Value. It consists in creating a methodological basis for transforming the culture of defense management in Ukraine. The work ensures the transition from a formal reporting process to adaptive performance management, which allows synchronizing strategic goals with resources, increasing the transparency of defense planning, and strengthening the institutional resilience of the security and defense sector in the face of modern threats.

Papertype. Theoretical and applied.

Ключові слова: комплексний огляд сектору безпеки і оборони, ефективність, результативність, державна політика, RBM, моніторинг та оцінювання, KPI.

Key words: Comprehensive Review Of The Security And Defense Sector, Efficiency, Effectiveness, Public Policy, Rbm, Monitoring and Evaluation, KPI.

Вступ

Комплексний огляд сектору безпеки і оборони України (далі - КОСБО) є ключовою процедурою стратегічного планування та управління реформами у сферах національної безпеки і оборони, яку виконують відповідно до ст. 27 Закону України "Про національну безпеку України" [1], його проводять регулярно за рахунок базового фінансування. КОСБО передбачає оцінювання стану та готовності складових сектору безпеки і оборони до виконання завдань за призначенням, а також розроблення обґрунтованих стратегічних рішень (стратегій) для їх розвитку відповідно до поточних і прогнозованих умов безпекового середовища. Комплексний огляд охоплює низку окремих (галузевих) оглядів (процедур), зокрема: оборонного огляду; громадської безпеки та цивільного захисту; оборонно-промислового комплексу; розвідувальних органів України; загально-державної системи боротьби з тероризмом; стану кіберзахисту державних інформаційних ресурсів та критичної інформаційної інфраструктури; інтегрованого управління державним кордоном України.

Якість організації та ефективність проведення КОСБО значною мірою залежать від нормативно-правового та науково-методичного забезпечення, а також від організації об'єктивного моніторингу та контролю за його проведенням відповідальними органами. Проте чинна методологія, затверджена у 2015 році [2], не відповідає сучасним реаліям і викликам, що постали перед Україною, та потребує кардинального оновлення через системні зміни в національному законодавстві. Вона не дозволяє Кабінету Міністрів України ефективно відстежувати та контролювати процес проведення огляду, що знижує загальну ефективність КОСБО.

Проблемна ситуація полягає в суперечності між об'єктивною необхідністю адаптивного ефективного планування розвитку складових сектору безпеки і оборони України в умовах повномасштабної війни та застарілою зосередженою на виконанні процесів замість результатів нормативно-методичною базою.

Зазначене призводить до труднощів щодо визначення внеску кожного заходу в загальний результат огляду, зниження прозорості процесу та якості управлінських рішень, обмеженої можливості порівняння результатів між циклами огляду, неможливості інтегрувати оцінювання в процеси оборонного планування та програмування.

Використання наявних підходів означають методологічний розрив між процедурною частиною огляду та вимогами сучасного управління на основі результатів (Results-Based Management; далі – RBM) та моніторингу й оцінювання (Monitoring & Evaluation; далі – M&E).

Це зумовлює наукову та практичну актуальність розроблення методики оцінювання ефективності виконання етапів, процедур, завдань і заходів під час проведення КОСБО.

Метою статті є висвітлення розробленої формалізованої та практично орієнтованої методики оцінювання ефективності КОСБО, яка відповідає вимогам RBM та M&E, забезпечує прозорість, порівнюваність і об'єктивність оцінювання та може бути інтегрована у практику оборонного планування. Під ефективністю проведення комплексного огляду в статті будемо розуміти рівень досягнення запланованих результатів у визначені терміни за умови належної якості реалізації всіх процедур.

Теоретичні основи дослідження

Огляд літератури

Огляд літератури проведено за трьома взаємопов'язаними напрямами:

1. методологія оцінювання ефективності державних політик і програм;
2. специфіка оцінювання заходів оборонного огляду та оборонних програм;
3. системи управління результатами (Results-Based Management — RBM, Key Performance Indicators — KPI, Monitoring & Evaluation — M&E) у секторі безпеки і оборони.

а) Методологія оцінювання ефективності державних політик і програм

У сучасній науковій дискусії домінують підходи результат-орієнтованого управління (RBM) та моніторингу й оцінювання (M&E). Зокрема, у статті Dipura та Soediantono (2022) [3] проаналізовано застосування ключових показників ефективності (KPI) для підтримки управлінських рішень у військовій промисловості, зокрема у контексті програм і проєктів розвитку [4]. Скуріневська (2024) [5] пропонує методику оцінювання ефективності системи управління оборонними ресурсами. Зазначені праці підтверджують актуальність тези щодо необхідності використання системних індикаторів як основи ефективного управління.

Проблеми оцінювання результативності та ефективності на стратегічному рівні розглядаються у працях багатьох авторів. Так, Soares та ін. (2022) [6] запропонували рамку оцінювання для організацій сектору оборони на основі аналізу даних 12 країн НАТО. Семененко та Скуріневська (2023) [10] розробили структурований підхід до формування індикаторів оцінювання управління оборонними ресурсами в умовах України. Водночас суттєва динаміка змін у воєнно-політичній, економічній і нормативно-правовій сферах, а також зростання потреби у керованості процесів призводять до швидкої втрати актуальності попередніх досліджень. Наприклад, у праці [7] ще у 2014 році було запропоновано модель КОСБО, орієнтовану на застарілу структуру сектору безпеки і оборони.

Аналіз практик проведення КОСБО у попередні періоди [8–11] з урахуванням подальшого досвіду реалізації прийнятих рішень виявив низку системних проблем, зокрема: некоректну постановку завдань; перекладання відповідальності за керівництво процесом на Міністерство оборони України; відсутність дієвого контролю; низьку виконавську дисципліну; порушення ієрархії стратегічних документів. Хоча з наукового погляду відомі окремі приклади розв’язання зазначених проблем, зокрема шляхом використання методик оцінювання затратних і часових показників реалізації проєктів інформатизації [12], ці підходи не були інтегровані у практику оборонного огляду.

У публікаціях [10, 13, 14] наголошується, що результати КОСБО є основою для формування стратегічних управлінських рішень і документів. Водночас поза увагою залишається інший аспект ефективності — ефективність операційної діяльності самого процесу огляду. Чинні методичні рекомендації щодо проведення КОСБО, датовані 2015 роком [2], не забезпечують комплексного оцінювання процесу в режимі, наближеному до реального часу.

Висновок за результатами огляду джерел. Існує методологічна прогалина: більшість досліджень зосереджені на оцінюванні ресурсів, спроможностей і сценарних параметрів, однак не охоплюють ефективність КОСБО як процесу реалізації державної політики.

У зв’язку з цим у даному дослідженні здійснено інтеграцію системного аналізу оборонного огляду як політичного інструменту, принципів RBM і M&E та трирівневої системи KPI із застосуванням принципу «слабкої ланки» для формування уніфікованої методики оцінювання.

Матеріали і методи

Методика оцінювання ефективності заходів комплексного оборонного огляду ґрунтується на поєднанні підходів результат-орієнтованого управління (RBM), системного аналізу, методів моніторингу та оцінювання (M&E), а також формалізованих інструментів управління оборонними програмами. Емпіричною основою дослідження стало вивчення нормативно-правової бази оборонного планування України, аналітичних публікацій з питань оцінювання спроможностей і ефективності державних програм, а також результатів попередніх оборонних оглядів.

а) Матеріали дослідження

Матеріалами дослідження є:

- нормативно-правові акти Міністерства оборони України та інших органів сектору безпеки і оборони, що регламентують проведення оборонного огляду;
- документи з оцінювання спроможностей, оборонних програм і державної політики;

- структурні моделі та описи процесів оборонного огляду;
- звіти про виконання державних і відомчих програм розвитку;
- результати попередніх досліджень авторів щодо моделей оцінювання спроможностей, ефективності управління та оборонного планування, зокрема матеріали публікацій [15, 16].

Додатково використано напрацювання у сфері формалізації оцінювання процесів і завдань оборонного управління, зокрема скорочену методику оцінювання спроможностей [17].

б) Методологічні підходи

Системний аналіз.

Застосовано для ідентифікації заходів оборонного огляду як елементів єдиної системи державної політики; аналізу логічних зв'язків між етапами, процедурами та результатами; виявлення причинно-наслідкових залежностей у процесі реалізації заходів. Системний підхід дозволяє розглядати оборонний огляд як інтегрований процес, результати якого залежать від послідовності та якості виконання процедур.

Методологія результат-орієнтованого управління (RBM).

RBM забезпечує структуроване представлення ланцюга результатів:

Inputs (ресурси та умови виконання),

Activities/Measures (заходи та процедури огляду),

Outputs (безпосередні результати),

Outcomes (зміни у процесі оборонного планування),

Impacts (довгострокові ефекти для сектору безпеки і оборони).

Побудовано логічну модель *Defence Review Results Chain*, яка дозволяє визначати очікувані результати кожного заходу, формувати ієрархію показників ефективності та забезпечувати простежуваність внеску кожної процедури у загальний результат.

Моніторинг та оцінювання (M&E).

Методи M&E використано для визначення критеріїв ефективності; побудови системи індикаторів на трьох рівнях (операційному, процедурному та стратегічному); встановлення порогових значень і нормативів виконання; формування рекомендацій за результатами оцінювання. Оцінювання здійснюється на основі поєднання кількісних і якісних індикаторів, що відповідає міжнародним стандартам оцінювання державних програм.

Трирівнева система KPI.

Система показників охоплює:

1. інтегральний рівень (*Key Impact Indicators*) — результативність оборонного огляду як інструменту державної політики та відповідність стратегічним очікуванням;
2. узагальнений рівень (*Outcome-level KPIs*) — ефективність виконання етапів огляду та відповідність процедур затвердженим стандартам і планам;
3. частковий рівень (*Activity-level KPIs*) — виконання конкретних заходів з урахуванням строків, повноти, якості та змісту.

Принцип "слабкої ланки".

Застосовується для визначення заходів, що мають найбільший вплив на загальний результат, ізоляції критичних процедур і формування рекомендацій щодо їх пріоритетного вдосконалення. Це дозволяє ідентифікувати чинники, які обмежують результативність оборонного огляду.

Експертні методи.

Оцінювання заходів і результатів огляду здійснюється шляхом експертного опитування, роботи фокус-груп, колективної взаємодії у хмарних інструментах та узагальнення оцінок із використанням методу Delphi. Експертні методи забезпечують гнучкість і адаптивність методики в умовах воєнного стану.

Методи формалізації та розрахунку.

Методика передбачає використання матриці оцінювання заходів (аналогічної матрицям оцінювання спроможностей), вагових коефіцієнтів для узагальнених KPI, алгоритму агрегації показників від рівня окремих заходів до рівня інтегральної оцінки, а також формалізованої процедури формування висновків і рекомендацій. Для комплексного аналізу застосовано табличні моделі (Excel, Google Sheets), графові моделі процесів і методи агрегування нормалізованих показників.

Організація оцінювання та джерела даних.

Оцінювання здійснюється на основі планових документів оборонного огляду, календарно-подійних графіків процедур, результатів аудиту виконання заходів, звітів відповідальних виконавців та даних щодо розроблення програм розвитку. Дані перевірено на узгодженість і достовірність відповідно до стандартів моніторингу та оцінювання M&E [18–21].

Результати та обговорення

Рішення про проведення КОСБО ухвалює Рада національної безпеки і оборони України (далі – РНБО), а в дію його вводять Указом Президента України. Для ефективної організації, координації та контролю за проведенням огляду доцільно створити міжвідомчу комісію як тимчасовий допоміжний орган Кабінету Міністрів України (далі – КМУ). Створення комісії та затвердження положення про неї здійснюють окремою постановою КМУ на виконання відповідного рішення РНБО.

Метою діяльності міжвідомчої комісії є забезпечення проведення КОСБО та, за його результатами, опрацювання пропозицій до проєктів стратегічних документів щодо розвитку складових сектору безпеки і оборони України [11].

Основними завданнями міжвідомчої комісії з питань проведення КОСБО пропонується визначити: організацію та забезпечення проведення комплексного огляду; координацію діяльності центральних органів виконавчої влади та інших державних органів під час проведення огляду; моніторинг і контроль за виконанням усіх етапів, процедур та завдань огляду; розгляд та попереднє схвалення результатів комплексного огляду; підготовку та подання відповідних матеріалів на розгляд КМУ.

Під час виконання покладених завдань комісія взаємодіє з апаратом РНБО, Секретаріатом КМУ, відповідними урядовими комітетами, Службою безпеки України, Комітетом з питань розвідки при Президентові України та іншими заінтересованими державними органами.

Комплексний огляд доцільно проводити в три етапи: організаційно-підготовчий; основний; заключний.

На організаційно-підготовчому етапі КОСБО звітування має переважно організаційно-процедурний та установчий характер. Головна мета цього етапу – підтвердити готовність усіх залучених структур до початку основного етапу огляду та офіційно затвердити межі майбутньої роботи, тобто відзвітувати про успішне завершення планування та створення необхідних умов.

На цьому етапі міжвідомча комісія готує такі ключові установчі документи та звіти:

офіційні запити до центральних органів виконавчої влади (ЦОВВ) – клопотання про виділення конкретних фахівців до складу міжвідомчих робочих груп та надання доступу до необхідної інформації; готуються апаратом міжвідомчої комісії та надсилаються керівникам відповідних міністерств і відомств;

звіт про формування міжвідомчої комісії та робочих груп – містить інформацію про персональний склад, керівників і розподіл обов’язків; подається до секретаріату міжвідомчої комісії та доводиться до відома Секретаріату КМУ і Апарату РНБО;

проєкт положення про міжвідомчу комісію та її склад – визначають повноваження, порядок роботи, права та обов’язки відповідних органів; подаються на затвердження

постановою КМУ. Положення про міжвідомчі робочі групи та їх склад затверджуються головою міжвідомчої комісії за поданням керівників відповідних робочих груп;

пропозиції щодо уточнення мети, завдань та об'єктів огляду – формалізований документ, який фіксує об'єкти аналізу для уникнення розбіжностей на основному етапі; подаються на розгляд голові міжвідомчої комісії, а за необхідності – секретарю РНБО;

проєкт Плану заходів з проведення КОСБО – містить детальний план виконання заходів (критичних і допоміжних) із зазначенням усіх етапів, процедур, проміжних та кінцевих строків виконання, відповідальних виконавців і очікуваних результатів; схвалюється головою міжвідомчої комісії та подається на затвердження розпорядженням Кабінету Міністрів України разом із Методичними рекомендаціями щодо його проведення;

розрахунок потреби в ресурсах – обґрунтовує необхідний бюджет, потребу у залученні фахівців, технічних та програмних засобах; готується міжвідомчою комісією, погоджується з Міністерством фінансів України та подається на розгляд КМУ;

звіт про стан готовності методичного забезпечення – підтверджує, що методики, шкали оцінювання та інші інструменти аналізу розроблені, погоджені та доведені до відома всіх учасників процесу; готується секретаріатом міжвідомчої комісії та подається на розгляд голові й членам комісії.

На відміну від підготовчого, на основному етапі КОСБО документи та звіти мають переважно аналітичний, робочий та проміжний характер. Головна мета цього етапу - фіксувати хід аналізу, виявляти проблеми, формувати попередні висновки та контролювати процес проведення огляду.

Примітка. У контексті сучасної війни оборонний огляд не може ґрунтуватися лише на принципі "виконання плану". У складних адаптивних системах (CAS) навіть повне виконання застарілого плану не гарантує досягнення результатів, якщо сам план втратив релевантність під час реалізації.

Саме тому методика оцінювання повинна фіксувати не тільки рівень виконавчої дисципліни (Compliance), але і здатність системи до адаптації (Agility). Жорстке дотримання застарілого плану в умовах динамічних змін безпекового середовища є ризиком, а не досягненням.

У практичній площині це прояв старого правила узгодження «правильно виконаних завдань»/"doing things right" з «виконанням правильних завдань»/"doing the right things".

1. Проміжна аналітична звітність

1.1. Аналітичні звіти міжвідомчих робочих груп. Кожна робоча група (з питань оборонного огляду та інших окремих оглядів) готує детальний аналітичний звіт для міжвідомчої комісії. Стандартна структура звіту включає: оцінку поточного стану справ у закріпленій сфері; аналіз ключових проблем та прогалин у спроможностях; порівняння з найкращими практиками (зокрема, держав – членів НАТО); обґрунтовані пропозиції щодо необхідних змін.

1.2. Проєкт(и) перспективної моделі сектору безпеки і оборони. Цей ключовий документ описує структуру, склад та чисельність Збройних Сил і інших компонентів сектору безпеки для ефективної відповіді на майбутні загрози. Проєкт обговорюється на засіданнях комісії, після чого його подають керівництву РНБО. Основні розділи документа: аналіз воєнних загроз та безпекових викликів; концепція застосування сил оборони та безпеки в майбутніх конфліктах і операціях; структура, склад та ключові компоненти сектору безпеки і оборони; орієнтовна чисельність особового складу та принципи комплектування; модель системи управління та розподіл повноважень; перелік необхідних операційних і інституційних спроможностей; узагальнені потреби в основних видах озброєння та військової техніки; попередня оцінка фінансових ресурсів; основні етапи реалізації (дорожня карта); аналіз ризиків (фінансових, політичних, технологічних).

1.3. Опис майбутнього безпекового середовища – оновлений аналіз безпекового середовища на горизонті понад п’ять років, який може бути скоригованим в ході огляду. Його обговорюють на засіданнях комісії та подають керівництву КОСБО і розвідувальним органам.

2. Звітність з моніторингу та контролю процесу. Ці документи дозволяють керівництву стежити за виконанням огляду.

2.1. Звіти про виконання плану-графіка – регулярні (наприклад, щомісячні) звіти про виконання завдань, відхилення від графіка та ризики для дотримання дедлайнів. Їх подають голові та апарату комісії.

2.2. Звіти про використання ресурсів – інформація про виконання кошторису, залучення персоналу та використання технічних засобів; їх подають апарату комісії та відповідним фінансовим підрозділам.

3. Робочі та протокольні документи – документація, що забезпечує прозорість та фіксацію ухвалених рішень.

3.1. Протоколи засідань – фіксують порядок денний, ухвалені рішення та надані доручення; їх доводять до відома всіх учасників.

3.2. Рішення (доручення) голови міжвідомчої комісії – письмові доручення робочим групам або конкретним виконавцям; їх видає голова комісії та їх надсилають відповідальним.

3.3. Експертні висновки – письмові висновки, підготовлені залученими експертами з вузькоспеціалізованих питань; їх подають робочим групам і керівництву комісії.

На заключному етапі КОСБО головна мета – перетворити результати аналізу, отримані на основному етапі, на офіційні, затверджені рішення та конкретні плани дій. Документи цього етапу є підсумковими та директивними й подаються міжвідомчою комісією на розгляд вищому керівництву держави (КМУ, РНБО, Президенту України).

4.1. Фінальний (консолідований) звіт з проведення КОСБО. Це головний, найважливіший документ огляду. Він синтезує звіти всіх міжвідомчих робочих груп і містить варіант перспективної моделі сектору безпеки і оборони України, оцінку вартості її реалізації та комплексні рекомендації. Його подають на розгляд вищому керівництву держави (КМУ, РНБО, Президенту).

4.2. Проєкти відповідних рішень РНБО та указів Президента України. На основі фінального звіту міжвідомча комісія готує проєкти нормативно-правових актів, які мають бути офіційно затвердженими результатами комплексного огляду та які мають дати старт реформам. Проєкти подають на розгляд до апаратів РНБО та Офісу Президента.

Порядок розгляду та погодження звітних матеріалів КОСБО передбачає послідовне проходження рівнів: засідань міжвідомчих робочих груп; обговорення в міжвідомчій комісії; розгляд в урядових комітетах; фінальне затвердження на засіданні КМУ.

Процес моніторингу і контролю передбачає: регулярний моніторинг та контроль за виконанням етапів, процедур, завдань і заходів КОСБО; підготовку аналітичними (експертними) групами пропозицій для керівництва КОСБО та ухвалення відповідних рішень; коригування плану-графіка проведення КОСБО у разі потреби.

Додатками до плану-графіка проведення КОСБО мають бути: типові форми збору та подання даних; інструкції для міжвідомчих робочих груп щодо проведення окремих оглядів, управління та взаємодії.

Для безпосереднього здійснення моніторингу та контролю за виконанням етапів, процедур, завдань і заходів у ході проведення КОСБО доцільно створити спеціалізовані аналітичні підрозділи: на рівні Міжвідомчої комісії - інформаційно-аналітичну групу для узагальнення отриманих даних і підготовки зведених звітів; на рівні міжвідомчих робочих груп – підгрупи з організаційно-аналітичної підтримки (аналітичні групи) для збору, оброблення та попереднього аналізу інформації.

Основним завданням аналітичних груп є аналіз і оцінювання результатів виконання всіх компонентів КОСБО (етапів, процедур, завдань і заходів) на основі поєднання об'єктивних даних та експертних суджень. Такий підхід забезпечує комплексну оцінку ефективності КОСБО, дозволяє виявляти проблеми, відстежувати динаміку виконання заходів у режимі реального часу та формувати узагальнену аналітичну інформацію для прийняття управлінських рішень на рівні Міжвідомчої комісії.

Слід зазначити, що оцінювання ефективності проведення КОСБО доцільно здійснювати на двох рівнях – операційному та стратегічному.

Операційна ефективність відображає якість організації та управління процесом проведення КОСБО. Її визначають за такими критеріями, як рівень координації роботи міжвідомчих структур, дотримання встановлених строків, повнота й якість підготовки документів, а також ступінь виконання запланованих завдань і заходів. Ця складова належить до сфери відповідальності керівництва КОСБО (міжвідомчої комісії). Оцінювання операційної ефективності може здійснюватися в режимі реального часу на основі системи ключових показників ефективності (KPI) виконання плану основних заходів із проведення КОСБО.

Стратегічна ефективність визначається тим, наскільки результати КОСБО сприяють реальному, вимірюваному підвищенню обороноздатності держави. Безпосередньо під час проведення огляду така оцінка є обмеженою, оскільки має довгостроковий характер і потребує накопичення практичних результатів. Її доцільно здійснювати ретроспективно – під час наступного комплексного огляду, шляхом аналізу: динаміки розвитку наявних і новостворених спроможностей; результатів навчань, операцій і бойових дій; рівня забезпеченості сил оборони сучасними зразками озброєння та військової техніки; ступеня реалізації програм і планів реформування сектору безпеки і оборони.

Таким чином, важливим є впровадження критерію "стратегічної валідації" (задовільності для заінтересованих сторін).

Запропонована у статті методика оцінювання, заснована на використанні ключових показників ефективності (KPI) та системи випереджальних індикаторів, орієнтована насамперед на вимірювання операційної ефективності проведення КОСБО. Її головне завдання полягає у забезпеченні керівництва держави дієвим інструментом об'єктивного моніторингу й контролю за процесом огляду, що сприятиме підвищенню якості його кінцевих результатів – аналітичних звітів і проєктів рішень. Саме ці продукти мають стати надійним підґрунтям для ухвалення подальших державних рішень, реалізації реформ і зміцнення обороноздатності України.

Існує низка загальних вимог до показників оцінювання [22–24]. Зокрема, ключові показники ефективності повинні бути обчислюваними, вимірюваними та забезпечувати можливість формування обґрунтованих висновків щодо результативності виконання етапів, процедур, завдань і заходів КОСБО.

У межах КОСБО застосування методу управління за цілями (МВО) забезпечує логічний і функціональний зв'язок між цілями, завданнями, показниками ефективності та результатами виконання (рис. 1). Поєднання методологій МВО і KPI створює умови для об'єктивного моніторингу, контролю й порівняльного аналізу оглядів різного масштабу та змісту в секторі безпеки і оборони України.

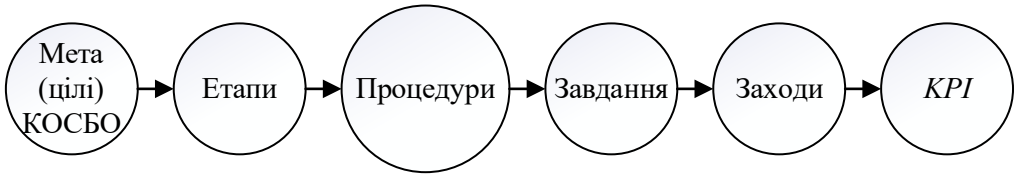


Рисунок 1 – Логічний зв'язок *KPI* для оцінювання ефективності КОСБО

Формування дієвої системи ключових показників ефективності (KPI) для КОСБО є складним завданням через його багаторівневу та багатокомпонентну структуру. Комплексний огляд охоплює процедури, завдання й заходи, які відрізняються за змістом, рівнем деталізації та очікуваними результатами.

Порівняльний аналіз відомих підходів до оцінювання ефективності процесів наведено у Табл. 1.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз підходів до оцінювання ефективності

Підхід	Переваги	Недоліки
Середньозважений	Гнучкість; врахування різних чинників	Може “маскувати” провали високими оцінками
Інтегральний індекс	Простота застосування; наочність	Усереднення нівелює критичні відхилення
Експертний метод	Враховує якісні показники; багатовимірність	Суб’єктивність; залежність від кваліфікації експертів
Принцип “слабкої ланки”	Виявляє критичні проблеми; стимулює усунення слабких місць	Жорсткість; ризик заниження загальної оцінки через другорядні *KPI*

В ході розрахунку загальної оцінки ефективності будь-якого компонента КОСБО доцільно керуватися принципом “слабкої ланки” (див. Табл. 1).

Цей принцип передбачає, що підсумкову оцінку ефективності не визначають як середнє арифметичне значення, а вона дорівнює мінімальному показнику серед усіх KPI, які характеризують даний компонент. Такий підхід унеможливлює маскування критичних недоліків високими результатами за іншими індикаторами, що має особливе значення для сектору безпеки і оборони, де збій однієї підсистеми може нівелювати досягнення інших.

Наприклад, якщо процедура оцінюється за трьома KPI (0,85; 0,90; 0,40), традиційний середній підхід дав би результат 0,72 (задовільно), тоді як принцип “слабкої ланки” фіксує 0,40 (критично). Це наочно демонструє важливість виявлення та усунення “вузьких місць”, оскільки найнижчий показник (0,40) вказує на критичну проблему, яку середній підхід може приховати.

Таким чином, застосування принципу “слабкої ланки” підвищує об’єктивність і діагностичну точність системи оцінювання, сприяючи своєчасному виявленню критичних ризиків у виконанні етапів, процедур і завдань КОСБО.

Для реалізації цього принципу запропановано використовувати систему випереджальних індикаторів, яка включає відповідні ключові показники ефективності (KPI) і забезпечує завчасне управління виконанням завдань на всіх етапах комплексного огляду. Система оцінювання ефективності заходів комплексного огляду (КОСБО) зберігає трирівневу структуру, однак доповнюється новим критерієм стратегічної актуальності, який забезпечує відповідність методики вимогам результат-орієнтованого управління (RBM) та сучасної динаміки безпекового середовища.

1 рівень – комплексний (інтегральний) показник ефективності ($E_{\text{КОСБО}}$), який відображає загальний рівень ефективності проведення КОСБО. Його формують шляхом агрегування результатів галузевих *n*-их оглядів. Відповідно до принципу “слабкої ланки”, комплексний показник розраховують як мінімальне значення серед узагальнених оцінок усіх галузевих оглядів (показників другого рівня):

$$E_{\text{КОСБО}} = min(E_1, E_2, \dots, E_n) \text{ при } n = \overline{1, N}, \quad (1)$$

де N – загальна кількість галузевих оглядів, визначена Законом України [1];

E_j – узагальнені показники ефективності *j*-го галузевого огляду.

Наразі $N = 7$, однак це значення може бути змінене залежно від мети проведення КОСБО, структури сектору безпеки і оборони або актуальних державних пріоритетів. Комплексний показник є чутливим до “найслабшого напряму”.

Такий підхід забезпечує гнучкість системи оцінювання та її здатність адаптуватися до змін у законодавстві, структурі сектору безпеки і оборони чи стратегічних орієнтирах державної політики.

2 рівень – узагальнені показники ефективності (E_n), характеризують рівень успішності проведення окремих галузевих оглядів (наприклад, оборонного огляду) за етапами їх реалізації. Їх розраховують, як мінімальне значення серед оцінок виконання всіх і-х завдань відповідного галузевого огляду:

$$E_n = min(Z_{n1}, Z_{n2}, \dots, Z_{nI}) \text{ при } i = \overline{1, I}, \quad (2)$$

де I – загальна кількість завдань галузевого огляду.

Таким чином, E_n слугує комплексною оцінкою ефективності реалізації кожного з галузевих напрямів у межах КОСБО та дозволяє своєчасно виявляти слабкі місця у виконанні визначених завдань. Це відповідає принципу «слабкої ланки»: показник галузевого огляду визначають за найгіршим із виконаних завдань.

3 рівень – часткові показники ефективності (Z_{im}), які характеризують повноту й якість виконання конкретного завдання. Їх визначають на основі оцінювання результатів реалізації всіх заходів, передбачених для цього завдання, відповідно до принципу “слабкої ланки”:

$$Z_{im} = min(A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{nI}), \text{ при } m = \overline{1, M}, \quad (3)$$

де M – кількість заходів, що належать до певного завдання.

Окрім якості виконання заходів, також слід оцінювати сенс проведення заходу та, відповідно, оцінку актуальності на момент виконання. Нехай, V_{ij} - оцінка актуальності заходу в межах завдання.

$$V_{ij} \in 0,1, \quad (4)$$

де $V_{ij} = 1$ – захід актуальний, відповідає потребам, не застарів;
$V_{ij} = 0$ – захід втратив сенс, оцінка виконання не враховується.

Тоді:

$$Z_{ji} = min(A_{i1} \cdot V_{i1}, A_{i2} \cdot V_{i1}, \dots, A_{\text{ℨ}} \cdot V_{\text{ℨ}}). \quad (5)$$

Інтерпретація введення коефіцієнта V_{ij}:

Якщо захід виконано на 100% ($A_{ij} = 1$), але він втратив актуальність ($V_{ir} = 0$), то його внесок у показник має бути 0.

Система більше не заохочує виконання заходів, що: застаріли, втратили стратегічний сенс, дублюють інші заходи, не відповідають бойовим потребам.

Практично, це захист від імітації діяльності.

Наслідки щодо 2-го рівня: формула (2) не змінена, але E_n тепер може набути нульового значення, якщо хоча б один ключовий захід завдання втратив актуальність. Тому слід ввести додаткове обмеження:

$$\left\{ \begin{matrix} E_n = min(Z_{n1}, Z_{n2}, \dots, Z_{\dots}) \\ Z \neq 0 \end{matrix} \right\} \text{ при } i = \overline{1, I_{Z \neq 0}}, \quad (6)$$

де $Z \neq 0$ – означає “для заходів, що зберегли актуальність”.

Це дозволяє виявити: застарілі завдання галузевого огляду, помилки у плануванні, проблеми з адаптивністю, “вузькі місця” у циклах оборонного огляду.

Для першого рівня формула також структурно не змінена, але тепер відображає не лише рівень виконання, але й: актуальність заходів**,** життєздатність стратегічних цілей, здатність системи адаптуватися до змін операційного середовища.

Таким чином, трирівнева модель стає RBM-сумісною, адаптивною і стратегічно валідованою.

Удосконалення моделі оцінювання забезпечує можливість не тільки фіксувати рівень виконання завдань, а й визначати їх актуальність та стратегічну доцільність. Це відповідає вимогам RBM, де діяльність має приносити цінність, а не лише відображатися у звітності.

Введення коефіцієнта стратегічної валідності V забезпечує гнучкість та адаптивність КОСБО, робить оцінювання нечутливим до “імітації діяльності” та дозволяє своєчасно виявляти застарілі або нерелевантні заходи.

Класифікація заходів за категоріями KPI

Оскільки не всі заходи в межах комплексного огляду мають однакову вагу та критичність для досягнення кінцевої мети, рекомендованим є ще на організаційно-підготовчому етапі (під час розроблення проєкту плану основних заходів) здійснювати їх класифікацію за категоріями KPI: критичні заходи – ті, невиконання яких (оцінка менше 50%) унеможливлює успішне завершення відповідного етапу, процедури або завдання; допоміжні заходи – ті, що підвищують якість кінцевого результату, але їх часткове невиконання не є критичним для досягнення загальної мети.

Розрахунок часткових показників ефективності (Z_{im}) здійснюють поетапно, із застосуванням принципу “слабкої ланки” для критичних заходів та середнього арифметичного – для допоміжних. Такий підхід забезпечує збалансовану оцінку результатів і запобігає спотворенню підсумкової ефективності через нерівномірності виконання окремих дій.

Крок 1. Оцінка критичних заходів (M_{crit})

Оцінювання критичних заходів проводять за принципом “слабкої ланки”. Якщо хоча б один із критичних заходів, передбачених для виконання завдання, не реалізовано або має незадовільний рівень виконання (менше ніж 50%), відповідне завдання не може вважатися успішно виконаним. Розрахунок здійснюють за формулою:

$$Z_{crit_{score}} = min\left(M_{crit_1}, M_{crit_2}, \dots, M_{crit_k}\right) \text{ при } k = \overline{1, K}, \quad (7)$$

де K – загальна кількість критичних заходів, передбачених для виконання завдання.

Крок 2. Оцінка допоміжних заходів (M)

Допоміжні заходи оцінюються за середнім арифметичним значенням їхніх індивідуальних оцінок. Такий підхід дозволяє врахувати вплив окремих низьких результатів, не нівелюючи при цьому загальну позитивну динаміку. Формула має вигляд:

$$Z_{score} = \frac{\sum_{j=1}^{J} M_j}{J} \text{ при } j = \overline{1, J}, \quad (8)$$

де J – загальна кількість допоміжних заходів.

Крок 3. Підсумкова оцінка виконання завдання

Частковий показник ефективності (Z_{im}) інтегрує оцінки критичних і допоміжних заходів, відображаючи загальний рівень виконання конкретного завдання.

Завдання вважається успішно реалізованим лише за умови належного виконання обох груп заходів. Розрахунок здійснюється за формулою:

$$Z_{im} = min\left(Z_{crit_{score}}, Z_{score}\right). \quad (9)$$

Значення кожного KPI визначає відповідна аналітична група на основі поєднання об'єктивних даних і експертних суджень та виражається у відсотках (0–100%). Такий підхід дозволяє: поєднати кількісні та якісні характеристики результативності; забезпечити гнучкість і обґрунтованість оцінок; формувати достовірні аналітичні висновки для ухвалення управлінських рішень.

До основних критеріїв оцінювання ефективності виконання завдань і заходів КОСБО належать:

1) факт виконання – бінарна оцінка ("так/ні"), що визначає, чи було реалізовано захід або отримано запланований результат;

2) кількісні результати – числові показники досягнення (наприклад, "розроблено 5 із 5 документів", "проведено 3 із 4 засідань" тощо);

3) дотримання встановлених строків – відповідність фактичних термінів виконання заходів графіку, затвердженому в плані основних заходів із проведення комплексного огляду;

4) якість результату – рівень аналітичної глибини, логічної цілісності, обґрунтованості висновків, коректності використаних даних і джерел;

5) повнота виконання – ступінь охоплення усіх аспектів завдання, визначених методикою проведення комплексного огляду, та рівень реалізації всіх запланованих заходів;

6) відповідність результату поставленій меті – логічна узгодженість досягнутих результатів із запланованими цілями та очікуваними ефектами;

7) колективна зважена оцінка аналітичної групи – сформована із застосуванням методу експертних суджень за результатами обговорення в аналітичній групі експертна оцінка (з урахуванням коефіцієнтів компетентності експертів).

Особливе місце в процедурі оцінювання ефективності проведення комплексного огляду посідає експертна оцінка, яка покликана компенсувати обмеження суто кількісних індикаторів та надати глибше розуміння якісних аспектів реалізації завдань і виконання заходів.

Залучення експертів із різних сфер – воєнної, економічної, правової, науково-технічної, інформаційно-аналітичної та організаційної – дає змогу сформувати комплексне, міждисциплінарне уявлення про реальну ефективність виконання етапів, процедур, завдань і заходів у межах комплексного огляду.

Поєднання об'єктивних, вимірюваних показників (KPI) із багатопрофільною експертною оцінкою забезпечує: підвищення точності та достовірності результатів оцінювання; глибше розкриття якісних характеристик процесів і результатів; обґрунтованість управлінських висновків; зниження ризику суб'єктивних спотворень при інтерпретації кількісних даних.

Таким чином, експертна оцінка виступає ключовим елементом комплексного підходу до визначення ефективності проведення комплексного огляду, забезпечуючи збалансованість між кількісними метриками та якісним аналітичним судженням.

Для проведення експертного оцінювання ефективності виконання етапів, процедур, завдань і заходів у межах комплексного огляду можуть застосовуватися такі методи збору та узагальнення експертних суджень:

анкетування – індивідуальне, групове або повторне (ітераційне), спрямоване на отримання персональних оцінок експертів за уніфікованою формою;

групові дискусії (метод "мозкового штурму") – спільне обговорення ключових питань з метою формування узгоджених рішень та уточнення оціночних позицій;

Delphi-метод – поетапна процедура багатократного опитування експертів із використанням анонімного зворотного зв'язку, що дозволяє досягти консенсусу в оцінках;

інші спеціалізовані методи колективного узгодження оцінок, що відповідають вимогам об'єктивності, репрезентативності та статистичної надійності результатів.

Отримані результати експертного аналізу інтегрують з кількісними показниками ефективності (KPI), формуючи комбіновану оцінку, яка поєднує об'єктивні дані та фахові судження.

Такий підхід забезпечує всебічність і достовірність оцінювання та підвищує якість управлінських рішень, ухвалюваних за результатами проведення комплексного огляду.

Зведене значення ефективності подається у вигляді відсоткової оцінки за шкалою результативності, наведеною у табл. 2. Такий підхід дозволяє кількісно виразити якісні експертні оцінки, забезпечуючи порівнянність результатів між різними рівнями показників та підвищуючи достовірність висновків щодо ефективності проведення комплексного огляду.

Таблиця 2 – Шкала оцінювання (для 1-го, 2-го та 3-го рівнів показників)

№ з/п	Рівень виконання (кількісна оцінка, %)	Лінгвістична оцінка (статус)
1	≥ 90%	Повністю виконано
2	50% – 89%	Частково виконано
3	< 50%	Не виконано

У межах оцінювання ефективності КОСБО: кількісні показники (KPI) забезпечують формальну вимірюваність процесів і результатів; експертні судження надають якісну інтерпретацію, уточнюючи контекст оцінки; їх поєднання формує збалансовану та об'єктивну оцінку ефективності виконання завдань і заходів.

Якщо результат виконання будь-якого компонента КОСБО – етапу, процедури чи завдання – оцінено нижче 90% (тобто має статус "Частково виконано" або "Не виконано"), аналітична група зобов'язана підготувати обґрунтовані пропозиції щодо усунення виявлених недоліків.

У таких випадках визначається перелік коригувальних дій, який подається на розгляд керівнику відповідного рівня: голові міжвідомчої робочої групи, якщо проблема має локальний (галузевий) характер; голові Міжвідомчої комісії, якщо проблема стосується комплексного огляду загалом.

Очікувані результати виконання етапів, процедур, завдань і заходів комплексного огляду повинні відповідати таким основним вимогам [20]:

1). Конкретність – результат має чітко визначати, що саме буде зроблено або досягнуто, з однозначним формулюванням кінцевого продукту діяльності.

2). Вимірюваність – рівень досягнення результату повинен бути кількісно або якісно оцінюваним (через систему показників, шкали, функції розрахунку або експертні оцінки).

3). Релевантність – результат має безпосередньо сприяти досягненню мети відповідного галузевого огляду та узгоджуватися з цілями комплексного огляду в цілому.

4). Обмеженість у часі – для кожного етапу, завдання чи заходу має бути встановлений чіткий кінцевий термін виконання, який дозволяє здійснювати контроль динаміки та своєчасності реалізації.

Дотримання зазначених вимог забезпечує: прозорість процесу оцінювання; відтворюваність результатів і порівнянність між циклами проведення огляду; практичну корисність отриманих даних для управлінських рішень; своєчасне реагування на відхилення та підвищення загальної ефективності проведення комплексного огляду.

Блок-схему методики оцінювання ефективності виконання етапів, процедур, завдань і заходів під час проведення КОСБО наведено на рис. 2.

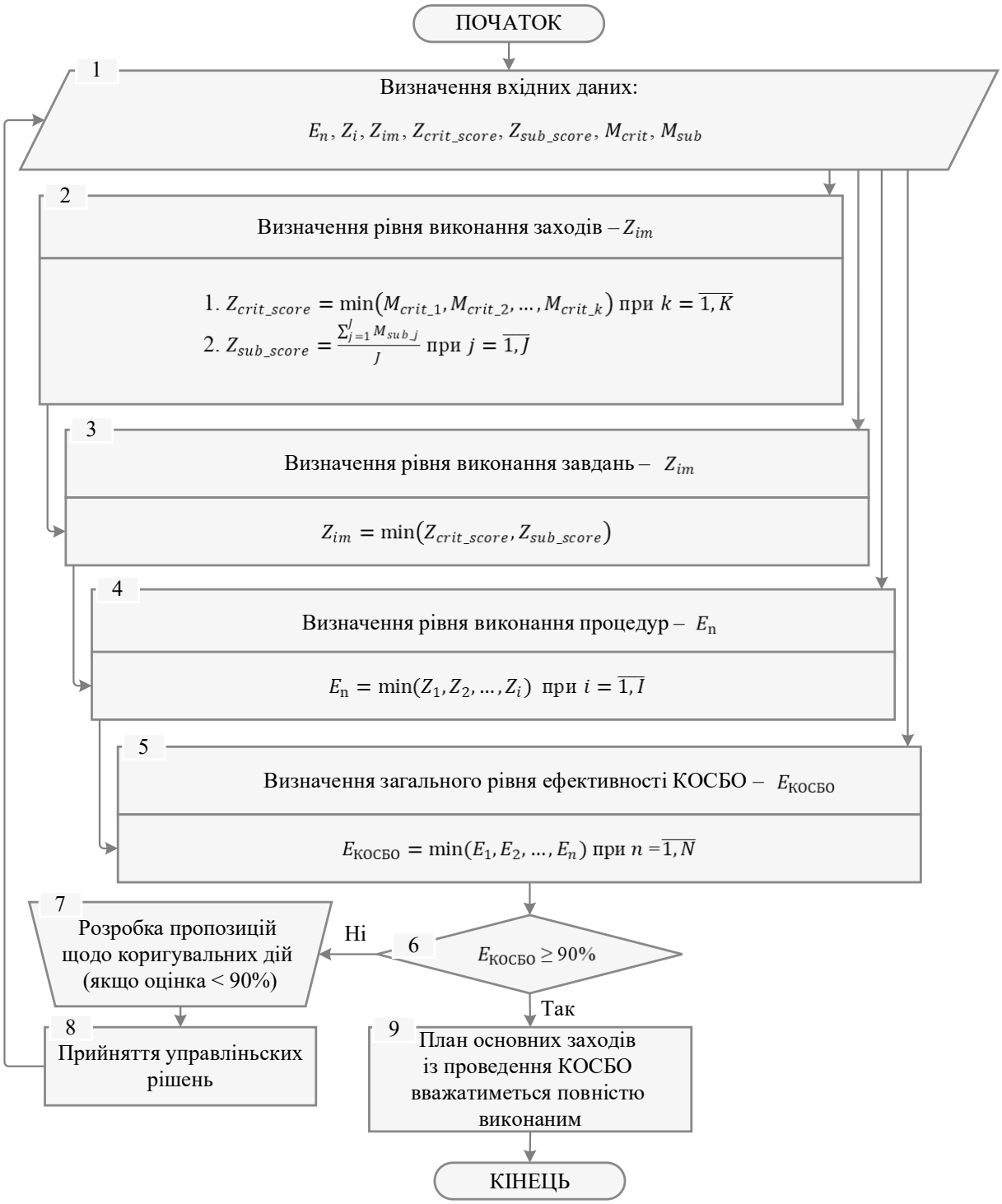


Рисунок 2 – Блок-схема методики оцінювання ефективності виконання етапів, процедур, завдань і заходів під час проведення КОСБО

Варіант форми звітності для оцінювання виконання завдання “Планування сил” (у межах оборонного огляду).

1. Назва завдання: Планування сил.

2. Відповідальний орган/структура: Міністерство оборони України (у взаємодії з іншими міністерствами, центральними органами виконавчої влади та військовими формуваннями).

3. Взаємодіючі органи / партнери: (за наявності – інші державні органи, установи, підприємства, наукові установи, міжнародні партнери).

4. Кінцевий термін виконання: 20 липня 2026 року.

5. Ключові показники ефективності (KPI) для завдання надано у таблиці 3.

Таблиця 3 – Ключові показники ефективності (KPI) для завдання “Планування сил” (у межах оборонного огляду; приклад)

№ з/п	Назва заходу	Тип заходу	Планове значення	Фактичне значення	Рівень виконання (%)	Зміни
1.1	Розроблення проєкту моделі ЗСУ	Критичний	100%	95%	95%	“За планом”
1.2	Розрахунок потреби в ресурсах	Критичний	100%	90%	90%	**“Змінено” (обґрунтовано)**
1.3	Аналіз зарубіжного досвіду	Допоміжний	100%	40%	40%	“Скасовано (як неактуальне)”
1.4	Проведення консультацій	Допоміжний	100%	80%	80%	“Новий захід”

Примітка:

1. *Розрахунок підсумкової оцінки за завданням здійснюють відповідно до формули (9):* $Z_{im} = min(Z_{crit_{score}}, Z_{score})$*, де:* $Z_{crit_{score}}$ *– мінімальна оцінка серед критичних заходів;* Z_{score} *– середнє арифметичне оцінок допоміжних заходів.*

2. Для наведеного прикладу:

$$Z_{crit_{score}} = min\ (95{,}90) = 90; Z_{score} = (40 + 80\ )/2 = 60; Z_I = min\ (90{,}60) = 60\%.$$

Отже, рівень виконання завдання “Планування сил” оцінюється як “Частково виконано”.

Призначення стовпчика “Зміни”: легалізує адаптивність; дозволяє розрізняти “зміни за потребою” від “невиконання”; фіксує управлінські рішення; дає змогу вести повну історію планування.

Наявність стовпчика “Статус змін” дозволяє перетворити таблицю KPI з інструменту обліку на інструмент прийняття рішень. Відповідно до RBM, зміни, що збільшують цінність, не є порушенням, а навпаки — ознакою гнучкості системи.

6. Проміжні результати виконання: (коротко зазначають досягнуті результати, проблемні питання, відхилення від графіка, ризики тощо)

7. Узагальнена оцінка ефективності виконання завдання надано у таблиці 4

Таблиця 4 – Таблична форма для обліку даних щодо узагальненої оцінки ефективності виконання завдання

Показник	Формула розрахунку	Розрахунок	Значення (%)	Лінгвістична (семантична) оцінка
Оцінка критичних заходів ($Z_{crit_{score}}$)	(7)			
Оцінка допоміжних заходів (Z_{score})	(8)			
Підсумкова оцінка завдання (Z_{im})	(9)			

8. Висновки аналітичної групи: (аналітична оцінка досягнутих результатів, причини відхилень, потенційні наслідки для інших етапів або процедур КОСБО).

9. Пропозиції щодо коригувальних дій: (перелік необхідних заходів для усунення недоліків або компенсації ризиків; вказуються відповідальні виконавці та орієнтовні терміни виконання).

10. Висновок за результатами оцінювання:

повністю виконано (≥ 90%);

частково виконано (50–89%);

не виконано (< 50%).

11. Підпис(и) відповідальних осіб:

Керівник міжвідомчої робочої групи _____ (П.І.Б., підпис, дата)

Керівник аналітичної групи _____ (П.І.Б., підпис, дата)

Примітки:

1. Усі числові значення повинні бути підтверджені документальними даними або офіційною статистичною інформацією.
2. За наявності експертної оцінки додаються окремі форми анкет та узагальнені висновки експертів.
3. Звіт подається до секретаріату Міжвідомчої комісії у друкованій та електронній формах згідно з графіком звітності.

Значення критерію ефективності:

план основних заходів із проведення КОСБО вважаю повністю виконаним, якщо показник завершеності завдань становить не менше 90%;

комплексний огляд у цілому вважається ефективним, якщо показник досягнення його мети (інтегральний показник $E_{\text{КОСБО}}$) також становить ≥ 90%.

У разі, якщо результат оцінювання нижчий за 90% (тобто має статус “частково виконано” або “не виконано”), відповідальні аналітичні групи зобов’язані підготувати обґрунтовані пропозиції щодо коригувальних дій, спрямованих на усунення виявлених недоліків, та подати їх на розгляд керівництву Міжвідомчої комісії.

Таким чином, достовірність і повнота даних, що надходять від проєктних команд (міжвідомчих робочих груп), є фундаментальною передумовою для об’єктивного, комплексного та відтворюваного оцінювання ефективності проведення КОСБО.

Для забезпечення заходів моніторингу та контролю часто використовують табличну облікову форму без розширених аналітичних елементів з урахуванням даних з інших рівнів управління. Наприклад, типовий (очікуваний) зміст такої таблиці може передбачати такі поля: “№”; “Назва заходу”; “Відповідальний”; “Строк виконання”; “Статус” (виконано/ невиконано); “Оцінка (q) ” (0–1); “Коментар”.

Ключові обмеження типового формату: фіксує лише факт виконання (compliance), не містить атрибутів актуальності та релевантності (V), не відображає причин змін, скасувань і нових заходів, не включає інформацію про Output–Outcome–Impact, не передбачає зовнішньої валідації (Red Teaming), не дозволяє простежити логіку перетворення заходу на результат, ефект або вплив.

Таким чином, такий формат є саме обліковим, але не аналітичним.

Врахування принципів RBM, CAS, M&E та Red Teaming дозволяє сформувати інший перелік полів такої таблиці: “№”; “Назва заходу”; “Завдання (Z_i)”; “Очікуваний результат (вихід)”; “Очікувана вигода/ перевага”; “Очікуваний вплив”; “A (оцінка)” (0–1); “V (0/1)” (0/1); “q×V”; “Зміни” (За планом / Змінено / Скасовано / Новий); “Обґрунтування”; “Джерело погодження” (Blue / Red / Users); “Зауваження червоної команди”; “Заінтересовані сторони”; “Ключові ризики”.

Додавання критично важливого поля актуальності (V) дозволяє: обнулити оцінку заходу, який втратив сенс, орієнтувати систему на результат, а не на сліпе виконання.

Поле “Зміни” забезпечить легалізацію адаптивності: “Змінено” не знижує оцінку — адаптація є перевагою в умовах складних адаптивних систем; “Скасовано” означає, що захід більше не є релевантним → V=0.

Зв’язок з RBM: Output — короткостроковий результат, Outcome — системна зміна, Impact — стратегічний ефект.

Щодо зовнішньої валідації (Red Team): уперше введено поле “Source of Validation” та “Red Team Notes”, що запобігає завищеним самооцінкам.

Щодо стейкхолдерів та ризиків: методика переходить від моделі огляду, як “чорного ящика”, до моделі прозорого управління заінтересованими сторонами й ризик-орієнтованого управління.

Щодо використання внутрішніх аналітичних груп характерним є системний ризик викривлення оцінок через конфлікт інтересів, що проявляється у несвідомому або навмисному викривлюванні даних для покращення звітності (ефект “упередженості” або “оптимізму”). Це призводить до штучного завищення показників ефективності та маскування критичних проблем.

Мінімізація зазначеного ризику має типове рішення — зовнішню валідацію. У сфері безпеки та оборони таке рішення часто реалізують за процедурою з методології Red Teaming, що і запропоновано використати в методиці КОСБО. На відміну від класичного контролю, цей підхід передбачає залучення незалежних експертів (“Red Team”) для стрес-тестування висновків та оцінок, отриманих внутрішніми групами (“Blue Team”).

Організаційна структура валідації побудована на тріаді “Споживач — Оператор — Аналітик” (Users–Operators–Analysts), де:

- **Споживачі (Users):** представники структур, що безпосередньо використовують результати огляду (наприклад, командування видів ЗСУ);
- **Оператори (Operators):** фахівці з державного управління, оборонного планування (включно з J5, J7, J8);
- **Аналітики (Analysts):** незалежні експерти з моніторингу та оцінювання.

Процедура валідації замінює традиційне анкетування на сесії захисту результатів (Challenge Sessions). Для забезпечення об’єктивності впроваджено протокол перехресної перевірки (Double-Red Validation) та верифікації на відсутність конфлікту інтересів. У разі відхилення внутрішньої оцінки від оцінки зовнішніх експертів більш ніж на встановлену похибку (наприклад, 10%), передбачено проведення повторного аналізу первинних даних.

З урахуванням сказаного на подальших кроках у блок-схемі методики слід буде додати блоки пов’язані з залученням “Червоних команд” (див. Рисунок 3).

Викладені у статті положення щодо організації моніторингу та контролю за проведенням КОСБО доцільно відобразити у методичних рекомендаціях, які надалі повинні бути затверджені розпорядженням Кабінету Міністрів України.

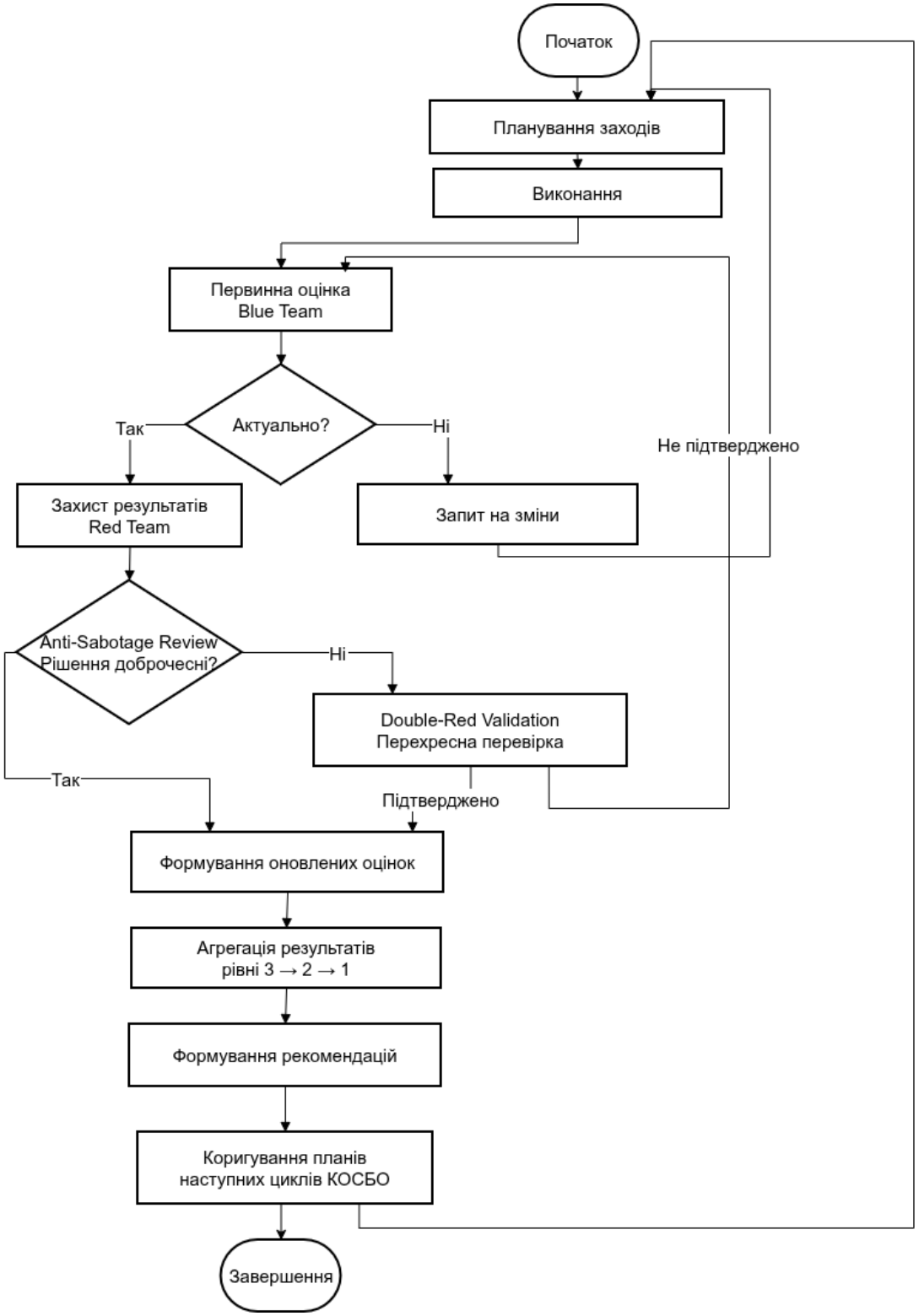


Рисунок 3 – Алгоритм залучення механізму “Червоних команд”

Висновки

Проведений аналіз наукових досліджень та практики організації комплексного огляду сектору безпеки і оборони України виявив низку проблем, насамперед відсутність спеціальної методики оцінювання його ефективності. Існуючі науково-методичні підходи не забезпечують

комплексного вимірювання результативності етапів, процедур, завдань і заходів, що унеможливлює своєчасне виявлення відхилень і прийняття управлінських рішень.

Запропонована у статті методика основана на інтеграції методу управління за цілями (MBO; RBM), системи ключових показників ефективності (KPI), випереджальних індикаторів та модифікованого принципу "слабкої ланки". Такий комплексний підхід забезпечує збалансоване поєднання кількісних індикаторів та експертних оцінок, що підвищує об'єктивність результатів. Запропонований підхід до трирівневого оцінювання (інтегральний показник – узагальнені показники – часткові KPI) створює умови для проведення об'єктивного моніторингу та контролю виконання КОСБО в режимі реального часу.

Методика оцінювання ефективності комплексного огляду сектору безпеки і оборони України має не лише операційно-аналітичний характер, але й формує стратегічну основу для підвищення результативності державної політики у сферах національної безпеки і оборони. У запропонованому підході контроль виконавчої дисципліни надалі може бути доповнений механізмом стратегічної валідації (V), циклічною перевіркою актуальності цілей, двоконтурним механізмом Контрольна сесія – "Протисаботажний огляд" та інтеграцією методів Red Teaming і перехресної перевірки (Double-Red). Така архітектура дозволяє перетворити КОСБО з лінійної процедури на гнучку систему прийняття рішень.

Запропонована методика забезпечує виконання двох ключових завдань. По-перше, вона створює механізм раннього виявлення "вузьких місць" у виконанні завдань, подібно до принципу "слабкої ланки", що є визначальним у оцінюванні складних систем. По-друге, завдяки введенню коефіцієнта стратегічної актуальності та циклічної адаптації планів вона запобігає реалізації неактуальних або помилкових завдань, які могли б призвести до втрат часу, ресурсів та управлінської уваги у критично важливих умовах війни.

Інтеграція концепцій Results-Based Management (RBM), Monitoring & Evaluation (M&E) і теорії складних адаптивних систем (CAS) забезпечує перехід від формального контролю виконання плану до управління цінністю, ризиками й операційною адаптивністю. Такий комплексний підхід підсилює спроможність КОСБО виконувати свою основну функцію — не фіксувати минуле, а створювати надійну інформаційну основу для прийняття актуальних, своєчасних і стратегічно релевантних рішень.

Практична реалізація методики передбачає застосування уніфікованих форм звітності, шкали оцінювання результатів та процедур коригувальних дій у випадках, коли ефективність виконання завдань становить менш ніж 90%. Її впровадження у діяльність міжвідомчих робочих груп і комісій сприятиме підвищенню якості кінцевих результатів КОСБО та гарантуватиме відповідність його результатів стратегічним цілям державної політики у сферах національної безпеки і оборони.

Слід наголосити, що розроблена методика є інструментом оцінювання передусім операційної ефективності процесу проведення комплексного огляду. Натомість оцінка його стратегічної ефективності, тобто реального впливу на обороноздатність держави, є предметом окремих досліджень на наступних етапах оборонного планування та виходить за межі цієї статті.

Перспективи подальших досліджень. Надалі наукові дослідження доцільно зосередити на розв'язанні проблеми відсутності інструментарію для оцінювання стратегічної ефективності (ефективності результатів) комплексного огляду сектору безпеки і оборони України. Ключова увага має бути приділена формуванню системи показників, які дозволять кількісно вимірювати реальний внесок комплексного огляду в підвищення обороноздатності держави.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Про національну безпеку України : Закон України від 21.06.2018 № 2469-VIII // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/2469-19 (дата звернення: 10.02.2023).
2. Про затвердження плану заходів з проведення комплексного огляду сектору безпеки і оборони України та методичних рекомендацій щодо його проведення : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 25.02.2015 № 139-р // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/139-2015-%D1%80 (дата звернення: 22.11.2024).
3. Manheim D. Building less-flawed metrics: Understanding and creating better measurement and incentive systems. *Patterns*. 2023. Vol. 4, № 10. P. 100842. DOI: https://doi.org/10.1016/j.patter.2023.100842.
4. González Campos E. Application of statistical process control for the performance improvement of a clinical engineering department. *Global Clinical Engineering Journal*. 2023. Vol. 6, № 1. P. 29–35. DOI: https://doi.org/10.31354/globalce.v6i1.160.
5. Petersen J. A., McAlister L., Reibstein D. J., Winer R. S., et al. Choosing the Right Metrics to Maximize Profitability and Shareholder Value. *Journal of Retailing*. 2009. Vol. 85, № 1. P. 95–111. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jretai.2008.11.004.
6. Dipura S., Soediantono D. Benefits of Key Performance Indicators (KPI) and Proposed Applications in the Defense Industry: A Literature Review. *International Journal of Social and Management Studies*. 2022. Vol. 3, № 4. P. 23–33. DOI: https://doi.org/10.5555/ijosmas.v3i4.146.
7. Key Performance Indicators (KPIs) for government's most important contracts. *GOV.UK*. URL: https://www.gov.uk/government/publications/key-performance-indicators-kpis-for-governments-most-important-contracts (дата звернення: 04.10.2025).
8. Скуріневська Л. Оцінювання ефективності управління оборонними ресурсами в системі формування економічної безпеки України. *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security"*. 2024. Vol. 14, № 6. P. 192–203. DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.6.19.
9. Soares J., Letens G., Vallet N., Van Bockhaven W., **et al.** The defence performance measurement framework. *Defence Studies*. 2022. Vol. 22, № 1. P. 99–122. DOI: https://doi.org/10.1080/14702436.2021.1994394.
10. Семененко О., Скуріневська Л. Показники та критерії оцінювання ефективності функціонування системи управління оборонними ресурсами сектору безпеки та оборони України. *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security"*. 2023. Vol. 13, № 2. P. 112–128. DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.2.10.
11. Дєнєжкін М. М., Крикун П. М., Руснак І. С. Проблеми проведення комплексного огляду сектору безпеки та оборони України. *Наука і оборона*. 2014. № 4. С. 3–10.
12. Герасимов А. П. *Комплексний огляд сектору безпеки і оборони : уроки минулого і сьогодення*. Київ : НІСД, 2016. URL: https://niss.gov.ua (дата звернення: 11.12.2024).
13. Nakonechna I. V. Information and analytical procedures for ensuring the national security of Ukraine… *Legal Novelties*. 2023. № 19. P. 77–84. DOI: https://doi.org/10.32847/ln.2023.19.11.
14. Галаган В. Порядок та особливості оцінювання стану проєкту створення інформаційних систем військового призначення. *Зб. наук. пр. ЦВСД НУОУ*. 2023. № 2(78). С. 80–86. DOI: https://doi.org/10.33099/2304-2745/2023-2-78/80-86.

15. Лобко М., Тимошенко Р., Сотник В., Фучко А. Проблеми формування системи стратегічного планування у сфері оборони. *Зб. наук. пр. ЦВСД НУОУ*. 2024. № 2(81). С. 41–53. DOI: https://doi.org/10.33099/2304-2745/2024-2-81/41-53.
16. Химченко О. С., Ворович Б. О., Кутовий О. П. Система національного спротиву України. *Наука і оборона*. 2024. № 2. С. 37–47. DOI: https://doi.org/10.33099/2618-1614-2024-25-2-37-47.
17. Ворович Б., Горбенко С., Кравченко Є., Прима А. Аналіз досвіду оборонних оглядів держав – членів НАТО. *Зб. наук. пр. ЦВСД НУОУ*. 2025. № 2(85). С. 24–33. DOI: https://doi.org/10.33099/2304-2745/2025-2-85/24-33.
18. Галаган В. Порядок оцінки спроможності органів військового управління… *Зб. наук. пр. ЦВСД НУОУ*. 2024. № 1(80). С. 59–65. DOI: https://doi.org/10.33099/2304-2745/2024-1-80/59-65.
19. Сурков О. О., Сафронов О. В., Романюк А. М. Пропозиції щодо організації та проведення комплексного огляду сектору безпеки і оборони України. У: *Державна політика у сфері оборони…* Київ : НУОУ, 2024. С. 51–63.
20. Про затвердження Порядку організації та здійснення оборонного планування в Міністерстві оборони України, Збройних Силах України та інших складових сил оборони : Наказ Міністерства оборони України від 22.12.2020 № 484 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/go/z0196-21 (дата звернення: 15.12.2025).
21. Про затвердження Порядку проведення оборонного огляду Міністерством оборони : Постанова Кабінету Міністрів України від 31.10.2018 № 941 // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/941-2018-%D0%BF (дата звернення: 15.12.2025).
22. Results-Based Management vs Balanced Scorecard for Strategy Implementation. URL: https://bscdesigner.com/results-based-management.htm (дата звернення: 10.11.2025).
23. Крикун П., Павленко В., Корендович В., Ясенко С. та ін. Розбудова національної системи оборонного планування… *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security"*. 2024. Vol. 14, № 3. P. 14–32. DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.3.2.
24. Yasenko S., Tkach I. A review of selected analytical models… *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security"*. 2023. Vol. 13, № 1. P. 111–127. DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.1.10.
25. Petrenko A. Методичний підхід до оцінювання наявних спроможностей… *Сучасні інформаційні технології…* 2019. Vol. 35, № 2. P. 99–104. DOI: https://doi.org/10.33099/2311-7249/2019-35-2-99-104.
26. Дукач Ю., Кияниця З., Конєчна-Саламатін Й., Кравчук І. та ін. *Моніторинг і оцінювання* : навч. посіб. Київ : Альянс громадського здоров'я, 2018. 175 с.
27. *Моніторинг і оцінювання управлінської діяльності* : конспект лекцій. Суми : СумДУ, 2022. 138 с.
28. Лендьел М., Винницький Б., Ратейчак Ю., Санжаровський І. *Посібник з моніторингу та оцінювання програм регіонального розвитку*. Київ : К.І.С., 2007. 80 с.
29. Кравчук І., Пильгун Л., Савва М. *Моніторинг і оцінювання соціального впливу проєкту* : практич. посіб. Київ : МФ «Відродження», 2016. 27 с.
30. Барабаш Ю. Л. *Основи теорії оцінювання ефективності складних систем* : навч. посіб. Київ : НАОУ, 1999. 39 с.
31. Бут Ю. І., Ремез А. В. Концептуальні основи оцінювання ефективності видів оборони. *Наука і оборона*. 2020. № 3. С. 41–45. DOI: https://doi.org/10.33099/2618-1614-2020-12-3-41-45.

32. Сампір О. Удосконалена методика оцінювання системи відновлення озброєння… *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security"*. 2021. Vol. 11, № 5. P. 165–178. DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.5.16

References

1. Verkhovna Rada of Ukraine. (2018). *Law of Ukraine "On National Security of Ukraine"* (No. 2469-VIII, June 21, 2018). https://zakon.rada.gov.ua/go/2469-19
2. Verkhovna Rada of Ukraine. (2015). *Order of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On approval of the action plan for conducting a comprehensive review of the security and defense sector of Ukraine and methodological recommendations for its implementation"* (No. 139-r, February 25, 2015). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/139-2015-%D1%80
3. Manheim, D. (2023). Building less-flawed metrics: Understanding and creating better measurement and incentive systems. *Patterns, 4*(10), Article 100842. https://doi.org/10.1016/j.patter.2023.100842
4. González Campos, E. (2023). Application of statistical process control for the performance improvement of a clinical engineering department. *Global Clinical Engineering Journal, 6*(1), 29–35. https://doi.org/10.31354/globalce.v6i1.160
5. Petersen, J. A., McAlister, L., Reibstein, D. J., Winer, R. S., et al. (2009). Choosing the right metrics to maximize profitability and shareholder value. *Journal of Retailing, 85*(1), 95–111. https://doi.org/10.1016/j.jretai.2008.11.004
6. Dipura, S., & Soediantono, D. (2022). Benefits of key performance indicators (KPI) and proposed applications in the defense industry: A literature review. *International Journal of Social and Management Studies, 3*(4), 23–33. https://doi.org/10.5555/ijosmas.v3i4.146
7. UK Government. (2025). *Key performance indicators (KPIs) for government's most important contracts*. https://www.gov.uk/government/publications/key-performance-indicators-kpis-for-governments-most-important-contracts
8. Skurinevska, L. (2024). Evaluation of the effectiveness of defense resource management in the system of economic security formation of Ukraine. *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security", 14*(6), 192–203. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.6.19
9. Soares, J., Letens, G., Vallet, N., Van Bockhaven, W., et al. (2022). The defence performance measurement framework. *Defence Studies, 22*(1), 99–122. https://doi.org/10.1080/14702436.2021.1994394
10. Semenenko, O., & Skurinevska, L. (2023). Indicators and criteria for evaluating the effectiveness of defense resource management in Ukraine's security and defense sector. *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security", 13*(2), 112–128. https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.2.10
11. Dieniezhkin, M. M., Krykun, P. M., & Rusnak, I. S. (2014). Problems of conducting a comprehensive review of the security and defense sector of Ukraine. *Nauka i oborona*, (4), 3–10.
12. Gerasymov, A. P. (2016). *Comprehensive review of the security and defense sector: Lessons from the past and present*. National Institute for Strategic Studies. https://niss.gov.ua
13. Nakonechna, I. V. (2023). Information and analytical procedures for ensuring the national security of Ukraine. *Legal Novelties*, (19), 77–84. https://doi.org/10.32847/ln.2023.19.11
14. Galahan, V. (2023). Procedure and features of evaluating the state of military information systems development projects. *Collected Scientific Papers of the Center for Military and Strategic Studies of NDUU*, 2(78), 80–86. https://doi.org/10.33099/2304-2745/2023-2-78/80-86
15. Lobko, M., Tymoshenko, R., Sotnyk, V., & Fuchko, A. (2024). Problems of forming a strategic planning system in the defense sector. *Collected Scientific Papers of the Center for Military*

and Strategic Studies of NDUU, 2(81), 41–53. https://doi.org/10.33099/2304-2745/2024-2-81/41-53

16. Khymchenko, O. S., Vorovych, B. O., & Kutovyi, O. P. (2024). The system of national resistance of Ukraine. *Nauka i oborona*, (2), 37–47. https://doi.org/10.33099/2618-1614-2024-25-2-37-47
17. Vorovych, B., Horbenko, S., Kravchenko, Ye., & Pryma, A. (2025). Analysis of defense review experience of NATO member states. *Collected Scientific Papers of the Center for Military and Strategic Studies of NDUU*, 2(85), 24–33. https://doi.org/10.33099/2304-2745/2025-2-85/24-33
18. Galahan, V. (2024). Procedure for assessing the capability of military command authorities. *Collected Scientific Papers of the Center for Military and Strategic Studies of NDUU*, 1(80), 59–65. https://doi.org/10.33099/2304-2745/2024-1-80/59-65
19. Surkov, O. O., Safronov, O. V., & Romaniuk, A. M. (2024). Proposals for organizing and conducting a comprehensive review of the security and defense sector of Ukraine. In *State policy in the field of defense* (pp. 51–63). National Defense University of Ukraine.
20. Ministry of Defense of Ukraine. (2020). *Order "On approval of the procedure for organizing and implementing defense planning"* (No. 484). https://zakon.rada.gov.ua/go/z0196-21
21. Verkhovna Rada of Ukraine. (2018). *Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On approval of the procedure for conducting a defense review"* (No. 941). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/941-2018-%D0%BF
22. BSC Designer. (2025). *Results-based management vs balanced scorecard for strategy implementation*. https://bscdesigner.com/results-based-management.htm
23. Krykun, P., Pavlenko, V., Korendovych, V., Yasenko, S., et al. (2024). Development of the national defense planning system. *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security", 14*(3), 14–32. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.3.2
24. Yasenko, S., & Tkach, I. (2023). A review of selected analytical models. *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security", 13*(1), 111–127. https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.1.10
25. Petrenko, A. (2019). Methodological approach to assessing existing capabilities. *Modern Information Technologies*, 35(2), 99–104. https://doi.org/10.33099/2311-7249/2019-35-2-99-104
26. Dukach, Yu., Kyianytsia, Z., Koniechna-Salamatin, Y., Kravchuk, I., et al. (2018). *Monitoring and evaluation*. Alliance for Public Health.
27. Sumy State University. (2022). *Monitoring and evaluation of management activities* (lecture notes).
28. Lendiel, M., Vynnytskyi, B., Rateichak, Yu., & Sanzharovskyi, I. (2007). *Guide to monitoring and evaluation of regional development programs*. K.I.S.
29. Kravchuk, I., Pylhun, L., & Savva, M. (2016). *Monitoring and evaluation of project social impact*. International Renaissance Foundation.
30. Barabash, Yu. L. (1999). *Fundamentals of the theory of evaluating the effectiveness of complex systems*. National Academy of Defense of Ukraine.
31. But, Yu. I., & Remez, A. V. (2020). Conceptual foundations for evaluating the effectiveness of types of defense. *Nauka i oborona*, (3), 41–45. https://doi.org/10.33099/2618-1614-2020-12-3-41-45
32. Sampir, O. (2021). Improved methodology for evaluating the weapon recovery system. *Journal of Scientific Papers "Social Development and Security", 11*(5), 165–178. https://doi.org/10.33445/sds.2021.11.5.16

Дослідження системи житлового забезпечення військовослужбовців Збройних Сил України та порівняльний аналіз з досвідом Канади і Сполученого Королівства Великої Британії та Північної Ірландії

Research Into the Housing System for Servicemen of the Armed Forces of Ukraine and Comparative Analysis with the Experience of Canada and the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland

Віталій Яворський
ад'юнкт, e-mail: vitalua@bigmir.net, ORCID ID: 0009-0001-3033-6096
Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

Vitalii Yavorskyi
PhD student, e-mail: vitalua@bigmir.net, ORCID ID: 0009-0001-3033-6096
National University of Defense of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: November 09, 2025 | Revised: November 30, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.30

Мета роботи. Здійснити порівняльний правовий, організаційний і фінансовий аналіз системи житлового забезпечення військовослужбовців ЗСУ та досвіду Канади і Сполученого Королівства — провідних країн НАТО, і на цій основі розробити обґрунтовані рекомендації.

Метод дослідження. Методи системного аналізу, синтезу, дедукції та індукції, аналогії та порівняння.

Результати дослідження. Представлено комплексний огляд системи житлового забезпечення військовослужбовців ЗСУ та здійснено її порівняння з іноземними моделями. Виявлено, що їхні переваги полягають у централізованому управлінні через єдиний орган, використанні цифрових сервісів і ринкових інструментів для підвищення ефективності та зменшення бюджетного навантаження.

Теоретична цінність дослідження. Результати формують теоретичне підґрунтя для подальших досліджень у сфері військової соціальної політики та державного управління, сприяючи розвитку міждисциплінарних підходів. Дослідження створює типологію систем житлового забезпечення у різних країнах і поглиблює порівняльний аналіз міжнародного досвіду.

Практична цінність дослідження. На основі аналізу вітчизняної практики та міжнародного досвіду сформовано рекомендації для вдосконалення житлової політики забезпечення військовослужбовців ЗСУ. Запропоновано впровадження цифрових сервісів, оптимізацію організаційної структури та нові механізми забезпечення житлом і кредитування. Результати можуть бути використані для управлінських рішень і нормативно-правових змін.

Цінність дослідження. Представлено сучасну систему житлового забезпечення військовослужбовців ЗСУ та здійснено її порівняння з практиками провідних країн НАТО. Дослідження визначило спільні риси й відмінності моделей та сформувало цілісне уявлення про житлову політику як елемент соціального захисту військовослужбовців.

Обмеження дослідження. Аналіз нормативно-правової бази обмежений періодом до жовтня 2025 року, що не враховує можливі зміни законодавства щодо житлового забезпечення військовослужбовців. Подальші дослідження мають бути спрямовані на удосконалення чинної або розроблення нової нормативно-правової бази у цій сфері.

Тип статті. Теоретична.

Purpose. To conduct a comparative legal, organizational, and financial analysis of the housing support system for Ukrainian Armed Forces personnel and the experience of Canada and the United Kingdom — leading NATO member states — and, based on this analysis, to develop well-grounded recommendations.

Method. Methods of system analysis, synthesis, deduction and induction, analogy and comparison.

Findings. A comprehensive overview of the housing system for Ukrainian Armed Forces personnel is presented, along with its comparison to foreign models. The advantages of these systems include centralized management through a single authority, the use of digital services, and market-based instruments to increase efficiency and reduce budget expenditures.

Theoretical implications. The results provide a theoretical basis for further research in military social policy and public administration, supporting the development of interdisciplinary approaches. The study establishes a typology of housing systems in different countries and deepens the comparative analysis of international experience.

Practical implications. Based on the analysis of national practice and international experience, recommendations have been developed to improve the housing policy for the accommodation of Ukrainian Armed Forces personnel. The proposals include the introduction of digital services, optimization of the organizational structure, and new mechanisms for housing provision and credit support. The results can be used for managerial decision-making and serve as a basis for regulatory amendments.

Originality/Value. The study presents the current housing system for Ukrainian Armed Forces personnel and compares it with practices of leading NATO member states. It identifies common features and differences between the models and provides a comprehensive understanding of housing policy as a component of social protection for military personnel.

Research limitations/Future research. The analysis of the regulatory framework is limited to the period up to October 2025, which does not include possible future legislative changes regarding housing support for military personnel. Further research should focus on improving the current regulatory framework or developing a new one in this field.

Papertype. Theoretical.

Ключові слова: Житлове забезпечення, військовослужбовці Збройних Сил України, порівняльний аналіз, Велика Британія, Канада, реформування.

Key words: Housing, military personnel of the Armed Forces of Ukraine, comparative analysis, Great Britain, Canada, reform.

Вступ

Соціальний захист військовослужбовців є невід'ємною складовою оборонної стратегії будь-якої держави, а забезпечення житлом посідає в ньому одне з найважливіших і найбільш ресурсоємних місць. Попри законодавчо закріплені гарантії, проблема житлового забезпечення військовослужбовців в Україні залишається актуальною протягом понад 30 років із часу проголошення незалежності, а її вирішення постійно відкладається. На початок 2025 року на обліку осіб, які потребують поліпшення житлових умов, перебувало понад 39 тис. сімей військовослужбовців, що свідчить про неспроможність чинної системи ефективно розв'язати це питання.

Актуальність дослідження посилюється наслідками широкомасштабного вторгнення агресора, яке призвело до різкого скорочення бюджетного фінансування ключової програми будівництва та придбання житла для військовослужбовців. Зокрема, бюджетні асигнування Міністерству оборони України за цією програмою з 2022 року значно скоротилися, що унеможливлює не лише запровадження нових механізмів, а й завершення вже розпочатих об'єктів. Це спричиняє виснаження та руйнування наявної системи. Сучасна система житлового забезпечення ЗСУ, сформована на базі правових норм Житлового кодексу Української РСР, виявилася надмірно залежною від прямих бюджетних надходжень і недостатньо гнучкою в умовах воєнного стану.

У межах дослідження, окрім аналізу системи житлового забезпечення військовослужбовців ЗСУ, особливу увагу приділено вивченню досвіду провідних країн світу — Канади та Сполученого Королівства Великої Британії та Північної Ірландії (далі — Велика Британія). Аналіз міжнародної практики у вирішенні аналогічних питань відкриває значний потенціал для розвитку та вдосконалення національної системи.

Проведене дослідження дало змогу сформулювати ключові висновки щодо стану та перспектив реформування системи житлового забезпечення військовослужбовців ЗСУ на основі порівняльного аналізу з досвідом Великої Британії та Канади. Встановлено, що перевагами іноземних моделей є централізація управління через єдиний орган, відповідальний за військове житло, а також активне використання ринкових інструментів для підвищення ефективності та зменшення фінансового навантаження на бюджет. У статті також представлено детальний і комплексний огляд системи житлового забезпечення військовослужбовців ЗСУ та її порівняльний аналіз із іноземними моделями, включно з відображенням їхньої структури у вигляді відповідних схем.

Теоретичні основи дослідження

Теоретичною основою цього дослідження є нормативно-правові акти, що регулюють питання організації житлового забезпечення військовослужбовців ЗСУ, офіційні іноземні інтернет-ресурси державних органів влади, а також аналітичні та інформаційні матеріали, зібрані з різних джерел.

Проблема житлового забезпечення військовослужбовців викликає значний інтерес серед науковців, політиків, представників органів державної влади та громадських організацій, які досліджують підвищення рівня соціального забезпечення військово-службовців, зокрема у частині забезпечення житлом.

Різні аспекти порушеної проблеми висвітлювали: І. Автушенко [1]; Л. Зіняк [2]; І. Марко, Є. Марко, І. Чернишова [3]; А. Мельник [4]; Л. Городянська [5]; Л. Цюкало [5; 6]; О. Роговенко, К. Горбачова, Н. Гресь [7] та інші. Більшість дослідників у своїх працях зосереджували увагу переважно на правових та фінансових аспектах забезпечення житлом військовослужбовців та членів їхніх сімей.

Правове регулювання соціального захисту членів сімей військовослужбовців Збройних Сил України у контексті реалізації конституційного права на житло досліджували О. Роговенко, К. Горбачова та Н. Гресь, які обґрунтували пропозиції щодо перегляду чинних підходів до регулювання відповідних правовідносин, оскільки багато норм законодавства є застарілими, потребують цифровізації та формування концептуального бачення розвитку політики забезпечення житлом військовослужбовців та членів їхніх сімей [7, с. 17–178].

У дисертаційному дослідженні А. Мельник розкрито правове регулювання інституту забезпечення військовослужбовців та членів їхніх сімей жилими приміщеннями відповідно до норм житлового законодавства України та проаналізовано його еволюцію [4].

Водночас у зазначених працях поза увагою залишилися питання комплексного аналізу системи житлового забезпечення військовослужбовців ЗСУ та її порівняння з іноземними моделями.

Постановка проблеми

Соціальний захист військовослужбовців у більшості країн світу є цілісною системою гарантій і пільг, що охоплює не лише грошове забезпечення, а й широкий спектр матеріальних, медичних, страхових, житлових, освітніх, пенсійних та соціально-психологічних заходів, пільг і компенсацій. Головна мета соціального захисту полягає у компенсації ризиків і обмежень військової служби, підтриманні боєздатності та мотивації особового складу, а також забезпеченні гідного рівня життя військовослужбовців і членів їхніх сімей.

Військова служба пов’язана зі значними фізичними, моральними та психологічними навантаженнями, а в умовах бойових дій — також із ризиком для життя. Усвідомлюючи ці чинники, уряди держав світу через систему соціальних гарантій компенсують людські втрати та підтримують конкурентоспроможність військової служби, оскільки від цього безпосередньо залежать безпека держави та боєготовність її збройних сил. Соціальний захист гарантує військовослужбовцю та його сім’ї стабільність, а державі — мотивованого, мобільного й відданого захисника.

Серед широкого спектра складових соціального захисту військовослужбовців житлове забезпечення є однією з найважливіших і найбільш витратних. У багатьох країнах житлове забезпечення військових є не просто соціальною пільгою, а складовою оборонної стратегії, яку намагаються підтримувати на належному рівні різними інструментами. Водночас проблема забезпечення житлом військовослужбовців в Україні залишається актуальною як для діючих військовослужбовців, так і для тих, хто звільнився зі служби. Органи державної влади неодноразово заявляли про необхідність швидкого вирішення цієї проблеми, однак протягом понад 30 років після проголошення незалежності України вона залишається невирішеною.

Для системного аналізу, а також оцінювання переваг і недоліків функціонування системи житлового забезпечення військовослужбовців ЗСУ у межах цієї статті досліджено відповідну національну модель. Окрему увагу приділено аналізу практик провідних країн світу — Великої Британії та Канади, оскільки вивчення міжнародного досвіду у вирішенні аналогічних питань відкриває значний потенціал для розвитку та вдосконалення національної системи.

Система житлового забезпечення ЗСУ досі значною мірою ґрунтується на підходах, успадкованих від радянської моделі, з її акцентом на централізованому розподілі та наданні безоплатного державного житла. Ця модель виявилася фінансово нежиттєздатною навіть у мирний час, а з початком широкомасштабної агресії її кризовий стан набув системного характеру. Різке скорочення бюджетних асигнувань на житлові програми в умовах тривалої війни виснажує систему соціальної підтримки військових та не дає змоги вирішувати проблему навіть для тих, хто багато років перебуває в черзі. Це зумовлює необхідність вироблення нових, сучасних підходів і формування пропозицій щодо їх впровадження.

Актуальність дослідження зумовлена нагальною потребою у вирішенні проблеми житлового забезпечення військовослужбовців ЗСУ, що також визначено низкою стратегічних документів оборонного планування.

Відповідно до Стратегічного оборонного бюлетеня України серед ключових проблем функціонування сил оборони визначено забезпечення житлом військовослужбовців. Зокрема, серед стратегічних цілей передбачено створення мотиваційних чинників для проходження військової служби та служби у військовому резерві, а серед заходів — запровадження нових механізмів забезпечення житлом військовослужбовців та осіб, звільнених зі служби, які набули право на отримання житла [8].

У Стратегії воєнної безпеки України однією з цілей державної політики у воєнній сфері визначено забезпечення необхідних правових, матеріальних і соціальних умов проходження військової служби, а також запровадження дієвих і прозорих механізмів забезпечення військовослужбовців житлом [9]. Документ передбачає необхідність розв'язання цієї проблеми в довгостроковій перспективі.

У зазначених стратегічних документах наголошується, що забезпечення військовослужбовців житлом залишається однією з найгостріших соціальних проблем у військовій сфері, що негативно впливає на мотивацію, моральний стан та ефективність виконання службових обов'язків.

Методологія дослідження

Комплексне, міждисциплінарне дослідження з елементами порівняльного аналізу, соціології, державного управління та правознавства. Застосовано контент-аналіз нормативно-правових актів під час дослідження законодавчих основ житлової політики в трьох країнах та системний підхід під час розгляду житлового забезпечення як елементу соціального захисту військовослужбовців.

Результати

В Україні досі діє успадкована від Радянського Союзу система житлового забезпечення, заснована на Житловому кодексі Української РСР, назву якого лише у 2022 році змінено на Житловий кодекс України [10]. Безоплатне забезпечення військовослужбовців житлом, яке відповідає нормативним вимогам законодавства, регламентовано ст. 47 Конституції України [11], ст. 9 Житлового кодексу України [10] та ст. 12 Закону України "Про соціальний і правовий захист військовослужбовців та членів їх сімей" [12].

Основні положення реалізації конституційного права військовослужбовців на житло визначено в Законі України "Про соціальний і правовий захист військовослужбовців та членів їх сімей" [12]. Згідно з ч. 1 ст. 12 цього Закону держава забезпечує військовослужбовців жилими приміщеннями або (за їх бажанням) виплачує грошову компенсацію за належне їм для отримання жиле приміщення на підставах, у межах норм та відповідно до вимог, встановлених Житловим кодексом України, іншими законами, у порядку, визначеному Кабінетом Міністрів України.

Механізм забезпечення військовослужбовців житлом визначено постановою Кабінету Міністрів України "Про затвердження Порядку забезпечення військовослужбовців та членів їх сімей житловими приміщеннями" від 03.08.2006 № 1081 [13]. Документ встановлює порядок надання службових жилих приміщень, ведення обліку військовослужбовців та членів їхніх сімей, які потребують поліпшення житлових умов, а також порядок надання житла для постійного проживання.

За результатами аналізу норм зазначеної постанови встановлено, що законодавчо передбачено такі варіанти розміщення військовослужбовців і шляхи реалізації їхнього права на житлові приміщення:

1) військовослужбовців та членів їхніх сімей забезпечують службовими жилими приміщеннями, що відповідають вимогам житлового законодавства України, незалежно від перебування військовослужбовця на квартирному обліку, за відсутності житла для постійного проживання в населених пунктах за місцем проходження служби та/або безпосередньо поруч (перелік таких населених пунктів визначає Міністерство оборони України);

2) за відсутності службового житла у військовій частині військовослужбовців рядового, сержантського і старшинського складу, які проходять військову службу за контрактом і не перебувають у шлюбі, розміщують безоплатно у спеціально пристосованих казармах, а одружених — у сімейних гуртожитках;

3) військовослужбовців офіцерського складу, які не перебувають у шлюбі, у разі відсутності службового житла розміщують у гуртожитках для одиноких громадян, а одружених — у сімейних гуртожитках;

4) за відсутності можливості розміщення у казармах або гуртожитках військова частина орендує житло або (за бажанням військовослужбовця) виплачує грошову компенсацію за піднайом (найм) житлового приміщення;

5) військовослужбовців, які мають вислугу 20 років і більше, та членів їхніх сімей забезпечують житлом для постійного проживання один раз протягом проходження служби: новозбудованим, виключеним із числа службового, вивільненим чи придбаним у фізичних або юридичних осіб житлом, або надають кредит для будівництва (купівлі) житла;

6) службові житлові приміщення надають військовослужбовцям за рішенням командира військової частини, погодженим з квартирно-експлуатаційним органом, за місцем проходження ними служби;

7) облік військовослужбовців, які потребують поліпшення житлових умов, ведуть у військових частинах та квартирно-експлуатаційних органах; зарахування на облік здійснюється за рішенням житлової комісії військової частини, затвердженим її командиром;

8) житло надають військовослужбовцям згідно з чергою, визначеною датою зарахування на облік [13].

Розглянувши законодавчо визначені способи реалізації права військовослужбовців на житло, необхідно визначити органи, які безпосередньо відповідають за виконання цих повноважень.

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України “Про затвердження Положення про Міністерство оборони України” від 26.11.2014 № 671 [14], Міністерство оборони України здійснює заходи, спрямовані на реалізацію права військовослужбовців, резервістів, військовозобов’язаних, осіб, звільнених з військової служби, та членів їхніх сімей на соціально-економічний захист, у тому числі щодо забезпечення житлом.

Функцію житлового забезпечення військовослужбовців у системі Міністерства оборони України безпосередньо здійснює Головне управління капітальних вкладень. Відповідно до наказу Міністерства оборони України “Про затвердження Положення про Головне управління капітальних вкладень” від 17.01.2023 № 26 [15], це орган військового управління, безпосередньо підпорядкований Міністру оборони України; діяльність управління спрямовує та координує заступник Міністра оборони України.

Серед основних завдань Головного управління капітальних вкладень — організація забезпечення військовослужбовців Збройних Сил України та членів їхніх сімей житлом шляхом будівництва, придбання житла, укладання договорів на конкурсних засадах, а також фінансування виплат грошової компенсації за належне для отримання житло. Отже, Головне управління капітальних вкладень забезпечує надходження житла до Міністерства оборони України та організовує його передання Збройним Силам України.

До системи житлового забезпечення військовослужбовців також належить Центральне управління інженерно-інфраструктурного забезпечення Командування Сил логістики

Збройних Сил України. Згідно з п. 3 Положення про Центральне управління інженерно-інфраструктурного забезпечення, затвердженого наказом Командувача Сил логістики Збройних Сил України від 14.09.2021 № 125 [16], до його завдань належать організація надання службового житла військовослужбовцям і членам їхніх сімей та ведення узагальненого обліку осіб, які потребують поліпшення житлових умов.

У його підпорядкуванні перебувають квартирно-експлуатаційні органи, які безпосередньо здійснюють утримання житлових об'єктів, ведуть облік військовослужбовців, оформлюють документи на отримання житла та здійснюють виплати грошової компенсації за належне для отримання житло.

Система постановки військовослужбовців на житловий облік та забезпечення житлом відповідно до наказу Міністерства оборони України "Про затвердження Інструкції з організації забезпечення військовослужбовців Збройних Сил України та членів їх сімей жилими приміщеннями" від 31.07.2018 № 380 [17] включає житлові комісії військових частин, об'єднані житлові комісії та комісію з контролю за забезпеченням житлом.

До основних завдань житлових комісій належать:

перевірка житлових умов військовослужбовців та членів їхніх сімей;

ухвалення рішень із житлових питань, у т.ч. за рапортами (заявами) військовослужбовців;

ведення обліку осіб, які потребують поліпшення житлових умов шляхом надання службових жилих приміщень;

ведення обліку осіб, які потребують постійного житла;

ведення оперативного обліку службових жилих приміщень [17].

Наказ № 380 є основним нормативним документом, що визначає зміст і порядок забезпечення житлом військовослужбовців Збройних Сил України (крім військовослужбовців строкової служби), осіб, звільнених у запас або відставку, та членів їхніх сімей, у тому числі сімей загиблих (померлих), зниклих безвісти під час проходження служби.

З метою компенсації витрат, пов'язаних зі зміною місця проживання у разі переведення військовослужбовця до іншого населеного пункту, Наказом Міністерства оборони України від 05.02.2018 № 45 "Про затвердження Порядку виплати військовослужбовцям Збройних Сил України підйомної допомоги" [18] передбачено виплату підйомної допомоги у розмірі грошового забезпечення військовослужбовця і додатково 50 % на кожного члена сім'ї та добових. Така виплата компенсує витрати на перевезення особистих речей та облаштування нового місця проживання.

Отже, аналіз нормативно-правових актів із питань забезпечення житлом військовослужбовців Збройних Сил України та членів їхніх сімей, а також розгляд функцій структурних підрозділів Міністерства оборони України та Генерального штабу Збройних Сил України дають змогу узагальнено відобразити систему житлового забезпечення військовослужбовців (рис. 1).

У досліджуваній системі житлового забезпечення фінансування будівництва (придбання) житла для військовослужбовців Збройних Сил України в Міністерстві оборони здійснюється за рахунок коштів Державного бюджету за бюджетною програмою КПКВ 2101190 "Будівництво (придбання) житла для військовослужбовців Збройних Сил України", обсяги яких щорічно визначають у Законі України про Державний бюджет на відповідний рік.

Порядок використання коштів, передбачених на будівництво (придбання) житла для військовослужбовців, осіб рядового і начальницького складу, затверджено постановою Кабінету Міністрів України "Про затвердження Порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті на будівництво (придбання) житла для військовослужбовців, осіб рядового і начальницького складу" від 16.02.2011 № 147 [19]. Відповідно до неї бюджетні кошти спрямовують на такі напрями:

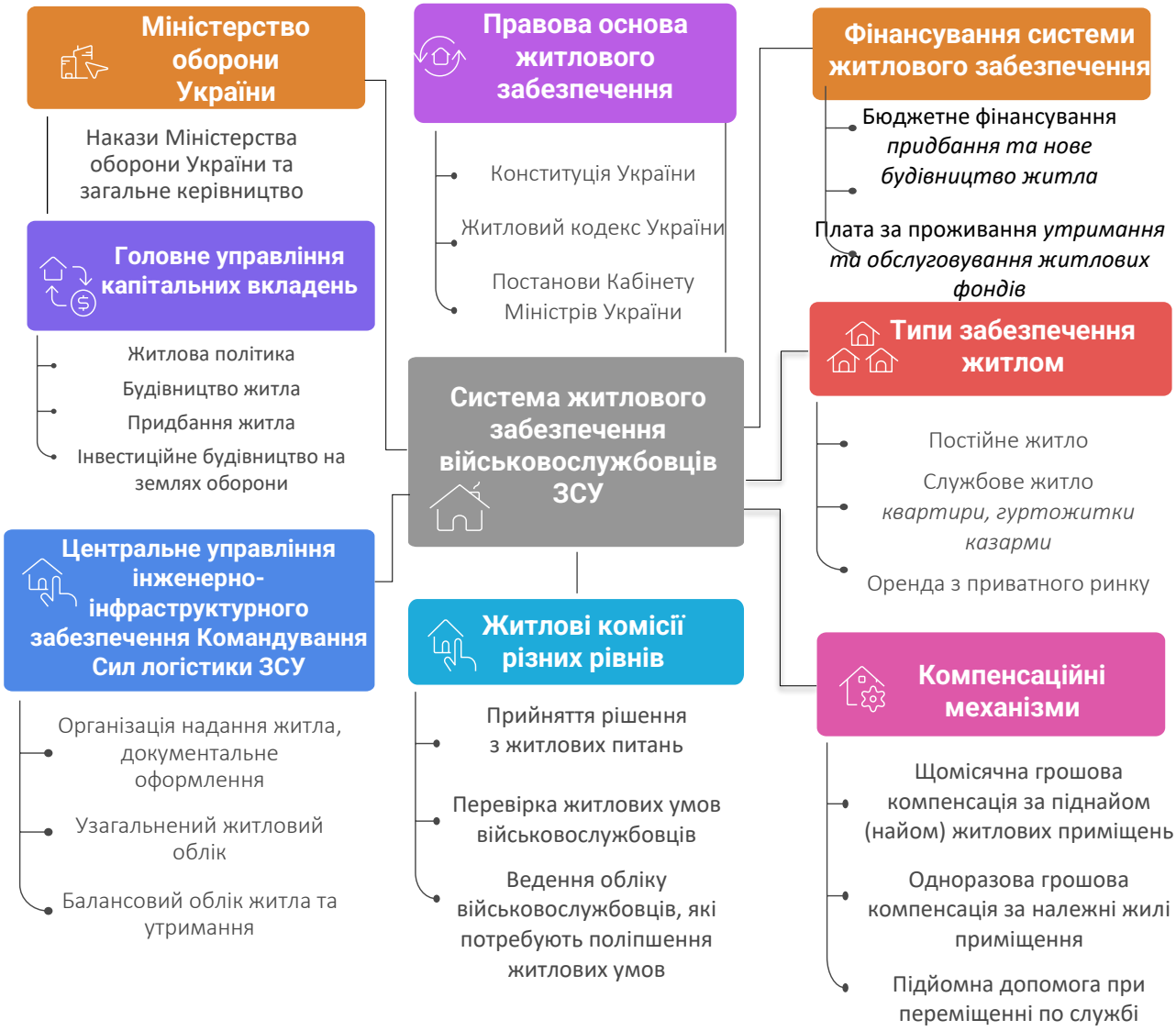


Рисунок 1 – Система житлового забезпечення Збройних Сил України (розробка автора на підставі джерел [10–18])

- будівництво житла на земельних ділянках, наданих Міністерству оборони України;
- реконструкцію будівель (приміщень) під житло;
- придбання житла на умовах пайової участі та на вторинному ринку;
- надання військовослужбовцям та членам їхніх сімей грошової компенсації за належне їм для отримання жиле приміщення [19].

Однак із початком широкомасштабного вторгнення агресора в Україну бюджетні асигнування Міністерству оборони України на вирішення житлового питання за зазначеною бюджетною програмою значно скоротилися і в 2023–2025 роках становили лише 100 млн грн щорічно проти 1 101 млн грн у 2021 році [20–23]. Очевидно, що таке незначне бюджетне фінансування не дає змоги Міністерству оборони України не лише запроваджувати нові актуальні та дієві механізми, а й добудовувати об’єкти незавершеного житлового будівництва, реконструювати будівлі під житло, виплачувати грошову компенсацію за належне для отримання жиле приміщення чи купувати готове житло.

Причиною виділення настільки незначного фінансового ресурсу для вирішення питання житлового забезпечення військовослужбовців, вочевидь, є тривала, руйнівна, виснажлива та масштабна війна, яку веде Росія проти України.

Для підтримання соціального захисту військовослужбовців, не забезпечених житлом, діє механізм компенсації за піднайом (найм) житлових приміщень, запроваджений постановою Кабінету Міністрів України "Про розмір і порядок виплати грошової компенсації військовослужбовцям Збройних Сил, Національної гвардії, Служби безпеки, розвідувальних органів, Державної прикордонної служби, Державної служби спеціального зв'язку та захисту інформації, Державної спеціальної служби транспорту, Управління державної охорони та військовослужбовцям, відрядженим до Міністерства освіти і науки, Державного космічного агентства, за піднайом (найом) ними житлових приміщень" від 26.06.2013 № 450 [24].

Відповідно до п. 3 зазначеного нормативного акта грошову компенсацію військовослужбовцям виплачують у межах відповідних бюджетних призначень, передбачених Міністерству оборони на відповідний рік. Розмір щомісячної грошової компенсації залежить від статусу населеного пункту, кількості членів сім'ї військовослужбовця та розміру прожиткового мінімуму для працездатних осіб, установленого на 1 січня календарного року [24]. Зазначена компенсація допомагає підтримувати військовослужбовців, але в довгостроковій перспективі не вирішує питання житлового забезпечення, оскільки військовослужбовці сподіваються на отримання власного безоплатного постійного або принаймні службового житла.

За даними житлових комісій та квартирно-експлуатаційних органів, на початок 2025 року на обліку перебувало понад 39 тис. сімей військовослужбовців, тобто держава наразі не спроможна вирішити проблему житлового забезпечення військовослужбовців.

Очевидно, що сучасна система може вирішити житлове питання лише за умови виділення значних фінансових ресурсів із Державного бюджету, передбачених Міністерству оборони України.

Водночас для часткового вирішення проблеми нестачі доступного житла для громадян у 2022 році в державі запрацювала програма доступної іпотеки, розрахована на широке коло громадян.

Загальнодержавна програма іпотечного кредитування запроваджена постановою Кабінету Міністрів України "Деякі питання забезпечення приватним акціонерним товариством "Українська фінансова житлова компанія" доступного іпотечного кредитування громадян України" від 02.08.2022 № 856 [25] для широкого кола пільгових категорій громадян, зокрема і військовослужбовців Збройних Сил за контрактом. Доступне іпотечне кредитування громадян України здійснюють приватне акціонерне товариство "Українська фінансова житлова компанія" та уповноважені ним суб'єкти. Приватне акціонерне товариство "Українська фінансова житлова компанія" засноване державою в особі Міністерства економіки України з метою розвитку ринку іпотечного кредитування та фінансового лізингу, сприяння впровадженню фінансово-кредитних механізмів та реалізації державних програм забезпечення житлом [26].

За статистичними даними приватного акціонерного товариства "Українська фінансова житлова компанія" станом на 29 жовтня 2025 року кредитними коштами скористалися вже 10 453 військовослужбовці та працівники правоохоронних і силових відомств (з них 3 225 осіб — військовослужбовці Збройних Сил України), що становить 50 % від усіх виданих кредитів. Середній вік позичальника в цій категорії становить 33 роки, тобто запропонованим механізмом переважно користуються молоді сім'ї, які розраховують насамперед на власні сили та кошти, але за підтримки держави через стабільну й помірну відсоткову ставку за іпотечним договором [27].

Отже, у досліджуваній системі житлового забезпечення Збройних Сил України, реалізацію якої забезпечує Міністерство оборони України, існують три основні типи забезпечення житлом військовослужбовців:

житлові приміщення для постійного проживання, які держава безоплатно надає військовослужбовцю;

службові жилі приміщення;

оренда житла на приватному ринку.

Крім того, функціонують допоміжні компенсаційні механізми житлового забезпечення, що виступають формою соціальної підтримки військовослужбовців через щомісячну грошову компенсацію за піднайом (найм) житлових приміщень та одноразову грошову компенсацію за належні жилі приміщення. Натомість система пільгового іпотечного кредитування для придбання житла військовослужбовцем за рахунок коштів Державного бюджету, виділених Міністерству оборони України, на цей час не запроваджена.

У зазначеній системі житлового забезпечення ключову роль відіграє бюджетне фінансування, рівень якого, особливо з початком широкомасштабних воєнних дій, не забезпечує належної реалізації гарантованого права військовослужбовців на забезпечення житлом. Крім того, у системі житлового забезпечення не запроваджено сучасні цифрові інструменти для організації постановки на житловий облік та розподілу житлових приміщень.

Для подальшого аналізу та вироблення можливих підходів до удосконалення житлового забезпечення військовослужбовців Збройних Сил України розглянемо систему житлового забезпечення військовослужбовців у країнах-засновницях та ідейних натхненницях створення НАТО — Великій Британії та Канаді.

Вивчення механізмів забезпечення житлом військовослужбовців у різних країнах є не лише академічним інтересом, а й важливим практичним завданням, розв’язання якого дає низку ключових переваг.

У сучасному світі жодній країні не потрібно “винаходити велосипед”, оскільки досвід інших держав дає змогу вивчити успішні моделі, уникнути чужих помилок, розглянути можливість імплементації кращих світових практик із діючих і перевірених часом систем та адаптувати їх до національних реалій. Відповідно, можна запозичити найефективніші елементи з різних систем і сформувати гібридну модель, яка відповідатиме інтересам України.

Крім того, досвід інших країн демонструє принципи побудови ефективної та прозорої системи, що дає змогу створити механізми, які максимізують результат і мінімізують бюрократичні перепони.

Досвід таких країн, як Велика Британія і Канада, які мають стабільні та розвинені фінансові системи й професійні армії, є цінним для формування майбутньої української політики житлового забезпечення військовослужбовців.

У Великій Британії житлове забезпечення військовослужбовців нормативно врегульоване переважно на рівні Міністерства оборони (Ministry of Defence, MOD), а не парламентських актів чи загальнонаціонального житлового кодексу. Ключовим нормативним документом Міністерства оборони Великої Британії, який регулює житлове забезпечення військовослужбовців, є стандарт JSP 464 Tri-Service Accommodation Regulations (TSARs), затверджений Міністерством оборони Великої Британії, що виступає офіційною політикою для всіх трьох видів збройних сил — армії, флоту та військово-повітряних сил [28].

У досліджуваній системі житлового забезпечення армії Великої Британії діють три основні типи забезпечення житлом:

- службове житло, субсидоване Міністерством оборони, поділене на житло для сімейного проживання (Service Family Accommodation, SFA) та для одномісного проживання (Single Living Accommodation, SLA);
- орендоване житло з приватного ринку (SSFA та SSLA);
- власне житло, яке військовослужбовець купує самостійно за підтримки пільгових програм [29; 30].

Міністерство оборони Великої Британії не мало у власності значного житлового фонду до 2025 року. У 1996 році воно продало більшість своїх житлових об'єктів (понад 55 тис. житлових одиниць) компанії Annington Homes у межах масштабної угоди з приватизації. Ця угода дала змогу уряду отримати значні фінансові надходження, зменшити відповідальність за утримання житлового фонду та ефективніше використовувати ресурси. Зазначений процес, як частина ширших реформ у системі управління державними активами, був спрямований на скорочення витрат і підвищення ефективності використання житла для військовослужбовців [31].

Однак наприкінці 2024 року уряд Великої Британії ухвалив рішення повернути житловий фонд для забезпечення військовослужбовців у власність держави, оскільки констатував наявність суттєвих перешкод для його модернізації та реконфігурації, а також значні щоденні витрати на орендну плату. Так, у січні 2025 року у власність держави було повернуто понад 36 тис. житлових одиниць. Крім того, уряд розпочав розроблення нової стратегії житлового забезпечення військових, яку заплановано оприлюднити наприкінці 2025 року [32; 33].

Нині оборонне відомство має доступ до понад 47 600 об'єктів у Великій Британії, а системою забезпечення службовим житлом військовослужбовців керує Організація оборонної інфраструктури (Defence Infrastructure Organisation, DIO), що входить до складу Міністерства оборони та загалом відповідає за забезпечення військовослужбовців житлом [34].

До сфери її відповідальності, крім розподілу житла, належать планування та реалізація великих інфраструктурних проєктів і модернізації, організація надання комунальних послуг, закупівля послуг з технічного обслуговування та капітального ремонту, управління оборонним майном та ведення централізованого реєстру активів для планування військової інфраструктури.

Організація оборонної інфраструктури (DIO) уклала чотири комерційні контракти з компаніями Amey Community Ltd та VIVO на регіональне обслуговування житла (RAMS), які передбачають обов'язкові перевірки, надання ремонтних послуг, технічне обслуговування та підготовку будинків для сімей військовослужбовців. Компанія Amey Community Ltd обслуговує Північний і Центральний регіони, а VIVO — Південний Схід і Південний Захід. Зазначені організації, крім того, уповноважені виконувати всі види робіт з ремонту й технічного обслуговування житла, включно з приведенням нерухомості до стандарту перед заселенням нової сім'ї. Рішення щодо поліпшення, модернізації або реконструкції житла ухвалює Організація оборонної інфраструктури (DIO) [34].

Організація оборонної інфраструктури (DIO) уклала контракт із компанією Pinnacle Group Ltd на управління Національним сервісним центром Великої Британії та Національними службами з управління розміщенням (NAMS). Це забезпечує єдиний центр оброблення запитів від сімей військовослужбовців щодо розподілу будинків і квартир, організації заселення та виселення, вирішення житлових питань, включно з ремонтом, технічним обслуговуванням і проведенням зустрічей при заселенні та виселенні. Pinnacle також надає DIO консолідовану управлінську інформацію та звітність, яку використовують для безпосереднього управління чотирма регіональними контрактами [34].

Для управління одномісним розміщенням військовослужбовців (SLA) Міністерство оборони розробило окрему центральну інформаційну систему управління SLAMIS, за допомогою якої отримують інформацію про розташування, кількість, якість і рівень використання житла, а також здійснюють бронювання житлових місць і планування майбутніх потреб у розміщенні [35; 36].

Згідно з результатами опитування військовослужбовців Збройних Сил Великої Британії у 2022 році трохи більше 75 % військовослужбовців проживали у службових житлових приміщеннях і лише близько 23 % — у власному житлі [36]. Загальна чисельність збройних сил Великої Британії станом на 1 липня 2025 року становила 180,8 тис. осіб, з них регулярні

війська — 136 тис. осіб, гуркхи — 4,3 тис. осіб, підготовлений резерв — 31,8 тис. осіб, інший персонал — 8,7 тис. осіб [37].

Розглянемо варіанти житлового забезпечення військовослужбовців Великої Британії.

Перший варіант – забезпечення службовим житлом для сімейного проживання. Щоб мати право подати заявку на отримання житла для сімейного проживання (SFA), військовослужбовець має перебувати у шлюбі або цивільному партнерстві і не менше 6 місяців проходити військову службу. Тип житла залежить від військового звання і розміру сім'ї. Також беруть до уваги додаткові потреби, зокрема необхідність пристосованого помешкання для військовослужбовця та/або членів його родини.

Якщо службове житло сімейного типу (SFA) недоступне в регіоні проходження військової служби, діє система надання еквівалентної за площею та потребами нерухомості з приватного ринку оренди, яка має бути розташована у визначеному радіусі від місця служби [28; 34].

Заявку на отримання житла подають через внутрішню захищену систему Міністерства оборони Defence Intranet, а компанія Pinnacle Home Services добирає варіанти розміщення на основі визначених критеріїв і надалі опікується всіма питаннями заселення та виселення військовослужбовця.

Внутрішня захищена система Defence Intranet, крім подання заявки на сімейне проживання, дає змогу військовослужбовцям: відстежувати стан розгляду поданої заявки; переглядати доступні будинки, які відповідають визначеним критеріям; реєструвати до трьох побажань щодо житла; резервувати житло для переїзду та заселення (після того, як пропозицію буде надано компанією та прийнято військовослужбовцем); планувати дату заселення (виселення) та отримувати послуги з переселення.

Військовослужбовці, які мають право на службове житло сімейного типу (SFA), отримують його в межах 10 миль від місця проходження служби (за винятком Північної Ірландії, де стандартний радіус становить 20 миль для розміщення наявних житлових будинків).

Плату за проживання в будинках для сімейного персоналу (SFA) щорічно встановлює Орган з перегляду оплати праці збройних сил за одну добу проживання; додатково встановлюють оплату за користування меблями (у разі потреби їх надає компанія), а також оплату за користування гаражами або місцями для стоянки власних автомобілів. Поточні тарифи на проживання в SFA оприлюднені на різних інтернет-ресурсах, зокрема на ресурсі обслуговуючої компанії Pinnacle Service Families. Наприклад, станом на 1 липня 2025 року найдорожча вартість сімейного помешкання групи А типу 1 становила 31,09 фунта стерлінгів, найдешевша – для групи І типу V – 2,76 фунта стерлінгів на добу, тобто 932,7 та 82,8 фунта стерлінгів за 30 днів відповідно.

Крім того, військовослужбовці додатково сплачують внесок CILOCT (Contribution in Lieu of Council Tax), який стягують замість муніципального податку. Оскільки військовослужбовці користуються місцевими послугами (поліція, пожежна служба, освітні та рекреаційні програми тощо), Міністерство оборони Великої Британії компенсує ці витрати місцевим органам влади через адміністрування внеску CILOCT.

Ставки внеску залежать від типу займаного житла і станом на 1 квітня 2025 року найбільша ставка внеску за одну добу становила 9,15 фунта стерлінгів, найменша – 4,12 фунта стерлінгів, тобто 274,5 та 123,6 фунта стерлінгів за 30 днів відповідно [38; 39].

Плату за проживання утримують безпосередньо з грошового забезпечення військовослужбовця, що забезпечує своєчасність розрахунків за отримані послуги.

З 1 квітня 2019 року військовослужбовці, які звільняються з військової служби, можуть подати запит на подальше проживання у службовому житлі сімейного типу (SFA, за наявності надлишку житла) протягом 12 місяців після останнього дня служби. Якщо запит буде погоджено, тоді сім'я військовослужбовця, яка залишається в житлі, що вона займала на дату

звільнення, втрачає право на субсидовану плату за проживання та сплачує повну ринкову вартість [28; 40].

Другий варіант – розміщення у службовому житлі для одномісного проживання. Одномісне проживання (SLA) надають неодруженим військовослужбовцям, які проходять військову службу, а також військовослужбовцям у резерві при повній зайнятості. Зазвичай таке житло розташоване на військових базах або поблизу них та може мати різний рівень комфорту – від базових кімнат до сучасних блоків, які класифікують за 4-рівневою шкалою (Tier Grading System), де рівень 1 – найвищий стандарт проживання. Житло зазвичай обладнане всіма необхідними меблями та предметами побуту [41].

Якщо службове житло для одномісного проживання недоступне в регіоні проходження військової служби, його орендують на приватному ринку.

Коли військовослужбовця інформують про направлення на нове місце служби, він має зв'язатися зі своїм майбутнім підрозділом телефоном, електронною поштою, листом або за допомогою онлайн-заявки, щоб повідомити, коли йому знадобиться житлове розміщення. Надалі майбутній підрозділ відповідає за розміщення військовослужбовця у службовому житлі для одномісного проживання.

Плата за проживання в кімнатах для одномісного розміщення (SLA) базується на 4-рівневій системі оцінювання умов проживання та залежить від військового звання. Рівень приміщень періодично оцінює Рада офіцерів (ВОО), зважаючи на низку критеріїв: місце розташування, наявність доступу до інших приміщень, наявність ванної кімнати чи спільного санвузла, ефективність опалення й освітлення, стан обладнання та меблів тощо.

Станом на 1 липня 2025 року найдорожча вартість проживання з умовами 1 рівня для військовослужбовця у званні майора і вище становила 7,54 фунта стерлінгів, найдешевша – для 4 рівня для військовослужбовця з найнижчим званням – 0,79 фунта стерлінгів на добу, тобто 226,2 та 23,7 фунта стерлінгів за 30 днів відповідно. До цієї вартості включено користування комунальними послугами. Крім того, військовослужбовці додатково сплачують за телебачення, доступ до Wi-Fi та внесок CILOCT (Contribution in Lieu of Council Tax).

Ставки внеску CILOCT залежать від військового звання. Станом на 1 квітня 2025 року ставка для військовослужбовця з офіцерським званням за одну добу становила 0,68 фунта стерлінгів, із сержантським званням – 0,48 фунта стерлінгів, тобто 20,4 та 14,4 фунта стерлінгів за 30 днів відповідно [38].

Плату за проживання також утримують безпосередньо з грошового забезпечення військовослужбовця, що забезпечує своєчасність розрахунків.

Для з'ясування обсягу витрат військовослужбовців на проживання у службовому житлі наведемо приклади мінімальних актуальних ставок грошового забезпечення військовослужбовців на рік станом на серпень 2025 року [42]:

для солдатів, які тільки починають свою кар'єру:
новобранці та рядові – 26 334 фунти стерлінгів;
єфрейтор – 39 565 фунтів стерлінгів;
сержант – 44 423 фунти стерлінгів;
для офіцерів, які починають військову службу:
лейтенант – 34 676 фунтів стерлінгів;
старший лейтенант – 41 456 фунтів стерлінгів;
капітан – 52 815 фунтів стерлінгів;
майор – 66 240 фунтів стерлінгів.

Отже, якщо припустити, що військовослужбовець рядового складу у званні єфрейтора проживає у службовому житлі для одномісного проживання (SLA) 2 рівня, вартість якого становить 1,69 фунта стерлінгів на добу, та додатково сплачує внесок CILOCT у розмірі 0,48 фунта стерлінгів, то його витрати за 30 діб становлять 65,1 фунта стерлінгів, тобто 792,05 фунта

стерлінгів за рік проживання. У відсотковому відношенні до річної ставки грошового забезпечення 39 565 фунтів стерлінгів витрати на проживання становлять близько 2 % від його річного грошового забезпечення.

Для розрахунку витрат військовослужбовця офіцерського складу у званні майора, який проживає у службовому житлі сімейного типу (SFA) групи E типу IV, де вартість становить 11,24 фунта стерлінгів на добу, та додатково сплачує внесок CILOCT 7,01 фунта стерлінгів, його витрати за 30 діб становлять 547,5 фунта стерлінгів, тобто 6 661,25 фунта стерлінгів за рік проживання. У відсотковому відношенні до початкової найнижчої річної ставки грошового забезпечення 66 240 фунтів стерлінгів витрати на проживання становлять близько 10 % його річного грошового забезпечення, що є відносно помірним рівнем витрат.

Якщо Міністерство оборони Великої Британії не може надати службове сімейне житло або житло для одномісного проживання (SFA, SLA) у потрібному регіоні, військовослужбовцю пропонують орендоване житло.

До цього процесу Організація оборонної інфраструктури (DIO) залучила британську компанію Mears Group, яка спеціалізується на управлінні житлом і наданні соціальних послуг, та уклала з нею довгострокову угоду. Компанія Mears Group укладає договори з приватними орендодавцями, адмініструє об'єкти, виконує ремонт і проводить технічне обслуговування, забезпечує відповідність житла чинним стандартам та надає орендоване житло військовослужбовцям у межах програм Substitute Service Family Accommodation (SSFA) та Substitute Single Service Accommodation (SSSA), а також координує процеси заселення і виселення [43].

Залучення цієї компанії для надання послуг із приватної оренди житла військовослужбовцям забезпечує стабільну, організовану та гарантовану орендну плату для орендодавців, а Міністерство оборони (MOD) отримує стабільні житлові послуги та сплачує контрактну ставку замість ринкової орендної плати. Крім того, залучена компанія контролює технічний стан житла, сертифікацію, ремонт і відповідність стандартам безпеки [44].

Отримавши сертифікат про недоступність житла в місці проходження військової служби (NAC), військовослужбовець подає заявку встановленої форми на отримання орендованого житла з приватного сектору до Організації оборонної інфраструктури (DIO Replacement Accommodation) через внутрішню захищену систему подання заявок. Надалі заявку опрацьовує підрядник із тимчасового розміщення Mears Group, військовослужбовець обирає житло із запропонованих варіантів та укладає відповідний договір оренди.

Орендоване приватне житло для одномісного або сімейного проживання (SSFA, SSSA) є тимчасовим рішенням для військовослужбовця, доки не вивільниться службове житло. При цьому військовослужбовець не сплачує орендну плату безпосередньо: усі витрати покриває оборонний бюджет, а сам військовослужбовець сплачує внесок CILOCT (замість муніципального податку) та вартість комунальних послуг.

Щоб зменшити моральне напруження та фінансові витрати військовослужбовця у разі переміщення по службі, пов'язаного зі зміною місця проживання, запроваджено систему пільг та виплат, яка допомагає покрити витрати на переїзд: перевезення та зберігання особистих речей, страхування вантажу, інші послуги, пов'язані із забезпеченням переселення. Ці механізми регламентовані стандартом JSP 752 "Tri-Service Regulations for Expenses and Allowances" [45].

Запроваджений пакет пільг та виплат є комплексом заходів, які Міністерство оборони Великої Британії надає військовослужбовцям та їхнім сім'ям під час зміни місця військової служби як у межах країни, так і у разі переведення за кордон.

Основними складовими пакета є:

- **Disturbance Expenses (DE)** – виплата для відшкодування витрат, пов'язаних із переїздом (підготовка житла до виселення, комерційне прибирання, миття вікон, хімчистка тощо, придбання шкільної форми для дітей);

- **Insurance Allowance (IA)** – відшкодування вартості страхування вантажу з особистими речами під час транспортування;
- **Refund of Legal Expenses (RLE)** – компенсація витрат на юридичні послуги під час продажу та придбання житла у зв'язку з переїздом через зміну місця служби;
- **Movement and Storage of Personal Effects (MSPE)** – організація та оплата пакування, транспортування і зберігання особистих речей;
- **Final Tour of Duty Assistance (FTOD)** – допомога в адаптації після завершення служби та пошуку житла в цивільному секторі;
- **Relocation Leave (RL)** – додаткові дні відпустки (зазвичай 5 днів для внутрішніх переведень, 10 днів – для закордонних), щоб облаштуватися на новому місці.

Право на пакет пільг та виплат мають військовослужбовці дійсної служби та визначені категорії військовослужбовців резерву, включно із членами сімей, які переїжджають разом із військовослужбовцем.

Для отримання зазначених виплат та пільг військовослужбовець повідомляє службу переміщень про майбутнє переведення, заповнює встановлену форму на Defence Intranet із зазначенням деталей переїзду і складу сім'ї, після чого отримує підтвердження переліку пільг, лімітів та узгодженого графіка переїзду. Далі узгоджуються дати пакування речей, їх транспортування до нового місця проживання й оренди житла з відповідними підрядниками. Після прибуття до нового пункту служби військовослужбовець оформлює додаткову відпустку для облаштування на новому місці.

Для підтримки та заохочення придбання власного житла військовослужбовцями збройних сил Великої Британії з квітня 2014 року запроваджено урядову схему Forces Help to Buy (FHTB) як пілотний проєкт, який згодом визнано успішним. Ця схема фактично є безвідсотковим авансом грошового забезпечення, доступним кожному військовослужбовцю, який відповідає визначеним критеріям (зокрема проходить службу за повним контрактом, не є резервістом, має вислугу понад 6 місяців, відповідає медичним вимогам, а на момент подання заявки до завершення служби залишається щонайменше 6 місяців). Схема спрямована на підтримку військовослужбовців, які купують житло вперше, і тих, хто має потребу в переїзді через призначення в інше місце служби. Із низки поважних причин військовослужбовці також можуть використовувати цей механізм для розширення житлової площі, наприклад у разі збільшення розміру сім'ї [30; 46; 47].

Раніше, з 2010 до 2023 року, діяла програма Armed Forces Home Ownership Scheme (AFHOS), яка була пілотним проєктом, запущеним у Великій Британії для підтримки військовослужбовців у придбанні власного житла. Програма давала змогу отримати фінансову допомогу у розмірі від 15 % до 50 % вартості житла з максимальним внеском до 75 тис. фунтів стерлінгів. Нині ця схема не діє, її замінено схемою Forces Help to Buy [48]: військово-службовець, який відповідає нормативним вимогам, має право отримати безвідсоткову позику у розмірі до 50 % свого річного грошового забезпечення, але не більше 25 тис. фунтів стерлінгів. Зазвичай безвідсотковий кредит погашають рівними частинами протягом періоду до 10 років, але якщо військовослужбовець звільняється до повного погашення кредиту, залишок утримують із його вихідної допомоги. Крім того, передбачена підтримка військовослужбовця, який купує власне житло вперше, у вигляді відшкодування до 1 500 фунтів стерлінгів юридичних витрат під час оформлення житла [30; 46; 47].

Для отримання безвідсоткової позики на придбання житла немає потреби звертатися до банківських установ: усе оформлюють через військову систему JPA (Joint Personnel Administration) шляхом подання відповідної заявки з підтвердними документами – договором придбання житла, рахунками від юриста або агента з нерухомості, підтвердженням іпотеки (від банку або брокера), підтвердженням службового статусу, розрахованим планом витрат тощо.

Подані документи опрацьовує підрозділ Міністерства оборони Великої Британії Defence Business Services Military Personnel (DBS Mil Pers), який здійснює оброблення персональних заявок військовослужбовців та перевірку медичних, службових і фінансових критеріїв.

Після розгляду і схвалення заявки кошти переказують на рахунок військовослужбовця або безпосередньо юристу чи агенту. Погашення позики розпочинається автоматично з наступного місяця шляхом утримання відповідної суми із щомісячного грошового забезпечення.

Спеціально розроблених окремих урядових іпотечних програм суто для військовослужбовців у Великій Британії немає, однак військові на загальних підставах та за визначеними критеріями можуть брати участь у державних іпотечних програмах, які допомагають громадянам придбати перше житло.

На основі розглянутих матеріалів можна узагальнено відобразити систему житлового забезпечення військовослужбовців Великої Британії (рис. 2).

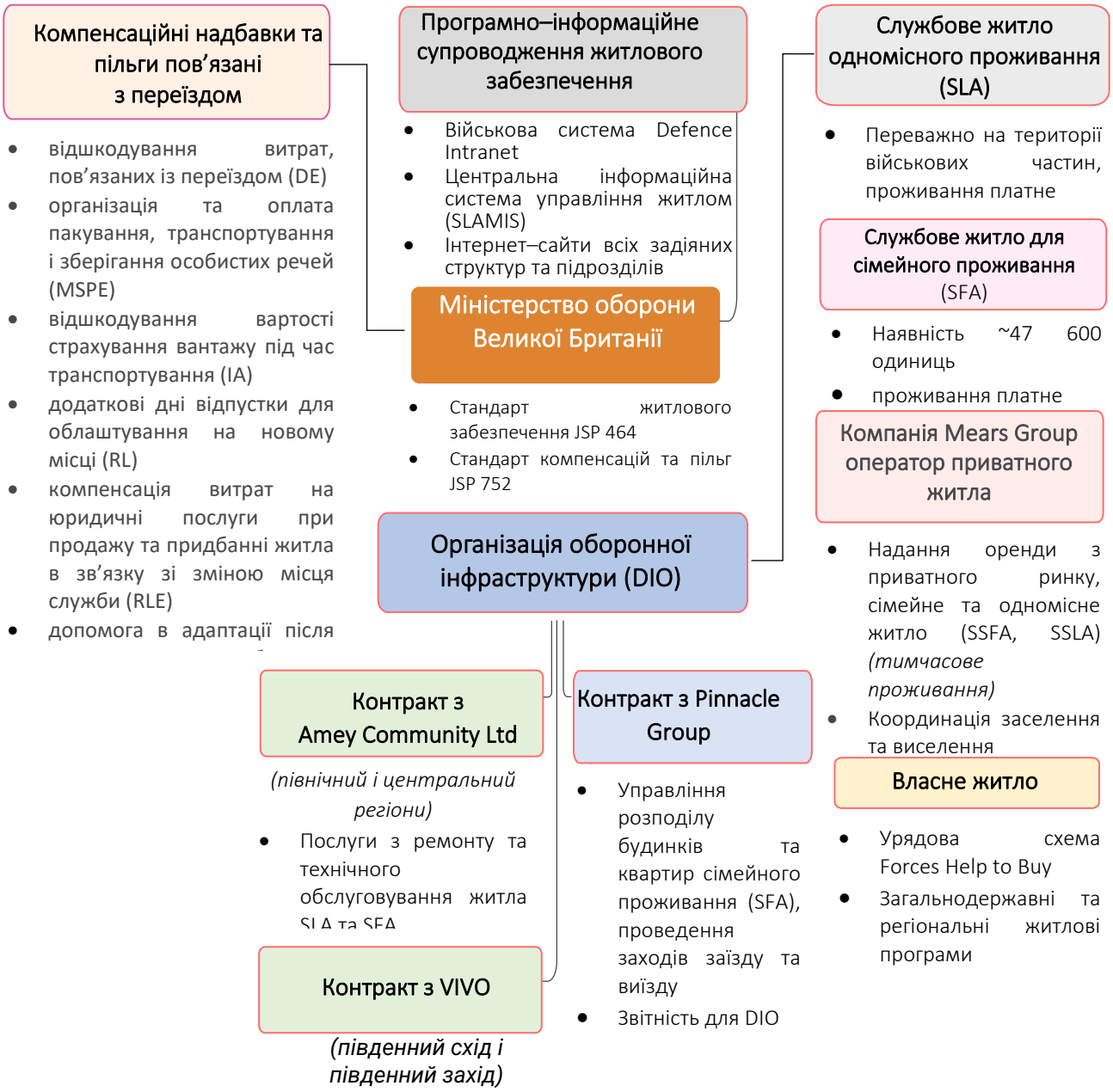


Рисунок 2 – Система житлового забезпечення військовослужбовців Великої Британії (розробка автора на підставі джерел [28–48])

Досліджені матеріали дають комплексне бачення системи житлового забезпечення Збройних сил Великої Британії, в якій основним інструментом житлового забезпечення є Організація оборонної інфраструктури (DIO), що входить до складу Міністерства оборони та відповідає за забезпечення військовослужбовців житлом.

Перевагами житлової системи Великої Британії можна вважати:

- існування спеціалізованої відомчої Організації оборонної інфраструктури (DIO), яка має доступ до значної кількості житла та організовує діяльність із використанням ринкових інструментів, допомагаючи забезпечити службовим житлом у місцях, де це необхідно;
- оптимізацію бюджетних витрат Міністерства оборони на утримання та ремонт житлового фонду із частковим перекладанням цих витрат на приватний сектор (оптимізація чисельності й структури підрозділів Міністерства оборони та Збройних сил, витрат на утримання персоналу, усунення потреби у веденні зайвого обліку операційних витрат на утримання та обслуговування житлового фонду, організацію послуг тощо);
- належний рівень сервісу та його чітку організацію, конкуренцію між приватними компаніями-підрядниками, що стимулює якісне й оперативне обслуговування, проведення ремонтів та забезпечення ефективного управління житловим фондом;
- гнучкість і мобільність, що дає змогу швидко подавати запити і знаходити житло в потрібному регіоні через наявні механізми, у тому числі приватної оренди, що усуває проблему житлової черги в її класичному розумінні;
- прозорість і чіткість тарифів, автоматизовану систему стягнення плати за проживання, наявність різноманітних інтернет-ресурсів із доступною інформацією, встановленими нормами та правилами, онлайн-відстеженням заявок і процесів, що робить систему зрозумілою для військовослужбовця.

Водночас у моделі житлового забезпечення Збройних сил Великої Британії можна виокремити такі недоліки:

- навіть субсидована орендна плата, особливо за сімейне житло, є постійною щомісячною витратою, що зменшує реальний дохід родини військовослужбовця;
- послуги та їх якість значною мірою залежать від ефективності роботи підрядних організацій;
- відсутність довгострокової житлової стабільності для військовослужбовця, який не накопичує правові підстави на власне житло, а після звільнення зобов’язаний невідкладно звільнити службове житло і лише за наявності вільного фонду має до 12 місяців на його вивільнення, але з оплатою за ринковими ставками.

Розглянута система житлового забезпечення військовослужбовців Великої Британії є оптимальною для країни з розвиненим ринком нерухомості, потужним приватним сектором послуг і високим рівнем грошового забезпечення військовослужбовців. Така система не гарантує безкоштовного житла, не створює проблеми формування тривалих житлових черг, а через монетизацію вирішує питання житлового забезпечення військовослужбовців на період проходження ними військової служби.

Щоб отримати аналітичну інформацію для порівняння з іншою іноземною системою, дослідимо систему житлового забезпечення військовослужбовців Канади.

У Канаді житлове забезпечення військовослужбовців регулюється не окремим житловим кодексом, а внутрішніми політиками держави та директивами Міністерства національної оборони (Department of National Defence, DND) і Збройних сил Канади (Canadian Armed Forces, CAF). Вони охоплюють доступ до військових житлових об’єктів, фінансову компенсацію та спеціальні програми підтримки. Основними серед них є:

- Закон про національну оборону (National Defence Act (R.S.C., 1985, c. N-5)) – основний закон, який визначає повноваження Міністерства національної оборони (DND),

Збройних сил Канади (CAF), створення агенцій і порядок управління державним майном, у тому числі житлом [49];

- Положення та накази королеви, том I, розділ 28 “Розподіл і зайняття приміщень” (Queen’s Regulations and Orders (QR&O), Vol. I, Chapter 28 — Allotment and Occupation of Quarters) – містить норми щодо розподілу житла, правил користування, оплати та обов’язків військовослужбовців стосовно службового житла [50];
- Інструкція з житлових приміщень Міністерства національної оборони (DAOD 5024-0 — DND Living Accommodations) – встановлює політику Міністерства національної оборони (DND) щодо надання та утримання житла для Збройних сил Канади (CAF) [51];
- “Довідник для мешканців” (Occupant Handbook) – документ, що визначає права й обов’язки мешканців військового житла, порядок подання повідомлень, проведення ремонту, заселення та виселення [52].

У Збройних силах Канади (CAF) організація житлового забезпечення військовослужбовців ґрунтується на розгалуженій системі, яка охоплює кілька ключових аспектів: надання службового житла, виплату компенсацій та надбавок за оренду житла в приватному секторі, різноманітні компенсації, пов’язані з переїздами через службові переведення, а також додаткову житлову підтримку у разі звільнення з військової служби.

Відповідно до чинного законодавства Канади військовослужбовцям не надають безоплатне житло; натомість вони можуть користуватися службовим житлом, розташованим на території військових баз або поблизу них. Це здійснюється через Агентство з питань житла Канадських збройних сил (Canadian Forces Housing Agency, CFHA); житло надають в оренду за ставками, нижчими за ринкові. Першочергове право на таке житло мають військовослужбовці з сім’ями або ті, хто проходить службу далеко від свого постійного місця проживання [53; 54].

Агентство з питань житла Канадських збройних сил (CFHA) – спеціальне оперативне агентство, створене у 1995 році з метою реалізації програми житлового будівництва для військових; воно є державною організацією, що функціонує в межах Міністерства національної оборони Канади. Агентство є структурним підрозділом Міністерства національної оборони (DND) і діє як спеціалізована служба, відповідальна за управління житловим фондом для військовослужбовців Канади. Ця структура підпорядкована начальнику військового персоналу та помічнику заступника міністра (за напрямом “інфраструктура та навколишнє середовище”), координуючи свою діяльність із командуванням Збройних сил Канади.

Агентство з питань житла Канадських збройних сил (CFHA) поєднує управління нерухомістю з наданням житлових послуг. Його діяльність охоплює організацію системи розподілу житла, збирання орендної плати, обслуговування житлового фонду, стратегічне планування, реалізацію проєктів нового житлового будівництва та реконструкцію існуючих фондів [54].

Агентство отримує фінансування з федерального бюджету Канади через асигнування Міністерству національної оборони. Експлуатаційні витрати програми, включно з поточним технічним обслуговуванням та ремонтами житлових приміщень, фінансують за рахунок чистого доходу від оренди, який стягують з мешканців. Капітальні видатки на будівництво та реконструкцію житлового портфеля покриває Міністерство національної оборони.

Агентство з питань житла Канадських збройних сил обслуговує й експлуатує військове житло у 27 локаціях на базах Збройних сил Канади (CAF). Житловий портфель Міністерства національної оборони (DND), що перебуває у державній власності, нині включає понад 11 740 житлових одиниць (residential housing units, RHU). Відносно невелика кількість житлових одиниць, імовірно, пов’язана з порівняно нечисленними Збройними силами Канади, які, за відкритими даними, станом на 30 вересня 2024 року налічували 52 261 військовослужбовця у регулярних силах і 22 160 осіб в основному резерві [60].

Більшість житлового портфеля становлять окремі будинки, дуплекси та таунхауси. Будівництво нових різноманітних типів житла та підтримання належного стану наявного житлового фонду є ключовими пріоритетами Агентства з питань житла Канадських збройних сил [53].

До структури Агентства з питань житла Канадських збройних сил також входять центри житлового господарства – перші контактні точки для отримання інформації та послуг з питань житла, включно з розподілом, інформуванням про вартість проживання та технічне обслуговування [55].

Програма житлового будівництва Міністерства національної оборони Канади передбачає надання житла військовослужбовцям на правах оренди на великих військових об'єктах по всій території Канади. Ця програма є важливою для Збройних сил Канади (CAF), оскільки дає змогу забезпечити військовослужбовців та їхні родини житлом у місцях, де житло в приватному секторі є недостатньо доступним.

Поточний житловий портфель є недостатнім для повного задоволення потреб Збройних сил Канади, оскільки в окремих регіонах бракує житла. У 2023–2024 фінансовому році середня кількість військовослужбовців, які перебували в черзі на отримання військового житла Міністерства національної оборони (DND), становила 1799 осіб, що істотно перевищує показники попередніх років [54].

Нині реалізується національна житлова програма до 2030 року, яка передбачає багаторівневі заходи реагування, зокрема нове будівництво, реконструкцію, компенсацію витрат та інші види підтримки.

На підставі національної житлової програми до 2030 року Агентство з питань житла Канадських збройних сил ухвалило стратегічний план "Будуємо наше майбутнє" на 2025–2030 роки, який визначає стратегічні пріоритети та встановлює чотири ключові напрями: задоволення поточних і майбутніх житлових потреб Збройних сил Канади (CAF) (нове будівництво та реконструкція); підвищення якості обслуговування військовослужбовців; розвиток професійної компетентності персоналу; модернізація послуг (цифрова трансформація та надання послуг на основі сучасних технологій) [56].

Протягом 2023–2024 фінансового року Агентство з питань житла Канадських збройних сил (CFHA) побудувало 18 нових житлових будинків, а також виконало розширене проєктування та планування передбудівельних робіт, розпочавши перший етап програми будівництва в межах Плану капітального будівництва житлового портфеля. Унаслідок цього протягом наступних 5 років заплановано будівництво 668 нових житлових будинків у дев'яти пріоритетних локаціях і реконструкцію 638 житлових одиниць [54].

Ця амбітна житлова ініціатива реалізується в межах оновленої оборонної політики Канади "Наша північ, сильна і вільна", що передбачає можливість залучення додаткових інвестицій у розмірі 1,4 млрд канадських доларів протягом двох десятиліть, спрямованих на поліпшення житлових умов для військовослужбовців. Окрім житла, уряд також приділяє увагу іншим ключовим аспектам військового життя: удосконаленню послуг з догляду за дітьми на базах та забезпеченню безперебійного доступу до медичної допомоги для персоналу, який переміщується між провінціями й територіями [56].

Наведена інформація свідчить, що керівництво держави та Міністерство національної оборони Канади постійно моніторять стан житлового забезпечення військовослужбовців, дбають про їхнє благополуччя та, ідентифікуючи наявні проблеми, вживають необхідних заходів шляхом ухвалення відповідних національних і відомчих програм.

Розглянемо варіанти проживання військовослужбовців Канади.

Службове житло, яке перебуває у віданні Агентства з питань житла Канадських збройних сил (CFHA), розташоване у 27 локаціях на базах Збройних сил Канади або безпосередньо поблизу них і включає понад 11 740 житлових одиниць, призначених

переважно для військовослужбовців, які проходять службу на постійних базах. Це службове житло, яке надають на час проходження військової служби за укладеним договором. Типовими прикладами такого житла є таунхауси, окремі будинки (для старших офіцерів або великих родин), квартири для одиноких військовослужбовців, молодих сімей та військовослужбовців молодших рангів, дуплекси, а також кімнати чи блоки для самотніх військовослужбовців, зазвичай на території бази [53; 55].

Оренда службового житла в Канаді не є безкоштовною, але субсидованою; її розмір залежить від площі житла, регіону та набору комунальних послуг, які або включені до орендної плати, або сплачуються окремо постачальним організаціям. Орендну плату за службове житло щорічно коригують із урахуванням індексу споживчих цін; її обсяг не повинен перевищувати 25 % валового сімейного доходу [57].

Згідно з політикою Міністерства національної оборони, якщо плата за оренду службового житла (без урахування витрат на паркування та комунальні послуги) перевищує 25 % сукупного валового доходу домогосподарства всіх мешканців протягом року, військовослужбовець має право на знижку орендної плати. Для цього він повинен заповнити встановлену форму та подати її для розгляду і прийняття рішення щодо зменшення розміру орендної плати [58].

Орендну плату за проживання утримують безпосередньо з грошового забезпечення військовослужбовця, що забезпечує своєчасність розрахунків за отримані послуги.

У ході дослідження встановлено, що вся необхідна інформація щодо житлового забезпечення розміщена на національному офіційному вебсайті, де можна знайти відповіді практично на всі питання або замовити послуги, подавши документи чи заявку онлайн. Зокрема, на сайті містяться:

- географія розташування житла по всій території Канади та інформація про місцеві центри житлового господарства, які здійснюють заселення, виселення й обслуговування; тип і площа житла за регіонами, вартість оренди службового житла;
- перелік онлайн-сервісів, що дають змогу отримати доступ до різних електронних форм, які стосуються житла, що перебуває у віданні Міністерства національної оборони (DND), включно з поданням заявки на отримання військового житла, інформуванням про порядок дій, довідниками щодо відповідного права на зайняття житлових приміщень, повідомленнями про звільнення житла, поданням запитів на ремонт і технічне обслуговування будинку тощо;
- довідники щодо обов’язків під час проживання у військовому житлі, включно з вимогами щодо утримання домашніх тварин;
- відповіді на поширені запитання щодо щорічного процесу коригування плати за проживання;
- інформація про отримання допомоги в неробочий час у разі надзвичайних ситуацій у житловому приміщенні;
- нормативні акти, положення, відомчі адміністративні накази, директиви та інструкції, що регламентують житлове забезпечення й визначають відповідні права та обов’язки [53].

Така різноманітна онлайн-інформація й електронні сервіси є зручними, інформативними та відкритими, дають змогу заощаджувати час і без зайвих адміністративних зусиль досягати бажаного результату з питань житлового забезпечення військовослужбовців Канади.

У разі відсутності вільного службового житла, що перебуває у віданні Агентства з питань житла Канадських збройних сил, або в місцях, де цей житловий фонд відсутній, військовослужбовці можуть орендувати житло в приватному секторі. У таких випадках держава надає грошову компенсацію за піднайм житла, яка покриває лише частину орендних витрат. Компенсація залежить від регіону, кількості членів сім’ї та інших чинників. Часткову компенсацію здійснюють за програмою Canadian Forces Housing Differential (CFHD) –

оновленою системою компенсації житлових витрат для військовослужбовців Канади, що поступово замінює програму Post Living Differential (PLD) [59].

Canadian Forces Housing Differential (CFHD) – це щомісячна грошова компенсація, яка допомагає військовослужбовцям забезпечити проживання в належному житлі в різних регіонах Канади, де вартість оренди може суттєво відрізнятися. Близько 28 тис. військовослужбовців Збройних сил Канади мають право на цю житлову пільгу [60].

Програму запроваджено з 1 липня 2023 року з щорічним оновленням ставок. Її норми поширюються на військовослужбовців регулярної служби, а також окремі категорії резервістів. Розмір грошової компенсації залежить від затверджених тарифних ставок, розрахованих з урахуванням місця проходження служби (географічної зони), рівня грошового забезпечення та військового звання.

Адміністрування програми здійснюють фінансові та кадрові служби Міністерства національної оборони, зокрема підрозділ Director General Compensation and Benefits (DGCB), відповідальний за політику компенсацій і пільг для військовослужбовців.

Сума компенсації залежить від того, наскільки середня орендна плата в регіоні проходження військової служби перевищує порогове значення, визначене для конкретного рівня грошового забезпечення. Наприклад, з 1 липня 2025 року у Ванкувері (Vancouver, провінція Британська Колумбія) компенсація для військовослужбовців із нижчим рівнем грошового забезпечення може сягати до 2750 канадських доларів на місяць, тоді як у Венрайті (Wainwright, провінція Альберта) – лише 450 канадських доларів [59].

Таку компенсацію не нараховують автоматично: для її отримання військовослужбовець має подати заявку встановленої форми через внутрішню захищену комп'ютерну мережу Міністерства національної оборони Канади DWAN (Defence Wide Area Network), що використовується для доступу до службових ресурсів, документів, форм, комунікацій та адміністративних систем [59; 61].

Для покриття широкого спектра витрат, пов'язаних із переїздом військовослужбовців у разі їх переведення на нове місце служби на відстань 40 км і більше або коли внаслідок зміни місця служби здійснюється продаж житла за старим місцем проживання та купівля нового, діє система компенсації витрат, передбачена Директивою про переселення (Canadian Armed Forces Relocation Directive, CAFRD) [62].

Чинна редакція Директиви про переселення (CAFRD) від 1 березня 2025 року визначає комплекс пільг у разі переміщення військовослужбовця. Її норми поширюються на всіх військовослужбовців, які отримали офіційний наказ про переведення по службі, а в окремих випадках – і на резервістів, якщо їх переведено на тривалу службу. Програма також охоплює членів родин, які переїжджають разом із військовослужбовцем, і враховує переїзд на місце постійного проживання після завершення військової служби.

Зокрема, програма передбачає такі основні види пільг [62; 63]:

- **House Hunting Trip (HHT)** – поїздка для пошуку житла на новому місці служби;
- **Destination Inspection Trip (DIT)** – поїздка для огляду житла перед переїздом;
- **Interim Lodgings, Meals & Miscellaneous (ILM&M)** – тимчасове проживання й харчування під час переїзду на нове місце проживання;
- **Shipment and Storage of Household Goods (S&SHG)** – перевезення та зберігання особистих речей;
- **Travel to New Location (TNL)** – транспортні витрати та добові під час переміщення;
- **Rented Residence – Acquisition and Disposal** – компенсація за утримання двох помешкань у разі виникнення подвійної оренди (одночасна сплата орендної плати за житло за старим і новим місцем проживання); програма покриває до одного місяця таких витрат, включно з паркуванням автомобіля;

- **Sale and Purchase of Residence (S&PR)** – допомога при купівлі або продажу основного житла на новому або старому місці служби (компенсують витрати на оцінювання майна, використання маркетингових стимулів для залучення покупців, послуги сторонніх організацій з обстеження стану будинку, юридичні та нотаріальні послуги, збори за перереєстрацію власності тощо).

Крім того, існують інші різновиди компенсації. Якщо старе житло не продано, але активно реалізується, застосовується програма Temporary Dual Residence Assistance (TDRA) – компенсація фактичних видатків до 6 місяців (відсотки за іпотекою, податки, страхування, комунальні послуги, витрати на утримання тощо). Аналогічно, у разі купівлі нового житла на новому місці служби ще до виїзду з попереднього житла надається «зворотна» TDRA (Reverse TDRA), що покриває фактичні витрати на два помешкання до дня фактичного продажу старого житла.

Щоб скористатися будь-яким видом пільг, необхідно дотриматися встановленої процедури подання документів: усі витрати мають бути документально підтверджені та подані через визначеного координатора з переселення (CAF Relocation Coordinators). Військовослужбовець готує детальний звіт з копіями квитанцій і передає його не пізніше ніж через 90 днів після відповідної події. Звіти та заявки розглядають командири і центр виплат [62].

Для підтримки процесу переїзду функціонують спеціалізований сайт bgrsguide.bgrs.ca та мобільний додаток BGRSGuid, які допомагають військовослужбовцю спланувати переміщення, отримати доступ до контактів координатора з переселення, скористатися центром комунікацій (включно з віртуальними та інформаційними презентаціями), розрахувати й переглянути бюджет переїзду, відстежити й подати запит на авансові виплати, завантажити квитанції, відстежити витрати, подати заявки, ознайомитися з довідниками та обрати постачальників послуг [63; 64].

Видатки за Директивою про передислокацію Збройних сил Канади (CAFRD) адмініструє підрозділ Director General Compensation and Benefits (DGCB), що входить до складу підрозділу Chief Military Personnel (CMP) Міністерства національної оборони Канади [62].

Щодо можливості забезпечення власним житлом встановлено, що в Канаді немає спеціалізованої державної програми підтримки військовослужбовців саме в цьому напрямі.

Для придбання власного житла військовослужбовці можуть користуватися загальними федеральними й провінційними програмами підтримки, спрямованими на купівлю житла. Фактична підтримка на федеральному та провінційному рівнях полягає у зменшенні податкового навантаження під час купівлі житла, стимулюванні внесків на ощадні рахунки (суми таких внесків зменшують оподатковуваний дохід), компенсації частини податків при купівлі нового житла, можливості безвідсоткового зняття коштів із особистих пенсійних інвестиційних рахунків для формування першого внеску з обов’язковим їх подальшим поверненням [65].

Окрім цього, банки пропонують спеціальні іпотечні продукти для військовослужбовців, однак це не є державною іпотекою у класичному розумінні, а, радше, поліпшеними умовами кредитування порівняно зі стандартними пропозиціями для інших громадян з урахуванням специфіки військової служби: гнучкі умови дострокового розірвання іпотечного договору без штрафних санкцій у разі переміщення по службі, зменшені щомісячні банківські комісії, доступ до ексклюзивних іпотечних ставок, часто нижчих за стандартні, розширені можливості дострокового погашення без штрафів, що сприяє швидшому погашенню іпотечної заборгованості [66; 67].

Військовослужбовці можуть поєднувати федеральні та провінційні програми, однак для придбання першого житла потрібно відповідати встановленим загальним критеріям “першого покупця”. Скористатися будь-якою з програм можливо за умови одночасного дотримання фінансових та житлових вимог (наявність відповідного рівня доходу, відсутність

власного житла протягом останніх 4 років, виконання вимог щодо строків придбання, підтвердження місця постійного проживання тощо).

Обмежений обсяг федеральної підтримки придбання власного житла для військовослужбовців Канади може бути зумовлений прагненням держави забезпечувати рівні умови для представників різних професій. Замість надання специфічних привілеїв окремим категоріям працівників уряд зосереджується на створенні загалом сприятливих фінансових умов, у першу чергу – на встановленні конкурентоспроможного рівня грошового забезпечення, побудованого на базових місячних ставках заробітної плати та регулярних щорічних надбавках, які набули чинності з квітня 2024 року. Ці суми коливаються від 3614 CAD для рядового складу до 31 808 CAD на місяць для генерал-майора медичної служби [68].

Згідно з інформацією, розміщеною на урядовому сайті Канади, далі наведено базові місячні ставки оплати праці з урахуванням щорічних надбавок для окремих військових звань, чинні на жовтень 2025 року (табл. 1).

Таблиця 1 – Розміри грошового утримання деяких категорій військовослужбовців збройних сил Канади станом на жовтень 2025 року

Військове звання	Місячна ставка за мінімальним тарифним розрядом, $ CAD	Сума на рік, $ CAD	Місячна ставка за максимальним тарифним розрядом, $ CAD	Сума на рік, $ CAD
Рядовий (матрос)	3614	43 368	5304	63 648
Сержант або старшина 2 класу	7043	84 516	7380	88 560
Сержант або старшина 2 класу у спеціальних силах	9190	110 280	9783	117 396
Лейтенант	6185	74 220	9785	117 420
Капітан	7841	94 092	10 364	124 368
Капітан медичної служби	14 325	171 900	20 592	247 104
Майор	10 604	127 248	11 889	142 668
Полковник	14 522	174 264	16 242	194 904
Бригадний генерал	17 190	206 280	18 608	223 296
Бригадний генерал медичної служби	25 492	305 904	29 994	359 928

Джерело: сформовано автором на основі [64].

Для глибшого аналізу та усвідомлення перспектив придбання житла військовослужбовцями розглянемо середню вартість нерухомості в Канаді, а також рівень відсоткових ставок за іпотечними кредитами.

Вартість житла в Канаді істотно варіюється залежно від регіону, як і в багатьох інших країнах. У серпні 2025 року середня ціна продажу нерухомості становила 686 800 $CAD. Зокрема, середня вартість односімейного (окремого) будинку дорівнювала 764 800 $CAD, таунхауса (мультиплексу) – 626 200 $CAD, а квартири (апартаментів) – 486 000 $CAD. Середня місячна плата за оренду становила 2122 $CAD [65]. Фіксовані банківські іпотечні ставки на строк до 5 років залежно від умов конкретних банків коливалися в діапазоні від 3,84 % до 4,34 %, на строк до 10 років – від 4,99 % до 7,29 % [67]. Ставки на строк понад 10 років у Канаді не застосовують, а після закінчення фіксованого періоду залишок боргу рефінансують за новими ринковими ставками, які діятимуть на той час.

Припустімо, що військовослужбовець у військовому званні майор вирішив придбати власну квартиру вартістю 486 000 $CAD та уклав договір іпотеки на 15 років під умовну відсоткову ставку 5,3 %, яка діятиме протягом усього строку кредитування, із початковим

внеском 20 %. Здійснимо розрахунок платежів, використовуючи формулу для щомісячного платежу за ануїтетним кредитом:

$$M = P\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

де M – щомісячний платіж;
P – загальна сума кредиту;
i – місячна процентна ставка;
n – загальна кількість платежів.

Після проведення розрахунків отримаємо результати, наведені у табл. 2.

Таблиця 2 – Зведені дані та результати обчислень за договором іпотеки військовослужбовця Канади за умовним прикладом

Найменування показників	Значення	Примітка
Річний дохід військовослужбовця у військовому званні майор	142 668 $CAD	Сума річного доходу з огляду на щомісячну суму 10 604 $CAD
Вартість житла	486 000 $CAD	Повна вартість житла
Перший внесок 20%	97 200 $CAD	Накопичена сума власних коштів
Основна сума кредиту	388 800 $CAD	Тіло кредиту
Іпотечна ставка кредиту	5,3%	Умовна ставка протягом всього терміну кредитування
Термін кредитування (амортизації)	15 років (180 місяців)	
Щомісячний платіж	3151,78 $CAD	Значення отримано за наведеною формулою ануїтетного платежу
Річна сума витрат по платежах	37 821,36 $CAD	
Загальна сума виплат	567 320,4 $CAD	Сума виплат за 15 років (180 місяців)
Загальна сума сплачених відсотків	178 520,4 $CAD	Витрати на обслуговування боргу
Разом витрати на житло	664 520,4 $CAD	Перший внесок разом з іпотечними виплатами
Загальна сума видатків понад вартість житла	178 520,4 $CAD	
Орієнтовна щомісячна сума податку на нерухомість, страхування тощо	450 $CAD	Буде додано до щомісячного платежу за кредитом
Річна сума видатків враховуючи щомісячний платіж за кредитом та щомісячної суми податків	43 221,36 $CAD	

Для повної картини фінансового навантаження слід також враховувати регулярні та одноразові витрати, які не входять до іпотечного платежу, а саме: податок на нерухомість, страхування житла, юридичні збори тощо, які, припустимо, становитимуть 450 $CAD на місяць.

Отже, умовна сім'я військовослужбовця у військовому званні майор, уклавши договір іпотеки на 15 років для придбання власної квартири, щорічно витрачатиме 43 221,36 $CAD, або 30,3 % річного доходу військовослужбовця.

З розглянутого прикладу можна зробити висновок, що навіть досить високий рівень грошового забезпечення не дає змоги військовослужбовцеві швидко придбати власне житло: його щомісячні витрати протягом 15 років становитимуть близько третини доходу, а накопичення початкового внеску триватиме ще близько трьох років. Отже, доволі високий

рівень оплати праці військовослужбовців у Канаді значною мірою нівелюється високою вартістю житла в країні.

На основі розглянутих даних можна відобразити загальну систему житлового забезпечення військовослужбовців Канади (рис. 3).

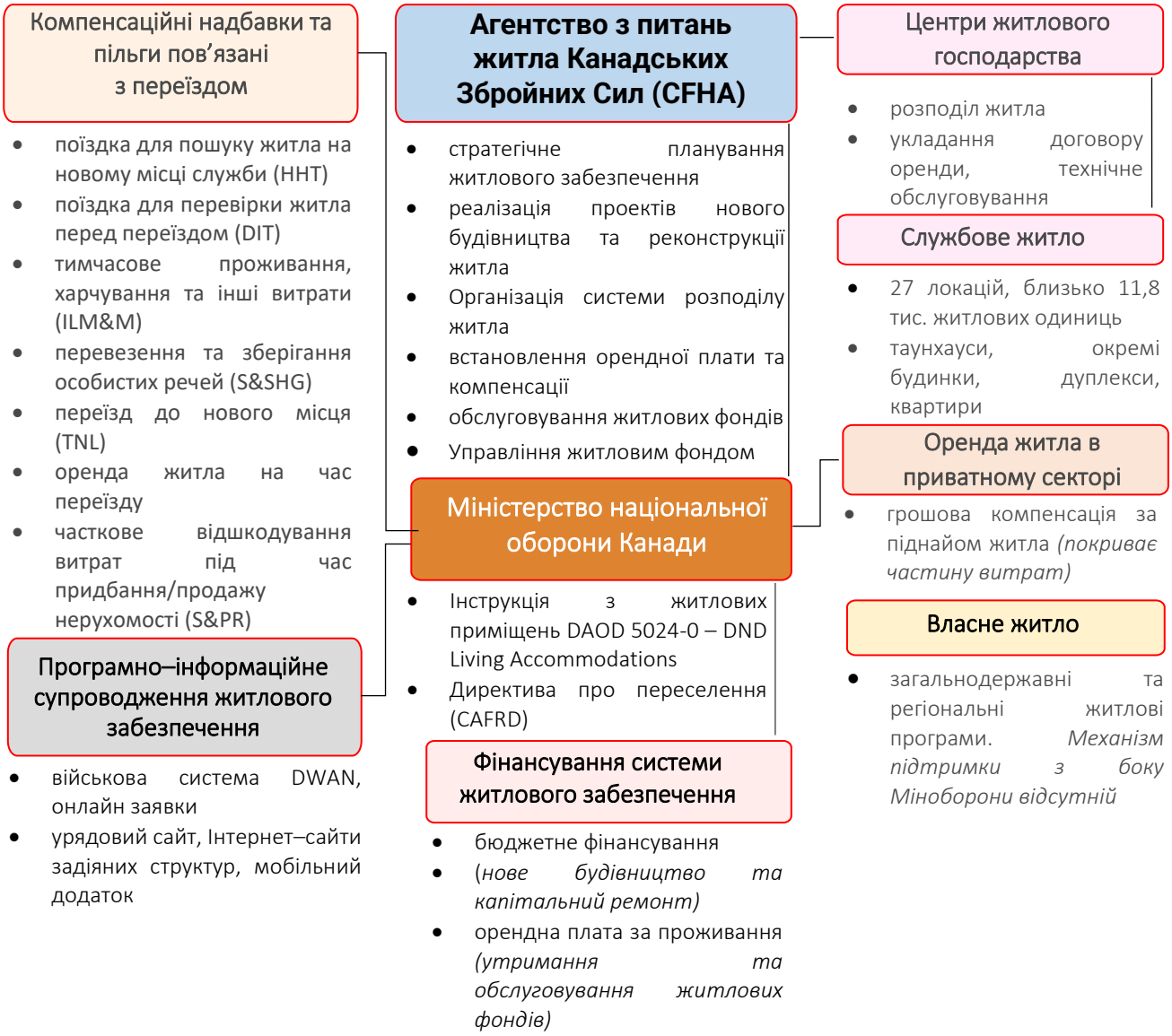


Рисунок 3 – Система житлового забезпечення військовослужбовців Канади (розробка автора на підставі джерел [49–67])

Проведений огляд дає комплексне бачення системи житлового забезпечення військовослужбовців Збройних сил Канади (CAF), у якій основним інструментом є Агентство з питань житла Канадських збройних сил, що впроваджує житлову політику, організовує розподіл, утримання та нове будівництво службового житла. Поряд зі службовим житлом функціонує система часткової грошової компенсації для військовослужбовців, які проживають у приватному секторі, а також широкий пакет компенсацій у разі переїздів і зміни місця проживання. Крім того, військовослужбовці мають доступ до загальних федеральних і провінційних програм придбання житла.

За результатами дослідження системи житлового забезпечення військовослужбовців Канади можна виокремити такі її переваги:

- **комбінований підхід**, що поєднує державний житловий фонд і ринкові інструменти: Агентство з питань житла Канадських збройних сил забезпечує житло там, де це критично, а щомісячна грошова компенсація підтримує військовослужбовців, які орендують житло в приватному секторі, підвищуючи гнучкість системи;
- **чітка адміністративна структура та цифрові сервіси** – наявність Агентства з питань житла Канадських збройних сил, онлайн-платформ, онлайн-форм та мобільних додатків робить процеси переїзду, заселення, виселення, оренди й отримання послуг з утримання житла прозорими та керованими;
- **цілеспрямоване фінансування нового будівництва та реконструкції** з оборонного бюджету, а утримання службового житла – за рахунок орендних платежів, що робить модель стійкішою порівняно з повною залежністю від щорічних бюджетних асигнувань;
- **орієнтованість на мобільність військовослужбовця та його сім'ї**, адже програми покривають витрати, пов'язані з переїздом, що знижує фінансове навантаження та рівень стресу родин військових під час переведень на нові місця служби;
- **ухвалення загальнодержавної та відомчої програм збільшення житлового фонду** у коротко- та середньостроковій перспективі у відповідь на житлову кризу в країні та недостатню кількість службового житла для військовослужбовців.

Водночас у моделі житлового забезпечення збройних сил Канади (CAF) виявлено такі недоліки (особливо з огляду на порівняно невелику чисельність збройних сил):

- **недостатній житловий фонд** для забезпечення потреб у службовому житлі, внаслідок чого значна кількість військовослужбовців вимушена шукати житло на ринку, а держава – надавати щомісячні компенсації;
- **часткова, а не повна соціальна захищеність**, оскільки службове житло не є безкоштовним: військовослужбовці сплачують орендну плату, хоча існують механізми її корекції у разі перевищення порогу 25 % сукупного доходу сім'ї;
- **відсутність підтримки в придбанні власного житла** з боку оборонного відомства: військовослужбовці можуть користуватися лише загальними федеральними та провінційними програмами.

Загалом досліджена житлова система має логічну інституційну модель, у якій поєднані державне управління та ринкові механізми. У цілому модель ефективна та раціонально збалансована для умов Канади.

За результатами детального аналізу системи житлового забезпечення військовослужбовців ЗСУ та збройних сил двох іноземних держав сформовано порівняльну таблицю основних засад та критеріїв для отримання кінцевих результатів і формування висновків.

Таблиця 3 – Порівняльна таблиця систем житлового забезпечення військовослужбовців України, Великої Британії і Канади

Критерій	Велика Британія	Канада	Україна
Власність житлового фонду	У приватній власності компанії Annington Homes до 2025 року, а з 2025 року – у державній власності	У державній власності, належить Міністерству національної оборони	У державній власності, належить Міністерству оборони України
Ключовий орган управління	Організація оборонної інфраструктури (DIO) координує всі житлові процеси та контролює підрядників	Агентство з питань житла Канадських збройних сил (CFHA) – державне агентство, що безпосередньо управляє житловим фондом та	Головне управління капітальних вкладень – житлова політика, будівництво та придбання. Центральне управління інженерно-

Критерій	Велика Британія	Канада	Україна
		займається новим будівництвом	інфраструктурного забезпечення Командування Сил логістики Збройних Сил України – утримання та управління фондом
Роль приватного сектору	Ключова. Приватні компанії (Amey, VIVO, Pinnacle) відповідають за обслуговування, ремонт, розподіл та управління житлом	Допоміжна. Залучається для виконання окремих завдань, основне управління залишається в руках держави	Відсутня. Повне управління в руках держави
Вартість для військовослужбовця	Орендна плата (субсидована) та внесок муніципального податку	Орендна плата (субсидована)	Орендної плати немає. Оплата лише за комунальні платежі
Основні опції забезпечення	Службове житло за категоріями – сімейне та одиночне. Оренда з приватного ринку за рахунок держави як тимчасовий захід	Службове житло. Оренда з приватного ринку з частковою компенсацією	Службове житло. Оренда з приватного ринку або компенсація за піднайм. Постійне житло за рахунок держави після 20 років військової служби
Підтримка купівлі житла оборонним відомством	Спеціалізована програма Міністерства оборони “Forces Help to Buy” (FHTB) – безвідсоткова позика до 50% річної зарплати (до £25,000)	Немає спеціальних військових програм. Доступ лише до загальних федеральних та провінційних програм	Немає спеціальних військових програм. Доступ до загально-державних та місцевих програм придбання житла
Підтримка при переїздах	Комплексний пакет “Relocation Provision” (компенсація витрат на перевезення, юридичні послуги, додаткова відпустка тощо)	Директива про передислокацію (CAFRD) – дуже деталізована програма, що покриває поїздки для пошуку житла, тимчасове проживання, перевезення речей тощо	Підйомна допомога при переміщенні по службі у розмірі грошового забезпечення військово-службовця та на кожного члена сім’ї додатково 50%
Цифрові сервіси	Централізовані військові внутрішні системи Defence Intranet та SLAMIS для подання заявок, бронювання та управління, розвинені інформаційні онлайн-портали	Централізована військова внутрішня система DWAN для подання заявок, бронювання та управління, розвинені онлайн-портали та мобільні додатки для подання заявок, планування переїзду та отримання послуг	Відсутні
Основні виклики	Залежність від роботи підрядних організацій.	Нестача службового житла та наявність незначної черги.	Житлове законодавство, яке не відповідає сучасним реаліям. Нестача службового

Критерій	Велика Британія	Канада	Україна
	Необхідність модернізації наявного житла та будівництво нового	Необхідність будівництва нового військового житла. Значні фінансові витрати на придбання власного житла військово-службовцем та незначна допомога держави	та постійного житла та значна житлова черга. Обмежене фінансування. Відсутність цифрових сервісів. Відсутність нової житлової концепції

Детальний аналіз житлових систем різних країн дає змогу зробити висновок, що жодна з них не є досконалою для України, оскільки кожна ефективна та працездатна в умовах лише своїх країн з розвиненою ринковою економікою, стабільним ринком нерухомості та високим рівнем грошового забезпечення військовослужбовців.

Британська модель – це приклад форми лібералізації та аутсорсингу яка заснована на розвинених сучасних цифрових сервісах. Модель ефективна з точки зору управління державними фінансами та пропонує підтримку у придбанні власного житла через Міноборони.

Канадська модель більш збалансована, зберігає значний державний контроль та відповідальність, однак стикається з проблемою недостатньої кількості службового житла, вирішення якої вже триває. В даній моделі теж застосовані сучасні цифрові сервіси, однак вона не пропонує підтримки у придбанні власного житла військовослужбовцю оборонним відомством.

Обидві системи демонструють, що сучасний підхід полягає не в безкоштовному забезпеченні житлом, а створенні гідних умов проживання під час служби та наданні інструментів, таких як гідне грошове забезпечення, монетизація, пільгові позики для вирішення житлового питання в довгостроковій перспективі.

Пряме копіювання британської чи канадської моделі в Україні неможливе і недоцільне з кількох причин:

законодавчі та ментальні відмінності, оскільки в Україні законодавчо гарантовано право на отримання безкоштовного житла, що сформувало у військових стійке очікування житла як винагороди за службу, а не послуги на час служби;

економічні реалії нашої держави, які полягають у недосконалому ринку нерухомості, особливо в умовах війни, низькій купівельній спроможності та відсутності розвинених фінансових інструментів, що не дають змоги приватним операторам ефективно забезпечувати військових житлом;

масштаб збройних сил, особливо після початку широкомасштабного вторгнення, що значно перевищує британські чи канадські збройні сили і набагато ускладнює виконання завдання забезпечення житлом.

Однак окремі елементи цих систем надзвичайно корисні і можуть бути адаптовані для реформування української системи.

Висновки

У статті наведено детальний та комплексний огляд системи житлового забезпечення військовослужбовців Збройних Сил України та проведено її порівняльний аналіз з іноземними системами, включно з їх відтворенням на відповідних структурних схемах.

Дослідження дозволило виявити спільні риси та відмінності між українською моделлю житлового забезпечення та моделями інших держав, а також дало змогу сформулювати ключові висновки та розробити обґрунтовані рекомендації для реформування української системи.

Було встановлено, що перевагами іноземних систем є централізація управління через єдиний орган оборонного відомства, що відповідає за військове житло, впровадження сучасних цифрових сервісів та активне використання ринкових інструментів для підвищення ефективності і зменшення фінансового навантаження на бюджет.

Жодна з досліджених іноземних систем не передбачає державного забезпечення власним житлом, а службове житло надається військовослужбовцям лише на час проходження військової служби за субсидованою орендною плату. Обидві іноземні моделі застосовують широкий пакет компенсацій і пільг у разі переведення військовослужбовців на нове місце служби, що покривають витрати пов'язані з зміною місця проживання.

Сучасна система житлового забезпечення Збройних Сил України значною мірою ґрунтується на засадах, успадкованих від Радянського Союзу, з акцентом на централізованому розподілі та наданні державного житла і виявилася фінансово нежиттєздатною навіть у мирний час.

Проблема незабезпеченості житлом залишається актуальною і на даний час. Фінансування будівництва та придбання житла для військовослужбовців значно скоротилося після початку широкомасштабного вторгнення, що не дає змоги добудовувати розпочаті об'єкти, фінансувати нормативно передбачені наявні механізми житлового забезпечення чи впроваджувати нові. У системі не запроваджено сучасні цифрові інструменти для формування та руху черги, наявності та розподілу житла.

Враховуючи досліджений матеріал та висновки з нього, можливо сформувати обґрунтовані рекомендації для реформування системи житлового забезпечення ЗСУ:

необхідність створення єдиного відповідального органу за прикладом британської та канадської моделі. На думку автора, необхідно створити єдиний орган управління у структурі Міноборони України, що відповідатиме за всю житлову політику – від впровадження нових програм до управління наявним фондом;

впровадження прозорої електронної черги для внутрішнього користування у військовій системі, створення системи наявності житлового фонду та управління ним, онлайн-сервісів для подання заяв на житло та відстеження їх статусу, онлайн-кабінету військовослужбовця тощо;

запровадження програми допомоги з купівлі власного житла за підтримки Міністерства оборони України, що може стати потужною альтернативою для тих, хто не хоче чекати в черзі роками. Надання пільгової, (можливо, безвідсоткової) позики на перший внесок за іпотекою могло б значно зменшити навантаження на житлову чергу;

розширення умов виплати компенсації за піднайм житлових приміщень та продовження її виплати тим військовослужбовцям, які уклали договір іпотечного кредитування за умовами державної програми є-Оселя, що буде стимулом до участі у програмі та допомогою держави у придбанні власного житла. У такому разі військовослужбовці будуть проживати вже не в орендованому житлі і платити орендодавцю, а в житлі, забезпеченому договором іпотеки, при цьому суми компенсації будуть спрямовані на погашення частини вартості за договором іпотеки;

збільшення фінансового ресурсу, надаваного Міністерству оборони України, в обсягах, достатніх для запровадження нових механізмів забезпечення житлом та фінансування наявних.

Україна має свій історичний і фінансовий контекст: воєнні дії агресора протягом більш ніж 11 років, наявність застарілої нормативно-правової бази, досить численні збройні сили, слабке фінансування житлового напряму, застарілу військову інфраструктуру, яка, крім того, постійно зазнає руйнівних наслідків дій агресора. Прямі копії іноземних моделей для України, звісно, не спрацюють, проте деякі їх принципи дуже корисні: централізація управління через єдину структуру, відповідальну за житлове забезпечення; поєднання державного фонду, грошових компенсацій та фінансових стимулів; розвиненість цифрових сервісів; зручність і прозорість житлових механізмів; достатній державний рівень фінансування житлових програм.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Автушенко І. Забезпечення житлом військовослужбовців України та членів їх сімей (1996–2011 рр.) // Етнічна історія народів Європи. 2015. Вип. 45. С. 110–116. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/eine_2015_45_19.
2 Зіняк Л.В., Ахметханов М.М. Сучасний стан житлового забезпечення військовослужбовців: порівняльний аналіз // Юрист України. 2018. № 2. С. 49–55. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/uy_2018_2_9.
3. Марко І.Ю., Марко Є.І., Чернишова І.М. Зарубіжний досвід забезпечення соціальних гарантій військовослужбовців // Зб. наук. пр. Центру воєнно-стратегічних досліджень Нац. ун-ту оборони України імені Івана Черняховського, 2019. № 2. С. 135–142. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpcvsd_2019_2_22.
4. Мельник А.Р. Забезпечення військовослужбовців та членів їх сімей жилими приміщеннями за житловим законодавством України : дис. … д-ра філософії; Нац. академія внутрішніх справ. Київ, 2021. 203 с. URL: http://elar.naiau.kiev.ua/handle/123456789/18962.
5. Городянська Л., Цюкало Л. Джерела фінансування житлового забезпечення у Збройних Силах України // Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. 2021. № 3 (47). С. 31–37. URL: https://miljournals.knu.ua/index.php/visnuk/uk/article/view/818.
6. Цюкало Л.В. Фінансовий аспект забезпечення житлом військовослужбовців Збройних Сил України // Вісник ЖДТУ: Економіка, управління та адміністрування. 2019. № 1 (87). С. 207–211. URL: https://ven.ztu.edu.ua/article/view/163434.
7. Роговенко О.В., Горбачова К.М., Гресь Н.М. Правове регулювання соціального захисту членів сімей військовослужбовців Збройних Сил України у контексті реалізації конституційного права на житло // Юридичний науковий електронний журнал. 2024. № 8. С. 174–178. URL: http://lsej.org.ua/8_2024/40.pdf.
8. Про Стратегічний оборонний бюлетень України : рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20.08.2021, введене в дію Указом Президента України від 17.09.2021 № 473/2021. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/473/2021#Text.
9. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 25.08.2021 “Про Стратегію воєнної безпеки України” : Указ Президента України від 25.03.2021 № 121/2021 URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/121/2021#Text.
10. Житловий кодекс України від 30.06.1983 № 5464-X. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5464-10#Text.
11. Конституція України від 28.06.1996 № 254к/96-ВР. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр.
12. Про соціальний і правовий захист військовослужбовців та членів їх сімей: Закон України від 20.12.1991 № 2011-XII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2011-12.
13. Про затвердження порядку забезпечення військовослужбовців та членів їх сімей житловими приміщеннями : Постанова Кабінету Міністрів України від 03.08.2006 № 1081. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1081-2006-%D0%BF#Text.
14. Про затвердження Положення про Міністерство оборони України : Постанова Кабінету Міністрів України від 26.11.2014 № 671. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/671-

2014-%D0%BF#Text.
15. Про затвердження Положення про Головне управління капітальних вкладень: наказ Міністерства оборони України від 17.01.2023 № 26. URL: https://mod.gov.ua/diyalnist/normativno-pravova-baza/nakaz-ministerstva-oboroni-ukraini-n-26-vid-17-01-2023-pro-zatverdzhennia-polozhennia-pro-golovne-upravlinnia-kapitalnikh-vkladen.
16. Про затвердження Положення про Центральне управління інженерно-інфраструктурного забезпечення Командування Сил логістики Збройних Сил України : наказ командувача Сил логістики Збройних Сил України від 14.09.2021 № 125.
17. Про затвердження Інструкції з організації забезпечення військовослужбовців Збройних Сил України та членів їх сімей жилими приміщеннями : наказ Міністерства оборони України від 31.07.2018 № 380. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1020-18#Text.
18. Про затвердження Порядку виплати військовослужбовцям Збройних Сил України підйомної допомоги : наказ Міністерства оборони України від 05.02.2018 № 45. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0247-18#Text.
19. Про затвердження Порядку використання коштів, передбачених у державному бюджеті на будівництво (придбання) житла для військовослужбовців, осіб рядового і начальницького складу: Постанова Кабінету Міністрів України від 16.02.2011 № 147. URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/147-2011-п.
20. Про Державний бюджет України на 2021 рік: Закон України від 15.12.2020 № 1082-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1082-20.
21. Про Державний бюджет України на 2023 рік: Закон України від 03.12.2022 № 2710-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2710-20#Text.
22. Про Державний бюджет України на 2024 рік: Закон України від 09.11.2023 № 1082-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3460-20#Text.
23. Про Державний бюджет України на 2025 рік: Закон України від 19.11.2024 № 4059-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4059-20#Text.
24. Про розмір і порядок виплати грошової компенсації військовослужбовцям : Постанова Кабінету Міністрів України від 26.06.2013 № 450. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/450-2013-%D0%BF#Text.
25. Деякі питання забезпечення доступного іпотечного кредитування: Постанова Кабінету Міністрів України від 02.08.2022 № 856. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/856-2022-%D0%BF#Text.
26. Про затвердження нової редакції Статуту Приватного акціонерного товариства "Українська фінансова житлова компанія" : наказ Міністерства економіки України від 28.02.2025 № 1501. URL: https://ukrfinzhytlo.in.ua/wp-content/uploads/2025/03/Nakaz-ME_1501_Statut.pdf.
27. Є-Оселя. Статистика за програмою: щотижневий звіт за 2025 рік (інформація на 10.09.2025) // Приватне акціонерне товариство "Українська фінансова житлова компанія": сайт. URL: https://ukrfinzhytlo.in.ua/analytyka/.
28. Tri-service accommodation regulations (TSARs) (JSP 464) / Gov.uk. URL: https://www.gov.uk/government/publications/jsp-464-tri-service-accommodation-regulations-tsars.
29. Service Accommodation. MOD provides good quality, subsidised living accommodation for Service people and their families. URL: https://discovermybenefits.mod.gov.uk/army/accommodation/service-accommodation/.
30. Forces Help to Buy Scheme. URL: https://discovermybenefits.mod.gov.uk/army/accommodation/forces-help-to-buy-scheme/.

31. Ministry of Defence contract with Annington Homes inquiry. URL: https://committees.parliament.uk/work/3879/ministry-of-defence-contract-with-annington-homes-inquiry/.
32. Ministry of Defence. Service Family Accommodation Statistics: 2010 to 2025. URL: https://www.gov.uk/government/statistics/service-family-accommodation-bulletin-2025/service-family-accommodation-statistics-2010-to-2025#fn:1.
33. Major housing deal completed, bringing benefits to forces families. URL: https://www.gov.uk/government/news/major-housing-deal-completed-bringing-benefits-to-forces-families.
34. Gov.uk. Service Family Accommodation. URL: https://www.gov.uk/government/organisations/defence-infrastructure-organisation/about.
35. Written evidence submitted by the Ministry of Defence. URL: https://committees.parliament.uk/writtenevidence/126980/html/.
36. Defence Accommodation Strategy. URL: https://www.gov.uk/government/publications/defence-accommodation-strategy.
37. Accredited official statistics. Quarterly service personnel statistics: 1 July 2025 / Gov.uk URL: https://www.gov.uk/government/statistics/quarterly-service-personnel-statistics-2025/quarterly-service-personnel-statistics-1-july-2025.
38. Pinnacle Service Families. SFA Charges. URL: https://www.pinnacleservicefamilies.co.uk/sfa-charges/.
39. The Army Families Federation. Charges & Allowances. URL: https://aff.org.uk/advice/housing/charges-allowances/.
40. The Army Families Federation. Applying for SFA/SSFA. URL: https://aff.org.uk/advice/housing/applying-sfa-ssfa/.
41. The Army Families Federation. Single Living Accommodation – UK. URL: https://aff.org.uk/advice/housing/single-living-accommodation-uk/.
42. The Army. Pay & Benefits. URL: https://jobs.army.mod.uk/regular-army/what-you-get/pay-benefits/.
43. Guidance. Service Family Accommodation. A guide for Service families about applying for, maintaining, moving in and out of and living in UK Service Family Accommodation (SFA). URL: https://www.gov.uk/guidance/defence-infrastructure-organisation-service-family-accommodation#substitute-accommodation.
44. Uk Parliament. Armed Forces: Housing. Question for Ministry of Defence. UIN 49450, tabled on 30 April 2025. URL: https://questions-statements.parliament.uk/written-questions/detail/2025-04-30/49450.
45. Ministry of Defence. JSP 752 Tri-Service Regulations for Expenses and Allowances. URL: https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fassets.publishing.service.gov.uk%2Fmedia%2F67f53f1d32b0da5c2a09e195%2FJSP_752_-Tri-Service_Regulations_for_Expenses_and_Allowances.odt&wdOrigin=BROWSELINK.
46. Gov.uk. Forces Help to Buy: help to get on the property ladder. URL: https://www.gov.uk/guidance/forces-help-to-buy.
47. Gov.uk. Forces Help to Buy: Understanding service personnel experiences. URL: https://www.gov.uk/government/publications/forces-help-to-buy-understanding-service-personnel-experiences.
48. Gov.uk. Ministry of Defence. Esearch and analysis. Understanding service personnel experiences of FHTB and exploring barriers to home ownership. URL: https://www.gov.uk/government/publications/armed-forces-home-ownership-scheme/armed-forces-home-ownership-scheme-buyers-guide-accessible-version.

49. Government of Canada. Consolidated Acts. National Defence Act (R.S.C., 1985, c. N-5)) URL: https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/n-5/.
50. Government of Canada. Queen's Regulations and Orders (QR&O) Volume I - Administration. QR&O: Volume I - Chapter 28 Allotment and Occupation of Quarters. URL: https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/policies-standards/queens-regulations-orders/vol-1-administration/ch-28-allotment-occupation-quarters.html.
51. Government of Canada. Regulations, policies and instructions. DND Living Accommodations URL: https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/military-housing/regulation-policies-instructions/dnd-living-accommodations-instruction.html.
52. Government of Canada. Military Residential Housing. Occupant Handbook. URL: https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/military-housing/occupant-handbook.html.
53. Government of Canada. Military Residential Housing. URL: https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/military-housing.html.
54. Government of Canada. Canadian Forces Housing Agency Annual Report 2023-2024. URL: https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/reports-publications/cfha-annual-report-2023-24.html.
55. Government of Canada. Housing locations. URL: https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/military-housing/locations.html.
56. Government of Canada. Building our Future: Strategic Plan 2025–2030. URL: https://www.canada.ca//en/department-national-defence/corporate/reports-publications/cfha-strategic-plan-2025.html.
57. Government of Canada. Military Residential Housing. Occupant portal. URL: https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/military-housing/occupant-portal.html#awareness.
58. Government of Canada. Military Residential Housing. Shelter charge adjustments. URL: https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/military-housing/rent.html.
59. Government of Canada. Canadian Forces Housing Differential. URL: https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/pay-pension-benefits/benefits/canadian-forces-housing-differential.html.
60. Government of Canada. Supplementary Estimates (B) – Department of National Defence and the Canadian Armed Forces – House Standing Committee on National Defence (NDDN). 21 November 2024. Personnel. URL: https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/reports-publications/proactive-disclosure/supplementary-estimates-dnd-caf-21-nov-2024/personnel.html.
61. Government of Canada. Canadian Forces Housing Differential Frequently. Asked Questions URL: https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/pay-pension-benefits/benefits/canadian-forces-housing-differential/cfhd-faqs.html#6.
62. Government of Canada. Canadian Armed Forces Relocation Directive (CAFRD) – effective. 1 March 2025. URL: https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/policies-standards/relocation-directive/cafrd/chapter-1.html.
63. Canadian Armed Forces. Relocation Program. Overview. URL: https://bgrsguide.bgrs.ca/dist/assets/images/CAF%20Relocation%20Program%20Overview.pdf.
64. Bgrsguide: інтернет-сайт для підтримки переїзду військовослужбовців Канади. URL:

https://bgrsguide.bgrs.ca/account/login.
65. Government of Canada. Buying a home. URL: https://www.canada.ca/en/financial-consumer-agency/services/buying-home.html.
66. BMO. The official bank of the Canadian Defence Community. URL: https://www.bmo.com/en-ca/main/personal/canadian-defence-community-banking/.
67. Citadel Mortgages. Military Mortgage Solutions: Tailored Financing for Canadian Armed Forces Members/ URL: https://citadelmortgages.ca/military-mortgage-solutions-canada/.
68. Government of Canada. Regular Force pay by rank. URL: https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/pay-pension-benefits/pay/regular.html.
69. Nesto. Canadian Housing Market Outlook 2025. URL: https://www.nesto.ca/home-buying/canadian-housing-market-outlook/.

References

1. Avtushenko, I. (2015). Zabezpechennia zhytlom viiskovosluzhbovtsiv Ukrainy ta chleniv yikh simei (1996–2011 rr.). *Etnichna istoriia narodiv Yevropy*, 45, 110–116. http://nbuv.gov.ua/UJRN/eine_2015_45_19
2. Ziniak, L. V., & Akhmetkhanov, M. M. (2018). Suchasnyi stan zhytlovoho zabezpechennia viiskovosluzhbovtsiv: porivnialnyi analiz. *Urist Ukrainy*, 2, 49–55. http://nbuv.gov.ua/UJRN/uy_2018_2_9
3. Marko, I. Yu., Marko, Ye. I., & Chernyshova, I. M. (2019). Zarubizhnyi dosvid zabezpechennia sotsialnykh harantii viiskovosluzhbovtsiv. *Zbirnyk naukovykh prats Tsentru voienno-stratehichnykh doslidzhen Natsionalnoho universytetu oborony Ukrainy*, 2, 135–142. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpcvsd_2019_2_22
4. Melnyk, A. R. (2021). *Zabezpechennia viiskovosluzhbovtsiv ta chleniv yikh simei zhilymy prymishchenniamy za zhytlovym zakonodavstvom Ukrainy* (Doctoral dissertation). National Academy of Internal Affairs. http://elar.naiau.kiev.ua/handle/123456789/18962
5. Horodianska, L., & Tsiukalo, L. (2021). Dzherela finansuvannia zhytlovoho zabezpechennia u Zbroinykh Sylakh Ukrainy. *Visnyk Kyiv University. Military Sciences*, 3(47), 31–37. https://miljournals.knu.ua/index.php/visnuk/uk/article/view/818
6. Tsiukalo, L. V. (2019). Finansovyi aspekt zabezpechennia zhytlom viiskovosluzhbovtsiv Zbroinykh Syl Ukrainy. *Visnyk ZhDTU: Ekonomika, upravlinnia ta administruvannia*, 1(87), 207–211. https://ven.ztu.edu.ua/article/view/163434
7. Rohovenko, O. V., Horbachova, K. M., & Hres, N. M. (2024). Pravove rehuliuvannia sotsialnoho zakhystu chleniv simei viiskovosluzhbovtsiv Zbroinykh Syl Ukrainy u konteksti realizatsii konstytutsiinoho prava na zhytlo. *Yurydychnyi naukovyi elektronnyi zhurnal*, 8, 174–178. http://lsej.org.ua/8_2024/40.pdf
8. National Security and Defense Council of Ukraine. (2021). *Strategic Defense Bulletin of Ukraine* (Decree of the President of Ukraine No. 473/2021). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/473/2021
9. President of Ukraine. (2021). *Military Security Strategy of Ukraine* (Decree No. 121/2021). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/121/2021
10. Verkhovna Rada of Ukraine. (1983). *Housing Code of Ukraine* (No. 5464-X). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5464-10
11. Verkhovna Rada of Ukraine. (1996). *Constitution of Ukraine* (No. 254k/96-VR). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/254к/96-вр
12. Verkhovna Rada of Ukraine. (1991). *Law on Social and Legal Protection of Military Personnel and Their Families* (No. 2011-XII). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2011-12
13. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2006). *On Housing Provision for Military Personnel* (Resolution No. 1081). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1081-2006-р

14. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2014). *Regulation on the Ministry of Defense of Ukraine* (Resolution No. 671). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/671-2014-p
15. Ministry of Defense of Ukraine. (2023). *Regulation on the Main Directorate of Capital Investments* (Order No. 26). https://mod.gov.ua/...
16. Ministry of Defense of Ukraine. (2021). *Regulation on the Central Directorate of Engineering and Infrastructure Support* (Order No. 125).
17. Ministry of Defense of Ukraine. (2018). *Instruction on Providing Housing to Military Personnel* (Order No. 380). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1020-18
18. Ministry of Defense of Ukraine. (2018). *On Payment of Relocation Allowance to Military Personnel* (Order No. 45). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0247-18
19. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2011). *On the Use of Budget Funds for Housing Construction/Acquisition for Military Personnel* (Resolution No. 147). http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/147-2011-p
20. Pro Derzhavnyy byudzhet Ukrayiny na 2021 rik: Zakon Ukrayiny vid 15.12.2020 № 1082-IX. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1082-20 (data zvernennya 28.10.2025).
21. Pro Derzhavnyy byudzhet Ukrayiny na 2023 rik: Zakon Ukrayiny vid 03.12.2022 № 2710-IX. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2710-20#Text (data zvernennya 28.10.2025).
22. Pro Derzhavnyy byudzhet Ukrayiny na 2024 rik: Zakon Ukrayiny vid 09.11.2023 № 1082-IX. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3460-20#Text (data zvernennya 28.10.2025).
23. Pro Derzhavnyy byudzhet Ukrayiny na 2025 rik: Zakon Ukrayiny vid 19.11.2024 № 4059-IX. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4059-20#Text (data zvernennya 28.10.2025).
24. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2013). *On Monetary Compensation to Military Personnel* (Resolution No. 450). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/450-2013-p
25. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2022). *Affordable Mortgage Program* (Resolution No. 856). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/856-2022-p
26. Ministry of Economy of Ukraine. (2025). *Ukrainian Financial Housing Company Statute* (Order No. 1501). https://ukrfinzhytlo.in.ua/...
27. YE-Oselya. Statystyka za prohramoyu: shchotyzhnevyy zvit za 2025 rik (informatsiya na 10.09.2025) // Pryvatne aktsionerne tovarystvo "Ukrayins'ka finansova zhytlova kompaniya": sayt. https://ukrfinzhytlo.in.ua/analytyka/ (data zvernennya 28.10.2025).
28. Tri-service accommodation regulations (TSARs) (JSP 464) / Gov.uk. https://www.gov.uk/government/publications/jsp-464-tri-service-accommodation-regulations-tsars.
29. Service Accommodation. MOD provides good quality, subsidised living accommodation for Service people and their families. https://discovermybenefits.mod.gov.uk/army/accommodation/service-accommodation/.
30. Forces Help to Buy Scheme. https://discovermybenefits.mod.gov.uk/army/accommodation/forces-help-to-buy-scheme/.
31. Ministry of Defence contract with Annington Homes inquiry. https://committees.parliament.uk/work/3879/ministry-of-defence-contract-with-annington-homes-inquiry/.
32. Ministry of Defence. Service Family Accommodation Statistics: 2010 to 2025. https://www.gov.uk/government/statistics/service-family-accommodation-bulletin-2025/service-family-accommodation-statistics-2010-to-2025#fn:1.
33. Major housing deal completed, bringing benefits to forces families. https://www.gov.uk/government/news/major-housing-deal-completed-bringing-benefits-to-forces-families.
34. Gov.uk. Service Family Accommodation. https://www.gov.uk/government/organisations/defence-infrastructure-organisation/about.

35. Written evidence submitted by the Ministry of Defence. https://committees.parliament.uk/writtenevidence/126980/html/.
36. Defence Accommodation Strategy. URL: https://www.gov.uk/government/publications/defence-accommodation-strategy.
37. Accredited official statistics. Quarterly service personnel statistics: 1 July 2025 / Gov.uk. https://www.gov.uk/government/statistics/quarterly-service-personnel-statistics-2025/quarterly-service-personnel-statistics-1-july-2025.
38. Pinnacle Service Families. SFA Charges. https://www.pinnacleservicefamilies.co.uk/sfa-charges/.
39. The Army Families Federation. Charges & Allowances. https://aff.org.uk/advice/housing/charges-allowances/.
40. The Army Families Federation. Applying for SFA/SSFA. https://aff.org.uk/advice/housing/applying-sfa-ssfa/.
41. The Army Families Federation. Single Living Accommodation – UK. https://aff.org.uk/advice/housing/single-living-accommodation-uk/.
42. The Army. Pay & Benefits. https://jobs.army.mod.uk/regular-army/what-you-get/pay-benefits/.
43. Guidance. Service Family Accommodation. A guide for Service families about applying for, maintaining, moving in and out of and living in UK Service Family Accommodation (SFA). https://www.gov.uk/guidance/defence-infrastructure-organisation-service-family-accommodation#substitute-accommodation.
44. Uk Parliament. Armed Forces: Housing. Question for Ministry of Defence. UIN 49450, tabled on 30 April 2025. https://questions-statements.parliament.uk/written-questions/detail/2025-04-30/49450.
45. Ministry of Defence. JSP 752 Tri-Service Regulations for Expenses and Allowances. https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fassets.publishing.service.gov.uk%2Fmedia%2F67f53f1d32b0da5c2a09e195%2FJSP_752_-Tri-Service_Regulations_for_Expenses_and_Allowances.odt&wdOrigin=BROWSELINK.
46. Gov.uk. Forces Help to Buy: help to get on the property ladder. https://www.gov.uk/guidance/forces-help-to-buy.
47. Gov.uk. Forces Help to Buy: Understanding service personnel experiences. https://www.gov.uk/government/publications/forces-help-to-buy-understanding-service-personnel-experiences.
48. Gov.uk. Ministry of Defence. Esearch and analysis. Understanding service personnel experiences of FHTB and exploring barriers to home ownership. https://www.gov.uk/government/publications/armed-forces-home-ownership-scheme/armed-forces-home-ownership-scheme-buyers-guide-accessible-version.
49. Government of Canada. Consolidated Acts. National Defence Act (R.S.C., 1985, c. N-5)). https://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/n-5/.
50. Government of Canada. Queen's Regulations and Orders (QR&O) Volume I - Administration. QR&O: Volume I - Chapter 28 Allotment and Occupation of Quarters. https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/policies-standards/queens-regulations-orders/vol-1-administration/ch-28-allotment-occupation-quarters.html.
51. Department of National Defence. (2025). *DAOD 5024-0: DND Living Accommodations*. https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/military-housing/regulation-policies-instructions/dnd-living-accommodations-instruction.html.
52. Government of Canada. (2025). *Occupant Handbook*. https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/military-housing/occupant-handbook.html.

53. Government of Canada. (2025). *Military Residential Housing*. https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/military-housing.html.
54. Canadian Forces Housing Agency. (2024). *Annual Report 2023–2024*. https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/reports-publications/cfha-annual-report-2023-24.html.
55. Government of Canada. (2025). *Housing Locations*. https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/military-housing/locations.html.
56. Government of Canada. (2025). *Building Our Future: Strategic Plan 2025–2030*. https://www.canada.ca//en/department-national-defence/corporate/reports-publications/cfha-strategic-plan-2025.html.
57. Government of Canada. (2025). *Occupant Portal*. https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/military-housing/occupant-portal.html#awareness.
58. Government of Canada. (2025). *Shelter Charge Adjustments*. https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/military-housing/rent.html.
59. Government of Canada. (2025). *Canadian Forces Housing Differential (CFHD)*. https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/pay-pension-benefits/benefits/canadian-forces-housing-differential.html.
60. Government of Canada. Supplementary Estimates (B) – Department of National Defence and the Canadian Armed Forces – House Standing Committee on National Defence (NDDN). 21 November 2024. Personnel. https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/reports-publications/proactive-disclosure/supplementary-estimates-dnd-caf-21-nov-2024/personnel.html.
61. Government of Canada. Canadian Forces Housing Differential Frequently. Asked Questions. https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/pay-pension-benefits/benefits/canadian-forces-housing-differential/cfhd-faqs.html#6.
62. Government of Canada. Canadian Armed Forces Relocation Directive (CAFRD) – effective. 1 March 2025. https://www.canada.ca/en/department-national-defence/corporate/policies-standards/relocation-directive/cafrd/chapter-1.html.
63. Canadian Armed Forces. Relocation Program. Overview. https://bgrsguide.bgrs.ca/dist/assets/images/CAF%20Relocation%20Program%20Overview.pdf.
64. Bgrsguide: інтернет-сайт для підтримки переїзду військовослужбовців Канади. https://bgrsguide.bgrs.ca/account/login.
65. Government of Canada. Buying a home. https://www.canada.ca/en/financial-consumer-agency/services/buying-home.html.
66. BMO. The official bank of the Canadian Defence Community. https://www.bmo.com/en-ca/main/personal/canadian-defence-community-banking/.
67. Citadel Mortgages. Military Mortgage Solutions: Tailored Financing for Canadian Armed Forces Members/ URL: https://citadelmortgages.ca/military-mortgage-solutions-canada/.
68. Government of Canada. Regular Force pay by rank. https://www.canada.ca/en/department-national-defence/services/benefits-military/pay-pension-benefits/pay/regular.html.
69. Nesto. Canadian Housing Market Outlook 2025. https://www.nesto.ca/home-buying/canadian-housing-market-outlook/.

Організація відновлення військової інфраструктури після бойових дій: методи, пріоритети, досвід квартирно-експлуатаційних відділів

Organization of Military Infrastructure Recovery in the Post-Conflict Period: Methods, Priorities, and the Experience of Housing and Maintenance Units

Олександр Фролов [A]
Corresponding author: Старший викладач кафедри забезпечення військ (сил), e-mail: sanec418@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-0941-4299

Сергій Каплун [B]
Начальник кафедри логістики підрозділів навчально-наукового інституту логістики, e-mail: serj_kap@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3378-7431

Сергій Жариков [A]
Викладач кафедри забезпечення військ (сил), e-mail: zorasergey@gmail.com, ORCID ID: 0009-0006-3464-2046

Сергій Гуцан [A]
Викладач кафедри забезпечення військ (сил), e-mail: jacketsergo@gmail.com, ORCID ID: 0009-0002-9892-7658

Oleksandr Frolov [A]
Corresponding author Senior Lecturer of the Department of troops (forces) support e-mail: sanec418@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-0941-4299

Serhii Kaplun [B]
Начальник кафедри логістики підрозділів навчально-наукового інституту логістики, e-mail: serj_kap@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3378-7431

Serhii Zharykov [A]
Викладач кафедри забезпечення військ (сил), e-mail: zorasergey@gmail.com, ORCID ID: 0009-0006-3464-2046

Serhii Hutsan [A]
Викладач кафедри забезпечення військ (сил), e-mail: jacketsergo@gmail.com, ORCID ID: 0009-0002-9892-7658

[A] Військова академія, м. Одеса, Україна
[B] Національна академія Національної гвардії України, м. Харків, Україна

[A] Military Academy, Odesa, Ukraine
[B] National Academy of the National Guard of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Received: November 23, 2025 | Revised: December 21, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.31

Мета роботи. Визначення методичних підходів, пріоритетів та практичних засад організації відновлення зруйнованої військової інфраструктури в післявоєнний період на основі узагальнення досвіду діяльності квартирно-експлуатаційних відділів, а також у формуванні обґрунтованої моделі управління відновлювальними процесами з урахуванням ресурсних, технічних і соціально-економічних чинників.

Метод. Використано аналітичний, системний, порівняльний та структурно-функціональний методи дослідження, що дозволило комплексно оцінити проблеми управління відновленням військових об'єктів, ресурсного забезпечення та міжвідомчої взаємодії.

Результати дослідження. Обґрунтовано методичний підхід до визначення пріоритетності відновлення об'єктів з урахуванням їхнього стратегічного значення, ступеня руйнувань, рівня забезпеченості матеріальними, фінансовими й трудовими ресурсами, а також соціально-економічних наслідків. Запропоновано модель пріоритизації, яка дозволяє формувати обґрунтовані плани відновлення на різних рівнях управління — від оперативно-тактичного до державного. Сформульовано принципи пріоритизації, алгоритм прийняття управлінських рішень і пропозиції щодо інтеграції систем технічного нагляду та контролю якості робіт.

Цінність дослідження: Робота може бути використана у практичній діяльності органів військової інфраструктури, квартирно-експлуатаційних відділів, органів військового управління та місцевих органів влади при плануванні і реалізації заходів з відновлення зруйнованих об'єктів. Запропоновані підходи сприятимуть підвищенню ефективності відновлення, раціональному використанню ресурсів і забезпеченню безперервності функціонування оборонних об'єктів.

Тип статті. Науково-аналітична.

Purpose. To determine methodological approaches, priorities, and practical principles of organizing the restoration of destroyed military infrastructure in the postwar period based on the generalization of the experience of housing and maintenance departments, as well as to form a substantiated model of restoration process management considering resource, technical, and socio-economic factors.

Method. Analytical, systemic, comparative, and structural-functional research methods were used, which made it possible to comprehensively assess the problems of military facility restoration management, resource support, and interagency interaction.

Findings. A methodological approach to determining the priority of facility restoration is substantiated based on strategic significance, degree of destruction, availability of material, financial, and labor resources, as well as socio-economic consequences. A prioritization model is proposed that allows for the development of substantiated restoration plans at various levels of governance, from the operational-tactical level to the national level. The principles of prioritization, a management decision-making algorithm, and proposals for integrating systems of technical supervision and quality control are formulated.

Value: The study can be applied in the practical activities of military infrastructure authorities, housing and maintenance departments, military command bodies, and local authorities in planning and implementing measures for the restoration of destroyed facilities. The proposed approaches will contribute to increasing the efficiency of restoration, rational use of resources, and ensuring the continuity of defense facility operation.

Paper type. Scientific and analytical.

Ключові слова: військова інфраструктура, відновлення, післявоєнний період, пріоритети, організація робіт, квартирно-експлуатаційне забезпечення, управління ресурсами.

Key words: Military Infrastructure, Restoration, Postwar Period, Priorities, Organization of Works, Housing and Maintenance Support, Resource Management.

Вступ

Військова інфраструктура є фундаментальним елементом обороноздатності держави, що забезпечує безперервність функціонування військових частин, збереження озброєння, техніки, матеріальних ресурсів та ефективну логістику у мирний і воєнний час. Повномасштабна війна, розв'язана проти України, призвела до масштабних руйнувань військових об'єктів, складів, аеродромів, казарм, систем енергозабезпечення та транспортних вузлів. У цих умовах проблема організації відновлення зруйнованої військової інфраструктури набула не лише оперативно-тактичного, а й стратегічного значення, оскільки від темпів і якості відновлювальних робіт залежить готовність Збройних Сил України до подальших дій та стабільність оборонної системи держави в цілому.

Актуальність теми визначається необхідністю формування єдиних методичних підходів до планування, координації та реалізації заходів із відновлення військових об'єктів у післявоєнний період. Важливим завданням є створення ефективної системи управління відновленням, що враховувала б пріоритетність об'єктів, доступність матеріально-технічних ресурсів, умови безпеки, логістичні обмеження та соціальні аспекти. Складність цієї проблеми посилюється багатовекторністю завдань — від розмінування територій до відбудови інженерних споруд, енергетичних систем і об'єктів життєзабезпечення військовослужбовців.

Особливу роль у цьому процесі відіграють квартирно-експлуатаційні відділи (Далі – КЕВ), які мають практичний досвід управління військовим майном, проведення ремонтно-відновлювальних робіт та організації взаємодії з місцевими органами влади, підрядними структурами й міжнародними партнерами. Їхній досвід може стати основою для розроблення уніфікованих методичних рекомендацій і створення ефективної моделі відновлення військової інфраструктури з урахуванням сучасних вимог до прозорості, контролю якості та раціонального використання ресурсів.

Метою даного дослідження є систематизація практичного досвіду, аналіз сучасних методичних підходів і визначення пріоритетних напрямів організації відновлення військової інфраструктури у післявоєнний період. Для досягнення поставленої мети у статті вирішуються такі завдання: дослідити основні етапи та принципи відновлення військових об'єктів; узагальнити національний і зарубіжний досвід; обґрунтувати критерії пріоритетності робіт; розробити методичну модель управління процесом відновлення та оцінити її ефективність на прикладі діяльності квартирно-експлуатаційних органів.

Таким чином, представлена стаття є спробою поєднати науково-методичний аналіз із практичним досвідом відновлення військової інфраструктури, сформувати цілісну систему підходів, що можуть бути використані у процесі післявоєнного відновлення оборонного потенціалу України.

Теоретичні засади

Поняття військової інфраструктури: категорії, функції, класифікація

Військова інфраструктура визначається як сукупність об'єктів, споруд, систем зв'язку, транспортних, енергетичних і матеріально-технічних елементів, що забезпечують функціонування, бойову готовність і життєдіяльність військових формувань. Згідно з доктринальними положеннями Міністерства оборони України та концепціями НАТО, вона включає стаціонарні й мобільні елементи, поділяється на стратегічну, оперативну та тактичну. Основними функціями військової інфраструктури є забезпечення розгортання військ, їх бойового постачання, розміщення, технічного обслуговування, ремонту, а також відновлення після бойових дій. У зарубіжній науковій літературі військова інфраструктура розглядається як інтегрована система підтримки сил оборони, що охоплює логістичні, будівельні, інженерні та комунікаційні компоненти (R. Kilcullen, 2021; NATO Infrastructure Policy, 2020).

Класифікація об’єктів військової інфраструктури зазвичай ґрунтується на функціональному призначенні (житлові, складські, ремонтні, транспортні, енергетичні тощо), рівні підпорядкування (центральна, регіональна, місцева) та ступені мобільності (стаціонарна, пересувна, тимчасова). У контексті відновлення після бойових дій особливого значення набуває оцінка функціональної взаємозалежності між цими об’єктами, оскільки порушення роботи одного з елементів може призвести до ланцюгового ефекту деградації всієї системи забезпечення.

Суспільно-наукова дискусія про відновлення інфраструктури в умовах післявоєнного періоду

Проблематика післявоєнного відновлення інфраструктури охоплює як матеріально-технічні, так і соціально-політичні аспекти. Українські дослідники (О. Бойко, В. Смоляр, І. Коваленко, 2023) підкреслюють, що ефективне відновлення військових об’єктів неможливе без інтеграції у загальнодержавні програми реконструкції та забезпечення прозорого контролю за використанням фінансових ресурсів. У зарубіжних дослідженнях (C. Chandler, 2019; S. Ghani, 2021) акцент робиться на комплексному підході, де відновлення військових споруд тісно пов’язане із соціальною реінтеграцією територій, відновленням цивільної інфраструктури та гарантуванням безпеки.

Сучасна наукова дискусія фокусується на необхідності поєднання інженерних, економічних і управлінських рішень. Пропонується перехід від реактивного до проактивного планування, заснованого на оцінці ризиків, прогнозуванні наслідків та використанні цифрових технологій (GIS, BIM-моделювання, системи моніторингу стану споруд). У цьому контексті військова інфраструктура розглядається не лише як об’єкт відновлення, а як елемент стратегічного планування оборонного потенціалу.

Методичні підходи до планування відновлення

Методологічні основи планування відновлювальних робіт у військовій сфері формуються на перетині управлінських і технічних наук. Українські нормативні документи (зокрема, Стратегія розвитку оборонно-промислового комплексу України, 2022; Концепція розвитку військової інфраструктури, 2021) визначають загальні принципи управління життєвим циклом об’єктів. У сучасних дослідженнях застосовуються моделі проєктного управління (Project Management for Defense Infrastructure, US DoD, 2019), системно-аналітичні методи оцінки стану об’єктів, методи критичного шляху (CPM/PERT) і багатокритеріального аналізу (AHP, TOPSIS).

Важливим є поєднання стратегічного та оперативного рівнів планування, що дозволяє забезпечити адаптивність процесу відновлення до змінних умов безпеки. Методика має враховувати пріоритетність об’єктів, наявність ресурсів, рівень загроз, кліматичні й географічні особливості. Відзначається доцільність застосування принципів “Build Back Better” (UNDRR, 2020), які передбачають не лише відновлення до попереднього стану, а й модернізацію об’єктів відповідно до сучасних стандартів стійкості, енергоефективності та мобільності.

Пріоритетизація у відновленні (критерії, моделі)

Пріоритизація об’єктів військової інфраструктури є ключовим етапом у процесі планування відновлення. Вона визначає черговість робіт і розподіл ресурсів з урахуванням стратегічного значення об’єкта, його технічного стану, логістичного значення, ступеня ризику та можливостей підрядних організацій. У вітчизняній практиці пріоритети формуються переважно на основі експертних оцінок і наказів Міністерства оборони, тоді як у країнах НАТО застосовуються формалізовані алгоритми оцінки критичності об’єктів (Critical Infrastructure Prioritization Model, NATO ENSEC COE, 2018).

Сучасні моделі пріоритизації використовують інтегровані методи — від бальної оцінки до багатокритеріальних систем аналізу. До основних критеріїв відносять: функціональне значення об’єкта для виконання бойових завдань, рівень пошкоджень, наявність альтернатив, вартість відновлення, час відновлення та соціальну значущість. Використання цифрових

інструментів (наприклад, геоінформаційних систем і систем управління активами) дозволяє автоматизувати процес прийняття рішень і мінімізувати вплив людського фактора.

Узагальнюючи, можна зазначити, що теоретичні та практичні напрацювання як українських, так і зарубіжних науковців свідчать про необхідність комплексного підходу до відновлення військової інфраструктури, де поєднуються принципи наукової обґрунтованості, управлінської ефективності та стійкості до майбутніх загроз. Це створює методологічне підґрунтя для розроблення адаптивної моделі організації відновлювальних робіт у Збройних Силах України.

Методологія дослідження

Методичні підходи

Методологічна основа дослідження побудована на системному, аналітичному, порівняльному та модельному підходах, що у сукупності дозволяють комплексно оцінити процес організації відновлення військової інфраструктури. Системний підхід забезпечує розгляд військової інфраструктури як взаємопов'язаної структури, у якій кожен елемент — об'єкт розміщення, інженерна споруда, енергетичний або транспортний вузол — впливає на загальну функціональну стійкість системи забезпечення. Аналітичний підхід застосовано для виявлення закономірностей між ступенем руйнувань, часовими параметрами відновлення та ефективністю використання ресурсів. Порівняльний підхід дозволив співставити національний досвід із практиками країн-членів НАТО (зокрема, США, Польщі, Німеччини) у сфері військового будівництва та відновлення об'єктів після бойових дій.

Для побудови моделі пріоритизації об'єктів використано метод багатокритеріального аналізу (AHP — Analytic Hierarchy Process), який дозволяє визначити відносну вагу кожного критерію, виходячи з експертних оцінок. Метод експертного оцінювання був реалізований через залучення фахівців квартирно-експлуатаційних відділів, інженерних служб та представників військових комендатур, що забезпечило практичну релевантність результатів. Також застосовано елементи моделювання сценаріїв (scenario modeling), що дозволяє прогнозувати ефективність різних варіантів відновлення залежно від обмеженості ресурсів і часових рамок.

Джерела даних

Інформаційна база дослідження включає комплекс нормативно-правових, статистичних, аналітичних і емпіричних джерел. Основними документами стали чинні нормативні акти Міністерства оборони України (зокрема, накази №448 "Про затвердження Положення про організацію квартирно-експлуатаційного забезпечення Збройних Сил України", №284 "Про затвердження Положення про організацію будівництва обєктів у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України", а також Директива Генерального штабу ЗСУ щодо відновлення інженерних споруд 2023 р.). Використано також офіційні звіти квартирно-експлуатаційних управлінь, матеріали аудитів Департаменту військової інфраструктури, методичні рекомендації НАТО з військового будівництва (NATO STANAG 2602, Allied Infrastructure Policy, 2020) і статистичні дані Міністерства відновлення України.

Емпірична частина дослідження ґрунтується на аналізі польових звітів про відновлювальні роботи на території Київської, Харківської та Миколаївської областей у 2022–2024 рр., а також на результатах напівструктурованих інтерв'ю з посадовими особами квартирно-експлуатаційних органів, які безпосередньо здійснювали технічний нагляд за ремонтними роботами. Усі дані пройшли попередню перевірку на достовірність і відповідність офіційним джерелам. Використання відкритих джерел та офіційної документації дозволило забезпечити об'єктивність дослідження, а застосування первинних звітів — його емпіричну глибину.

Процедура обробки даних та алгоритми аналізу

Аналітична обробка даних здійснювалась у кілька етапів. На першому етапі проводилось класифікування об'єктів військової інфраструктури за ступенем пошкодження,

функціональною значущістю та вартісними показниками відновлення. На другому етапі здійснювалась оцінка критеріїв пріоритетності, серед яких: стратегічне значення об'єкта, рівень руйнувань, час відновлення, доступність матеріальних ресурсів, наявність альтернативних об'єктів та рівень безпеки району виконання робіт.

Для кількісного оцінювання застосовано метод ієрархічного аналізу (AHP), який передбачає побудову матриці парних порівнянь та розрахунок вагових коефіцієнтів кожного критерію. На підставі отриманих значень формувалася модель пріоритетності, яка дозволяє визначати оптимальну черговість відновлення об'єктів у різних сценаріях (наприклад, обмежений бюджет, дефіцит будівельних ресурсів, висока загроза повторних руйнувань). Додатково застосовувався метод сценарного аналізу, що дозволив змоделювати можливі наслідки зміни вхідних параметрів (вартості матеріалів, часу відновлення, рівня загроз). Алгоритм реалізовано у вигляді узагальненої блок-схеми, де процес прийняття рішень побудований за принципом циклу "оцінка — пріоритезація — розподіл — контроль".

Обмеження методології

Незважаючи на комплексність підходу, дослідження має низку обмежень. По-перше, значна частина даних щодо реального стану об'єктів військової інфраструктури має обмежений доступ із міркувань національної безпеки, що ускладнює проведення повного порівняльного аналізу. По-друге, метод експертних оцінок, хоча й дозволяє врахувати практичний досвід, не позбавлений суб'єктивізму, який може вплинути на точність розрахованих вагових коефіцієнтів. По-третє, використання моделі AHP передбачає сталість критеріїв і не враховує динамічних змін обстановки в умовах триваючих бойових дій або змін у ресурсному забезпеченні.

Крім того, обмеження стосуються часових рамок і географії вибірки: аналіз охоплює переважно центральні та східні регіони України, де інтенсивність бойових дій була найвищою. Це може вплинути на універсальність запропонованої моделі для інших територій із різними умовами відновлення. У подальших дослідженнях доцільним є розширення бази даних, удосконалення алгоритмів моделювання та використання цифрових платформ для автоматизованої оцінки стану військових об'єктів.

Таким чином, обрана методологія забезпечує достатню наукову обґрунтованість і практичну спрямованість результатів, водночас залишаючи простір для подальшої адаптації моделей до умов масштабного післявоєнного відновлення інфраструктури України.

Результати

Контекст і практика — діяльність КЕ) у відновленні військової інфраструктури

Характеристика конфлікту та масштаби руйнувань військової інфраструктури

Повномасштабна агресія Російської Федерації проти України, що розпочалася у 2022 році, призвела до тотального руйнування об'єктів військової та критичної інфраструктури в більшості регіонів держави. Найбільш постраждали об'єкти у Київській, Чернігівській, Харківській, Донецькій, Херсонській, Миколаївській та Запорізькій областях. Руйнуванню піддалися військові містечка, склади пального, ремонтні майстерні, казарми, склади боєприпасів, а також об'єкти енергозабезпечення та комунікацій. У ряді випадків втрати становили понад 60–70% фонду будівель, що зробило їх експлуатацію неможливою.

Після звільнення частини територій перед Міністерством оборони України постала нагальна потреба відновлення військових об'єктів для забезпечення бойової готовності частин та формувань. У цьому процесі ключова роль належить (КЕВ) — структурним підрозділам Збройних Сил України, що відповідають за управління, експлуатацію, ремонт і будівництво об'єктів військової інфраструктури. Саме вони стали основними координаторами

відновлювальних робіт у регіонах, де бойові дії спричинили масштабні пошкодження матеріальної бази.

Аналіз реального досвіду діяльності КЕВ: приклади проєктів і проблематика

Практика роботи КЕВ у 2022–2024 роках засвідчила їхню ключову роль у відновленні військової інфраструктури. Зокрема, КЕВ м. Чернігів організував комплексне відновлення військових містечок після руйнувань весни 2022 року: відбудову казарм, складів та об'єктів інженерного забезпечення. Роботи здійснювалися в умовах обмеженого фінансування та високих ризиків через наявність вибухонебезпечних предметів на території. Завдяки ефективній координації з підрозділами ДСНС та військовими частинами було відновлено понад 30 об'єктів за скороченими термінами.

Іншим показовим прикладом став досвід КЕВ м. Миколаїв, який у співпраці з проєктними інститутами та міжнародними організаціями розробив тимчасову схему розміщення резервуарів пального на базі модульних мобільних ємностей. Такий підхід дозволив оперативно відновити функціонування пункту забезпечення пально-мастильними матеріалами без проведення капітального будівництва.

Основні проблеми, з якими стикалися КЕВ, включали нестачу будівельних матеріалів, дефіцит кваліфікованих підрядників, складність у погодженні документації, а також потребу у забезпеченні прозорості використання бюджетних коштів. Водночас у межах кожного регіону були реалізовані локальні ініціативи, які дозволили оптимізувати процеси — наприклад, створення спільних робочих груп із представників військових частин, органів місцевого самоврядування та волонтерських організацій.

Методика діяльності КЕВ у процесі відновлення: порядок, учасники, критерії оцінки

Робота квартирно-експлуатаційних відділів організовується відповідно до вимог Наказу Міністерства оборони України №440 та Інструкції з організації експлуатації і відновлення військових об'єктів. Методика діяльності КЕВ у післявоєнних умовах базується на трьох основних етапах:

1. **Оцінка технічного стану об'єктів** — проведення комісійного обстеження з фіксацією ступеня руйнування, визначенням обсягів відновлювальних робіт і складанням дефектних актів.
2. **Планування відновлення** — формування черговості відбудови залежно від стратегічного значення об'єкта, доступності ресурсів і рівня безпеки району.
3. **Організація виконання робіт** — залучення військових будівельних підрозділів, державних підприємств, місцевих підрядників і міжнародних партнерів, а також здійснення технічного нагляду за якістю робіт.

До участі в процесі залучаються представники інженерних служб, фінансових органів, управлінь тилу, підрядних компаній, а також місцеві адміністрації, які сприяють логістиці матеріалів. Критеріями оцінки ефективності роботи КЕВ є: відсоток відновлених об'єктів від загального фонду, економічність використання ресурсів, дотримання термінів, якість виконаних робіт та ступінь функціональної готовності об'єкта після відновлення.

КЕВ використовують поєднання паперових і цифрових інструментів обліку, зокрема електронні журнали об'єктів, бази даних про стан споруд, системи технічного моніторингу та фотофіксації. Запровадження цифрової звітності дозволило підвищити прозорість процесу й ефективність управлінських рішень.

Виявлені уроки, переваги та недоліки практичної діяльності КЕВ

Результати діяльності КЕВ у післявоєнний період показали, що саме ці структури стали основними осередками технічної компетенції та координації робіт у сфері військового будівництва. Серед основних переваг діяльності КЕВ можна виділити:

- гнучкість і адаптивність до мінливих умов безпеки;
- наявність професійних кадрів, здатних виконувати інженерно-технічні оцінки;

- налагоджену систему комунікації з військовими частинами та місцевими органами влади;
- спроможність швидко реагувати на зміни обстановки та забезпечувати відновлення першочергових об’єктів.

Водночас були виявлені й системні проблеми, серед яких: нерівномірне фінансування регіональних КЕВ, застаріла матеріально-технічна база, брак цифрових систем управління об’єктами та відсутність єдиного реєстру пошкоджених споруд. Також спостерігалася залежність темпів відновлення від зовнішніх чинників — погодних умов, доступності транспорту та постачання будівельних матеріалів.

Порівняння з підходами, що застосовуються у країнах НАТО, свідчить про потенціал для вдосконалення діяльності КЕВ шляхом запровадження автоматизованих систем управління інфраструктурою (Infrastructure Asset Management Systems), уніфікації методів обстеження об’єктів, створення центрального аналітичного центру та розширення співпраці з цивільними підрядними структурами.

Узагальнюючи, досвід КЕВ у відновленні військової інфраструктури після бойових дій доводить, що ефективність процесу значною мірою залежить від рівня децентралізації управління, кадрового потенціалу та наявності чітких методичних орієнтирів. Надалі саме ці відділи можуть стати базовою ланкою для формування інтегрованої системи післявоєнного відновлення оборонної інфраструктури України.

Пріоритети і напрями відновлення військової інфраструктури

Критерії пріоритетизації

Процес відновлення військової інфраструктури вимагає чіткої системи пріоритетів, що забезпечує раціональний розподіл ресурсів у межах обмежених фінансових і часових можливостей. Формалізація критеріїв пріоритетності дозволяє обґрунтовано визначати черговість робіт і уникати неузгодженості у прийнятті рішень.

На основі узагальнення досвіду діяльності квартирно-експлуатаційних відділів, аналітичних даних Міністерства оборони України та підходів, прийнятих у країнах НАТО, запропоновано систему базових критеріїв пріоритетності:

1. **Безпековий критерій** — рівень загрози повторних обстрілів, мінна небезпека, близькість до лінії бойового зіткнення, можливість безпечного виконання робіт.
2. **Стратегічне значення об’єкта** — роль інфраструктури у забезпеченні бойових дій, управлінні військами, логістичному забезпеченні або розміщенні особового складу.
3. **Ступінь руйнування** — технічна оцінка пошкоджень, можливість використання частини споруд без капітального ремонту.
4. **Ресурсна забезпеченість** — наявність будівельних матеріалів, робочої сили, транспортної доступності, фінансування.
5. **Часовий фактор** — тривалість робіт, необхідна для введення об’єкта в експлуатацію.
6. **Соціальний ефект** — значення об’єкта для забезпечення умов проживання, відпочинку і морально-психологічної підтримки військовослужбовців.

Для об’єктивної оцінки кожному критерію надається ваговий коефіцієнт (від 0 до 1), що визначається експертно. Розрахунок загального індексу пріоритетності здійснюється за формулою:

$$I_p = \sum(K_i W_i),$$

де K_i — значення критерію;
W_i — його ваговий коефіцієнт. Найвищий індекс визначає об’єкти першочергового відновлення.

Розподіл пріоритетів на макрорегіональному та секторному рівнях

Система відновлення військової інфраструктури потребує диференційованого підходу залежно від регіональних умов, масштабів руйнувань і функціонального призначення об'єктів.

На **макрорегіональному рівні** до першочергових напрямів належать:

- **Північний регіон (Київська, Чернігівська, Сумська області)** — відновлення систем управління, командних пунктів, казарменого фонду та складів матеріальних засобів.
- **Східний регіон (Харківська, Донецька, Луганська області)** — реконструкція ремонтних баз, парків бойових машин, складів пально-мастильних матеріалів і транспортних коридорів тилового забезпечення.
- **Південний регіон (Миколаївська, Херсонська, Запорізька області)** — відбудова об'єктів енергозабезпечення, портових і прифронтових логістичних вузлів, систем водопостачання.
- **Центральний і Західний регіони** — розвиток тилових баз, навчальних полігонів і складів тривалого зберігання, які виконують роль резерву у відновленні боєздатності військ.

На **секторному рівні** пріоритетність визначається за функціональним призначенням:

- **інфраструктура управління** — командні пункти, вузли зв'язку, центри планування;
- **логістичні об'єкти** — склади, ремонтно-технічні бази, транспортні вузли;
- **житлово-комунальні об'єкти** — казарми, гуртожитки, котельні, пункти харчування;
- **інженерні споруди** — об'єкти енергетики, водопостачання, захисні укриття.

Такий поділ дозволяє КЕВ формувати регіональні плани відновлення, синхронізовані з оперативними потребами Збройних Сил України.

Інтеграція з цивільною та критичною інфраструктурою

Процес відновлення військової інфраструктури не може розглядатися ізольовано від відновлення цивільних і критичних об'єктів. У сучасній практиці спостерігається взаємопроникнення цих систем: енергетичні мережі, транспортні комунікації, системи водопостачання і зв'язку часто є спільними для військових і цивільних користувачів.

Інтеграція полягає у:

- **координації планів відновлення** між Міністерством оборони, Міністерством інфраструктури та місцевими органами влади;
- **спільному використанні об'єктів подвійного призначення** — наприклад, аеродромів, складів, ремонтних баз;
- **застосуванні єдиних стандартів безпеки і стійкості** для військових та цивільних об'єктів;
- **створенні інтегрованих енергетичних і логістичних систем**, що дозволяють швидко перенаправляти ресурси у разі надзвичайних ситуацій.

Особлива увага приділяється забезпеченню сумісності із проєктами міжнародної допомоги, спрямованими на реконструкцію критичної інфраструктури. Це дозволяє уникнути дублювання зусиль, підвищити ефективність фінансування і зміцнити оборонно-економічну стійкість держави.

Тимчасові та динамічні пріоритети відновлення

З урахуванням масштабності завдань і обмеженості ресурсів, пріоритети відновлення мають динамічний характер та поділяються за часовими горизонтами:

1. **Короткострокові пріоритети (0–6 місяців)** — відновлення критичних об'єктів, необхідних для життєзабезпечення військових частин: електропостачання, водозабезпечення, систем опалення, зв'язку та тимчасових казарм.

2. **Середньострокові пріоритети (6–24 місяці)** — реконструкція ремонтних майстерень, складів матеріальних засобів, парків бойової техніки, доріг і мостів тилового забезпечення.

3. **Довгострокові пріоритети (понад 24 місяці)** — відбудова капітальних об'єктів, створення нових логістичних баз, впровадження автоматизованих систем управління інфраструктурою, модернізація інженерних мереж з урахуванням принципів енергоефективності та кібербезпеки.

Динамічне планування передбачає щоквартальне коригування пріоритетів на основі результатів моніторингу та змін у воєнно-політичній обстановці. Відповідальність за координацію цих процесів покладається на Департамент військової інфраструктури Міністерства оборони України та регіональні КЕВ.

Таким чином, система пріоритетів у відновленні військової інфраструктури повинна бути **гнучкою, багаторівневою і адаптивною**, орієнтованою не лише на швидке відновлення, але й на формування стійкої, модернізованої оборонної архітектури держави, здатної функціонувати в умовах майбутніх викликів.

Пропонована модель / методичний підхід до організації відновлення військової інфраструктури

Архітектура моделі

Запропонована модель організації відновлення військової інфраструктури побудована за принципом **послідовно-ітеративного управління** і включає чотири основні підсистеми, які взаємодіють у єдиному інформаційно-координаційному середовищі.

1. **Підсистема оцінки руйнувань** — забезпечує збір, перевірку та класифікацію інформації про пошкодження об'єктів військової інфраструктури. В її основі — результати технічних обстежень, дані дистанційного моніторингу (зокрема з використанням БПЛА та супутникових знімків), а також звіти КЕВ і військових частин.

2. **Підсистема прогнозування ресурсів** — визначає необхідні обсяги матеріальних, фінансових і людських ресурсів для кожного об'єкта відновлення, базуючись на стандартизованих нормах та кошторисних показниках. Вона інтегрована з базами даних постачальників, логістичних центрів і державних замовників.

3. **Підсистема пріоритизації** — здійснює ранжування об'єктів за критеріями стратегічного значення, безпеки, терміновості та ресурсної доступності. В її основі — багатокритеріальна модель (AHP), яка дозволяє автоматизовано визначати індекс пріоритетності для кожного об'єкта.

4. **Підсистема контролю реалізації** — відповідає за управління виконанням відновлювальних робіт, моніторинг термінів, якості та використання ресурсів. Вона включає механізми зворотного зв'язку з виконавцями, інженерними службами та підрозділами технічного нагляду.

Модель функціонує в умовах постійної зміни вхідних даних і передбачає адаптивне управління, коли після кожного етапу відновлення результати аналізуються та можуть коригуватися залежно від оперативної обстановки або нових даних розвідки.

Алгоритм дій у рамках моделі

Послідовність реалізації моделі представлена у вигляді логічної схеми управлінського циклу:

1. **Виявлення пошкоджених об'єктів** — за результатами звітів військових частин, даних супутникової та аерофотозйомки.

2. **Оцінка технічного стану** — комісійне обстеження із залученням фахівців КЕВ, інженерних служб і представників безпеки.

3. **Збір вхідних даних** — створення електронного паспорта об'єкта з описом рівня руйнування, наявних матеріалів, ресурсів і можливостей підрядників.

4. **Розрахунок індексу пріоритетності (I_p)** — застосування формалізованої системи критеріїв для визначення черговості відновлення.

5. **Прогнозування ресурсів** — формування бюджету, графіка постачання, визначення логістичних маршрутів.

6. **Формування плану відновлення** — затвердження черговості, виконавців і термінів реалізації.

7. **Організація виконання робіт** — координація діяльності підрядних структур і технічний нагляд.

8. **Моніторинг і контроль** — перевірка виконання завдань, коригування планів у разі відхилень.

9. **Післяпроєктна оцінка** — аналіз результатів, внесення змін у базу даних і вдосконалення алгоритму для наступних циклів.

Цей алгоритм побудовано за принципом **“Plan – Execute – Control – Improve”**, що забезпечує безперервність процесу управління та накопичення досвіду для подальшої стандартизації процедур відновлення.

Сценарне моделювання варіантів відновлення

Для забезпечення гнучкості та реалістичності планування модель передбачає сценарне моделювання, яке дозволяє прогнозувати наслідки управлінських рішень за різних умов. Основними сценаріями є:

1. **Сценарій A — обмежений бюджет:**
   - Пріоритет надається об’єктам життєзабезпечення (електроенергія, вода, опалення, казарми).
   - Використовуються тимчасові або мобільні конструкції.
   - Застосовується принцип мінімізації витрат при збереженні базової функціональності.
2. **Сценарій B — повне фінансування:**
   - Передбачає комплексне відновлення всіх функцій інфраструктури з модернізацією.
   - Можливе впровадження енергоефективних технологій, систем автоматизованого управління, кіберзахисту.
3. **Сценарій C — підвищений рівень ризику:**
   - Роботи виконуються у районах, де існує загроза повторних обстрілів або нестабільна ситуація безпеки.
   - Застосовуються модульні рішення, що дозволяють швидко евакуювати або переміщати об’єкти.
   - Акцент робиться на мобільності, маскуванні та дистанційному управлінні інженерними системами.
4. **Сценарій D — міжнародна участь:**
   - Передбачає залучення іноземних інвестицій і донорської допомоги.
   - Вимагає узгодження стандартів будівництва, процедур контролю та звітності відповідно до міжнародних норм (NATO Infrastructure Framework, EU Resilience Principles).

Сценарне моделювання дозволяє порівняти ефективність варіантів, оцінити ризики, фінансові потреби та часові рамки, що забезпечує науково обґрунтоване прийняття рішень.

Можливі ризики та адаптивні механізми

Процес відновлення військової інфраструктури супроводжується низкою ризиків, які впливають на строки, якість та ефективність робіт. До основних належать:

- **Безпекові ризики** — повторні обстріли, мінування, нестабільна лінія фронту.
- **Ресурсні ризики** — нестача будівельних матеріалів, пального, техніки, робочої сили.
- **Організаційні ризики** — порушення координації між виконавцями, затримка погоджень, дублювання функцій між відомствами.
- **Фінансові ризики** — неритмічне надходження коштів, неузгодженість бюджетних програм і донорських проєктів.

- **Інформаційні ризики** — недостовірність даних щодо реального стану об'єктів або зміни у нормативній базі.

Для мінімізації впливу ризиків у межах моделі передбачені адаптивні механізми управління, серед яких:

- створення **централізованої бази даних** для актуалізації інформації про об'єкти в режимі реального часу;
- впровадження **резервних логістичних маршрутів** для постачання матеріалів у разі зруйнування основних шляхів;
- використання **динамічного планування**, яке дозволяє коригувати пріоритети відновлення з урахуванням зміни оперативної обстановки;
- застосування **ризик-орієнтованого підходу** — виділення додаткових резервів ресурсів для об'єктів із високим ступенем небезпеки;
- формування **модулів швидкого реагування КЕВ**, які здатні розгортати тимчасові об'єкти в польових умовах.

Таким чином, запропонована модель є адаптивною системою управління відновленням військової інфраструктури, що поєднує формалізовані аналітичні методи з практичним досвідом квартирно-експлуатаційних органів. Її впровадження дозволить підвищити ефективність використання ресурсів, скоротити строки реконструкції та забезпечити стійкість військової інфраструктури у післявоєнний період.

Результати емпіричного / моделювального дослідження

Оцінка ефективності моделі на прикладі практичної реалізації

Для перевірки ефективності запропонованої моделі організації відновлення військової інфраструктури було проведено апробацію на основі узагальнених даних діяльності КЕВ м. Чернігів та КЕВ м. Миколаїв у 2023–2024 роках. Ці два регіони відрізнялися за рівнем руйнувань, обсягами фінансування та логістичною доступністю, що дозволило протестувати модель у різних умовах.

Вихідними даними слугували результати технічних обстежень 45 об'єктів, які підлягали відновленню: казарми, склади ПММ, ремонтні цехи, пункти управління та інженерні споруди. Для кожного об'єкта було розраховано індекс пріоритетності (I_p) на основі шести критеріїв (стратегічне значення, ступінь руйнування, безпекова ситуація, наявність ресурсів, часові рамки, соціальний ефект).

Таблиця 1 – Узагальнені результати моделювання пріоритетності відновлення об'єктів

№ з/п	Тип об'єкта	Регіон	Індекс пріоритетності (I_p)	Очікуваний термін відновлення (міс.)	Реальний термін виконання (міс.)	Відхилення (%)
1	Казарма №3	Чернігів	0,87	4,0	4,3	+7,5
2	Склад ПММ	Миколаїв	0,82	6,0	6,2	+3,3
3	Майстерня ремонту техніки	Чернігів	0,79	5,0	5,1	+2,0
4	Командний пункт	Миколаїв	0,91	3,5	3,6	+2,8
5	Котельня військового містечка	Чернігів	0,75	2,5	2,4	–4,0

Результати свідчать, що відхилення між прогнозованими і фактичними строками не перевищували 8%, що підтверджує адекватність моделі в реальних умовах. Використання формалізованого підходу до визначення пріоритетів дозволило КЕВ підвищити ефективність

розподілу ресурсів у середньому на 12–15% порівняно з попередніми періодами, коли рішення ухвалювались адміністративно або інтуїтивно.

Додатково відзначено, що впровадження елементів цифрової звітності та моніторингу (електронний облік об'єктів, графіки виконання робіт, фотофіксація) скоротило бюрократичні затримки та сприяло оперативному контролю. У результаті, модель продемонструвала стабільну здатність адаптуватися до різних сценаріїв фінансування і логістичних обмежень.

Чутливий аналіз моделі

З метою перевірки стійкості моделі до зміни вхідних параметрів проведено чутливий аналіз, у межах якого варіювалися основні критерії пріоритетності: доступність ресурсів, рівень безпеки, ступінь руйнування і фінансування.

Результати аналізу показали такі тенденції:

1. **Зниження рівня фінансування на 30%** призводить до зміщення пріоритетів — перевага надається об'єктам життєзабезпечення (котельні, склади пального, електропідстанції), тоді як капітальні об'єкти (ремонтні бази, навчальні центри) відсуваються у чергу на 6–12 місяців.
2. **Підвищення рівня безпекового ризику (загроза повторних обстрілів)** на 25% змінює структуру пріоритетів: об'єкти у небезпечних районах автоматично знижуються на 1–2 позиції у рейтингу.
3. **Дефіцит матеріальних ресурсів** (нестача будівельних матеріалів, пального) на 20% збільшує середній термін реалізації проєктів на 1,3 місяця, проте ефективність розподілу ресурсів залишається в межах прийнятної норми (±10%).
4. **Покращення логістичних умов** (відновлення шляхів постачання) скорочує час реалізації проєктів у середньому на 9–12%, що підтверджує значущість транспортного чинника у загальній моделі.

Таким чином, модель демонструє високу чутливість до параметрів безпеки та фінансування, проте зберігає стабільність при зміні інших чинників. Це свідчить про її практичну надійність і можливість застосування в умовах невизначеності, характерних для післявоєнного періоду.

Обговорення результатів і співставлення з практикою КЕВ

Отримані результати підтвердили, що запропонована модель відновлення військової інфраструктури є ефективним управлінським інструментом, який поєднує наукову обґрунтованість із практичною придатністю. У реальних умовах роботи КЕВ модель дозволила оптимізувати розподіл ресурсів, скоротити час на ухвалення рішень та забезпечити більш об'єктивне планування черговості відновлення.

Порівняння з традиційними підходами (де рішення ухвалювалися на основі інтуїції, адміністративного досвіду або суб'єктивних оцінок) показало, що використання аналітичної системи з формалізованими критеріями:

- підвищило **точність прогнозування термінів відновлення** на 10–15%;
- зменшило **випадки дублювання фінансування** на 8%;
- забезпечило **прозорість прийняття рішень** завдяки чітко задокументованим критеріям і ваговим коефіцієнтам.

Практичні спостереження показали, що модель не лише полегшує планування, а й створює основу для подальшої цифрової трансформації процесів КЕВ — формування електронних реєстрів пошкоджених об'єктів, інтеграції GIS-технологій, моніторингу виконання проєктів у реальному часі.

Загалом, результати емпіричної перевірки свідчать, що запропонована модель є адаптивною, масштабованою і придатною для впровадження у системі військового управління інфраструктурою України. Її подальший розвиток має включати інтеграцію з

державними платформами “Відновлення” та “Prozorro”, що дозволить створити єдину цифрову екосистему управління оборонними об’єктами у післявоєнний період.

Обговорення

Інтерпретація отриманих результатів

Результати проведеного моделювального та емпіричного дослідження підтвердили існування низки закономірностей, що визначають ефективність процесу відновлення військової інфраструктури. Насамперед, виявлено чітку кореляційну залежність між ступенем організованості управління і термінами реалізації відновлювальних робіт: чим більш структурованою є система пріоритизації та координації ресурсів, тим меншими є часові відхилення від плану. У випадках, коли КЕВ застосовували формалізовані критерії оцінки та електронну систему контролю, середня різниця між прогнозованими та фактичними строками відновлення не перевищувала 8%.

Також встановлено, що фактор безпеки (загроза повторних обстрілів, мінна небезпека, наближеність до лінії бойових дій) має найвищий впливовий коефіцієнт у структурі критеріїв, перевищуючи за значущістю навіть стратегічне значення об’єкта. Це свідчить про необхідність постійного врахування ризиків у процесі планування. У свою чергу, ресурсна забезпеченість та доступність логістичних маршрутів мають лінійну залежність з термінами реалізації — зменшення обсягів постачання матеріалів на 20% подовжує середній цикл робіт майже на 1,3 місяця.

Обмеження моделі пов’язані передусім із недостатньою деталізацією первинних даних, різним рівнем цифрової готовності регіональних КЕВ, а також обмеженим обсягом фінансування. Незважаючи на це, модель показала високу стійкість до зміни вхідних параметрів і здатність адаптуватися до динамічних умов.

Порівняння з іншими підходами та дослідженнями

Порівняльний аналіз із результатами досліджень, проведених у рамках програм НАТО з відновлення військової інфраструктури (Allied Infrastructure Policy, 2020; NATO ENSEC COE, 2018) та практиками ЄС щодо післякризової реконструкції (EU Recovery Framework, 2022), показав низку відмінностей.

Модель, запропонована у цій роботі, має перевагу у контекстуальній адаптивності — вона враховує особливості українського театру воєнних дій, різну інтенсивність руйнувань та рівень децентралізації системи управління. У той час як західні моделі переважно базуються на централізованому плануванні та стабільних умовах безпеки, українська методика передбачає динамічне коригування рішень у реальному часі.

Сильними сторонами моделі є:

- інтеграція аналітичних та експертних підходів (поєднання формалізованих алгоритмів із практичним досвідом КЕВ);
- використання чутливого аналізу, що дозволяє прогнозувати ефективність у різних сценаріях;
- гнучкість у масштабуванні — можливість застосування як на рівні військової частини, так і в масштабах регіону.

Водночас модель має певні обмеження порівняно з західними підходами: поки що вона недостатньо автоматизована, потребує розширення цифрових інструментів для збору даних і інтеграції з державними системами управління будівництвом та відновленням. Крім того, відсутність єдиної нормативної бази, що регулює цифровий облік військових об’єктів, ускладнює повноцінне впровадження автоматизованої аналітики.

Наукові та практичні наслідки

Результати дослідження мають як теоретичне, так і прикладне значення. З наукової точки зору, запропонована модель формує основу для створення єдиної концепції адаптивного управління відновленням військової інфраструктури, у межах якої поєднуються принципи

системного аналізу, багатокритеріальної оптимізації та ризик-орієнтованого планування. Модель може бути використана як теоретичне підґрунтя для розробки нових доктринальних документів і методичних рекомендацій Міністерства оборони України щодо післявоєнного відновлення.

З практичної точки зору, результати можуть бути використані:

- у діяльності **квартирно-експлуатаційних відділів** для формування регіональних планів відновлення об'єктів;
- у **Департаменті військової інфраструктури МОУ** — для стратегічного планування ресурсів і контролю ефективності відбудови;
- у рамках міжнародних проєктів з технічної допомоги — як модель оцінки ефективності донорського фінансування;
- у **навчальному процесі військових академій** — як практичний приклад сучасних методів управління інфраструктурними проєктами в умовах обмежених ресурсів і ризиків.

Наукові результати дослідження можуть бути основою для створення цифрової платформи управління військовими об'єктами, яка дозволить об'єднати у єдину систему технічний облік, планування відновлення, контроль виконання та прогнозування потреб у ресурсах. У перспективі така система стане складовою національної стратегії стійкого відновлення оборонної інфраструктури, що відповідатиме принципам "Build Back Better" і забезпечить підвищення обороноздатності держави в післявоєнний період.

Висновки та рекомендації

У результаті проведеного дослідження було сформульовано низку науково обґрунтованих висновків, що відображають сутність, ефективність і практичну цінність запропонованої моделі організації відновлення військової інфраструктури:

1. **Відновлення військової інфраструктури є системним процесом**, який потребує інтеграції інженерних, управлінських та логістичних рішень у єдиному інформаційно-керованому середовищі. Ефективність цього процесу безпосередньо залежить від рівня координації між Міністерством оборони, КЕВ, місцевими органами влади та підрядними структурами.
2. **Запропонована модель** поєднує аналітичні методи оцінки (AHP, сценарне моделювання) з практичним досвідом квартирно-експлуатаційних органів. Її впровадження дозволяє формалізувати процес прийняття рішень, об'єктивно визначати пріоритети відновлення та підвищити ефективність використання ресурсів на 10–15%.
3. **Факторами, що найбільше впливають на терміни відновлення**, є рівень безпеки в регіоні, наявність будівельних ресурсів, логістична доступність і стабільність фінансування. Ці змінні мають бути основою для прогнозування результатів і коригування планів.
4. **Адаптивний характер моделі** забезпечує можливість її застосування у динамічних умовах — від високого ризику бойових дій до стабільної післявоєнної відбудови. Завдяки гнучкій структурі модель може бути масштабована від рівня військової частини до державного.
5. **Реалізація моделі** у практичній діяльності КЕВ показала, що формалізований підхід до планування і контролю сприяє зниженню бюрократичних затримок, підвищенню прозорості рішень та узгодженості дій між виконавцями. Це створює передумови для впровадження цифрової системи управління військовими об'єктами в межах Міністерства оборони України.

Рекомендації для органів управління, практиків та військових

На основі отриманих результатів сформульовано рекомендації щодо практичного впровадження запропонованої моделі у діяльність військових і державних структур:

1. **Для Міністерства оборони України** — доцільно розробити й затвердити єдину *Методику пріоритизації та планування відновлення військової інфраструктури*, побудовану на принципах багатокритеріального аналізу та ризик-орієнтованого управління.

2. **Для Департаменту військової інфраструктури МОУ** — створити централізовану *інформаційно-аналітичну платформу*, що об'єднає дані про стан об'єктів, ресурси, графіки робіт і моніторинг реалізації проектів у режимі реального часу.

3. **Для квартирно-експлуатаційних відділів** — впровадити *регіональні модулі моделі*, які забезпечать електронний облік об'єктів, автоматичний розрахунок індексу пріоритетності та зв'язок із центральною базою даних. Це дозволить оптимізувати черговість робіт і підвищити відповідальність виконавців.

4. **Для військових частин і підрозділів технічного забезпечення** — рекомендується застосовувати модель у процесі планування експлуатації, ремонту і будівництва об'єктів, особливо у районах з нестабільною обстановкою.

5. **Для міжнародних донорських програм та проєктів допомоги** — використовувати модель як аналітичний інструмент для обґрунтування фінансування відновлювальних проектів та оцінки їх ефективності з урахуванням критеріїв безпеки і стратегічного значення.

Обмеження дослідження та напрями подальших розробок

Незважаючи на досягнуті результати, дослідження має певні обмеження, які варто враховувати при подальшій роботі:

1. **Обмежена вибірка емпіричних даних** — аналіз проводився на прикладі кількох регіональних КЕВ, що не дозволяє повністю охопити усю територію України та різноманітність типів об'єктів. У подальшому слід розширити географію спостережень і базу даних.

2. **Відсутність уніфікованої цифрової системи обліку** — дані про стан об'єктів, ресурси і хід робіт наразі зберігаються у різних форматах і відомствах, що ускладнює інтеграцію в єдину модель.

3. **Невизначеність фінансово-економічних умов** — зміни у бюджетному фінансуванні або структурах міжнародної допомоги можуть суттєво впливати на реалістичність сценаріїв моделювання.

4. **Необхідність подальшої автоматизації моделі** — доцільно розробити програмне забезпечення або веб-додаток для автоматизованого збору даних, аналізу ризиків і прогнозування строків відновлення.

У перспективі дослідження має бути продовжене у напрямі:

- створення національної цифрової платформи управління військовою інфраструктурою з інтеграцією до державних систем "Відновлення" та "Prozorro";
- розробки алгоритмів штучного інтелекту для автоматизованого визначення пріоритетів відновлення;
- адаптації моделі до умов мирного будівництва та планування довгострокового розвитку оборонної інфраструктури.

Таким чином, результати дослідження закладають теоретичне і методичне підґрунтя для формування нової парадигми управління відновленням військової інфраструктури України — науково обґрунтованої, цифрово інтегрованої та стратегічно стійкої системи, здатної забезпечити ефективне відновлення оборонного потенціалу держави у післявоєнний період.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Бойко О. В. Організаційно-технічні аспекти відновлення об'єктів військової інфраструктури у післявоєнний період // *Збірник наукових праць Національного університету оборони*

України ім. І. Черняховського. – 2023. – №3. – С. 45–53.
2. Військова доктрина України: Затверджена Указом Президента України №555/2015 від 24.09.2015 р. – Офіційний вісник Президента України. – 2015.
3. Гані С. Military Reconstruction after Conflict: Comparative Approaches to Infrastructure Recovery. – *Journal of Security and Defense Studies*. – 2021. – Vol. 18(2). – P. 85–102.
4. Директива Генерального штабу Збройних Сил України щодо організації відновлення військових об'єктів після бойових дій. – К.: МОУ, 2023. – 28 с.
5. Європейська Комісія. EU Recovery and Resilience Facility Implementation Report. – Brussels: European Union, 2022. – 122 p.
6. Коваленко І. М. Сучасні виклики управління військовими об'єктами: проблеми, пріоритети, рішення // *Військово-технічний збірник*. – 2023. – №2(76). – С. 67–75.
7. Концепція розвитку військової інфраструктури Міністерства оборони України: Затверджено наказом МОУ № 430 від 12.06.2021 р. – К.: МОУ, 2021. – 34 с.
8. Кілкаллен Р. (Kilcullen D.) The Utility of Military Infrastructure in Modern Conflicts. – *Strategic Studies Quarterly*. – 2021. – Vol. 15(4). – P. 31–49.
9. Міністерство оборони України. Наказ №448 «Про затвердження Положення про організацію квартирно-експлуатаційного забезпечення Збройних Сил України». – К.: МОУ, 2013. – 52 с.
10. Міністерство оборони України. Наказ №284 «Про затвердження Положення про організацію будівництва обєктів у Міністерстві оборони України та Збройних Силах України». – К.: МОУ, 2019. – 48 с.
11. НАТО (NATO ENSEC COE). Critical Infrastructure Prioritization Model. – Tallinn: NATO Energy Security Centre of Excellence, 2018. – 64 p.
12. NATO Infrastructure Policy (AJP-4.9). – Brussels: Allied Command Transformation, 2020. – 89 p.
13. Проєктна методологія управління оборонною інфраструктурою (Project Management for Defense Infrastructure). – U.S. Department of Defense. – Washington D.C., 2019. – 102 p.
14. Стратегія розвитку оборонно-промислового комплексу України на період до 2030 року. – Затверджена Постановою Кабінету Міністрів України №179-р від 24.02.2022 р. – К.: Урядовий кур'єр, 2022.
15. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). Build Back Better in Recovery, Rehabilitation and Reconstruction. – Geneva: UNDRR, 2020. – 74 p.
16. Смоляр В. П. Відновлення військових об'єктів: національний та міжнародний досвід // *Оборонна економіка та управління ресурсами*. – 2022. – №1(12). – С. 29–40.
17. Фірсов А. В., Маліков В. В. Інноваційні підходи до планування будівельних робіт у військовій сфері // *Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса)*. – 2023. – №2. – С. 101–110.
18. Чернігівський квартирно-експлуатаційний відділ. Річний звіт про стан військової інфраструктури та результати відновлювальних робіт за 2023 рік. – Чернігів: КЕВ, 2024. – 37 с.
19. Миколаївський квартирно-експлуатаційний відділ. Аналітична довідка щодо проведення ремонтно-відновлювальних робіт на військових об'єктах. – Миколаїв: КЕВ, 2024. – 28 с.
20. Zelenskyy, O., Petrenko, L., & Danyliuk, S. Strategic Resilience of Military Infrastructure in Post-Conflict Reconstruction. – *Defence Resource Management Review*. – 2023. – Vol. 18(1). – P. 56–72.

References

1. Boiko, O. V. (2023). *Organizational and Technical Aspects of Restoring Military Infrastructure Objects in the Post-War Period.* Collection of Scientific Papers of the National Defence University of Ukraine named after Ivan Cherniakhovskyi, No. 3, pp. 45–53.

2. Military Doctrine of Ukraine. Approved by the Decree of the President of Ukraine No. 555/2015 of September 24, 2015. *Official Bulletin of the President of Ukraine*, 2015.
3. Ghani, S. (2021). *Military Reconstruction after Conflict: Comparative Approaches to Infrastructure Recovery. Journal of Security and Defense Studies*, Vol. 18(2), pp. 85–102.
4. General Staff of the Armed Forces of Ukraine. *Directive on the Organization of the Restoration of Military Facilities after Combat Operations.* Kyiv: Ministry of Defence of Ukraine, 2023. – 28 p.
5. European Commission. (2022). *EU Recovery and Resilience Facility Implementation Report.* Brussels: European Union, 122 p.
6. Kovalenko, I. M. (2023). *Modern Challenges in the Management of Military Facilities: Problems, Priorities, and Solutions. Military Technical Bulletin*, No. 2(76), pp. 67–75.
7. Concept for the Development of Military Infrastructure of the Ministry of Defence of Ukraine. Approved by the Order of the Ministry of Defence No. 430 of June 12, 2021. Kyiv: Ministry of Defence of Ukraine, 2021. – 34 p.
8. Kilcullen, D. (2021). *The Utility of Military Infrastructure in Modern Conflicts. Strategic Studies Quarterly*, Vol. 15(4), pp. 31–49.
9. Ministry of Defense of Ukraine. (2013). *Order No. 448 "On approval of the Regulation on the organization of housing and utilities support of the Armed Forces of Ukraine"* [In Ukrainian]. Ministry of Defense of Ukraine.
10. Ministry of Defense of Ukraine (2019). *Order No. 284 "On approval of the Regulation on the organization of construction of facilities in the Ministry of Defense of Ukraine and the Armed Forces of Ukraine"* [In Ukrainian]. Ministry of Defense of Ukraine.
11. NATO Energy Security Centre of Excellence (ENSEC COE). (2018). *Critical Infrastructure Prioritization Model.* Tallinn: NATO ENSEC COE, 64 p.
12. NATO Allied Command Transformation. (2020). *NATO Infrastructure Policy (AJP-4.9).* Brussels: Allied Command Transformation, 89 p.
13. U.S. Department of Defense. (2019). *Project Management for Defense Infrastructure.* Washington, D.C.: DoD, 102 p.
14. Strategy for the Development of the Defence-Industrial Complex of Ukraine until 2030. Approved by the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 179-r of February 24, 2022. Kyiv: Government Courier, 2022.
15. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). (2020). *Build Back Better in Recovery, Rehabilitation and Reconstruction.* Geneva: UNDRR, 74 p.
16. Smoliar, V. P. (2022). *Restoration of Military Facilities: National and International Experience. Defence Economics and Resource Management*, No. 1(12), pp. 29–40.
17. Firsov, A. V., & Malikov, V. V. (2023). *Innovative Approaches to Planning Construction Works in the Military Sphere. Collection of Scientific Papers of the Military Academy (Odesa)*, No. 2, pp. 101–110.
18. Chernihiv Housing and Operation Department (KEV). (2024). *Annual Report on the State of Military Infrastructure and the Results of Restoration Works for 2023.* Chernihiv: KEV, 37 p.
19. Mykolaiv Housing and Operation Department (KEV). (2024). *Analytical Report on the Implementation of Repair and Restoration Works on Military Facilities.* Mykolaiv: KEV, 28 p.
20. Zelenskyy, O., Petrenko, L., & Danyliuk, S. (2023). *Strategic Resilience of Military Infrastructure in Post-Conflict Reconstruction. Defence Resource Management Review*, Vol. 18(1), pp. 56–72.

Оцінювання ефективності внутрішнього аудиту в Міністерстві оборони України: інтегрований підхід на основі KPI та управління, орієнтованого на результат

Assessing the Effectiveness of Internal Audit in the Ministry of Defence of Ukraine: An Integrated Approach Based on KPIs and Results-Based Management

Олександр Шпиталь
ад'юнкт, e-mail: shpital777@ukr.net, ORCID ID: 0009-0003-5261-1954
Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

Oleksandr Shpytal
PhD student, e-mail: shpital777@ukr.net, ORCID ID: 0009-0003-5261-1954
National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 04, 2025 | Revised: December 16, 2025 | Accepted: December 31, 2025

УДК 657.6

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.32

Мета роботи. Обґрунтування та розроблення методичного підходу до оцінювання ефективності внутрішнього аудиту в системі Міністерства оборони України на засадах ключових показників ефективності та моделі (Results-Based Management, RBM), що забезпечить його трансформацію з контрольно-наглядового органу у стратегічного партнера та каталізатор позитивних змін в оборонному відомстві.

Метод дослідження. Аналіз та синтез.

Результати дослідження. Розроблено комплексну матрицю ключових показників ефективності (KPI) внутрішнього аудиту МОУ, що інтегрує стратегічні й операційні індикатори за чотирма вимірами: цінність для ключових зацікавлених осіб (стейкхолдерів), операційна ефективність внутрішніх процесів, розвиток персоналу та ефективність управління ресурсами. Побудовано логічну модель RBM, яка відображає "ланцюжок створення цінності" внутрішнього аудиту від вхідних ресурсів (Inputs) і діяльності (Activities) до результатів (Outputs), кінцевих результатів (Outcomes) та довгострокового впливу (Impact). Виявлено ключовий ризик — "розрив у результативності" між підготовкою аудиторських звітів і їх фактичним упровадженням та впливом на процеси в системі МОУ. Запропоновано дорожню карту імплементації інтегрованої системи оцінювання, що охоплює етапи оцінювання готовності, розроблення, пілотного впровадження та навчання персоналу.

Теоретична цінність дослідження. Інтегровано та адаптовано дві визнані міжнародні управлінські концепції — KPI на основі збалансованої системи показників (Balanced Scorecard, BSC) і RBM — для формування єдиної, логічно обґрунтованої рамки оцінювання ефективності внутрішнього аудиту в державному секторі, зокрема в умовах оборонного відомства. Дослідження гармонізує дві парадигми аудиту — національну (Державний внутрішній фінансовий контроль, ДВФК), орієнтовану переважно на контроль, та міжнародну, зосереджену на створенні цінності й стратегічному партнерстві, — пропонуючи модель, у якій ефективний контроль розглядається як необхідна умова створення цінності.

Практична цінність дослідження. Розроблено та надано прикладний інструментарій: матриці KPI (табл. 1), логічної моделі RBM (табл. 2) та плану трансформації (табл. 3), що спрямовані на розвиток і підвищення спроможності внутрішнього аудиту в оборонному відомстві.

Тип статті. Теоретичний.

Ключові слова: внутрішній аудит, оцінювання ефективності, ключові показники ефективності, Міністерство оборони України.

Purpose. To substantiate and develop a methodological approach to assessing the effectiveness of internal audit in the system of the Ministry of Defence of Ukraine based on key performance indicators and the Results-Based Management (RBM) model, enabling its transformation from a control and oversight body into a strategic partner and a catalyst for positive change within the defence sector.

Method. Analysis and synthesis.

Findings. A comprehensive matrix of key performance indicators (KPIs) for the internal audit of the Ministry of Defence of Ukraine has been developed, integrating strategic and operational indicators across four dimensions: value for key stakeholders, operational efficiency of internal processes, staff development, and effectiveness of resource management. A logical RBM model has been constructed to reflect the "value creation chain" of internal audit, from inputs and activities to outputs, outcomes, and long-term impact. A key risk—namely, the "performance gap" between the preparation of audit reports and their actual implementation and impact on processes within the Ministry of Defence of Ukraine—has been identified. A roadmap for implementing an integrated performance assessment system is proposed, covering the stages of readiness assessment, development, pilot implementation, and staff training.

Theoretical implications. Two internationally recognized management concepts—KPIs based on the Balanced Scorecard (BSC) and Results-Based Management (RBM)—have been integrated and adapted to form a unified, logically grounded framework for assessing the effectiveness of internal audit in the public sector, particularly within the defence domain. The study harmonizes two audit paradigms: the national paradigm (State Internal Financial Control), traditionally oriented toward control, and the international paradigm, focused on value creation and strategic partnership, proposing a model in which effective control is viewed as a necessary condition for value creation.

Practical implications. Applied tools have been developed and presented, including a KPI matrix (Table 1), an RBM logical model (Table 2), and a transformation plan (Table 3), aimed at strengthening and enhancing the capacity of internal audit within the defence sector.

Paper type. Theoretical.

Key words: Internal Audit, Effectiveness Assessment, Key Performance Indicators, Ministry of Defence of Ukraine.

Вступ

В умовах широкомасштабної збройної агресії проти України та безпрецедентних викликів для національної безпеки Міністерство оборони України (МОУ) функціонує в середовищі максимального напруження та підвищеної відповідальності. Ефективне управління колосальними оборонними ресурсами, що охоплюють як кошти національного бюджету, так і масштабну міжнародну військову та фінансову допомогу, стає не просто адміністративним завданням, а одним із ключових чинників стійкості та обороноздатності держави. У цьому контексті суттєво зростають суспільні очікування щодо забезпечення прозорості, підзвітності та нульової толерантності до корупції й неефективності в оборонному секторі.

За таких умов роль внутрішнього аудиту МОУ зазнає фундаментальної трансформації. Традиційна модель державного внутрішнього фінансового контролю (ДВФК), складовою якої є внутрішній аудит, орієнтована переважно на виявлення порушень і контроль за дотриманням формальних процедур, залишається необхідною, проте вже є недостатньою. Сучасні виклики потребують переходу до парадигми внутрішнього аудиту як стратегічного партнера керівництва МОУ. Нова роль передбачає надання об'єктивних ризик-орієнтованих рекомендацій, аналітичне оцінювання управлінських і операційних процесів, а також прогнозування потенційних загроз, що в підсумку сприяє підвищенню ефективності, результативності та рівня боєготовності Збройних Сил України.

Для реалізації такої трансформації необхідні сучасні інструменти управління, які дають змогу не лише здійснювати контроль за діяльністю, а й вимірювати її ефективність та демонструвати реальну додану вартість. У дослідженні запропоновано комплексну модель, що поєднує два взаємодоповнювані підходи — систему ключових показників ефективності (Key Performance Indicators, KPI) та методологію управління, орієнтованого на результат (Results-Based Management, RBM). Запропонована модель має на меті надати керівнику Служби внутрішнього аудиту МОУ структуровану дорожню карту для вимірювання власної ефективності, управління нею та комунікації результатів діяльності, що дозволяє трансформувати Службу внутрішнього аудиту з контролюючого органу на каталізатор позитивних змін у системі оборонного відомства.

Теоретичні основи дослідження

Теоретичний базис оцінювання ефективності внутрішнього аудиту (ВА) сформовано на основі двох ключових підходів — кількісно-метричного та якісно-ціннісного. Перший підхід ґрунтується на нормативних рамках Інституту внутрішніх аудиторів, зокрема на вимогах до Програми забезпечення та підвищення якості (QAIP) і Глобальних стандартів внутрішнього аудиту (GIAS 2025). Відповідно до цього підходу запропоновано набір чітких KPI для моніторингу операційної діяльності, таких як відсоток виконання річного плану, своєчасність підготовки та випуску аудиторських звітів, а також рівень прийняття рекомендацій [5; 15].

Водночас наукова думка еволюціонувала в напрямі якісно-ціннісного підходу, визнаючи обмеженість використання виключно кількісних показників. Ще М. Діттенгофер (M. Dittenhofer) наголошував на необхідності розширення методів оцінювання за межі простих фінансових метрик [16]. Цю ідею розвинув Р. Чемберс (R. Chambers) у моделі "довіреного радника" (Trusted Advisor), у межах якої ефективність внутрішнього аудиту вимірюється його здатністю надавати стратегічне бачення та здійснювати прогнозування, а не лише виконувати ретроспективний аналіз [17]. У свою чергу К. Рідл (C. Riddle) запропонував інтегрувати оцінювання ВА в загальну систему управління ризиками (Enterprise Risk Management, ERM), зосереджуючи увагу на метриках покриття аудитом саме стратегічних ризиків [18]. Такий зсув від аудиту "відповідності" до аудиту "впливу" безпосередньо корелює з логікою управління, орієнтованого на результат (Results-Based Management, RBM), що є концептуально ключовим для цього дослідження.

Третій вимір теоретичної основи стосується ситуаційних чинників (драйверів) ефективності, що є особливо актуальним для складного інституційного середовища Міністерства оборони України. У своїй "ситуаційній моделі" Р. Ленц та К. Ган (R. Lenz & K. Hahn) довели, що ефективність ВА не є статичною характеристикою, а істотно залежить від контекстних чинників, зокрема рівня підтримки з боку вищого керівництва, ступеня організаційної незалежності та професійної компетентності аудиторів [19]. Дослідження М. Арени та Г. Аззоне (M. Arena & G. Azzone) також ідентифікували ключові "драйвери" ефективності внутрішнього аудиту, емпірично підтвердивши визначальну роль організаційної підтримки та належного ресурсного забезпечення [20]. Прикладні дослідження у державному секторі, зокрема роботи Д. Мірета та А. Їсмау (D. Mihret & A. Yismaw) в Ефіопії [21], а також А. Альзебана і Д. Гвілліама (A. Alzeban & D. Gwilliam) у Саудівській Аравії [22], додатково підтвердили критичну роль підтримки вищого керівництва та наявності кваліфікованих людських ресурсів у забезпеченні ефективності ВА.

В українському науковому просторі проблематику адаптації зазначених міжнародних підходів досліджувала Н. Дорош [23]. У працях Т. Каменської внутрішній аудит розглянуто як ключовий елемент системи корпоративного управління; увагу авторки зосереджено на організаційних і методичних засадах ВА, які нерозривно пов'язані з оцінюванням його результативності [24]. Провідним фахівцем в Україні з теорії та практики внутрішнього аудиту є Л. Нападовська, яка ґрунтовно досліджувала його концептуальні засади та організаційні моделі, приділяючи значну увагу критеріям дієвості й ефективності ВА [25].

Таким чином, теоретичний синтез оцінювання ефективності внутрішнього аудиту потребує застосування інтегрованого підходу, що поєднує операційні KPI з якісним оцінюванням стратегічного впливу діяльності ВА та враховує ключові організаційні драйвери ефективності в конкретному інституційному середовищі.

Постановка проблеми

Сучасна концепція внутрішнього аудиту визначає його ключову мету як "додавання цінності" організації шляхом об'єктивного оцінювання з надання впевненості та здійснення консультацій. У діяльності Міністерства оборони України це означає безпосереднє сприяння підвищенню ефективності та результативності його функціонування через удосконалення організації й практики роботи систем управління, внутрішнього контролю та управління ризиками [1]. Водночас здатність підрозділу внутрішнього аудиту в системі МОУ довести наявність цієї доданої вартості є не менш важливою, ніж безпосередньо її створення.

Наукова проблема полягає в тому, що чинна в Україні система оцінювання функціонування внутрішнього аудиту в державних органах, як внутрішня [6], так і зовнішня [7], орієнтована переважно на перевірку процесів, а не на вимірювання кінцевих результатів і реального впливу аудиторської діяльності. Фактично вона зводиться до контролю дотримання процедур і наявності необхідних регламентних документів. Водночас такі показники фіксують рівень активності, але не відображають ефективність, оскільки не дають відповіді на ключові запитання: чи призвели дії внутрішнього аудиту до системних удосконалень; чи було досягнуто цілей, визначених в аудиторських звітах; чи сприяє внутрішній аудит досягненню стратегічних цілей МОУ; чи є діяльність підрозділу внутрішнього аудиту справді ефективною. Застосовуваний підхід не забезпечує інструментарію для вимірювання дієвості аудиту та його реального впливу на вдосконалення системи управління в МОУ. У результаті керівництво МОУ та Аудиторський комітет фактично позбавлені об'єктивного інструменту для всебічного оцінювання ефективності діяльності внутрішнього аудиту.

Водночас ключовим імперативом сучасного професійного регулювання стає Стандарт 12.2 "Вимірювання ефективності" Глобальних стандартів внутрішнього аудиту (GIAS 2025), відповідно до якого керівники підрозділів внутрішнього аудиту зобов'язані розробляти

конкретні показники ефективності (Key Performance Indicators, KPI), що відображають стратегію аудиту, та звітувати за результатами їх досягнення [5]. Таким чином, вимірювання ефективності трансформується з рекомендованої практики на обов'язкову умову професійної відповідності внутрішнього аудиту міжнародним стандартам.

Наукова новизна статті полягає в розробленні інтегрованої моделі оцінювання, спрямованої на вимірювання доданої цінності внутрішнього аудиту. Шляхом синтезу процесних KPI, що відображають кількісний вимір діяльності, та індикаторів управління, орієнтованого на результат (Results-Based Management, RBM), які фокусуються на якісному вимірі впливу, сформовано механізм визначення реальної дієвості внутрішнього аудиту в системі Міністерства оборони України.

Методологія дослідження

Теоретичну основу дослідження становить аналіз національної нормативно-правової бази та міжнародних стандартів, спрямований на чітке розмежування наглядової та стратегічної парадигм внутрішнього аудиту. У роботі застосовано синтез двох управлінських підходів: збалансованої системи показників (Balanced Scorecard, BSC) для структурування системи KPI та управління, орієнтованого на результат (Results-Based Management, RBM), для формування логічного ланцюжка результатів.

Метод моделювання використано для розроблення інтегрованої системи оцінювання ефективності внутрішнього аудиту, що включає матрицю KPI та модель RBM, а також для формування структурованої дорожньої карти її поетапного впровадження в діяльність відповідного підрозділу.

Результати

Ефективна система вимірювання результативності внутрішнього аудиту в системі Міністерства оборони України має ґрунтуватися на поєднанні вимог національного законодавства, відомчого регулювання та передових міжнародних професійних стандартів.

Так, основоположні вимоги до функції внутрішнього аудиту в державному секторі України закладені в ключових нормативно-правових актах.

По-перше, у фундаментальних вимогах Бюджетного кодексу України (БКУ): статтею 26 БКУ на розпорядників бюджетних коштів, зокрема на керівництво МОУ, покладено пряму управлінську відповідальність за організацію та функціонування двох взаємопов'язаних систем — внутрішнього контролю та внутрішнього аудиту. Внутрішній контроль реалізується як комплекс заходів, спрямованих на забезпечення дотримання законності, ефективності використання коштів і досягнення визначених цілей. Водночас внутрішній аудит як незалежна й об'єктивна діяльність покликаний надавати оцінки та консультації з метою вдосконалення системи управління, внутрішнього контролю та управління ризиками, тим самим сприяючи підвищенню ефективності й результативності всієї діяльності міністерства, тобто "додаванню цінності" організації [1]. Таким чином, відповідно до законодавства керівництво МОУ зобов'язане не лише формально мати підрозділ внутрішнього аудиту, а й забезпечувати його реальне та ефективне функціонування.

По-друге, у Порядку здійснення внутрішнього аудиту та утворення підрозділів внутрішнього аудиту (ПКМУ № 1001) [2] і Стандартах внутрішнього аудиту (Стандарти ВА) [3]. Постанова Кабінету Міністрів України № 1001 є базовим підзаконним актом, що регулює діяльність внутрішнього аудиту в державному секторі, деталізуючи вимоги до організаційної та функціональної незалежності підрозділів внутрішнього аудиту, їхніх прав на безперешкодний доступ до документів, інформації та баз даних, а також обов'язків, зокрема щодо інформування керівництва про виявлені ознаки шахрайства чи корупційних діянь [2]. Важливо, що цією постановою закладено також основи для створення аудиторських комітетів

як консультативно-дорадчих органів, покликаних посилити нагляд за функцією внутрішнього аудиту. Здійснення внутрішнього аудиту ґрунтується на єдиних підходах і обов'язкових правилах, визначених Стандартами ВА.

По-третє, у Порядку проведення внутрішнього аудиту в системі Міністерства оборони України (НМОУ № 475) [4], який адаптує загальнодержавні норми до специфіки оборонного відомства. Цей наказ визначає єдині підходи до проведення аудитів Службою внутрішнього аудиту МОУ, деталізує права внутрішніх аудиторів, зокрема доступ до приміщень, складів, арсеналів, а також право проводити опитування персоналу. Важливо, що в наказі наголошено на необхідності постійного професійного розвитку аудиторів та наявності у них відповідних знань, навичок і компетентностей для виконання покладених завдань, що створює відомчу основу для впровадження показників, пов'язаних із розвитком персоналу.

Для забезпечення найвищої якості та довіри до результатів внутрішнього аудиту його діяльність має відповідати міжнародно визнаним професійним стандартам. Глобальні стандарти внутрішнього аудиту (GIAS 2025) [5], розроблені Інститутом внутрішніх аудиторів (IIA), є еталоном, що встановлює вимоги до фундаментальних принципів, якими мають керуватися внутрішні аудитори, зокрема чесності, об'єктивності, конфіденційності та компетентності. Також GIAS 2025 передбачають організаційну незалежність функції внутрішнього аудиту, тобто пряме підпорядкування та звітування на такому рівні, який дає змогу виконувати професійні обов'язки без адміністративних чи функціональних перешкод.

Ключовими для мети цієї статті є вимоги Стандарту 12.2 "Вимірювання ефективності" GIAS 2025 [5], що підкреслюють імператив системного вимірювання ефективності. Стандарт прямо зобов'язує керівника підрозділу внутрішнього аудиту розробити та впровадити показники ефективності (KPI), які відображають стратегію внутрішнього аудиту, а також забезпечити комунікацію результатів раді (у контексті МОУ — Аудиторському комітету) і вищому керівництву. Таким чином, вимірювання ефективності перестає бути "бажаною практикою" і набуває статусу обов'язкової вимоги для відповідності міжнародним стандартам.

Відповідно до GIAS 2025, зокрема в межах Домену IV "Управління функцією внутрішнього аудиту", вимога щодо якості та постійного вдосконалення залишається фундаментальною. Керівник функції внутрішнього аудиту зобов'язаний розробити й підтримувати Програму забезпечення та підвищення якості (QAIP), яка має охоплювати всі аспекти діяльності та включати періодичне внутрішнє й зовнішнє оцінювання для підтвердження відповідності Стандартам.

Важливою складовою програми QAIP є постійне вдосконалення, що реалізується через безперервний моніторинг результативності. Ключові показники ефективності як основний інструмент такого моніторингу дають змогу системно відстежувати ефективність, виявляти можливості для поліпшення та своєчасно впроваджувати необхідні зміни з метою підвищення цінності функції внутрішнього аудиту.

Аналіз національного та міжнародного регулювання виявляє фундаментальну відмінність парадигм, покладених в їх основу. Ця відмінність водночас формує виклик і створює можливість для побудови збалансованої та ефективної системи KPI.

Національне законодавство, зокрема ПКМУ № 1001 [2], історично тяжіє до контрольно-ревізійної моделі. Його основний фокус зосереджений на запобіганні фактам незаконного, неефективного й нерезультативного використання бюджетних коштів та інших активів, а також виникненню помилок і недоліків у діяльності державного органу. Права аудиторів, деталізовані в НМОУ № 475, зокрема доступ до складів і матеріальних ресурсів, підкреслюють контрольну, "наглядову" функцію внутрішнього аудиту.

На відміну від цього, GIAS 2025 просувають значно ширшу парадигму, яка розвиває та конкретизує роль внутрішнього аудитора, виходячи за межі традиційного контролю. Нова концепція внутрішнього аудиту чітко визначає його завдання як допомогу керівництву в

досягненні поставлених цілей шляхом надання незалежних висновків і консультаційної підтримки. У результаті парадигма остаточно зміщується від "наглядової" функції до ролі "стратегічного радника". Внутрішній аудит постає агентом змін, оскільки його діяльність спрямована на вдосконалення процесів і усунення системних перешкод на шляху до досягнення цілей організації, а не лише на фіксацію порушень і недоліків.

Ефективна система KPI для внутрішнього аудиту в системі МОУ має гармонізувати ці дві парадигми, оскільки не може обмежуватися показниками, що фіксують виключно контрольну діяльність, такими як "кількість виявлених порушень" або "сума завданих збитків". Вона має включати метрики, які демонструють якісний контроль, виявлення ризиків і створення реальної цінності для оборонного відомства. Наприклад, KPI "Економічний ефект від впроваджених рекомендацій" безпосередньо пов'язує контрольну дію (виявлення неефективних витрат) зі створенням цінності (економія коштів, які можуть бути спрямовані на інші пріоритетні потреби). У такий спосіб система KPI стає містком між вимогою законодавства "контролювати" та вимогою стандартів "створювати цінність", демонструючи, що перше є необхідною умовою для другого.

Для створення всеосяжної та збалансованої системи вимірювання ефективності внутрішнього аудиту доцільно використати методологічну основу "Збалансованої системи показників" (BSC). Цей підхід дає змогу вийти за межі традиційних операційних чи фінансових метрик і оцінити діяльність за чотирма вимірами, що забезпечує цілісне бачення ефективності функції внутрішнього аудиту. Так, у межах першого виміру оцінюють цінність для ключових зацікавлених сторін (стейкхолдерів) і стратегічний вплив. Цей вимір зосереджений на стратегічних KPI та орієнтований на оцінювання результативності внутрішнього аудиту крізь призму його спроможності досягати визначених цілей і сприяти поліпшенню діяльності МОУ.

До складу цього виміру включено такі індикатори:

індекс задоволеності стейкхолдерів — комплексний показник, що розраховується за шкалою від 1 до 5 на основі щорічних анонімних опитувань ключових стейкхолдерів. Оцінюванню підлягають такі параметри, як своєчасність подання інформації, ясність викладення, якість і практична значущість аудиторських висновків, а також рівень професіоналізму та комунікаційні компетенції аудиторської команди. Цей KPI є прямим індикатором сприйняття "доданої вартості" внутрішнього аудиту; рівень виконання та впровадження аудиторських рекомендацій — вимірюється як відсоток співвідношення загальної кількості наданих рекомендацій за результатами аудитів і кількості офіційно виконаних керівництвом об'єкта аудиту; аналогічно розраховується показник кількості вчасно впроваджених рекомендацій, особливо тих, що мають високий рівень пріоритетності. Низький рівень виконання може вказувати на нерелевантність чи необґрунтованість рекомендацій, а низький рівень упровадження — на недостатню переконливість аудиторів або відсутність механізмів подальшого моніторингу [8];

кількісно виміряний вплив внутрішнього аудиту — відображає фінансовий і нефінансовий ефект від виконання або впровадження рекомендацій за результатами аудитів, може включати суму підтвердженої економії бюджетних коштів, обсяг втрат, яким вдалося запобігти, а також кількісно вимірюване підвищення ефективності процесів (наприклад, оптимізацію часу логістичних операцій). Ключовою умовою є наявність прямого причинно-наслідкового зв'язку між поліпшенням діяльності та імплементацією аудиторських рекомендацій [9];

рівень покриття ключових стратегічних ризиків — визначається як відсоток аудиторських завдань у річному плані, безпосередньо спрямованих на аудит процесів, пов'язаних із десятьма найбільшими стратегічними ризиками в системі МОУ (наприклад, у сферах оборонних закупівель, кібербезпеки, управління активами). Цей KPI є індикатором стратегічного узгодження діяльності внутрішнього аудиту з пріоритетами та основними

загрозами для оборонного відомства [10];

рентабельність інвестицій у ROI — слугує кількісним підтвердженням економічної доцільності функціонування Служби внутрішнього аудиту МОУ. У цьому вимірі ROI демонструє додану вартість, доводячи ефективність використання бюджетних коштів на утримання аудиторської функції через співвідношення понесених витрат і збережених активів.

Запропоновані KPI є індикаторами релевантності та практичної цінності аудиторської роботи для ключових стейкхолдерів, до яких належать вище керівництво МОУ, Аудиторський комітет, керівники структурних підрозділів і міжнародні партнери.

Другий вимір зосереджений на оцінюванні операційної ефективності внутрішніх процесів внутрішнього аудиту. Запропонована група показників призначена для вимірювання продуктивності ключових етапів проведення внутрішнього аудиту — від планування до моніторингу виконання та впровадження рекомендацій. До складу цього виміру включено такі показники: рівень виконання річного плану внутрішнього аудиту — визначається як відсоток завершених аудиторських завдань від загальної кількості запланованих. Значні відхилення від плану можуть вказувати на недоліки в процесі планування, неоптимальний розподіл ресурсів або домінування великої кількості позапланових контрольних заходів [9]; середня тривалість виконання аудиторського завдання — розраховується як співвідношення загальної кількості робочих днів (від офіційного початку аудиту до дати реєстрації фінального звіту) за всіма завданнями та кількості завдань за планом. Оптимізація цього циклу за умови збереження належної якості безпосередньо підвищує своєчасність і актуальність аудиторської інформації для прийняття управлінських рішень [8]; частка повторних аудиторських знахідок — вимірюється як відсоток недоліків або порушень, які були ідентифіковані повторно та вже зафіксовані у звітах за попередні періоди. Високе значення цього показника вказує на системні проблеми внутрішнього контролю об’єкта аудиту або недостатню глибину попереднього аналізу першопричин з боку аудиторів, нерелевантність рекомендацій чи неефективність процесу моніторингу [10]; рівень застосування автоматизації аналізу даних — визначається як відсоток аудиторських завдань, під час яких були використані спеціалізовані програмні інструменти та методики аналізу великих масивів даних (наприклад, для виявлення аномалій, дублюючих транзакцій, порушень у процедурах закупівель). Цей KPI є індикатором технологічної зрілості, що підвищує ефективність аудиторських процедур [11]. Запропонований вимір дає змогу ідентифікувати проблемні зони та оптимізувати внутрішні процеси Служби внутрішнього аудиту МОУ.

Третій вимір запропонованої системи оцінювання зосереджений на ефективності управління персоналом. Професійна компетентність і належна мотивація аудиторського персоналу є фундаментальними передумовами надання якісних та об’єктивних аудиторських послуг. Запропоновано застосувати такі показники ефективності (KPI): рівень безперервного професійного розвитку (CPD) — виражається в середньорічній кількості годин навчання (на тренінгах, семінарах, курсах підвищення кваліфікації) на одного аудитора. Вибір цього KPI зумовлений необхідністю імплементації вимог міжнародних (IIA) та національних стандартів внутрішнього аудиту, які визначають постійне оновлення професійних знань як критичну умову ефективності функції внутрішнього аудиту; рівень професійно сертифікованого персоналу — визначається як відсоток аудиторів, які володіють відповідними національними сертифікатами або міжнародними кваліфікаціями. Цей показник слугує індикатором загального рівня професіоналізму та прихильності команди до кращих практик; рівень плинності кадрів — розраховується як відсоток співробітників, що залишили підрозділ протягом звітного року. Надмірно високий рівень плинності може вказувати на системні проблеми в управлінні персоналом, недостатні мотиваційні чинники або незадовільні умови праці, що призводить до втрати інституційної пам’яті та зниження стабільності операційної діяльності; рівень задоволеності та вмотивованості персоналу — інтегральний показник, який

базується на результатах регулярних анонімних опитувань співробітників, спрямованих на оцінювання рівня їхньої задоволеності роботою, мотивації, сприйняття організаційної культури та якості керівництва. Цей інструмент є важливим для діагностики внутрішнього клімату та своєчасного виявлення проблем у колективі.

Четвертий вимір моделі оцінювання зосереджений на двох взаємопов'язаних аспектах: ефективності використання виділених ресурсів (бюджетних, часових, технологічних) і здатності Служби внутрішнього аудиту МОУ адекватно реагувати на унікальні ризики, притаманні оборонному сектору. До цієї групи включено такі ключові показники ефективності (KPI): відхилення фактичних трудовитрат від запланованого бюджету часу — розраховується як відсоткова різниця між запланованими та фактичними годинами, витраченими на виконання аудиторських завдань. Цей KPI слугує індикатором точності планування, ефективності управління часом і дисципліни виконання [10]; вартість однієї години аудиту — визначається шляхом ділення загальних річних витрат на утримання Служби внутрішнього аудиту МОУ (включно з фондом оплати праці з нарахуваннями, витратами на комунальні послуги, закупівлю та підтримку програмного забезпечення, навчання та сертифікацію, відрядження, амортизацію обладнання тощо) на загальну кількість продуктивних (аудиторських) людино-годин. Цей показник дає змогу оцінити вартісну ефективність функції внутрішнього аудиту та є базисом для порівняння з альтернативними моделями (наприклад, аутсорсингом аудиторських послуг), а також для більш точного прогнозування й обґрунтування бюджетів річного плану аудиту [10]; рівень аудиторського покриття високоризикових операцій (зокрема частка досліджених контрактів закупівель із високим рівнем ризику) — визначається як відсоток від загальної вартості оборонних контрактів, що підпадають під критерії високого ризику (наприклад, закупівлі в одного учасника, термінові закупівлі за спрощеною процедурою, контракти з постачальниками з непрозорою структурою власності) і були охоплені аудитом протягом звітного періоду. Цей ключовий показник відображає якість ризик-орієнтованого підходу та ефективність пріоритезації, демонструючи, чи зосереджуються ресурси аудиту на ділянках із найвищими ризиками, де аудит може створити найбільшу додану вартість і запобігти значним втратам. Це є альтернативою неефективному розпорошенню ресурсів у разі спроб суцільного контролю; рівень ідентифікації критичних загроз (системних недоліків) — визначається як відсоток знахідок, класифікованих як критичні (наприклад, системні, приховані, нові або пов'язані зі стратегічними ризиками), у загальній кількості знахідок за звітний період. Ключовим індикатором у цьому контексті є здатність аудиторів виявляти не лише формальні невідповідності чи процедурні порушення, а й системні недоліки та критичні уразливості. Цей показник є прямим індикатором якості та глибини аудиторського аналізу й дослідження. Таким чином, зрілий внутрішній аудит характеризується домінуванням знахідок, пов'язаних із системними та стратегічними ризиками, а не поодинокими операційними помилками.

Сукупно ця група показників формує комплексну картину операційної ефективності, даючи змогу одночасно оцінити, чи функціонує підрозділ внутрішнього аудиту економно (дотримання бюджету часу), цілеспрямовано (фокус на високоризикових сферах) та якісно (глибина аналізу і значущість виявлених недоліків). З метою удосконалення організації внутрішнього аудиту в системі МОУ запропоновано можливі практичні інструменти для Служби внутрішнього аудиту МОУ в процесі впровадження системи вимірювання ефективності її діяльності, показники якої систематизовано в єдину структуру (табл. 1).

Система KPI надає інструменти для вимірювання досягнень внутрішнього аудиту. Застосування принципів та інструментів методології управління, орієнтованого на результат (RBM), у свою чергу, формує концептуальну рамку для розуміння способів і причин досягнення цих результатів. Концепція RBM дає змогу вибудувати логічний ланцюжок від ресурсів, інвестованих у внутрішній аудит, до довгострокового впливу на обороноздатність країни [11].

Таблиця 1 – Комплексна матриця KPI для внутрішнього аудиту в системі МОУ

Вимір (за BSC)	Назва KPI	Формула / Визначення	Мета й обґрунтування	Джерело даних
Цінність для ключових зацікавлених сторін (стейкхолдерів) і стратегічний вплив	Індекс задоволеності стейкхолдерів	Середній бал (за шкалою 1–5) за результатами щорічного опитування ключових стейкхолдерів (міністр, заступники міністра, Аудиторський комітет, керівники департаментів)	Виміряти, наскільки робота ВА відповідає очікуванням керівництва. Є ключовим індикатором «доданої вартості» і відповідає на питання: «Чи був аудит своєчасним?», «Чи надав аудит нове розуміння?», «Чи допомогли рекомендації досягти стратегічних цілей?»	Анкетування, система зворотного зв'язку
	Рівень виконання (впровадження) рекомендацій за результатами ВА	(Кількість виконаних (впроваджених) рекомендацій / загальна кількість наданих рекомендацій) · 100%	Показує реальний вплив аудиту на поліпшення процесів. Низький показник сигналізує про проблеми з якістю рекомендацій або моніторингом	Система моніторингу виконання/ впровадження рекомендацій
	Кількісно виміряний вплив внутрішнього аудиту (ВА)	Сума підтвердженої економії, втрат, яким вдалося запобігти та/або іншого фінансового ефекту від впроваджених рекомендацій	Демонструє пряму фінансову вигоду від інвестицій у функцію ВА	Аудиторські звіти, фінансова звітність, розрахунки ефекту
	Рівень покриття ключових стратегічних ризиків	(Кількість аудитів, що покривають топ-10 стратегічних ризиків / 10) · 100%	Забезпечує узгодженість діяльності ВА зі стратегічними пріоритетами МОУ та зосередження на найважливіших загрозах	Річний план аудиту, реєстр ризиків МОУ
	ROI внутрішнього аудиту	Фінансовий ефект (фактично повернуто + втрати, яким вдалося запобігти) / бюджет на утримання служби внутрішнього аудиту	Кількісне демонстрування економічної доцільності функціонування служби ВА: скільки гривень користі приносить 1 гривня, витрачена на утримання служби ВА	Аудиторська і фінансова звітність
Оцінювання операційної ефективності внутрішніх процесів ВА	Рівень виконання річного плану ВА	(Кількість завершених планових аудитів / загальна кількість запланованих аудитів) · 100%	Вимірює здатність ВА дотримуватися операційного планування та виконувати запланований обсяг робіт	Система управління аудитом, річні плани та звіти
	Середня тривалість виконання аудиторського завдання (АЗ)	Кількість робочих днів виконання АЗ (від початку до фінального звіту) за усіма завданнями / кількість завдань за звітний період	Вимірює операційну швидкість та своєчасність надання інформації. Допомагає виявити неефективність у внутрішніх процесах	Система управління аудитом
	Рівень застосування автоматизації аналізу даних, нових аудиторських методик (НАМ)	Кількість аудитів із застосуванням ПЗ автоматизації обробки даних, НАМ / загальна кількість аудитів) · 100%	Індикатор технологічної зрілості, інновацій, вдосконалення власних процесів та глибини аудиторських досліджень	Робоча документація аудиторів, звіти про використання ПЗ та НАМ
	Частка повторних аудиторських	Кількість порушень, що були ідентифіковані повторно та вже фіксувалися у звітах за	Індикатор системних збоїв або в системі ВК організації, або, що важливіше, в самому процесі ВА.	Система моніторингу виконання (впровадженн

Вимір (за BSC)	Назва KPI	Формула / Визначення	Мета й обґрунтування	Джерело даних
	знахідок з минулих років	попередні періоди / загальна кількість порушень) · 100%	Показник відображає, чи здатна служба ВА не просто знаходити проблеми, а й забезпечувати їх реальне й остаточне вирішення	я) рекомендацій, звіти об'єктів аудиту
Оцінювання ефективності управління персоналом	Середньорічна кількість годин CPD на аудитора	Загальна кількість годин навчання персоналу / кількість аудиторів	Забезпечує відповідність вимогам стандартів і підтримує високий рівень професійної компетентності команди	Облікові дані персоналу, сертифікати про навчання
	Рівень професійно сертифікованого персоналу	Кількість аудиторів із сертифікаціями / загальна кількість аудиторів) · 100%	Об'єктивний показник кваліфікації та професіоналізму персоналу	Сертифікати, особові справи
	Рівень плинності кадрів	Кількість звільнених співробітників за рік / середньооблікова чисельність) · 100%	Індикатор здоров'я робочого середовища та задоволеності персоналу	Облікові дані відділу персоналу
	Рівень задоволеності та мотивація персоналу	Середній бал (за шкалою 1–5) за результатами щорічного анонімного опитування персоналу	Індикатор для діагностики внутрішнього клімату і своєчасного виявлення проблем у колективі. Задоволена і мотивована команда має більше шансів бути продуктивною та інноваційною	Щорічне анонімне опитування персоналу
Оцінювання ефективності управління ресурсами	Відхилення фактичних трудовитрат від запланованого бюджету часу	((Фактичні години – заплановані години) / заплановані години) · 100%	Оцінює точність планування ресурсів та ефективність управління проєктами	Система обліку робочого часу, плани аудитів
	Вартість однієї години аудиту	Сума загальних річних витрат на утримання Служби ВА МОУ / загальна кількість продуктивних (аудиторських) людино-годин	Показник дає чітке вимірюване розуміння, скільки коштує 1 год реальної аудиторської роботи, що є базовим індикатором економічної продуктивності і ресурсної інтенсивності підрозділу	Система обліку робочого часу, фінансова звітність про виконання кошторису фактичних видатків
	Рівень аудиторського покриття з високим ризиком	(Вартість досліджених контрактів високого ризику / загальна вартість контрактів, що відповідали критеріям високого ризику) · 100%	Оцінювання ефективності пріоритезації у ризик-орієнтованому плануванні. Показує, наскільки ефективно ВА зосереджено на найбільш корупційно уразливих і критичних сферах оборонних закупівель	Дані про закупівлі, річний план аудиту
	Рівень ідентифікації критичних загроз	(Кількість знахідок «Критичні» / кількість усіх аудиторських знахідок, виявлених за звітний період) · 100 %	Індикатор «доданої вартості», який дає змогу оцінювати аналітичну зрілість, якість і глибину аудиторської роботи	База даних / реєстр аудиторських знахідок

Джерело: сформовано автором

Управління, орієнтоване на результат, — це стратегія управління, зосереджена на плануванні, моніторингу та оцінюванні діяльності на основі досягнутих результатів, а не лише

на виконанні запланованих заходів чи освоєнні ресурсів. Ця методологія, визнана провідними міжнародними організаціями, такими як ООН та ОЕСР, є радше “способом мислення”, що пронизує весь управлінський цикл [12].

Концепція управління, орієнтованого на результат (RBM), ґрунтується на кількох фундаментальних принципах: орієнтації на потреби кінцевих бенефіціарів (стейкхолдерів); побудові чіткого причинно-наслідкового зв’язку в межах логічної моделі; постійному моніторингу досягнення результатів на основі визначених індикаторів (KPI) з метою своєчасного коригування дій та навчання на основі отриманих даних.

Логічна модель RBM (так званий “ланцюжок результатів”) для виконання функції внутрішнього аудиту візуалізує процес трансформації ресурсів у цінність для організації та передбачає послідовну побудову таких елементів.

Початковими елементами моделі є вхідні ресурси (Inputs) — сукупність фінансових, людських і технологічних активів; діяльність (Activities) — ключові процеси та завдання, які виконують аудитори з використанням наявних ресурсів (планування, проведення аудитів, консультування); а також безпосередні результати (Outputs) — прямі, вимірювані продукти діяльності (аудиторські звіти, висновки, рекомендації), що перебувають під повним операційним контролем внутрішнього аудиту. Саме на цьому рівні (Inputs, Activities, Outputs) вимірюються операційні KPI, які характеризують “продуктивність” функції внутрішнього аудиту, зокрема “рівень виконання річного плану” чи “середню тривалість аудиту”.

Наступні рівні моделі відображають “результативність” та “вплив”. Кінцеві результати (Outcomes) — це коротко- і середньострокові зміни в поведінці або стані об’єкта аудиту, що виникають унаслідок використання Outputs (наприклад, упроваджені рекомендації, удосконалені процеси, зекономлені кошти). Їх досягнення є зоною спільної відповідальності внутрішнього аудиту та менеджменту і вимірюється стратегічними KPI, такими як “рівень упровадження рекомендацій” і “кількісно виміряний вплив”.

Найвищим рівнем логічної моделі є вплив (Impact) — довгострокові, фундаментальні зміни, що сприяють досягненню стратегічних цілей МОУ (наприклад, підвищення обороноздатності та ефективності використання бюджетних коштів). Внутрішній аудит робить свій внесок у цей вплив, проте не контролює його повною мірою.

Побудова логічної моделі дає змогу виявити критичну точку в ланцюжку створення цінності внутрішнім аудитом — “розрив у результативності”, який виникає між безпосередніми та кінцевими результатами.

Досвід багатьох великих організацій, зокрема Програми розвитку ООН (UNDP), свідчить про системну схильність до “управління заради безпосередніх, а не кінцевих результатів”. Це означає, що організація може бути надзвичайно ефективною у виробництві власних “продуктів” (звітів, планів, досліджень), однак ці продукти не призводять до реальних змін і вдосконалень [13].

Застосування цього підходу до внутрішнього аудиту в системі МОУ дає підстави констатувати, що найбільший ризик для його ефективності полягає саме в такому розриві. Служба внутрішнього аудиту МОУ може бути високопродуктивною, за результатами проведених аудитів готувати десятки якісних аудиторських висновків і сотні рекомендацій (висока ефективність на рівні Outputs). Однак якщо керівництво об’єктів аудиту не реагує на ці висновки, не виконує та не впроваджує надані рекомендації, реальних покращень (Outcomes) не відбувається. У такому разі вся діяльність внутрішнього аудиту, попри формальну ефективність, по суті втрачає практичний сенс, а інвестовані в неї ресурси використовуються нераціонально.

Аналіз за методологією RBM чітко демонструє, що система оцінювання діяльності Служби внутрішнього аудиту МОУ має бути зосереджена на подоланні цього розриву, тобто на досягненні кінцевих результатів (Outcomes). Саме тому основні стратегічні KPI, такі як

"індекс задоволеності стейкхолдерів", "рівень упровадження рекомендацій" та "кількісно виміряний вплив внутрішнього аудиту", набувають першочергового значення, оскільки вони фіксують не лише "виконану роботу", а й "досягнутий результат". Це, у свою чергу, висуває нові вимоги до компетенцій аудиторів: окрім глибоких технічних знань, необхідними стають розвинені комунікаційні навички, здатність до переконання, ведення переговорів і стратегічного мислення з метою забезпечення реалізації наданих рекомендацій.

Ланцюжок створення цінності функцією внутрішнього аудиту та інтеграцію ключових показників ефективності відображено в табл. 2.

Таблиця 2 – Логічна модель RBM для внутрішнього аудиту МОУ

Ланцюжок результатів	Визначення	Приклади для ВА МОУ	Відповідні KPI з Матриці
Вплив (Impact)	Довгострокові стратегічні зміни, що сприяють досягненню цілей, завдань і конкретних результатів у діяльності МОУ	Забезпечення ефективного оборонного управління, що гарантує раціональне використання ресурсів, мінімізацію ризиків та зростання довіри до інституції	Не вимірюється напряму через KPI аудиту, а є наслідком сукупності Outcomes
Кінцеві результати (Outcomes)	Середньострокові зміни та поліпшення ефективності і результативності в діяльності системи МОУ внаслідок використання продуктів ВА	Впровадження наданих рекомендацій привело до удосконалення нормативно-правової бази, фактичного відшкодування втрат або запобігання їм, оптимізації логістичних та закупівельних процесів, підвищення рівня зрілості системи внутрішнього контролю, усунення причин системних порушень	Основні KPI (мають вимірювати зміни в системі управління МОУ): рівень впровадження (виконання) рекомендацій; кількісно виміряний вплив ВА; індекс задоволеності стейкхолдерів; покриття ключових стратегічних ризиків; ROI внутрішнього аудиту
Безпосередні результати (Outputs)	Прямі продукти і послуги, створені як результат діяльності ВА (повністю перебувають у зоні контролю аудитора)	Затверджені аудиторські звіти, надані конструктивні рекомендації щодо усунення виявлених недоліків та вдосконалення процесів, узгоджені плани впровадження рекомендацій, консультативні висновки, експертне оцінювання проєктів документів, звіти моніторингу стану виконання (або невиконання) наданих раніше рекомендацій	Допоміжні KPI (мають вимірювати продуктивність роботи аудиторів та якість створених ними продуктів (звітів, рекомендацій): рівень виконання плану аудиту; середня тривалість виконання аудиту; рівень використання автоматизації аналізу даних, нових аудиторських методик; частка повторних аудиторських знахідок
Діяльність (Activities)	Процеси, методологія та ефективність використання робочого часу для створення продуктів та послуг ВА	Оцінювання ризиків для формування річного плану аудиту, виконання аудиторських завдань, аналіз даних, облік, звітування, моніторинг, консультування	Ефективність діяльності вимірюється через KPI (Outputs), ключовим завданням є моніторинг операційної ефективності
Вхідні ресурси (Inputs)	Ресурси (фінансові, кадрові, матеріальні та інформаційні), використовувані для ведення діяльності	Персонал та професійні компетенції, бюджет на утримання ВА, бюджет на навчання та підвищення кваліфікації, методологія, IT-інструменти, простір аудиту, реєстр ризиків	Допоміжні KPI (ресурси, навчання): рівень укомплектованості, вартість 1 год аудиту; відсоток сертифікованих аудиторів, рівень автоматизації; середня кількість годин CPD; рівень задоволеності і мотивація персоналу; плинність кадрів

Джерело: сформовано автором

Практичними кроками з імплементації інтегрованої системи управління ефективністю внутрішнього аудиту є впровадження комплексної системи KPI, інтегрованої з методологією

RBM, що потребує розроблення системного підходу, політичної волі керівництва та залучення всієї команди внутрішнього аудиту.

Для забезпечення успішної імплементації доцільно використати поетапний підхід впровадження (модель трансформації), що мінімізує ризики та поступово допоможе адаптувати організацію до нових принципів роботи (табл. 3).

Таблиця 3 – Модель трансформації для внутрішнього аудиту МОУ

Етап	Дії	Результат
Оцінювання готовності і пріоритезація	Провести внутрішню діагностику поточних процесів вимірювання ефективності (якщо такі існують). Визначити розриви між наявною практикою та запропонованою моделлю. Провести зустрічі з ключовими стейкхолдерами (керівництвом МОУ, Аудиторським комітетом) для обговорення їхніх очікувань та узгодження пріоритетних KPI, які найкраще відображатимуть цінність аудиту для них	Сформовано спільне бачення мети і пріоритетів нової системи. Визначено 3–5 ключових KPI для першочергового впровадження
Розроблення та адаптація	Створити і затвердити внутрішні регламентні документи (методики, інструкції), що детально описують процедури збирання, валідації, розрахунку та аналізу даних для кожного KPI. Оновити стратегію та мандат (статут) Департаменту ВА із зосередженням в них на результативності і створенні цінності. Розробити детальний план трансформації з визначенням відповідальних осіб, термінів та необхідних ресурсів	Створено повну нормативну та методологічну базу для функціонування системи. Стратегічні документи ВА приведено у відповідність до нової філософії
Пілотне впровадження та реалізація	Запустити систему в пілотному режимі, розпочавши з відстеження узгоджених пріоритетних KPI. Це може бути реалізовано в межах одного територіального підрозділу або для певного типу аудитів. Збирати зворотний зв'язок від аудиторів та стейкхолдерів щодо труднощів і переваг системи. На основі набутого досвіду коригувати процеси та методики перед масштабним розгортанням	Система протестована в реальних умовах, виявлено та усунуто потенційні проблеми. Накопичено перший досвід та історії успіху
Навчання та комунікація	Провести комплексні тренінги для всього персоналу Служби ВА МОУ, пояснюючи не лише технічні аспекти розрахунку KPI, а й філософію RBM та нову роль аудитора як стратегічного партнера. Розробити комунікаційний план для регулярного інформування керівництва МОУ та інших стейкхолдерів про результати роботи ВА через призму нових KPI. Використовувати візуалізацію даних для наочної демонстрації досягнень	Сформовано команду, що розуміє та підтримує нову систему. Забезпечено прозорість і підзвітність функції ВА, що зміцнює її авторитет та довіру до неї

Джерело: сформовано автором

Для сталого функціонування інтегрованої системи управління ефективністю необхідно спиратися на відповідні організаційні і технологічні інструменти (механізми).

Програма забезпечення та підвищення якості (QAIP), створення якої є вимогою як національних, так і міжнародних стандартів, має стати центральним механізмом для управління новою системою. Саме в межах QAIP мають відбуватися постійний моніторинг та аналіз даних KPI, а результати аналізу використовуватися не лише для звітування, а й для виявлення системних недоліків у роботі Служби ВА МОУ та формування рекомендацій щодо вдосконалення його процесів, методології та компетенцій персоналу.

Ефективне впровадження системи KPI детерміноване належною технологічною підтримкою та застосуванням програмного забезпечення, що дають змогу автоматизувати весь аудиторський процес – від планування та управління ризиками до відстеження робочого часу та моніторингу виконання рекомендацій, оскільки ручне збирання та обробка даних неефективні і несуть ризик допущення помилок.

Висновки

Аналіз, проведений у цій статті, доводить, що в умовах екзистенційних загроз і підвищеної суспільної уваги внутрішній аудит у системі Міністерства оборони України не може залишатися в межах застарілої контрольно-наглядової парадигми. Необхідною є його фундаментальна трансформація, яка перетворить внутрішній аудит на стратегічного партнера керівництва, здатного створювати реальну додану вартість для оборонного відомства.

Інтегрований підхід, що поєднує збалансовану систему ключових показників ефективності (KPI) та методологію управління, орієнтованого на результат (RBM), є комплексною та логічно обґрунтованою "дорожньою картою" для такої трансформації. Якщо KPI надають об'єктивні інструменти для вимірювання ефективності та результативності, то RBM формує концептуальну рамку, яка пов'язує операційну діяльність внутрішнього аудиту з досягненням стратегічних цілей МОУ. Застосування цього підходу дає змогу змістити фокус із процесу (кількості проведених аудитів) на результат — реальні поліпшення в системі управління, внутрішнього контролю та управління ризиками Міністерства оборони України і Збройних Сил України.

На основі проведеного аналізу для Служби внутрішнього аудиту МОУ сформульовано такі стратегічні рекомендації:

інституціоналізувати RBM і KPI шляхом затвердження логічної моделі та комплексної матриці показників як основи процесів планування, моніторингу та звітності;

змістити фокус оцінювання з продуктів (Outputs) (кількості проведених аудитів) на кінцеві результати (Outcomes), зокрема рівень імплементації рекомендацій та їх вимірюваний позитивний вплив;

інвестувати в цільовий розвиток компетенцій аудиторів, упровадивши програму навчання, що збалансовано розвиває як технічні навички (аналітика даних, IT), так і міждисциплінарні компетентності (комунікація, аналіз першопричин, стратегічне мислення);

трансформувати організаційну культуру, активно позиціонуючи Службу внутрішнього аудиту МОУ не як наглядовий орган, а як стратегічного партнера, який сприяє вдосконаленню процесів і підвищенню ефективності управління ризиками.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Бюджетний кодекс України : Закон України від 09.07.2010 № 2478-VI (із змінами). Ст. 26 "Контроль та аудит у бюджетному процесі", гл. 4 "Бюджетний процес та його учасники". URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17#Text (дата звернення: 15.12.2025).
2. Порядок здійснення внутрішнього аудиту та утворення підрозділів внутрішнього аудиту : постанова Кабінету Міністрів України від 28.09.2011 № 1001. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1001-2011-%D0%BF#Text (дата звернення: 15.12.2025).
3. Про затвердження Стандартів внутрішнього аудиту : наказ Міністерства фінансів України від 04.10.2011 № 1247. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1219-11#Text (дата звернення: 15.12.2025).

4. Про організацію діяльності з внутрішнього аудиту в системі Міністерства оборони України та Порядок проведення внутрішнього аудиту в системі Міністерства оборони України : наказ Міністерства оборони України від 15.12.2020 № 475. URL: https://mod.gov.ua/diyalnist/normativno-pravova-baza/nakaz-mou-n-475-vid-15-12-2020-pro-organizatsiiu-diialnosti-z-vnutrishnogo-auditu-v-sistemi-ministerstva-oboroni-ukraini (дата звернення: 15.12.2025).
5. Глобальні стандарти внутрішнього аудиту : офіц. переклад. URL: https://theiia.org.ua/wp-content/uploads/2024/12/global-internal-audit-standards-ukrainian.pdf (дата звернення: 15.12.2025).
6. Порядок проведення внутрішньої оцінки якості внутрішнього аудиту : наказ Департаменту внутрішнього аудиту Міністерства оборони України від 18.08.2021 № 25. 64 с.
7. Порядок здійснення Міністерством фінансів України оцінки функціонування системи внутрішнього аудиту : наказ Міністерства фінансів України від 03.05.2017 № 480. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0663-17#Text (дата звернення: 15.12.2025).
8. Internal Audit Department Key Performance Indicators (KPIs). KnowledgeLeader : вебсайт. URL: https://www.knowledgeleader.com/tools/internal-audit-department-key-performance-indicators-kpis (дата звернення: 15.12.2025).
9. Методичний посібник з оцінки якості внутрішнього аудиту в державних органах / Міністерство фінансів України. Київ, 2020. URL: https://mof.gov.ua/storage/files/%D0%9F%D0%9E%D0%A1%D0%86%D0%91%D0%9D%D0%98%D0%9A_%D0%9E%D0%AF_30_06_2020.pdf (дата звернення: 15.12.2025).
10. Key Performance Indicators for Internal Audit: A Practical Guide. PKC. 2025. URL: https://pkcindia.com/blogs/kpi-for-internal-audit/ (дата звернення: 15.12.2025).
11. Інструменти забезпечення ефективності, результативності та якості діяльності органів державної влади / М. Канавець (кер. авт. кол.), Ю. Лихач, А. Кукуля та ін. ; за заг. ред. В. Купрія. Київ : Центр адаптації державної служби до стандартів Європейського Союзу, 2019. 178 с. URL: https://nads.gov.ua/storage/app/sites/5/18.05.2021/posibnyk-instrymentu.pdf (дата звернення: 15.12.2025).
12. Results-Based Management. UN Sustainable Development Group. 2011. URL: https://unsdg.un.org/sites/default/files/UNDG-RBM-Handbook-2012.pdf (дата звернення: 15.12.2025).
13. Evaluation of Results-Based Management in United Nations Development Programme. Evaluation Office. December 2007. URL: https://erc.undp.org/evaluation/documents/download/1592 (дата звернення: 15.12.2025).
14. Онлайн навчальний курс з управління, орієнтованого на результат. Децентралізація в Україні. 2025. URL: https://decentralization.ua/donors/surge/RBM (дата звернення: 15.12.2025).
15. Measuring Internal Audit Effectiveness and Efficiency. Lake Mary, FL : The Institute of Internal Auditors, 2010. 34 p. URL: https://www.theiia.org/globalassets/documents/content/articles/guidance/practice-guides/measuring-internal-audit-effectiveness-and-efficiency/practice-guide-measuring-internal-audit-effectiveness.pdf (дата звернення: 15.12.2025).
16. Dittenhofer M. Internal auditing effectiveness: an expansion of present methods. *Managerial Auditing Journal*. 2001. Vol. 16, No. 8. P. 443–450.
17. Chambers R. F. *Trusted Advisors: Key Attributes of Outstanding Internal Auditors*. Lake Mary, FL : Internal Audit Foundation, 2017. 176 p.
18. Anderson U. L., Head M. J., Riddle C., Sobel P. J. et al. *Internal Auditing: Assurance & Advisory Services*. 4th ed. Lake Mary, FL : Internal Audit Foundation, 2017. 848 p.

19. Lenz R., Hahn K. A contingency model of internal audit effectiveness. *Accounting, Organizations and Society*. 2015. Vol. 43. P. 1–13.
20. Arena M., Azzone G. Identifying the drivers of internal audit effectiveness. *International Journal of Auditing*. 2009. Vol. 13, No. 1. P. 43–60. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1099-1123.2008.00392.x (дата звернення: 15.12.2025).
21. Mihret D. G., Yismaw A. W. Internal audit effectiveness: an Ethiopian public sector case study. *Managerial Auditing Journal*. 2007. Vol. 22, No. 5. P. 470–484.
22. Alzeban A., Gwilliam D. Factors affecting the internal audit effectiveness: A survey of the Saudi public sector. *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation*. 2014. Vol. 23, No. 2. P. 74–86. DOI: https://doi.org/10.1016/j.intaccaudtax.2014.06.001 (дата звернення: 15.12.2025).
23. Дорош Н. І. Оцінка ефективності внутрішнього аудиту: теорія і практика // *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Серія: Економіка*. 2013. Вип. 147. С. 20–24.
24. Каменська Т. О. Організація та методика внутрішнього аудиту в системі управління підприємством : монографія. Київ : Нац. акад. статистики, обліку та аудиту, 2011. 345 с.
25. Нападовська Л. В. Концептуальні засади оцінки ефективності внутрішнього аудиту. *Науковий вісник Національної академії статистики, обліку та аудиту*. 2014. № 1–2. С. 76–81.

References

1. Verkhovna Rada of Ukraine. (2010). *Budget Code of Ukraine* (Law No. 2478-VI, July 9, 2010, as amended; Art. 26 “Control and audit in the budget process”). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17#Text
2. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2011). *Procedure for conducting internal audit and establishing internal audit units* (Resolution No. 1001, September 28, 2011). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1001-2011-%D0%BF#Text
3. Ministry of Finance of Ukraine. (2011). *On approval of the Internal Audit Standards* (Order No. 1247, October 4, 2011). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1219-11#Text
4. Ministry of Defence of Ukraine. (2020). *On the organization of internal audit activities in the system of the Ministry of Defence of Ukraine and the Procedure for conducting internal audit* (Order No. 475, December 15, 2020). https://mod.gov.ua/diyalnist/normativno-pravova-baza/nakaz-mou-n-475-vid-15-12-2020-pro-organizatsiiu-diialnosti-z-vnutrishnogo-auditu-v-sistemi-ministerstva-oboroni-ukraini
5. Institute of Internal Auditors. (2024). *Global internal audit standards* (Official Ukrainian translation). https://theiia.org.ua/wp-content/uploads/2024/12/global-internal-audit-standards-ukrainian.pdf
6. Internal Audit Department of the Ministry of Defence of Ukraine. (2021). *Procedure for conducting internal quality assessment of internal audit* (Order No. 25, August 18, 2021).
7. Ministry of Finance of Ukraine. (2017). *Procedure for assessing the functioning of the internal audit system* (Order No. 480, May 3, 2017). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0663-17#Text
8. KnowledgeLeader. (n.d.). *Internal audit department key performance indicators (KPIs).* https://www.knowledgeleader.com/tools/internal-audit-department-key-performance-indicators-kpis
9. Ministry of Finance of Ukraine. (2020). *Methodological guide for assessing the quality of internal audit in public authorities.* https://mof.gov.ua/storage/files/%D0%9F%D0%9E%D0%A1%D0%86%D0%91%D0%9D%D0%98%D0%9A_%D0%9E%D0%AF_30_06_2020.pdf

10. PKC. (2025). *Key performance indicators for internal audit: A practical guide.* https://pkcindia.com/blogs/kpi-for-internal-audit/
11. Kanavets, M., Lykhach, Yu., Kukulia, A., et al. (2019). *Tools for ensuring efficiency, effectiveness, and quality of public authorities' activities* (V. Kuprii, Ed.). Centre for Adaptation of the Civil Service to EU Standards. https://nads.gov.ua/storage/app/sites/5/18.05.2021/posibnyk-instrymentu.pdf
12. UN Sustainable Development Group. (2011). *Results-based management.* https://unsdg.un.org/sites/default/files/UNDG-RBM-Handbook-2012.pdf
13. United Nations Development Programme, Evaluation Office. (2007). *Evaluation of results-based management in the United Nations Development Programme.* https://erc.undp.org/evaluation/documents/download/1592
14. Decentralization in Ukraine. (2025). *Online training course on results-based management.* https://decentralization.ua/donors/surge/RBM
15. Institute of Internal Auditors. (2010). *Measuring internal audit effectiveness and efficiency.* https://www.theiia.org/globalassets/documents/content/articles/guidance/practice-guides/measuring-internal-audit-effectiveness-and-efficiency/practice-guide-measuring-internal-audit-effectiveness.pdf
16. Dittenhofer, M. (2001). Internal auditing effectiveness: An expansion of present methods. *Managerial Auditing Journal, 16*(8), 443–450.
17. Chambers, R. F. (2017). *Trusted advisors: Key attributes of outstanding internal auditors.* Internal Audit Foundation.
18. Anderson, U. L., Head, M. J., Riddle, C., Sobel, P. J., et al. (2017). *Internal auditing: Assurance & advisory services* (4th ed.). Internal Audit Foundation.
19. Lenz, R., & Hahn, K. (2015). A contingency model of internal audit effectiveness. *Accounting, Organizations and Society, 43*, 1–13.
20. Arena, M., & Azzone, G. (2009). Identifying the drivers of internal audit effectiveness. *International Journal of Auditing, 13*(1), 43–60. https://doi.org/10.1111/j.1099-1123.2008.00392.x
21. Mihret, D. G., & Yismaw, A. W. (2007). Internal audit effectiveness: An Ethiopian public sector case study. *Managerial Auditing Journal, 22*(5), 470–484.
22. Alzeban, A., & Gwilliam, D. (2014). Factors affecting the internal audit effectiveness: A survey of the Saudi public sector. *Journal of International Accounting, Auditing and Taxation, 23*(2), 74–86. https://doi.org/10.1016/j.intaccaudtax.2014.06.001
23. Dorosh, N. I. (2013). Evaluation of internal audit effectiveness: Theory and practice. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Economics, 147*, 20–24.
24. Kamenska, T. O. (2011). *Organization and methodology of internal audit in the enterprise management system.* National Academy of Statistics, Accounting and Audit.
25. Napadovska, L. V. (2014). Conceptual principles of internal audit effectiveness assessment. *Scientific Bulletin of the National Academy of Statistics, Accounting and Audit*, (1–2), 76–81.

Роль методологічних підходів під час оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування

The Role of Methodological Approaches in Assessing the Effectiveness of Military-Economic Forecasting

Ірина Чернишова [A]

Corresponding author: доктор економічних наук, старший науковий співробітник, начальник науково-дослідного відділу e-mail: i-tv@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5958-7059

Віталій Бусель [B]

начальник Центрального управління оборонних ресурсів, e-mail: busel77Vitalii@gmail.com, ORCID ID: 0009-0004-3043-9695

Iryna Chernyshova [A]

Corresponding author: Dr of Economic Sciences, Senior Researcher, Chief of Scientific and Research Branch, e-mail: i-tv@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-5958-7059

Vitalii Busel [B]

Head of the Central Defence Resources Department, e-mail: busel77Vitalii@gmail.com, ORCID: 0009-0004-3043-9695

[A] Центральний науково-дослідний інститут Збройних Сил України, м. Київ, Україна

[B] Генеральний штаб Збройних Сил України, м. Київ, Україна

[A] The Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

[B] General Staff of the Armed Forces of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 17, 2025 | Revised: December 28, 2025 | Accepted: December 31, 2025

JEL Classification: H56, H11, C53, H61.

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.33

Мета роботи. Аналіз і систематизація методологічних підходів до оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування та визначення їх змісту, завдань і ролі у процесі оборонного планування в умовах підвищеної невизначеності безпекового середовища та обмеженості економічних ресурсів держави.

Метод дослідження. Методологічну основу дослідження становить комплексне поєднання системного, сценарного, порівняльного, індикативного, економіко-математичного, інформаційно-аналітичного та експертно-аналітичного підходів. У роботі застосовано методи аналізу й синтезу, узагальнення, порівняння, моделювання та експертного оцінювання, що дало змогу розглядати воєнно-економічне прогнозування як складну багатофакторну систему.

Результати дослідження. Обґрунтовано доцільність використання багаторівневої методології оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування, визначено роль кожного з методологічних підходів та сформовано їх узагальнену характеристику. Доведено, що інтеграція різних підходів дозволяє підвищити точність, своєчасність, адаптивність і практичну значущість прогнозних оцінок, а також зменшити ризики нераціонального використання оборонних ресурсів.

Теоретична цінність дослідження. Поглиблення наукових уявлень про ефективність воєнно-економічного прогнозування та розвитку методологічних засад її оцінювання в контексті сучасної воєнної економіки. Запропонована систематизація підходів формує основу для подальшого розвитку теорії оборонного прогнозування.

Практична цінність дослідження. Можливість використання отриманих результатів у діяльності органів державного управління та оборонного планування під час розроблення оборонних програм, формування бюджету, визначення пріоритетів розвитку оборонно-промислового комплексу та вдосконалення системи воєнно-економічного прогнозування.

Майбутні дослідження. Розроблення інтегральних показників ефективності воєнно-економічного прогнозування, їх емпірична апробація на прикладі конкретних оборонних програм, а також розширення застосування цифрових і модельно-імітаційних інструментів у системі оборонного планування.

Тип статті. Оглядово-аналітична.

Purpose. To analyze and systematize methodological approaches to assessing the effectiveness of military-economic forecasting and to determine their content, objectives, and role in the defense planning process under conditions of increased uncertainty in the security environment and limited economic resources of the state.

Method. The methodological framework of the study is based on an integrated combination of systemic, scenario-based, comparative, indicative, economic–mathematical, information-analytical, and expert-analytical approaches. The study employs methods of analysis and synthesis, generalization, comparison, modeling, and expert assessment, which makes it possible to consider military-economic forecasting as a complex multifactor system.

Findings. The feasibility of applying a multi-level methodology for assessing the effectiveness of military-economic forecasting is substantiated; the role of each methodological approach is defined, and their generalized characteristics are formulated. It is demonstrated that the integration of different approaches makes it possible to enhance the accuracy, timeliness, adaptability, and practical relevance of forecast estimates, as well as to reduce the risks of inefficient use of defense resources.

Theoretical implications. Deepening scientific understanding of the effectiveness of military-economic forecasting and the development of methodological foundations for its assessment within the context of the modern military economy. The proposed systematization of approaches provides a basis for the further development of defense forecasting theory.

Practical implications. The possibility of using the obtained results in the activities of public administration and defense planning bodies when developing defense programs, formulating budgets, determining priorities for the development of the defense-industrial complex, and improving the system of military-economic forecasting.

Future research. The development of integral indicators for assessing the effectiveness of military-economic forecasting, their empirical testing using specific defense programs as case studies, as well as the expanded application of digital and simulation-based modeling tools within the defense planning system.

Papertype. Review and analytical.

Ключові слова: економіко-математичне моделювання; економічна безпека; ефективність прогнозування; індикативний аналіз; методологічні підходи; оборонна економіка; оборонне планування; системний підхід; сценарне прогнозування; управління оборонними ресурсами; воєнно-економічне прогнозування.

Key words: Economic–Mathematical Modeling, Economic Security, Forecasting Effectiveness, Indicative Analysis, Methodological Approaches, Defense Economy, Defense Planning, Systems Approach, Scenario Forecasting, Defense Resource Management, Military-Economic Forecasting.

Вступ

Воєнно-економічне прогнозування – це процес науково обґрунтованого передбачення стану збройних сил, а також потреб і можливостей оборонної економіки держави на певну перспективу. Його завданням є визначити, які ресурси, у яких обсягах і коли будуть потрібні для забезпечення заданого рівня боєздатності збройних сил, а також чи здатна економіка країни забезпечити цей рівень.

Основними етапами даного процесу можуть бути:

аналіз економічного та безпекового середовища, під час якого здійснюється оцінювання стану економіки, оборонної промисловості, фінансових можливостей держави;

прогноз потреб збройних сил за такими основними показниками, як: чисельність особового складу, кількість матеріально-технічних засобів (озброєння та військової техніки, витратних матеріально-технічних засобів) та обсяг фінансування;

оцінювання економічних можливостей держави забезпечити прогнозовані потреби: бюджет, виробничі потужності, логістика, імпорт/експорт, мобілізаційні ресурси;

розроблення сценаріїв розвитку збройних сил: мирний час, кризові ситуації, війна – з відповідними ресурсними потребами.

При цьому метою воєнно-економічного прогнозування має бути забезпечення реалістичного планування розвитку збройних сил шляхом розроблення відповідних оборонних програм та готовність держави реагувати на різні загрози, не перевищуючи її економічні можливості. Троте важливим та необхідним завданням при цьому є і буде залишатися підвищення ефективності зазначеного прогнозування. Взагалі під ефективністю воєнно-економічного прогнозування слід розуміти ступінь точності прогнозних оцінок щодо потреб оборони та можливостей економіки, а також їх своєчасність для прийняття рішень у сфері національної безпеки й оборони.

Іншими словами, ефективним може вважатися таке прогнозування, яке:

по-перше, забезпечує високу точність. Тобто прогнози максимально враховують усі потреби оборони та відображають реальні можливості економіки;

по-друге, є своєчасним. Прогноз надається в той момент, коли його ще можна використати для планування оборонних програм, бюджетів, закупівель, мобілізаційних заходів тощо;

по-третє, має практичну цінність. Результати воєнно-економічного прогнозу мають допомагати приймати обґрунтовані рішення щодо формування оборонного бюджету, визначення пріоритетів розвитку оборонно-промислового комплексу (далі – ОПК), розподілу ресурсів тощо;

по-четверте, дозволяє зменшити ризики. Ефективне прогнозування знижує ймовірність дефіциту ресурсів у критичний момент або, навпаки, нераціональних витрат за наявності ресурсів ц достатній кількості;

по-п’яте, підтримує стійкість та адаптивність оборонної економіки. Тобто допомагає коригувати плани з урахуванням змін у середовищі – економічних, технологічних, воєнних.

Методологічні підходи, які застосовується для оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування можуть бути різними. Тому їх окреме вивчення та систематизація буде корисною для вироблення рекомендацій щодо підвищення ефективності зазначеного прогнозування.

Теоретичні основи дослідження

Теоретичні основи дослідження ефективності воєнно-економічного прогнозування формуються на перетині теорії воєнної економіки, стратегічного та оборонного планування, економічної безпеки держави, а також сучасних концепцій прогнозування складних

соціально-економічних систем. Воєнно-економічне прогнозування розглядається як невід'ємний елемент системи національної безпеки, що забезпечує науково обґрунтоване визначення потреб збройних сил і можливостей економіки держави щодо їх задоволення у середньо- та довгостроковій перспективі.

У межах теорії воєнної економіки, прогнозування трактується як інструмент узгодження воєнних цілей із економічними ресурсами, що базується на принципах раціональності, пріоритетності та обмеженості ресурсів. Відповідно до цього підходу ефективність воєнно-економічного прогнозування визначається не лише точністю кількісних оцінок, а й здатністю прогнозу забезпечити прийняття збалансованих управлінських рішень у сфері оборонного планування та управління оборонними ресурсами.

Важливою теоретичною засадою дослідження є концепція економічної безпеки держави, згідно з якою оборонні потреби повинні задовольнятися без створення критичних дисбалансів у національній економіці. Так, збільшення державних видатків на безпеку та оборону обов'язково означає зменшення видатків на охорону здоров'я, освіту, науку, культуру та інші соціальні потреби суспільства. У цьому контексті воєнно-економічне прогнозування виконує функцію інструмента попередження ризиків, пов'язаних із перевищенням економічних можливостей держави, неефективним розподілом ресурсів або несвоєчасним реагуванням на загрози безпеці.

Теоретичне підґрунтя дослідження також спирається на положення стратегічного та оборонного планування, зокрема на програмно-цільовий підхід, за яким прогнозні оцінки слугують основою для формування оборонних програм, бюджетів і планів розвитку ОПК. У цьому аспекті ефективність прогнозування тісно пов'язується з його узгодженістю зі стратегічними документами, нормативними вимогами та міжнародними стандартами оборонного планування.

Окреме місце у теоретичних засадах дослідження займають положення теорії прогнозування та системного аналізу складних багатофакторних систем. Воєнно-економічне прогнозування характеризується високим рівнем невизначеності, наявністю нелінійних зв'язків і впливом екзогенних чинників, що зумовлює необхідність використання системного, сценарного та імовірнісного підходів. У межах цієї теорії ефективність прогнозування розглядається як інтегральна характеристика, що поєднує точність, своєчасність, адаптивність, повноту та практичну цінність прогнозних оцінок.

Теоретично обґрунтованим є також застосування індикативного підходу, який дозволяє формалізувати оцінювання ефективності прогнозування через систему кількісних і якісних показників. Індикатори ефективності розглядаються як інструмент зворотного зв'язку між прогнозуванням і процесом прийняття управлінських рішень, що забезпечує можливість коригування прогнозів з урахуванням змін у безпековому та економічному середовищі.

Таким чином, теоретичні основи дослідження базуються на інтеграції положень воєнно-економічної теорії, економічної безпеки, стратегічного оборонного планування та теорії прогнозування. Це дозволяє розглядати оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування як складний науково-практичний процес, спрямований на забезпечення стійкості оборонної економіки та підвищення результативності управління оборонними ресурсами держави.

Постановка проблеми

У сучасній науковій літературі багато публікацій присвячено дослідженню питань застосування методичних підходів під час воєнно-економічного прогнозування та оцінювання оборонного потенціалу. Зокрема, В. Половенко розриває питання застосування системного підходу до оцінювання розвитку воєнно-економічного потенціалу противника для обґрунтування заходів стратегічного оборонного планування (Половенко В. М., 2025). І. Москаленко описує

застосування індикативних та економіко-математичних підходів під час оцінювання спроможностей національної економіки забезпечити оборонні потреби (Moskalenko, I. 2025). М. Ткач та Ю. Грицюк аналізують існуючі методи оцінювання "національної потуги / потенціалу" з оглядом переваг та недоліків, а також акцентують увагу на технологічному розвитку (Tkach, M., & Hrytsyuk, Y. 2023). Крім того, О. Семененко та ін. демонструють, як можна комбінувати аналіз загроз із застосуванням економічних й соціальних показників для формування інтегрального показника воєнно-економічної стійкості (Semenenko, O., Tkach, I., Cherneha, T., Abramova, M., Chuhui, H., & Herasymenko, O. 2025). А. В. Нам'ясенко зосереджує увагу на підприємствах, проте його дослідження корисне для оцінки ролі економічної безпеки та стабільності окремих суб'єктів під час війни, що може бути частиною воєнно-економічного прогнозування (Нам'ясенко, В. 2025).

Разом з тим, Ситник Й. С. дає системне уявлення про "військову економіку" як компоненту економічної політики, що є актуальним для стратегічного військово-економічного планування (Ситник Й. С., 2023). А Н. Скляр вивчає теоретико-методичні засади визначення комплексної потужності держави та її структурних елементів. Він здійснює оцінювання воєнно-економічної складової сектору безпеки і оборони України та компаративний аналіз компонентів потенціалу воєнної економіки. Крім того, ним описана архітектура дослідження структурних елементів комплексної потужності держави для можливості подальшого вибору методології дослідження воєнно-економічної складової сектору безпеки та оборони України. (Скляр, Н. 2021).

Також існують праці на тему взаємодії оборонних витрат, бюджетів і макроекономічних показників. Зокрема, М. Зозулінська та О. Артющенко застосовують аналіз часу-рядів витрат на оборону й розкривають їх взаємозв'язок із економічним зростанням, що може бути корисним для верифікації прогнозних моделей та їхньої точності (Zozulinska, M., & Artiushenko, O. 2025). І. Гаврилюк та ін. провели дослідження, яке пропонує систему індикаторів для оцінювання воєнно-економічної безпеки в умовах сучасних конфліктів (Havryliuk, I., Kliat, Y., Vodchyts, O., Dobrovolskyi, Y., Hetman, A., & Fomkin, D. 2025). І. Самойленко визначає механізми забезпечення економічної безпеки та економічної стабільності соціально-економічної системи в контексті сучасних викликів воєнно політичної обстановки, де розглядає загальні підходи до забезпечення економічної безпеки та стабільності, з оглядом цивільно-військового співробітництва (CIMIC) та аналізу PMESII-PT, що має методологічне значення для військово-економічних стратегій (Інна Самойленко, 2025).

Отже, аналіз вищезгаданих джерел засвідчує, що методологічною основою для оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування може бути використання системного, індикативного, економіко-математичного та сценарного підходів. Проте залишається проблемним питанням визначенням змісту, завдання та ролі даних підходів під час зазначеного оцінювання. Тому, метою даного дослідження є проведення аналізу методологічних підходів, які можна застосовувати для оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування з подальшим визначенням їх змісту, завдання та ролі під час зазначеного оцінювання.

Методологія дослідження

Методологія даного дослідження ґрунтується на комплексному поєднанні загальнонаукових і спеціальних методів пізнання, що дозволяє всебічно проаналізувати підходи до оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування та визначити їх зміст, завдання і роль у системі оборонного планування.

Теоретичною основою дослідження слугували положення теорії воєнної економіки, стратегічного та оборонного планування, економічної безпеки держави, а також сучасні наукові підходи до прогнозування й оцінювання складних соціально-економічних систем. У

роботі використано наукові праці вітчизняних і зарубіжних дослідників, нормативно-правові акти у сфері національної безпеки та оборони, методичні матеріали оборонного планування і відкриті аналітичні джерела.

У процесі дослідження застосовано такі методологічні підходи та методи:

системний підхід – для розгляду воєнно-економічного прогнозування як цілісної системи взаємопов'язаних процесів, що охоплюють безпекове середовище, потреби збройних сил, економічні можливості держави та управлінські рішення;

аналіз і синтез – для узагальнення наукових підходів до прогнозування, виокремлення ключових характеристик ефективності та формування інтегрованого бачення проблеми;

метод порівняння – для зіставлення різних методологічних підходів, а також прогнозних і фактичних показників, нормативних вимог і цільових орієнтирів оборонного планування;

індикативний підхід – для формалізації оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування шляхом використання системи кількісних і якісних показників;

економіко-математичні методи – для аналізу тенденцій, виявлення залежностей, побудови прогнозних моделей і оцінювання точності прогнозних розрахунків;

сценарний підхід – для моделювання альтернативних варіантів розвитку безпекової та економічної ситуації та оцінювання стійкості прогнозів за умов невизначеності;

інформаційно-аналітичні методи – для обробки, систематизації та узагальнення великих масивів даних, а також оцінювання ролі цифрових інструментів у прогнозуванні;

експертно-аналітичний метод – для інтерпретації результатів прогнозування, оцінювання припущень і врахування чинників, що не піддаються повній формалізації.

Логіка дослідження передбачає послідовний перехід від аналізу теоретичних і методичних підходів, які використовуються під час воєнно-економічного прогнозування, до систематизації методів оцінювання його ефективності та визначення їх функціонального призначення у процесі оборонного планування. Це дозволяє сформувати цілісну методологічну основу оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування та обґрунтувати напрями подальшого вдосконалення зазначеного оцінювання.

Результати та обговорення

Методологічна основа оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування формується з урахуванням специфіки оборонної економіки, у якій взаємодіють численні фактори: обмеження бюджетних ресурсів, мобілізаційні потреби, можливості ОПК, міжнародна військова допомога, технологічні тенденції, оперативні потреби війська, нормативні вимоги та політичні пріоритети. Врахування цих характеристик вимагає використання багаторівневої методології, що забезпечує аналіз причинно-наслідкових зв'язків, моделювання варіантів розвитку подій та оцінку можливих наслідків управлінських рішень.

Тобто, оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування є складним аналітичним процесом, що потребує комплексного використання таких методів, як: системний аналіз, сценарне прогнозування, порівняння, індикативний контроль, економіко-математичне моделювання, інформаційно-аналітичний та експертного оцінювання. Сучасні умови безпекового середовища, що характеризуються високою динамічністю ризиків, невизначеністю та необхідністю швидкого ухвалення рішень, вимагають інтеграції різних наукових підходів. Це дозволяє забезпечити високу точність прогнозів, їх адаптивність до змін ситуації та практичну значущість для системи оборонного планування.

Розглянемо більш детально застосування вищезгаданих методів для оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування. В табл. представлено характеристику усіх розглядуваних методологічних підходів.

Таблиця – Характеристика методологічних підходів, які застосовуються для оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування

Назва методологічного підходу	Сутність методологічного підходу	Завдання методологічного підходу	Роль в оцінюванні ефективності
Системний	Розгляд прогнозування як цілісної системи взаємопов'язаних процесів	Визначення структури, факторів, взаємозв'язків	Забезпечує комплексність та узгодженість
Сценарний	Формування альтернативних варіантів розвитку подій	Аналіз ризиків, чутливості, стійкості	Підвищує адаптивність та врахування невизначеності
Порівняльний	Порівняння прогнозів з нормами, даними, стандартами	Виявлення точності, відхилень, узгодженості	Забезпечує оцінку реалістичності та правильності прогнозів
Індикативний	Використання системи показників для вимірювання ефективності	Формалізація оцінки, розроблення критеріїв	Підвищує об'єктивність оцінювання
Економіко-математичний	Формалізоване моделювання процесів оборонної економіки	Побудова прогнозних моделей, оптимізація	Підвищує точність, наукову обґрунтованість
Інформаційно-аналітичний	Застосування цифрових систем, баз даних, BI-аналітики	Автоматизація прогнозування, моніторинг	Забезпечує актуальність і швидкість прогнозів
Експертно-аналітичний	Використання думок фахівців для оцінки складних аспектів	Інтерпретація даних, оцінка припущень	Додає гнучкість і враховує неформалізовані чинники

Системний підхід як базова методологічна платформа. Системний підхід розглядає воєнно-економічне прогнозування як комплекс взаємопов'язаних процесів: збір даних, аналіз ресурсів, формування прогнозних моделей, оцінювання ризиків, розроблення сценаріїв та ухвалення рішень. Цей підхід забезпечує можливість одночасно враховувати військові, економічні, соціальні, технологічні та політичні фактори.

Ключовою перевагою системного підходу є можливість оцінити ефективність прогнозування через взаємний вплив різних елементів оборонної економіки. Наприклад, підвищення обсягів мобілізаційного резерву впливає на потребу у фінансуванні, а зміни в ОПК змінюють можливості швидкого забезпечення військ озброєнням і боєприпасами. Системна методологія дозволяє простежити такі взаємозв'язки й визначити, наскільки прогноз здатний відобразити їх адекватно.

Суттєвим елементом системного підходу є також визначення критеріїв ефективності прогнозування: точність, повнота, узгодженість, адаптивність, практична цінність, раціональність використання ресурсів прогнозування. Оцінювання за цими критеріями дозволяє сформувати інтегральну характеристику якості прогнозу та його релевантність цілям оборонного планування.

Сценарний підхід у прогнозуванні оборонно-ресурсних потреб. Сценарний підхід передбачає розроблення кількох альтернативних моделей розвитку подій. Це особливо важливо у сфері оборони, де рівень невизначеності є критично високим, а рішення можуть мати довгострокові наслідки.

У контексті оцінювання ефективності прогнозування сценарний підхід забезпечує:

аналіз чутливості прогнозів до змін зовнішніх умов;

оцінку стійкості оборонно-ресурсних планів у різних обставинах;

виявлення критичних залежностей, які можуть стати ризиками в майбутньому;

формування адаптивних рішень, на випадок реалізації ризикових сценаріїв.

Зазвичай формується три типові сценарії: базовий (зважений), оптимістичний та песимістичний (кризовий). За потреби, кількість сценаріїв може бути більшою.

Ефективність прогнозування оцінюється за тим, наскільки ці сценарії охоплюють реальний спектр ризиків та можливостей, а також наскільки вони дозволяють ухвалювати готові до змін управлінські рішення.

Порівняльний підхід під час визначення ефективності прогнозів ґрунтується на співставленні прогнозних показників із такими аспектами:

фактичними даними минулих періодів;

нормативними вимогами (стратегії, доктрини, оборонні програми, стандарти);

цільовими орієнтирами оборонного планування;

міжнародними стандартами, зокрема визначеними для оборонного планування в країнах-членах НАТО (NATO Defence Planning Process, SMART Planning);

прогнозами інших установ, зокрема таких, як: Міністерство фінансів, Міністерство економіки, ОПК, міжнародні аналітичні інститути.

Порівняльний підхід дозволяє визначити:

ступінь точності прогнозу;

рівень узгодженості із стратегічними документами;

наявність чи відсутність суттєвих розбіжностей;

відповідність прогнозу методичним вимогам оборонного планування.

У результаті формується інтегральна оцінка ефективності прогнозування з точки зору його реалістичності, змістовності та відповідності потребам оборонного менеджменту.

Індикативний підхід як інструмент формалізації оцінювання. Індикативний підхід передбачає розроблення системи показників (індикаторів), на основі яких визначається рівень ефективності прогнозування. Індикатори можуть бути кількісними та якісними.

До кількісних індикаторів можна віднести:

- відхилення прогнозних значень від фактичних;
- коефіцієнт точності прогнозу (MAPE, RMSE);
- кількість управлінських рішень, ухвалених на основі прогнозу;
- частка ресурсів, забезпечених відповідно до прогнозних потреб;
- частота оновлення прогнозів;
- швидкість реакції на зміни.

До якісні індикаторів можна віднести:

- оцінка повноти прогнозу експертами;
- відповідність прогнозу потребам оборонного планування;
- рівень адаптивності прогнозу;
- відповідність прогнозу стандартам та нормативним вимогам.

Індикативний підхід дозволяє здійснити об’єктивну та порівняльну оцінку ефективності прогнозування в різні періоди, а також забезпечує можливість стандартизації процесу.

Економіко-математичний підхід та моделювання. Економіко-математичний підхід забезпечує можливість отримання кількісних, формалізованих і перевірних прогнозних оцінок. Він включає такі методи:

регресійне моделювання (виявлення факторів і залежностей);

аналіз часових рядів (тренди оборонних видатків, динаміка виробництва ОВТ);

оптимізаційні моделі (розподіл ресурсів, бюджетне планування);

стохастичні моделі (ризики, ймовірнісні сценарії);

моделі міжгалузевого балансу (вплив оборонних потреб на економіку);

моделювання “витрати–ефект” та “витрати–ризик”.

Ефективність прогнозу залежить від здатності моделі відтворити реальну структуру оборонно-ресурсних процесів, урахувати невизначеність та забезпечити варіантність рішень. Економіко-математичні моделі дозволяють підвищити точність прогнозування, зменшити похибки та обґрунтувати межі економічно доцільних рішень.

Інформаційно-аналітичний підхід та цифрові інструменти. Сучасні системи прогнозування неможливі без цифрових платформ, бізнес-аналітичних систем, баз даних, засобів машинного навчання та автоматизованих систем оборонного планування. Інформаційно-аналітичний підхід дозволяє:

систематизувати великі обсяги даних;

інтегрувати дані з різних джерел (оборона, економіка, міжнародні партнери);

автоматично оновлювати прогнозні моделі;

проводити моніторинг в реальному часі;

підвищити швидкість і точність розрахунків.

Цей підхід є особливо важливим у сучасних умовах, коли рішення повинні ухвалюватися в обмежені терміни та на основі актуальних даних.

Експертно-аналітичний підхід. Експертні оцінки необхідні в тих випадках, коли кількісні дані є неповними, нестабільними або потребують інтерпретації. Експерти військово-економічної, оперативної, промислової та бюджетної сфер можуть здійснювати:

оцінку реалістичності прогнозу;

аналіз припущень і обмежень;

визначення критичних ризиків;

верифікацію сценаріїв;

аналіз відповідності прогнозів потребам збройних сил.

Такий підхід забезпечує підвищення достовірності оцінок і дозволяє врахувати чинники, які важко формалізувати у моделі.

Висновки

У статті здійснено комплексний аналіз методологічних підходів до оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування в умовах високої динамічності безпекового середовища та обмеженості економічних ресурсів держави. Обґрунтовано, що ефективність воєнно-економічного прогнозування є ключовою передумовою реалістичного оборонного планування, раціонального розподілу ресурсів і своєчасного ухвалення управлінських рішень у сфері національної безпеки та оборони.

Визначено, що оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування не може ґрунтуватися на застосуванні одного універсального методу. Натомість найбільш обґрунтованим є використання багаторівневої методології, що поєднує системний, сценарний, порівняльний, індикативний, економіко-математичний, інформаційно-аналітичний та експертно-аналітичний підходи. Їх комплексне застосування дозволить одночасно враховувати кількісні й якісні параметри прогнозування, взаємозв’язки між оборонними потребами та економічними можливостями, а також чинники невизначеності та ризику.

Обґрунтовано роль системного підходу як базової методологічної платформи, що забезпечує цілісність, узгодженість і комплексність оцінювання воєнно-економічного прогнозування. Показано, що сценарний підхід підвищує адаптивність прогнозів і дає змогу оцінити їх стійкість за різних варіантів розвитку воєнно-політичної та економічної ситуації. Порівняльний підхід забезпечує перевірку реалістичності прогнозних оцінок шляхом їх зіставлення з фактичними даними, нормативними документами та міжнародними

стандартами оборонного планування. Доведено, що індикативний підхід є важливим інструментом формалізації оцінювання ефективності воєнно-економічного прогнозування, оскільки дозволяє стандартизувати критерії, підвищити об'єктивність результатів та забезпечити можливість міжчасових і міжінституційних порівнянь. Економіко-математичні методи та моделювання сприяють підвищенню точності прогнозів, зменшенню похибок і науковому обґрунтуванню управлінських рішень у сфері оборонного ресурсного забезпечення. Встановлено, що інформаційно-аналітичний підхід і використання цифрових інструментів є необхідною умовою підвищення оперативності, актуальності та практичної цінності воєнно-економічних прогнозів. Водночас експертно-аналітичний підхід залишається незамінним для врахування неформалізованих чинників, інтерпретації результатів моделювання та оцінювання критичних ризиків, особливо в умовах воєнного стану.

Узагальнюючи результати дослідження, можна стверджувати, що підвищення ефективності воєнно-економічного прогнозування потребує інтеграції різних методологічних підходів у єдину узгоджену систему, орієнтовану на потреби оборонного планування та прийняття рішень. Практична цінність отриманих результатів полягає у можливості їх використання під час удосконалення методичного забезпечення воєнно-економічного прогнозування, розроблення оборонних програм і формування стратегій розвитку оборонної економіки держави.

Перспективами подальших досліджень є розроблення інтегральних показників ефективності воєнно-економічного прогнозування, апробація запропонованих підходів на прикладі конкретних оборонних програм та поглиблення використання цифрових і модельно-імітаційних інструментів у системі оборонного планування.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Варналій З. С. та ін. Економічна безпека: навч. посіб. Київ: Знання, 2009. – 647 с.
2. Лудченко, Я. О. (2004) Оцінка економічної ефективності інвестиційних проектів : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Я. О. Лудченко. Київ: Ельга, 2004. – 208 с.
3. Лега, Ю. Г. (2008) Моделі і методи прийняття рішень в аналізі та аудиті: навч. посіб. / Ю. Г. Лега, В. М. Яценко, В. В. Мельник. Черкаси: Видавництво ЧДТУ, 2008. – 147 с.
4. Методи прогнозування в системах підтримки прийняття рішень : наук.-навч. вид. / С. О. Довгий, П. І. Бідюк, О. М. Трофимчук, О. І. Савенков. Київ : Азимут-Україна, 2011. – 607 с.
5. Половенко, В. М. (2025). Оцінювання розвитку воєнно-економічного потенціалу противника для обґрунтування заходів стратегічного (оборонного) планування: методичний підхід. Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень, № 2(85). Київ: НУО України. https://doi.org/10.33099/2304-2745/2025-2-85/6-16.
6. Москаленко, І. (2025). Методика оцінювання здатності національної економіки забезпечити її оборонний потенціал: структурно-логічна схема та алгоритм. *Social Development and Security*, *15*(4), 265-283. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.4.23
7. Ткач, М., & Грицюк, Ю. (2023). Аналіз методів оцінювання воєнно-економічного потенціалу (національної могутності) держав. *Social Development and Security*, *13*(4), 147-161. https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.4.12.
8. Семененко, О., Ткач, І., Чернега, Т., Абрамова, М., Чугуй, Г., & Герасименко, О. (2025). Підхід до оцінювання рівня воєнно-економічної стійкості держави з урахуванням оцінок

загроз національній безпеці. *Social Development and Security*, *15*(1), 44-58. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.1.5.

9. Нам'ясенко, В. (2025). Економічна безпека підприємства в умовах воєнного стану. Економіка України, том 68 №6 (763), 25–38. https://doi.org/10.15407/economyukr.2025.06.025.
10. Ситник Й. С., (2023) Розвинена військова економіка – складова національної економічної стратегії України. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія "Проблеми економіки та управління". Vol. 7, No. 1, 2023. https://doi.org/10.23939/semi2023.01.037.
11. Скляр, Н. (2021). Поняття комплексної потужності держави при оцінці воєнно-економічної складової сектору безпеки і оборони. *Економіка та суспільство*, (27). https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-27-19).
12. Зозулінська, М., & Артюшенко, О. (2025). Видатки Міністерства оборони України: аналіз з точки зору трансформаційних економічних перспектив. *Social Development and Security*, *15*(4), 202-218. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.4.19.
13. Гаврилюк, І., Клят, Ю., Водчиць, О., Добровольський, Ю., Гетьман, А., & Денис, Ф. (2025). Щодо оцінювання воєнно-економічної безпеки України в умовах сучасних воєнних конфліктів. *Social Development and Security*, *15*(1), 19-25. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.1.3.
14. Інна Самойленко (2025). Механізми забезпечення економічної безпеки та економічної стабільності соціально-економічної системи в контексті сучасних викликів воєнно-політичної обстановки. Інноваційна економіка, вип. 2, Червень, с. 210-218, https://doi.org/10.37332/2309-1533.2025.2.23.

References

1. Varnalii, Z. S., et al. *Ekonomichna bezpeka* [Economic security]. Znannia, 2009. – 647 p.
2. Ludchenko, Y. O. (2004). *Otsinka ekonomichnoi efektyvnosti investytsiinykh proektiv* [Evaluation of economic efficiency of investment projects]. Elha., 2004. – 208 p.
3. Leha, Y. H., Yatsenko, V. M., & Melnyk, V. V. (2008). *Modeli i metody pryiniattia rishen v analizi ta audyti* [Models and methods of decision-making in analysis and auditing]. Vydavnytstvo ChDTU, 2008. – 147 p.
4. Dovhyi, S. O., Bidiuk, P. I., Trofymchuk, O. M., & Savenkov, O. I. (2011). *Metody prohnozuvannia v systemakh pidtrymky pryiniattia rishen* [Forecasting methods in decision support systems]. Azymut-Ukraina, 2011. – 607 p.
5. Polovenko, V. M. (2025). Otsiniuvannia rozvytku voienno-ekonomichnoho potentsialu protyvnyka dlia obgruntuvannia zakhodiv stratehichnoho (oboronnoho) planuvannia: metodychnyi pidkhid [Assessment of the development of the enemy's military-economic potential to substantiate strategic (defense) planning measures: A methodological approach]. Zbirnyk naukovykh prats Tsentru voienno-stratehichnykh doslidzhen, № 2(85). Kyiv: 6–16. https://doi.org/10.33099/2304-2745/2025-2-85/6-16.
6. Moskalenko, I. (2025). Methodology for Assessing the Ability of a National Economy to Ensure Its Defense Potential: Structural and Logical Scheme and Algorithm. *Social Development and Security*, *15*(4), 265-283. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.4.23.
7. Tkach, M., & Hrytsyuk, Y. (2023). Analysis of methods for assessing the military and economic potential (national power) of states. *Social Development and Security*, *13*(4), 147-161. https://doi.org/10.33445/sds.2023.13.4.12.
8. Semenenko, O., Tkach, I., Cherneha, T., Abramova, M., Chuhui, H., & Herasymenko, O. (2025). The methodology for assessing the level of a state's military-economic sustainability considering national security threat evaluations. *Social Development and Security*, *15*(1), 44-58. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.1.5.

9. Namiasenko, V. (2025). Economic security of the enterprise under martial law. *Economy of Ukraine*, *68*(6 (763), 25–38. https://doi.org/10.15407/economyukr.2025.06.025.
10. Sytnyk, Y. S. (2023). Rozvynena viiskova ekonomika – skladova natsionalnoi ekonomichnoi stratehii Ukrainy [Developed military economy as a component of Ukraine's national economic strategy]. Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politekhnika". Seriia: Problemy ekonomiky ta upravlinnia, 7(1). https://doi.org/10.23939/semi2023.01.037.
11. Skliar, N. (2021). The concept of the state complex power in assessing the military-economic component of the security and defense sector. *Economy and Society*, (27). https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-27-19.
12. Zozulinska, M., & Artiushenko, O. (2025). Expenditures of the Ministry of Defence of Ukraine: Analysis from the Perspective of Transformational Economic Prospects. *Social Development and Security*, *15*(4), 202-218. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.4.19.
13. Havryliuk, I., Kliat, Y., Vodchyts, O., Dobrovolskyi, Y., Hetman, A., & Fomkin, D. (2025). Regarding the assessment of Ukraine's military-economic security in the context of modern military conflicts. *Social Development and Security*, *15*(1), 19-25. https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.1.3.
14. Samoilenko, I. (2025). Mekhanizmy zabezpechennia ekonomichnoi bezpeky ta ekonomichnoi stabilnosti sotsialno-ekonomichnoi systemy v konteksti suchasnykh vyklykiv voienno-politychnoi obstanovky [Mechanisms for ensuring economic security and economic stability of a socio-economic system in the context of modern military-political challenges]. *Innovatsiina ekonomika*, (2), 210–218. https://doi.org/10.37332/2309-1533.2025.2.23.

Academic and Practical Development Models of Leadership Qualities in Cadets

Академічні та практичні моделі розвитку лідерських якостей у курсантів

Tekmina Cabbarova
e-mail: tcabbarova@bk.ru, ORCID: 0000-0002-0941-6278

Military Scientific Research Institute of the National Defense University, Baku, Azerbaijan

Текміна Джаббарова
e-mail: tcabbarova@bk.ru, ORCID: 0000-0002-0941-6278

Військовий науково-дослідний інститут Національного університету оборони, Баку, Азербайджан

Received: December 07, 2025 | Revised: December 20, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.34

Purpose. The purpose is to analyze, on a scientific basis, the academic and practical models for the formation and development of leadership qualities in cadets and to determine their applicability within the context of military education.

Method. The methodology of the study involves the application of scientific and practical approaches, including pedagogical observation, comparative analysis, document review, experimentation, and statistical generalization, aimed at assessing the development of leadership qualities in cadets.

Theoretical implications. The study demonstrated that the formation of leadership qualities requires a comprehensive integration of cadets' personal development, socio-psychological readiness, and professional competencies. It further confirmed that transformational, situational, and behavior-oriented leadership theories provide effective models suitable for both individual and collective activities within the military education environment. Consequently, the theoretical foundation of leadership training establishes a reliable framework for structuring the educational process and scientifically integrating practical components.

Practical implications. Practical results indicate that simulation, role-playing exercises, tactical drills, and mentorship-based activities significantly enhance cadets' ability to apply leadership skills in real-life situations. Observations show that the systematic implementation of practical training modules increases cadets' decision-making speed, team management capabilities, and sense of responsibility. Overall, the application of practical approaches ensures the continuous development of leadership qualities and broadens cadets' capacity to adapt to future service environments.

Value. This article contributes to the military education process by scientifically defining the integration of academic and practical approaches for the development of leadership qualities in cadets, thereby enhancing the effectiveness of the training system.

Paper type. Empirical.

Key words: Leadership Qualities, Cadets, Academic and Practical Models, Military Education, Strategic Decision-Making.

Мета дослідження. Аналіз академічних і практичних моделей формування та розвитку лідерських якостей у курсантів і визначення можливостей їх застосування в системі військової освіти.

Метод дослідження: Методологія дослідження передбачає використання комплексу наукових і практичних підходів, зокрема педагогічного спостереження, порівняльного аналізу, аналізу документів, експериментування та статистичного узагальнення, спрямованих на оцінювання рівня розвитку лідерських якостей у курсантів.

Теоретична цінність дослідження. Дослідження засвідчило, що формування лідерських якостей потребує комплексної інтеграції особистісного розвитку курсантів, їх соціально-психологічної готовності та професійних компетентностей. Також підтверджено, що трансформаційна, ситуаційна та поведінково орієнтована теорії лідерства пропонують ефективні моделі, придатні для індивідуальної й колективної діяльності в умовах військової освіти. Відтак теоретичні засади підготовки лідерів формують надійну основу для структурування освітнього процесу та науково обґрунтованої інтеграції практичних компонентів.

Практична цінність дослідження. Практичні результати свідчать, що застосування симуляцій, рольових ігор, тактичних занять і менторських програм суттєво підвищує здатність курсантів застосовувати лідерські навички в реальних умовах. Спостереження показують, що систематичне впровадження практичних навчальних модулів сприяє зростанню швидкості ухвалення рішень, розвитку навичок управління командою та підвищенню рівня відповідальності курсантів. Загалом використання практичних підходів забезпечує безперервний розвиток лідерських якостей і розширює адаптаційні можливості курсантів до майбутніх умов служби.

Цінність дослідження. Стаття робить внесок у розвиток військової освіти шляхом наукового обґрунтування інтеграції академічних і практичних підходів до формування лідерських якостей у курсантів, що підвищує ефективність системи підготовки.

Тип статті. Емпірична.

Ключові слова: лідерські якості, курсанти, академічні та практичні моделі, військова освіта, стратегічне ухвалення рішень..

Introduction

Leadership is one of the fundamental conditions for the effective functioning of any organization or collective. In the context of military education, leadership is not limited to the ability to command a team; it also encompasses strategic thinking, critical decision-making, and adherence to ethical principles. The development of leadership qualities in cadets is a crucial factor for their successful

performance in future command positions. These qualities support individual growth while simultaneously enhancing the efficiency of interactions within a team.

In modern military education systems, the formation of leadership skills is a complex process that includes both theoretical and practical activities. Academic models enable cadets to understand leadership principles and apply theoretical knowledge, while practical approaches provide opportunities to test and refine these skills in real-life conditions [1, pp. 83]. The integration of theoretical and practical components allows cadets to develop both analytical thinking and team management abilities in a comprehensive manner.

The purpose of this article is to scientifically analyze academic and practical models for the formation and development of leadership qualities in cadets and to determine their applicability within the context of military education.

The relevance of the study lies in the fact that modern military service environments present complex situations that require high levels of leadership skills from commanders and officers. Developing cadets' leadership qualities through academic and practical training not only enhances the effectiveness of military structures but also strengthens individual and collective responsibility. In this regard, the systematic and methodical teaching of leadership skills is essential for improving the quality of military education programs and enhancing cadets' professional preparedness.

Theoretical background

Leadership is a fundamental socio-psychological and pedagogical category that ensures the effectiveness of both individual and collective activities. Leadership qualities enhance cadets' strategic thinking, critical decision-making, and responsible behavior. Transformational, situational, and behavior-oriented leadership theories provide models that are suitable for both individual and team activities within the military education environment. Academic approaches enable cadets to systematically acquire leadership knowledge, while practical approaches allow them to apply this knowledge in real-life contexts. In this regard, the integration of theoretical knowledge with practical experience facilitates the comprehensive development of cadets' professional and leadership potential.

Problem Statement

There exists a noticeable gap between theoretical knowledge and practical skills in the development of cadets' leadership qualities. Relying solely on theoretical models in military education programs does not fully enable cadets to develop effective decision-making and team management abilities in real-life situations. At the same time, the lack of systematic and scientifically grounded practical training hinders the full realization of their leadership potential. Therefore, the development of cadets' leadership qualities through the integration of academic and practical approaches emerges as a pressing issue. Addressing this problem is essential for enhancing the quality of cadets' professional preparation and ensuring their effective readiness for future command positions within the military education system.

Results

The Concept of Leadership and Its Role in Cadets

Leadership is a category extensively studied in the social sciences and explained through various approaches. Traditionally, leadership is understood as the ability to guide the behavior of individuals or groups toward achieving a specific goal. Its essence is not limited to authority and formal position but also includes the capacity to influence the actions of others through social mechanisms. In the military context, leadership is more specific: it involves not only commanding a team but also

strategic thinking, critical decision-making, situational adaptability, and adherence to ethical principles [2].

Transformational leadership theory enhances cadets' motivation and enables them to maximize their potential. This model promotes self-development and encourages cadets to take responsible and proactive actions within a team. Similarly, situational leadership theory emphasizes that a leader's decision-making and management behaviors must be adapted to the requirements of a specific situation [3, pp. 22]. This approach develops cadets' flexible thinking and facilitates their adaptation to various operational and training conditions.

The development of leadership qualities in cadets forms the foundation of their future professional activities. Leadership encompasses not only the ability to command and make decisions but also a set of social and psychological skills that strengthen interactions within the team [4]. Cadets with leadership skills make effective decisions in stressful situations, promote collaboration within the group, and act in accordance with ethical principles. This enhances both their individual preparedness and overall team performance.

In modern military education programs, the development of leadership skills is not limited to theoretical knowledge alone. Effective leadership training encourages cadets to participate actively in decision-making, act responsibly, and manage interpersonal relations. In this regard, leadership is a crucial component that systematically develops cadets' strategic thinking and problem-solving abilities, preparing them for future officer and command positions.

The joint application of theoretical and practical approaches is essential in developing leadership skills in cadets. Theoretical knowledge allows cadets to understand leadership principles, management strategies, and ethical standards, while practical exercises ensure the application and reinforcement of this knowledge in real-life conditions [5]. Simulation, role-playing exercises, and mentorship are considered effective tools for developing cadets' leadership skills, enhancing decision-making speed, interpersonal interactions within teams, and a sense of responsibility.

Thus, leadership is a complex category that plays a vital role in both individual and collective cadet activities and requires the integration of theoretical and practical components within the military education system. Its development is strategically significant for preparing cadets for future roles as officers and commanders. In this context, leadership is not only about personal skill development but is also regarded as a key factor ensuring the effectiveness of the military organization.

Academic Development Models of Leadership Qualities

The academic development of leadership qualities aims to systematically shape cadets' knowledge and skills. This process is not limited to the mere delivery of theoretical knowledge but also requires the application of pedagogical methods that enhance decision-making, strategic thinking, and team management skills. Among leadership theories, transformational, situational, and behavior-oriented approaches hold particular significance [1, pp. 126]. The transformational leadership model increases cadets' motivation, directing them toward proactive and responsible actions and allowing them to realize their individual potential. The situational leadership model ensures the adaptive application of decision-making and management behaviors across diverse contexts. The behavior-oriented approach develops cadets' leadership behaviors through observation and analysis, enhancing their ability to play effective roles in interpersonal relationships and team settings.

The integration of leadership theories into academic models facilitates cadets' achievement of effective outcomes in both individual and group activities during the educational process. Such an approach fosters the development of ethical decision-making, critical thinking, and socio-psychological adaptability. Academic models allow cadets to apply theoretical knowledge to practical activities, creating a foundation for the more systematic and sustained development of leadership skills.

Various pedagogical strategies are employed in the academic development of leadership qualities. Seminars and discussions strengthen cadets' critical thinking and decision-making skills. Lessons conducted in a discussion format encourage the exchange of ideas and support optimal decision-making by considering multiple perspectives. Simulation and role-playing exercises provide cadets with opportunities to test their leadership skills in real-life and military scenarios. These methods enhance analytical thinking, decision-making speed, and interpersonal collaboration within teams [6].

Reflective learning is also a crucial component of academic models. Cadets analyze their own performance, identify strengths and weaknesses, and plan future actions [7, pp. 44]. This approach enhances self-assessment and learning abilities, reinforcing responsibility and initiative in leadership activities.

Typically, an academic model consists of three main components:

1. Theoretical component: Covers leadership theories, ethical principles, decision-making strategies, and team management knowledge.
2. Practical component: Involves the application of leadership skills through simulations, role-playing exercises, group tasks, and laboratory exercises.
3. Assessment component: Systematic evaluation of cadets' leadership skills, self-assessment, and feedback.

The synthesis of these three components integrates cadets' academic knowledge with practical activities, maximizing the development of their leadership potential. This approach cultivates effective decision-making and strategic thinking in both individual and collective activities.

Overall, the application of academic development models offers several advantages. First, cadets acquire theoretical knowledge systematically and in a structured manner. Second, theoretical knowledge is complemented with practical activities, allowing cadets to test leadership skills in real situations. Third, academic models simultaneously foster analytical thinking, decision-making, and adherence to ethical principles [5]. As a result, academic models strengthen cadets' professional preparation and ensure their readiness for future command positions.

In conclusion, academic development models of leadership qualities systematically integrate cadets' theoretical knowledge with practical skills, shaping their leadership potential. These models enhance strategic thinking, critical decision-making, and team management abilities, effectively preparing cadets for future military roles. This approach provides a comprehensive, scientifically grounded methodological framework that supports both individual and collective development.

Integration of Academic and Practical Models

The effective development of leadership qualities in cadets cannot be achieved solely through theoretical instruction or practical exercises. The integration of academic and practical models facilitates the comprehensive formation of cadets' leadership skills. This approach ensures the application of theoretical knowledge in practical activities while simultaneously developing decision-making, team management, and strategic thinking abilities. The integrative model aims to enhance effective leadership skills in both individual and group activities and facilitates cadets' adaptation to real military situations.

The integrative model typically consists of three main components:

1. Theoretical component: Cadets are provided with instruction on leadership theories, ethical principles, decision-making strategies, and team management knowledge. At this stage, transformational, situational, and behavior-oriented leadership models are examined, and cadets' abilities to understand and analyze this knowledge are developed.
2. Practical component: Cadets apply leadership skills through simulations, role-playing exercises, group tasks, tactical drills, and mentorship. Practical activities improve cadets'

decision-making speed, team management abilities, and sense of responsibility. This stage allows cadets to test and reinforce their theoretical knowledge in real-life contexts.

3. Assessment and feedback component: Cadets' leadership skills are systematically evaluated, strengths and weaknesses are identified, and individualized development strategies are provided. This process promotes self-assessment and self-development, ensuring the continuous improvement of leadership skills [8].

The synthesis of these three components integrates cadets' academic knowledge with practical skills, maximizing the development of their leadership potential.

Several pedagogical strategies play a critical role in the application of the integrative model. These include seminars and discussion-based theoretical lessons, practical exercises through simulations and role-playing, mentorship and coaching, as well as systematic assessment and feedback mechanisms. Seminars and discussions enhance cadets' critical thinking and decision-making skills and allow them to consider multiple perspectives. Simulations and role-playing provide opportunities to test leadership skills and gain practical experience in real situations. Mentorship and coaching support cadets' individual development, strengthening their strategic and operational decision-making abilities [7, pp. 10].

The primary advantages of the integrative model include the application and reinforcement of theoretical knowledge in practical activities, the simultaneous development of analytical thinking, decision-making, and team management skills, increased efficiency in individual and group activities, enhanced adaptability to real military situations, and the systematic and sustained development of leadership skills.

The application of the integrative model in modern military education systems has significantly strengthened cadets' leadership abilities. For example, in U.S. military academies, the combination of transformational and situational leadership theories with practical exercises has increased cadets' motivation and improved decision-making and team management skills by up to 30% [1]. In Turkish Military High Schools, simulations and role-playing exercises have enhanced cadets' critical decision-making abilities and team collaboration [9]. These examples demonstrate that the integrative model effectively synthesizes both theoretical and practical components within the military education process.

Overall, the integration of academic and practical models ensures the comprehensive and systematic development of leadership qualities in cadets. The integrative model combines theoretical knowledge with practical activities, enhancing strategic thinking, critical decision-making, and team management skills. This approach strengthens professional preparedness, effectively prepares cadets for future command positions, and improves the overall quality of the military education process.

Recommendations and Development Perspectives

Several concrete recommendations can be proposed for the effective development of leadership qualities in cadets. First, it is essential to systematically integrate transformational, situational, and behavior-oriented leadership theories into military education programs. This approach enhances cadets' strategic thinking, critical decision-making, and team management skills while supporting their individual development.

Second, the structured implementation of practical exercises and simulation activities is crucial. Role-playing exercises, tactical drills, and simulations allow cadets to experience real military scenarios, improving decision-making speed and sense of responsibility. Third, the expansion of mentorship and coaching programs supports cadets' individual development and enables them to refine their leadership activities under the guidance of experienced officers.

Fourth, the application of systematic assessment and feedback mechanisms is vital. Regular evaluation of cadets' performance identifies strengths and weaknesses, facilitates the preparation

of individualized development plans, and ensures the continuous improvement of leadership skills. Fifth, the design of integrative training programs that combine theoretical knowledge with practical skills allows for the maximal development of cadets' leadership potential.

Looking ahead, the development of leadership qualities in cadets encompasses several strategic perspectives. Firstly, the use of technology in leadership training is important. Virtual simulations, interactive platforms, and artificial intelligence-based assessment tools enhance cadets' preparedness for real-life situations and increase the effectiveness of the training process.

Leadership training should not be limited to the military education context but also enriched by findings from psychology, social sciences, and pedagogy. This approach facilitates the broader development of both individual and collective skills. Additionally, individual development plans should be tailored to each cadet's leadership potential, personality traits, and situational compatibility. This strategy promotes self-development and the sustained growth of leadership skills.

Overall, these recommendations and development prospects strengthen the theoretical and practical integration of leadership qualities in cadets, improve the quality of professional training within the military education system, and ensure cadets' preparedness for future command positions. This approach reinforces the scientific and practical foundations that support the continuous advancement of the military education process.

Conclusion

The study indicates that the development of leadership qualities in cadets should not be limited to the acquisition of theoretical knowledge but must also be based on an integrative approach that systematically cultivates practical skills. Academic models enable cadets to understand leadership theories, ethical principles, decision-making strategies, and team management skills, while practical models ensure the application of this knowledge in real military contexts. The integrative model comprehensively develops cadets' strategic thinking, analytical decision-making, responsibility, and initiative, preparing them for future command positions.

The results of the study demonstrate that applying theoretical knowledge in practical activities significantly enhances cadets' decision-making speed, team management abilities, and socio-psychological adaptability. Mentorship, simulations, role-playing exercises, and systematic assessment mechanisms ensure the continuous development of leadership skills and improve efficiency in both individual and collective activities.

In conclusion, the integration of academic and practical models provides a necessary methodological framework within the military education system to maximize cadets' leadership potential, strengthen their professional preparation, and facilitate effective adaptation to future officer and command roles. This approach enhances the effectiveness of both individual and group activities and systematically develops cadets' strategic thinking, critical decision-making, and team management skills.

Thus, the study demonstrates that the systematic and integrative development of leadership qualities enhances cadets' professional preparedness and contributes to the cultivation of effective leaders capable of meeting the strategic demands of the modern military education environment.

Funding

This study received no specific financial support.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

References

1. Bass, B. M., & Riggio, R. E. (2006). *Transformational leadership* (2nd ed.). Psychology Press. https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781410617095/transformational-leadership-bernard-bass-ronald-riggio
2. Tahirov, R. (2018). Characteristic features of leadership. *Scientific Works of the Institute of Education of the Republic of Azerbaijan, 85*(5). https://www.anl.az/down/meqale/elm_eserler_tn/2018/05/765587(meqale).pdf
3. Hersey, P., Blanchard, K. H., & Johnson, D. E. (2012). *Management of organizational behavior* (10th ed.). Pearson Education. https://www.kenblanchardbooks.com/wp-content/uploads/2017/08/Management-of-Organizational-Behavior-Read-Sample0001.pdf
4. Mammadzada, M. (2025). New approaches in military personnel training: A pedagogical evaluation of teaching methods. *Social Development and Security, 15*(4). https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/article/view/893/1074
5. Mammadzada, M. (2025). Azərbaycanın hərbi təhsil müəssisələrində tədris prosesinin idarə olunması. *Metafizika: Beynəlxalq fəlsəfi və fənlərarası araşdırmalar jurnalı, 8*(8), Serial 36. https://metafizikajurnali.az/storage/images/site/files/Metafizika-36/Metafizika.Vol.8%2CNo.8%2CSerial.36%2Cpp.70-81.pdf
6. Hasanov, A., & Huseynov, S. (2018). The study of the concepts of leader and commander. *Military Knowledge*, 1. https://mod.gov.az//images/pdf/0146baa1060e916b43c2e2852bdcb050.pdf
7. Piriyev, H. K., Hamidov, M. P., & Hashimov, E. Q. (2016). Teaching methods in military education (Methodological manual). Military Publishing House. https://www.researchgate.net/publication/367188483_HRBI_THSILD_TLIM_METODLARI
8. Day, D. V., Fleenor, J. W., Atwater, L. E., Sturm, R. E., & McKee, R. A. (2014). Advances in leader and leadership development: A review of 25 years of research and theory. *The Leadership Quarterly, 25*(1), 63–82. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1048984313001197
9. Erdogan, M. (2018). Military leadership development through simulation-based learning. *Journal of Military Studies, 5*(2), 45–59.

Список використаних джерел

1. Bass B. M., Riggio R. E. Transformational leadership [Трансформаційне лідерство]. 2nd ed. New York : Psychology Press, 2006. URL: https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781410617095/transformational-leadership-bernard-bass-ronald-riggio.
2. Tahirov R. Characteristic features of leadership [Характерні риси лідерства] // Scientific Works of the Institute of Education of the Republic of Azerbaijan. 2018. Vol. 85, no. 5. URL: https://www.anl.az/down/meqale/elm_eserler_tn/2018/05/765587(meqale).pdf.
3. Hersey P., Blanchard K. H., Johnson D. E. Management of organizational behavior [Управління організаційною поведінкою]. 10th ed. Boston : Pearson Education, 2012. URL: https://www.kenblanchardbooks.com/wp-content/uploads/2017/08/Management-of-Organizational-Behavior-Read-Sample0001.pdf.
4. Mammadzada M. New approaches in military personnel training: A pedagogical evaluation of teaching methods [Нові підходи до підготовки військового персоналу: педагогічна оцінка методів навчання] // Social Development and Security. 2025. Vol. 15, no. 4. URL: https://paperssds.eu/index.php/JSPSDS/article/view/893/1074.
5. Mammadzada M. Azərbaycanın hərbi təhsil müəssisələrində tədris prosesinin idarə olunması [Управління навчальним процесом у військових закладах освіти Азербайджану] // Metafizika: Beynəlxalq філософська та міждисциплінарна наукова спільнота. 2025. Vol. 8, no.

8 (Serial 36). P. 70–81. URL: https://metafizikajurnali.az/storage/images/site/files/Metafizika-36/Metafizika.Vol.8%2CNo.8%2CSerial.36%2Cpp.70-81.pdf.

6. Hasanov A., Huseynov S. The study of the concepts of leader and commander [Дослідження понять «лідер» і «командир»] // Military Knowledge. 2018. No. 1. URL: https://mod.gov.az/images/pdf/0146baa1060e916b43c2e2852bdcb050.pdf.
7. Piriyev H. K., Hamidov M. P., Hashimov E. Q. Teaching methods in military education : methodological manual [Методи навчання у військовій освіті : методичний посібник]. Baku : Military Publishing House, 2016. URL: https://www.researchgate.net/publication/367188483_HRBI_THSILD_TLIM_METODLARI.
8. Day D. V., Fleenor J. W., Atwater L. E., Sturm R. E., McKee R. A. Advances in leader and leadership development: A review of 25 years of research and theory [Досягнення у розвитку лідерів і лідерства: огляд 25 років досліджень і теорії] // The Leadership Quarterly. 2014. Vol. 25, no. 1. P. 63–82. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1048984313001197.
9. Erdogan M. Military leadership development through simulation-based learning [Розвиток військового лідерства на основі симуляційного навчання] // Journal of Military Studies. 2018. Vol. 5, no. 2. P. 45–59.

Концептуальний підхід до оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) Міністерства оборони України

Conceptual approach to assessing the implementation of budget programs (subprograms) of the Ministry of Defense of Ukraine

Сергій Ратушняк
ад'юнкт, e-mail: ratushniak-fin@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-9008-1064
Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

Serhiy Ratushnyak
PhD student, e-mail: ratushniak-fin@i.ua, ORCID ID: 0000-0002-9008-1064
National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 19, 2025 | Revised: December 30, 2025 | Accepted: December 31, 2025

JEL Classification: H56, H61, H83

УДК 355.357:355.61

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.35

Мета роботи. Обґрунтувати та розробити концептуальний підхід до оцінювання результативності виконання бюджетних програм (підпрограм) Міністерства оборони України шляхом формалізації системи показників, етапів та коефіцієнтів оцінювання з урахуванням особливостей функціонування оборонного сектору в умовах воєнного стану.

Метод дослідження. У процесі дослідження використано: нормативно-правовий аналіз – для дослідження положень Бюджетного кодексу України, законів України та підзаконних нормативних актів, що регламентують формування, виконання та оцінювання бюджетних програм (підпрограм) Міністерства оборони України; системний аналіз – для розгляду оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) як складного багатоетапного процесу в системі оборонних фінансів; структурно-логічне моделювання – для побудови концептуальних схем оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм), механізму їх формування, виконання та оцінювання; порівняльний аналіз – для зіставлення фінансових і натуральних показників виконання бюджетних програм (підпрограм) та аналізу варіантів їх співвідношення; кількісний аналіз (розрахунковий метод).

Результати дослідження. Розроблено концептуальний підхід до оцінювання результативності виконання бюджетних програм (підпрограм) Міністерства оборони України, який інтегрує етапи планування, моніторингу, аналізу, оцінювання та формування управлінських рішень. Запропоновано формалізований показник оцінки результативності на основі співвідношення фінансових і натуральних показників, а також шкалу інтерпретації рівнів ефективності виконання бюджетних програм. Обґрунтовано можливість адаптації процедур оцінювання до умов воєнного стану з урахуванням допустимих коливань показників, зумовлених особливостями оборонних закупівель і виконання контрактів.

Теоретична цінність дослідження. Полягає у розвитку наукових положень економіки оборони та публічних фінансів у частині концептуалізації оцінювання результативності бюджетних програм як аналітичного інструменту управління оборонними ресурсами, що поєднує фінансові та результативні параметри використання бюджетних коштів.

Практична цінність дослідження. Полягає в можливості їх використання структурними підрозділами Міністерства оборони України під час організації та проведення оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм), підготовки аналітичних матеріалів для прийняття управлінських рішень, а також удосконалення внутрішніх методичних документів у сфері оборонного бюджетування та фінансового контролю.

Оригінальність дослідження. Полягає у формалізації концептуального підходу до оцінювання результативності виконання бюджетних програм (підпрограм) оборонного відомства на

Purpose. To substantiate and develop a conceptual approach to assessing the performance of budget programs (subprograms) of the Ministry of Defense of Ukraine by formalizing a system of indicators, stages, and evaluation coefficients, taking into account the specific features of the defense sector's functioning under martial law.

Method. The study employed regulatory and legal analysis to examine the provisions of the Budget Code of Ukraine, Ukrainian laws, and subordinate regulations governing the formation, implementation, and evaluation of budget programs (subprograms) of the Ministry of Defense of Ukraine; systems analysis to consider the evaluation of budget program (subprogram) implementation as a complex multi-stage process within the defense finance system; structural and logical modeling to construct conceptual schemes for evaluating the implementation of budget programs (subprograms) and the mechanisms of their formation, execution, and evaluation; comparative analysis to compare financial and physical (output) indicators of budget program (subprogram) implementation and analyze variants of their ratios; and quantitative analysis (computational method).

Findings. A conceptual approach to assessing the performance of budget programs (subprograms) of the Ministry of Defense of Ukraine has been developed, integrating the stages of planning, monitoring, analysis, evaluation, and managerial decision-making. A formalized performance assessment indicator based on the ratio of financial and physical indicators, as well as a scale for interpreting levels of budget program performance, is proposed. The feasibility of adapting evaluation procedures to martial law conditions is substantiated, taking into account permissible fluctuations in indicators caused by the specifics of defense procurement and contract execution.

Theoretical implications. The theoretical contribution lies in advancing the scientific foundations of defense economics and public finance by conceptualizing the assessment of budget program performance as an analytical tool for managing defense resources that integrates financial and outcome-based parameters of budget fund utilization.

Practical implications. The practical significance lies in the applicability of the results by structural units of the Ministry of Defense of Ukraine in organizing and conducting evaluations of budget program (subprogram) implementation, preparing analytical materials for managerial decision-making, and improving internal methodological documents in the field of defense budgeting and financial control.

Originality of the study. The originality of the study lies in the formalization of a conceptual approach to assessing the performance of budget programs (subprograms) of the defense authority based on a quantitative ratio of financial and physical indicators and in adapting this approach to martial law conditions.

основі кількісного співвідношення фінансових і натуральних показників та адаптації цього підходу до умов воєнного стану.

Обмеження дослідження. Аналіз нормативно-правової бази обмежений періодом до грудня 2025 року, що не дає змоги врахувати можливі майбутні зміни в нормативно-правових документах з питань оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм). Перспективним напрямом майбутніх досліджень є удосконалення діючої методики з оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) Міністерства оборони України.

Тип статті. Теоретичний.

Ключові слова: оцінювання виконання бюджетних програм, програмно-цільовий метод, використання бюджетних коштів, економічна безпека, фінансові ресурси, воєнний стан, ризики.

Research limitations. The analysis of the regulatory framework is limited to the period until December 2025, which does not allow taking into account possible future changes in regulatory documents on the assessment of the implementation of budget programs (subprograms). A promising direction for future research is to improve the current methodology for assessing the implementation of budget programs (subprograms) of the Ministry of Defense of Ukraine.

Paper type. Theoretical.

Key words: Assessment of Budget Program Implementation, Program-Target Method, Use of Budget Funds, Economic Security, Financial Resources, Martial Law, Risks.

Вступ

Сучасні умови ведення війни в Україні істотно підвищують значущість формування та реалізації якісних бюджетних програм (підпрограм), водночас ускладнюючи процес їх об'єктивного оцінювання в системі Міністерства оборони України (далі – МО України). Такі ускладнення зумовлені динамічною зміною оборонних пріоритетів, спрощенням процедур закупівель, обмеженням прозорості та істотним зростанням обсягів бюджетного фінансування. За цих обставин постає потреба модернізації чинного методичного забезпечення оцінювання шляхом його адаптації до умов правового режиму воєнного стану, посилення фінансової дисципліни та інтеграції сучасних інструментів контролю. Для забезпечення комплексності оцінювання необхідно розробити гнучкі підходи, що враховуватимуть специфіку воєнних дій, а також удосконалити нормативно-правове регулювання шляхом чіткого визначення показників оцінки та підвищення прозорості використання фінансового ресурсу.

У статті здійснено аналіз наукових підходів і концептуальних позицій щодо організації оцінювання фінансових і матеріальних ресурсів, виділених державою для забезпечення потреб МО України. З метою формування системних причинно-наслідкових зв'язків у подальших дослідженнях запропоновано концептуальний підхід до вдосконалення оцінювання, який дає змогу виокремити заходи та процеси, що становлять науковий інтерес для потенційного дослідника. У цьому контексті концепція розглядається як авторське бачення шляхів удосконалення методичних підходів до оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) МО України з метою підвищення ефективності використання бюджетних коштів і зміцнення економічної безпеки держави.

Запропоновано логічно структурований порядок удосконалення методичного апарату оцінювання, що враховує вимоги відносної простоти, зрозумілості, наочності та практичної придатності для фахівців, які приймають управлінські рішення або здійснюють аналітичну підготовку таких рішень.

Реалізація запропонованого підходу сприятиме підвищенню обґрунтованості управлінських рішень та формуванню нових спроможностей МО України, необхідних для забезпечення економічної безпеки й зміцнення обороноздатності держави.

Теоретичні основи дослідження

Порядок оцінювання виконання бюджетних програм визначено низкою нормативно-методичних документів [1–6]. Водночас слід констатувати, що закріплені в них методичні підходи не забезпечують достатнього рівня інформативності та не дозволяють установити чіткий зв'язок між результатами оцінювання й формуванням чи підтриманням необхідних спроможностей МО України та Збройних Сил України, особливо в умовах правового режиму воєнного стану.

Проблематика оцінювання виконання бюджетних програм в Україні та зарубіжних країнах посідає значне місце у сучасних наукових і практичних дослідженнях, що знаходить

відображення у роботах вітчизняних учених – О.В. Тимошенко, О.К. Кузьменко, А.Г. Тимошенко [7], М.М. Петричка [8], Т. Мигович [9], Р.Є. Федів [10], Н.Г. Здирко [11], О.В. Левчук [12], І. Чугунова, М. Пасічного, А. Нікітішина [13], І. Крещенко [14], В. Лісовенка [24], М. Ярощука [25], Г. Котіної [26], Л. Гаврилової [27].

У своїх працях зазначені дослідники акцентують увагу на сучасних підходах до оцінювання та на важливості отримання достовірних результатів аналізу виконання бюджетних програм, що є передумовою їх якісного планування та ефективної реалізації. Крім того, підкреслюється необхідність подальшого розвитку наукових підходів і пошуку оптимальних шляхів удосконалення показників оцінювання виконання бюджетних програм.

Постановка проблеми

Проблематика оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) і надалі перебуває на стадії активного наукового та практичного обговорення. Наголошується на необхідності першочергового розв'язання низки ключових аспектів, серед яких: забезпечення такого формату результативних показників виконання заходів бюджетних програм (підпрограм) у сфері розвитку й утримання МО України та Збройних Сил України, який би надавав релевантну та придатну для прийняття рішень інформацію щодо оптимального планування розподілу фінансового ресурсу у наступних бюджетних періодах; формування оновленого, методично виваженого підходу до оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) МО України, орієнтованого не лише на статистичне фіксування якісних і кількісних параметрів використання бюджетних коштів, а й на виявлення дисфункцій, неузгодженостей і проблемних зон у процесі реалізації заходів, спрямованих на розвиток і підтримання оборонних спроможностей держави.

Методологія дослідження

Методологічною основою дослідження є системний підхід, який дозволяє розглядати оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) Міністерства оборони України як цілісний багатоетапний процес у межах бюджетного управління та оборонних фінансів.

У ході дослідження застосовано нормативно-правовий аналіз для вивчення положень Бюджетного кодексу України, законів України та підзаконних нормативних актів, що регламентують формування, виконання та оцінювання бюджетних програм (підпрограм). Це дало змогу визначити чинні підходи, обмеження та проблемні аспекти нормативного регулювання оцінювання.

Для впорядкування та узагальнення елементів процесу оцінювання використано структурно-логічне моделювання, на основі якого побудовано концептуальні схеми механізму формування, виконання та оцінювання бюджетних програм (підпрограм).

Порівняльний аналіз застосовано для зіставлення фінансових і натуральних показників виконання бюджетних програм (підпрограм) та аналізу варіантів їх співвідношення за різних умов використання бюджетних коштів.

Кількісний розрахунковий метод використано для формалізації показника оцінки результативності виконання бюджетних програм (підпрограм), який визначається як відношення натурального показника до фінансового показника.

На завершальному етапі застосовано метод узагальнення для формування шкали інтерпретації рівнів ефективності виконання бюджетних програм (підпрограм) і формулювання висновків дослідження.

Результати

Ключовим інструментом реалізації військово-технічної політики держави виступає раціональне використання наявного економічного потенціалу, що передбачає оптимальний

розподіл і перерозподіл фінансових та матеріальних ресурсів, виділених державою, між різними підсекторами військової економіки.

Військова економіка становить спеціалізовану сферу державної діяльності, яка охоплює провідні галузі національної економіки та напрями військово-технічної політики, у тому числі пов'язані з міжнародним військово-технічним співробітництвом. З організаційної позиції вона функціонує як інтегрований комплекс технологічно розвинених промислових галузей, підприємств, науково-дослідних інститутів, дослідно-конструкторських виробництв, полігонних структур тощо.

Ресурсне забезпечення військово-технічної політики включає чотири основні групи ресурсів: матеріальні (матеріально-технічні), людські, фінансові та інформаційні. При цьому фінансові ресурси характеризуються складною багатокомпонентною структурою, ядром якої є військовий бюджет, що формує вагому складову системи державних фінансів. В Україні оборонні видатки посідають одне з провідних місць у загальній структурі бюджетних витрат.

Безперервне вдосконалення сучасних зразків озброєння і військової техніки (ОВТ), зумовлене об'єктивними технологічними та стратегічними чинниками, спричиняє суттєве зростання їх вартості, що підвищує роль економічних параметрів під час ухвалення рішень щодо напрямів військового будівництва, розвитку Збройних Сил України та їх систем озброєння, а також оцінювання обґрунтованості оборонних витрат.

Світовий досвід функціонування систем оборонного забезпечення свідчить про зростаючу домінанту економічної доцільності у формуванні та використанні оборонних видатків. У сучасних підходах дедалі більше переважають економічні критерії порівняно з воєнно-стратегічними, посилюється акцент на ефективності виконання бюджетних програм та загальній стійкості економічної системи держави як ключовій передумові забезпечення обороноздатності.

Розроблення концептуального підходу, окресленої у назві статті, пропонується здійснити на основі аналізу двох груп (комплексів) нормативно визначених заходів, що стосуються використання бюджетних коштів та містять процедури оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм). Методичною основою такого аналізу виступатиме поєднання системного, графічного та програмно-цільового підходів, що забезпечує комплексність, наочність і структурованість дослідження.

Концептуальний підхід доцільно представити у вигляді структурної схеми оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) МО України (рис. 1).

Оцінювання повинно включати комплекс результативних показників виконання бюджетних програм (підпрограм) та відповідний інструментарій їх розрахунку. Саме в межах цього комплексу реалізуються запропонований у статті авторський підхід до удосконалення методичного апарату оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) МО України.

Під оцінюванням у контексті оборонного сектору слід розуміти систематизований процес аналізу, перевірки та встановлення рівня ефективності, результативності й законності використання коштів державного бюджету, спрямованих на забезпечення воєнно-економічних потреб держави. Функціональне призначення оцінювання полягає у зміцненні прозорості, підзвітності та обґрунтованості управлінських рішень у сфері використання бюджетних ресурсів.

На думку автора, удосконалена система оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) МО України повинна відповідати комплексу вимог, що стосуються змісту процесу оцінювання, характеристик показників, застосовуваних інструментів та форм представлення результатів оцінювання. За своєю структурною логікою така система може бути співвіднесена з підходами, подібними до формату ECTS-оцінювання, застосовуваного в закладах вищої освіти:

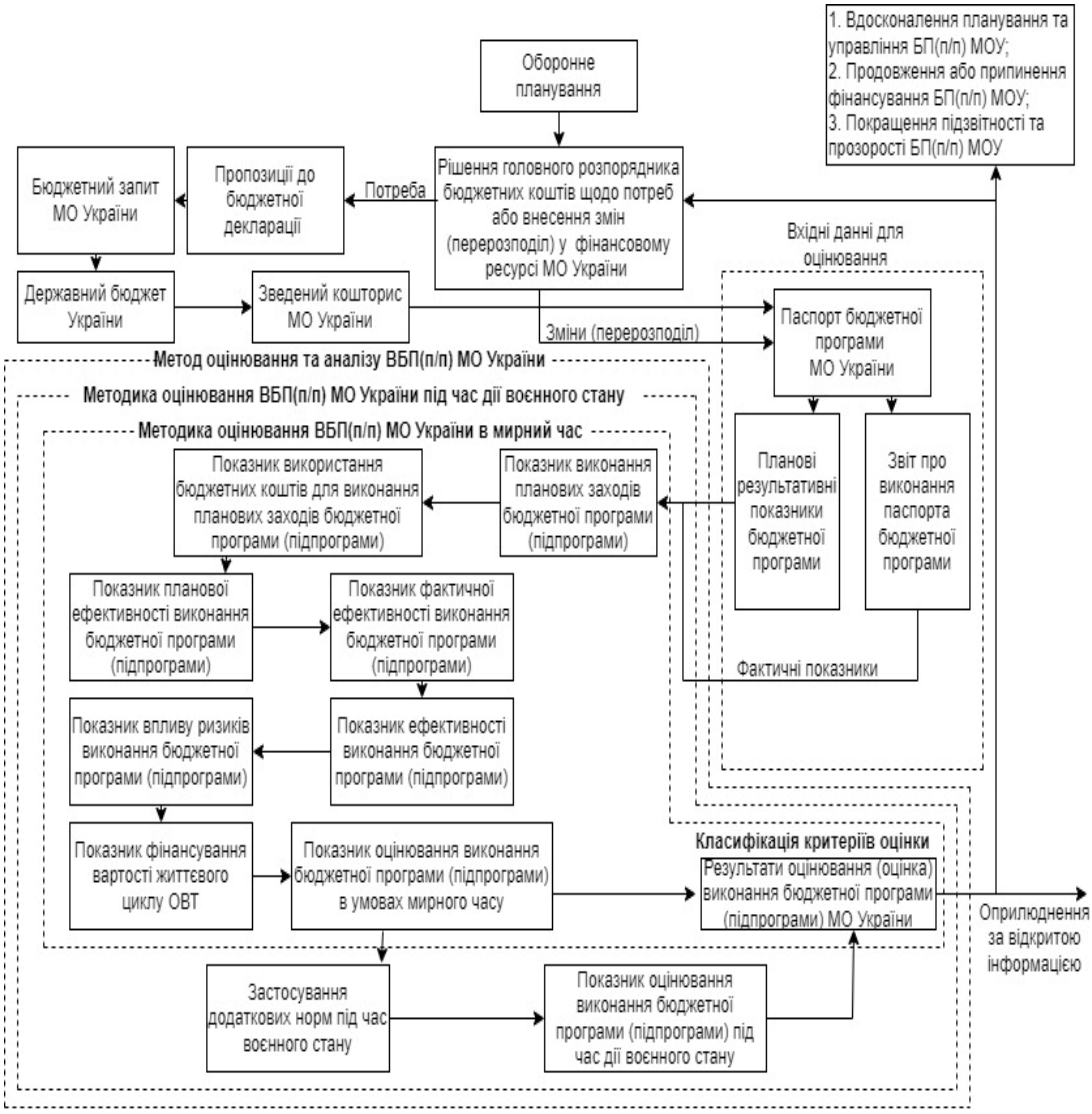


Рисунок 1 – Концептуальний підхід до оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) МО України

1. Вимоги до показників оцінювання

Оцінювання має здійснюватися на основі сукупності якісних і кількісних показників, зокрема:

ефективності, яка характеризує співвідношення досягнутого результату до обсягу витрачених ресурсів;

результативності, що визначається шляхом порівняння фактично отриманого результату з плановим значенням;

законності, яка охоплює аналіз дотримання вимог нормативно-правових актів при використанні бюджетних коштів;

економності, що передбачає оптимізацію витрат для досягнення запланованих результатів;

прозорості, яка забезпечує відкритість, зрозумілість та доступність звітної інформації щодо виконання бюджетних програм (підпрограм).

2. Інструментарій оцінювання

Як основні методичні інструменти доцільно використовувати:

фінансовий аудит, що включає детальний аналіз фінансової документації;

SWOT-аналіз, який дозволяє ідентифікувати сильні та слабкі сторони, можливості й ризики в управлінні бюджетними програмами;

методики оцінювання ефективності бюджетних програм, зокрема застосування ключових показників ефективності (KPI).

3. Етапи процесу оцінювання

Процес оцінювання пропонується структурувати на шість послідовних етапів управлінських дій:

3.1. Планування процедур оцінювання:

визначення мети оцінювання та очікуваних результатів;

добір відповідних методів і інструментів аналізу;

встановлення критеріїв і показників, за якими здійснюватиметься оцінювання.

3.2. Збір даних:

отримання фінансових звітів, документів та іншої підтвердної інформації щодо виконання бюджетних програм (підпрограм);

використання даних з відкритих джерел, внутрішніх звітів та аудиторських перевірок.

3.3. Аналітична обробка:

перевірка відповідності здійснених видатків вимогам законодавства;

аналіз ефективності та результативності виконання програм (підпрограм);

ідентифікація недоліків, ризиків і потенційних порушень.

3.4. Формування висновків і рекомендацій:

узагальнення отриманих результатів і формулювання висновків;

розроблення рекомендацій щодо удосконалення процесів планування та виконання бюджетних програм (підпрограм).

3.5. Підготовка звітності:

складання аналітичного звіту за результатами оцінювання;

презентація його перед стейкґолдерами — органами державної влади, розпорядниками бюджетних коштів, інститутами громадянського суспільства.

3.6. Контроль виконання рекомендацій:

здійснення моніторингу впровадження запропонованих заходів;

оцінювання усунення виявлених недоліків і підвищення якості управління бюджетними програмами (підпрограмами).

У контексті тематики дослідження особливої уваги потребує аналіз процесу виконання бюджетних програм (підпрограм) та визначення ролі процедур оцінювання як завершального етапу їх реалізації. Організація виконання бюджетних програм, що передбачає раціональне та цільове використання фінансових ресурсів, є одним із базових понять бюджетного законодавства. Саме через призму цього поняття законодавець окреслює зміст державного бюджету, формулює принципи функціонування бюджетної системи України, визначає компетенції головних розпорядників бюджетних коштів, а також регламентує механізми контролю й аудиту в межах бюджетного процесу [15].

Відповідно до статті 2 Бюджетного кодексу України, бюджет визначається як план формування та використання фінансових ресурсів, спрямованих на забезпечення виконання завдань і функцій, покладених на відповідні органи державної влади.

Узагальнений автором, на підставі чинних нормативно-правових актів, механізм формування, виконання та подальшого оцінювання бюджетних програм (підпрограм) представлено у вигляді структурної схеми, що представлена на рисунку 2.



Рисунок 2 – Механізм формування, виконання та оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) відповідно до нормативно-правових документів [1, 4, 16 – 22]

Подана структурна схема дає змогу у наочній формі відобразити повний ланцюг заходів, що забезпечують організацію руху фінансових ресурсів, та ідентифікувати проблемні (вразливі) елементи програмно-цільового методу управління бюджетним процесом в Україні.

Міжнародний досвід формування й оцінювання виконання бюджетних програм підтверджує, що програмно-цільовий метод планування й управління широко застосовується у бюджетних системах багатьох країн. Важливе місце в цьому методі посідає система індикаторів, які відображають ступінь досягнення визначених цілей. Заплановані на період реалізації програми значення індикаторів інтегруються до її змісту як ключові орієнтири результативності. Це зумовлено тим, що інформативність та якість таких індикаторів безпосередньо визначають рівень аналітичності даних щодо результативності бюджетних витрат, а отже — впливають на прийняття рішень щодо доцільності продовження, коригування чи припинення фінансування конкретних бюджетних програм у наступних бюджетних періодах [23].

Метою концептуального підходу є відображення цілісного авторського бачення організації процесу оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм), спрямованих на підтримання необхідних оборонних спроможностей МО України та Збройних Сил України (зокрема угруповань військ (сил)) як у мирний час, так і в умовах правового режиму воєнного стану. Такий підхід покликаний виокремити ті елементи (процеси) оцінювання, що можуть бути обрані як предмет наукового інтересу для їх подальшого удосконалення, усунення наявних проблем оцінювання та формування нових підходів до оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) МО України або інших складових сектору безпеки й оборони держави.

На рис. 3 представлено розроблений концептуальний підхід до удосконалення методики оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) МО України, поданий у вигляді послідовного процесу з чітко окресленими етапами та взаємозв’язками між ними. Структура включає два взаємодоповнювальні компоненти: чинну методику оцінювання та запропонований механізм її вдосконалення.

Чинна (застосовувана) методика оцінювання включає такі елементи:

початковий процес, що охоплює розпорядчі документи головного розпорядника бюджетних коштів і відповідальних виконавців, які слугують базою для реалізації наступних етапів;

вхідні дані, до яких належать показники стану фінансової дисципліни, обсяги видатків та надання кредитів, цілі державної політики, результативні показники, а також результати контрольних заходів, що виступають вихідними параметрами для оцінювання;

результати оцінювання, отримані за діючою методикою.

Запропонований механізм удосконалення чинної методики передбачає:

розроблення підходів до формування оцінки виконання бюджетних програм (підпрограм) МО України у мирний час із використанням додаткових коригувальних коефіцієнтів;

формування оцінки виконання бюджетних програм (підпрограм) у період воєнного стану з урахуванням специфічних коефіцієнтів, що відображають особливості функціонування оборонного сектору в умовах війни;

отримання інтегральної оцінки, релевантної як для мирного, так і для воєнного часу.

На підставі результатів, сформованих у межах запропонованого концептуального підходу, можуть бути вироблені аргументовані пропозиції для прийняття управлінських рішень. Очікується, що їх упровадження сприятиме зміцненню обороноздатності держави та підтриманню належного рівня її економічної безпеки.

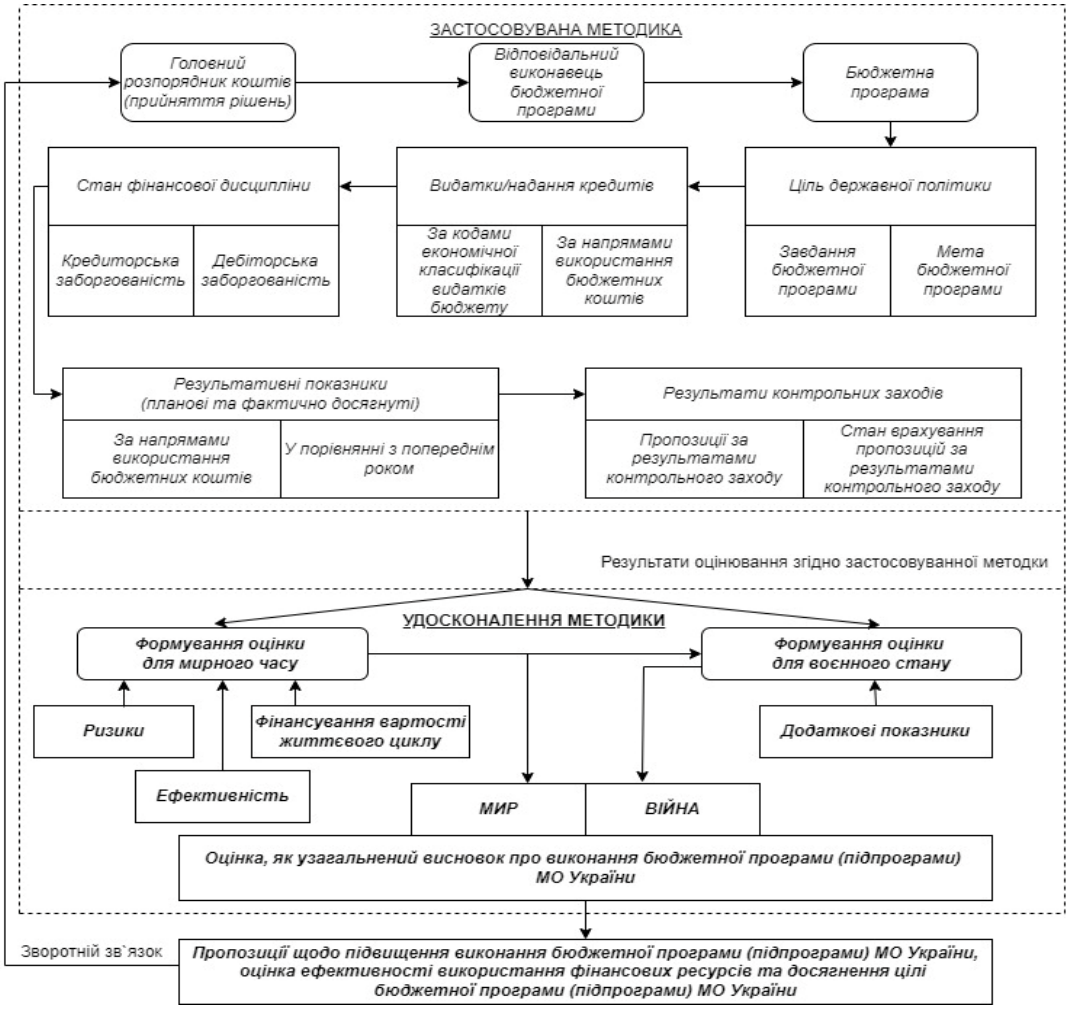


Рисунок 3 – Концептуальний підхід до удосконалення методики оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) МО України

Для отримання (визначення) оцінки виконання бюджетних програм (підпрограм) МО України застосуємо нормативні приписи пункту 2 частини п’ятої статті 41 Закону України “Про публічні закупівлі” які встановлюють імперативне правило щодо незмінності істотних умов договору про закупівлю після його укладення та до повного виконання сторонами взятих зобов’язань. Виняток становить лише можливість коригування ціни за одиницю товару (робіт, послуг тощо) у бік збільшення, але не більш як на 10 відсотків, що має здійснюватися пропорційно ринковим коливанням ціни відповідного товару. При цьому таке цінове коригування не може спричинити зростання загальної вартості договору про закупівлю. [28].

З огляду на зазначене, підвищення ціни за одиницю товару (робіт, послуг) у межах допустимих 10% зумовлює відповідне зменшення натурального обсягу постачання на 10%. Таким чином, планове значення показника може варіюватися у межах 0,9–1,1, що відображає допустимий діапазон його коливань (рис. 4.).

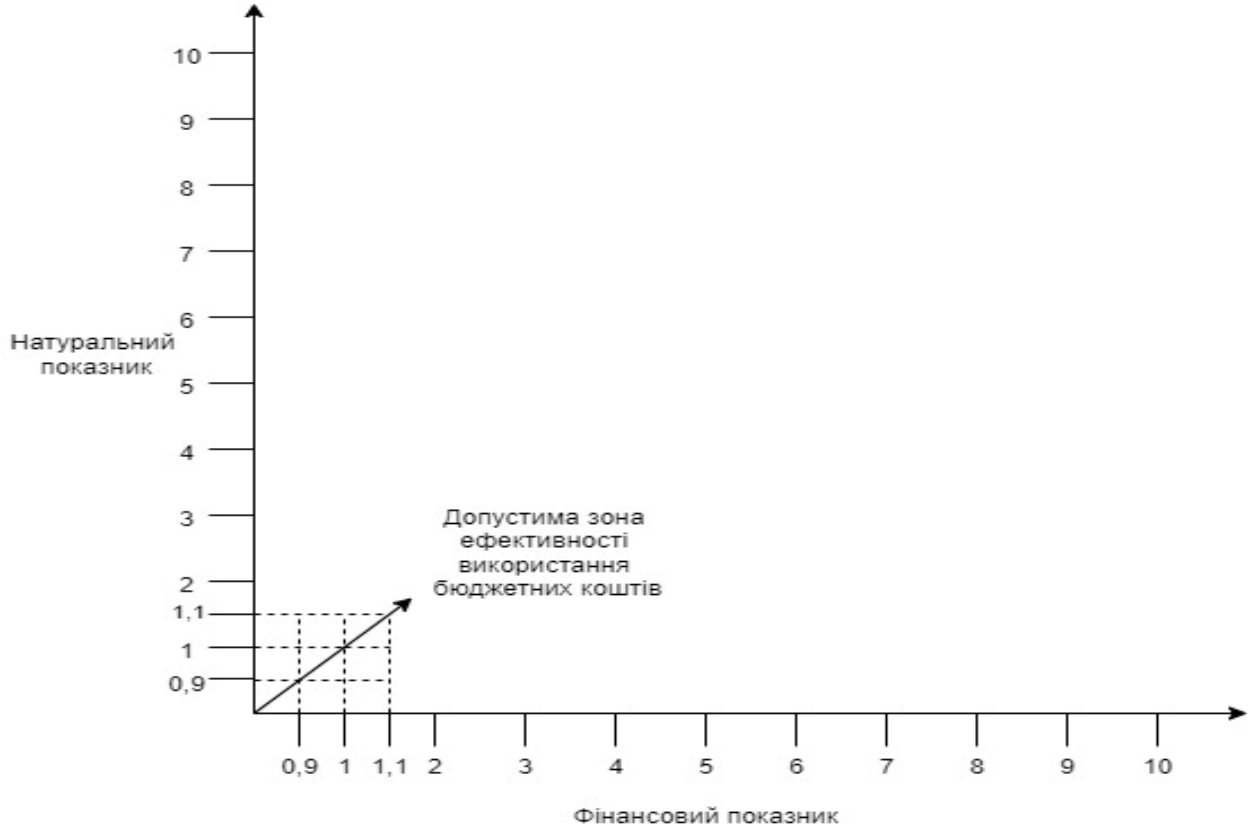


Рисунок 4 – Допустимий діапазон коливання показника
Джерело: розроблено автором.

Таким чином сформуємо таблицю кількісних показників варіантів допустимої зони ефективності виконання бюджетних програм (підпрограм) для отримання якісної оцінки (рисунок 3), таблиця 2.

Дані показники можна трактувати як аналог прийнятого в математиці коефіцієнта при розрахункових параметрах.

Таблиця 2 – Кількісні показники варіантів допустимої зони ефективності виконання бюджетних програм (підпрограм) для отримання (визначення) оцінки

№ варіанту	Фінансовий показник	Натуральний показник	Характеристика показників	Показник визначення оцінки (гр3/гр2)
1	0,9	1,1	Використання 90% фінансового ресурсу дало змогу отримати 110% натурального показника	1,22
2	0,9	1,0	Використання 90% фінансового ресурсу дало змогу отримати 100% натурального показника	1,11
3	1,0	1,1	Використання 100% фінансового ресурсу дало змогу отримати 110% натурального показника	1,1
4	1,0	1,0	Використання 100% фінансового ресурсу дало змогу отримати 100% натурального показника	1,0
5	1,1	1,1	Використання 110% фінансового ресурсу дало змогу отримати 110% натурального показника	1,0
6	0,9	0,9	Використання 90% фінансового ресурсу дало змогу отримати 90% натурального показника	1,0
7	1,1	1,0	Використання 110% фінансового ресурсу дало змогу отримати 100% натурального показника	0,91
8	1,0	0,9	Використання 100% фінансового ресурсу дало змогу отримати 90% натурального показника	0,9
9	1,1	0,9	Використання 110% фінансового ресурсу дало змогу отримати 90% натурального показника	0,82

Джерело: розроблено автором.

Показник оцінки – це показник ефективності використання фінансового ресурсу на отримання натурального продукту, вимірюється як відношення відсоткового розміру отриманого продукту до відсоткового розміру використаного фінансового ресурсу.

Показник оцінки визначається за формулою 1.

$$K_b = \frac{N_p}{F_p}, \quad (1)$$

де K_b – показник оцінки;
N_p – натуральний показник;
F_p – фінансовий показник.

Для ідентифікації коефіцієнтів визначення оцінки проводиться порівняльний аналіз виконання бюджетних програм (підпрограм) (Таблиця 2), а саме:

0,82 – перевитрата бюджетних коштів, при цьому не досягнуто планового натурального показника;

0,9 – забезпечено використання бюджетних коштів, але не досягнуто планового натурального показника;

0,91 – перевитрата бюджетних коштів, при цьому досягнуто планового натурального показника;

1,0 – забезпечено використання запланованих бюджетних коштів та досягнення планового натурального показника;

1,1 – забезпечено використання бюджетних коштів та перевиконання планового натурального показника (можлива економія бюджетних коштів за рахунок перевиконання планового натурального показника);

1,11 – забезпечено економію бюджетних коштів та досягнуто планового натурального показника;

1,22 – забезпечено економію бюджетних коштів та досягнуто перевиконання планового натурального показника (можлива більша економія бюджетних коштів за рахунок перевиконання планового натурального показника та перерозподіл для інших потреб).

За отриманими результатами формується підсумкова оцінка рівня результативності виконання завдань бюджетної програми (підпрограми):

< 1 – низька ефективність виконання бюджетної програми (підпрограми) (ефективність досягнення кінцевої мети (цілі) бюджетної програми (підпрограми) Міністерства оборони України знижується);

= 1 – середня ефективність виконання бюджетної програми (підпрограми) (ефективність досягнення кінцевої мети (цілі) бюджетної програми (підпрограми) Міністерства оборони України здійснюється відповідно до плану);

> 1 – висока ефективність виконання бюджетної програми (підпрограми) (ефективність досягнення кінцевої мети (цілі) бюджетної програми (підпрограми) Міністерства оборони України зростає).

Відповідно до положень Бюджетного кодексу України, процес оцінювання використання бюджетних коштів охоплює всі стадії бюджетного циклу. У цьому контексті під час планування обсягів фінансових ресурсів, необхідних для забезпечення оборонних потреб, ключове значення набуває оцінювання результатів виконання бюджетних програм (підпрограм) МО України, оскільки саме воно формує аналітичну основу для обґрунтованого визначення бюджетних потреб у майбутніх періодах.

Висновки

Запропонований концептуальний підхід охоплює ключові процедури та заходи, спрямовані на формування оцінок виконання бюджетних програм (підпрограм) МО України з урахуванням особливостей функціонування оборонного сектору в умовах правового режиму воєнного стану. Його практичне застосування створює підґрунтя для підготовки обґрунтованих управлінських рішень щодо фінансування воєнно-економічних потреб оборони з метою набуття й підтримання необхідних спроможностей МО України та Збройних Сил України, що забезпечують обороноздатність держави та стійкість її економічної безпеки.

Представлення концептуального підходу у вигляді структурної схеми дає можливість чітко окреслити сфери наукового й професійного інтересу потенційного дослідника та визначити напрями подальшого методичного вдосконалення. Така форма подання дозволяє ідентифікувати конкретні процедури оцінювання, що потребують доопрацювання, інтеграції чи поглибленого аналізу; враховувати різну фізичну природу вимірюваних або прогнозованих результатів (показників) бюджетних програм (підпрограм); визначати питому вагу окремих проміжних індикаторів та їх вплив на узагальнені результати; а також формувати перспективні напрями прикладних досліджень, орієнтованих на удосконалення системи оцінювання виконання бюджетних програм (підпрограм) МО України.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Бюджетний кодекс України : Закон України від 08.07.2010 № 2456-VI. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17
2. Про внесення змін до Інструкції про статус відповідальних виконавців бюджетних програм та особливості їх участі у бюджетному процесі : наказ Міністерства фінансів України від 15.03.2019 № 112 ; зареєстр. в М-ві юстиції України 11.04.2019 за № 385/33356. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0385-19#Text
3. Про організацію формування і виконання бюджетних програм (підпрограм) у системі Міністерства оборони України : наказ Міністерства оборони України від 01.10.2021 № 300. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0300322-21#Text.
4. Про оцінку ефективності бюджетних програм державного бюджету : наказ Міністерства фінансів України від 19.05.2020 № 223 ; зареєстр. в М-ві юстиції України 09.07.2020 за № 646/34929. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0646-20#Text.
5. Про затвердження методичних рекомендацій здійснення оцінки ефективності бюджетних програм : наказ Міністерства фінансів України від 17.05.2011 № 608. URL: https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0608201-11#Tex.
6. Рекомендації щодо здійснення оцінки ефективності бюджетних програм (підпрограм) Міністерства оборони України. Затверджено Міністром оборони України 29.11.2018.
7. Тимошенко О. В., Кузьменко О. К., Тимошенко А. Г. Оцінка сучасного стану виконання бюджетних програм як об'єкта управління бюджетними видатками. *Економічний вісник Донбасу*. 2020. № 2. С. 108–114. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe.
8. Петричко М. М. Шляхи підвищення якості оцінювання виконання бюджетних програм. Мукачево : Мукачевський державний університет, 2019. С. 477–478. URL: http://dspaces.msu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/3746/1/Ways_to_improve_quality_of_budget_program_performance_evaluation.pdf.
9. Мигович Т. М., Ткачук І. Г. Оцінка ефективності виконання бюджетних програм із застосуванням методів нечіткої логіки. *Економічний часопис XXI*. 2013. № 7–8(1). С. 54–57. URL: https://ea21journal.world/wp-content/uploads/2022/04/ea-V131-14.pdf.
10. Федів Р. Є. Облік і аналіз використання бюджетних коштів на виконання цільових програм. *Наукові записки. Серія «Економіка»*. Київ : Київський національний економічний університет, 2011. URL: https://kneu.edu.ua/userfiles/d-26.006.06/2011/Fediv.doc.
11. Здирко Н. Г. Проблемні аспекти аудиту ефективності виконання бюджетних програм. *Економічна наука*. 2015. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/12_2015/5.pdf.
12. Левчук О. В. Фінансове забезпечення Збройних Сил України: тенденції та основні шляхи реформування. *Збірник наукових праць*. 2020. № 2(69). URL: http://webirbis.korolenko.kharkov.com/cgi-bin/cgiirbis_64.exe.
13. Чугунов І., Пасічний М., Нікітішин А. Доходи державного бюджету України в умовах воєнного стану. *Scientia-fructuosa*. 2022. № 5. URL: https://journals.knute.edu.ua/scientia-fructuosa/article/view/1572.
14. Крещенко І. Оцінка ефективності використання бюджетних коштів та контроль за дотриманням бюджетного законодавства. *Фінансовий контроль*. 2017. № 11(142). С. 26–32. URL: https://fincontrolnew.com.ua/attachments/94821ec4-ee6d-4cf5-aab5-895fd6be1a69_2017%20-%2011_26-32.pdf.
15. Шевчук М. В. Відносини щодо використання бюджетних коштів як об'єкт правової охорони : дис. … канд. юрид. наук. Львів : Львівський державний університет внутрішніх справ, 2020. 206 с. URL: https://dspace.lvduvs.edu.ua/bitstream/1234567890/3537/1/shevchuk_d.pdf.

16. Про Державний бюджет України на 2025 рік : Закон України від 01.01.2025 № 4059-IX. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4059-20#Text.
17. Про державні цільові програми : Закон України від 13.12.2022 № 2849-IX. *Відомості Верховної Ради України*. 2004. № 25. Ст. 352. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1621-15#Text.
18. Про затвердження Правил складання паспортів бюджетних програм та звітів про їх виконання : наказ Міністерства фінансів України від 01.01.2025 № 1098. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0047-03#Text.
19. Про затвердження Порядку складання, розгляду, затвердження та основних вимог до виконання кошторисів бюджетних установ : постанова Кабінету Міністрів України від 13.03.2025 № 228. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/228-2002-%D0%BF#Text.
20. Про затвердження Інструкції з підготовки бюджетних запитів : наказ Міністерства фінансів України від 21.12.2022 № 450. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0322-23#Text.
21. Про затвердження Методичних рекомендацій щодо формування бюджетних програм головними розпорядниками коштів державного бюджету : наказ Міністерства фінансів України від 25.08.2023 № 465. URL: https://mof.gov.ua/storage/files/1_%D0%9D%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B7_465_25_08_2023.docx.
22. Про затвердження Порядку складання бюджетної звітності розпорядниками та одержувачами бюджетних коштів : наказ Міністерства фінансів України від 21.03.2024 № 44 ; зареєстр. в М-ві юстиції України 09.02.2012 за № 196/20509. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0196-12#Text.
23. Михайлович Ю. І., Журбенко А. В. Методологія та критерії оцінки ефективності бюджетних онкологічних програм. *Clinical Oncology*. 2016. № 3(23). URL: https://www.clinicaloncology.com.ua/article/16908/metodologiya-ta-kriterii-ocinki-efektivnosti-byudzhetnix-onkologichnix-program.
24. Лісовенко В., Корнацька Р. Бюджетування в системі охорони здоров'я. 2014. № 3. URL: https://visnykj.wunu.edu.ua/index.php/visnykj/article/view/599.
25. Ярощук М. В. Зарубіжний досвід впровадження бюджетування, орієнтованого на результат, та оцінювання ефективності використання бюджетних коштів. 2010. № 18. URL: http://www.investplan.com.ua/?op=1&z=794&i=27.
26. Котіна Г. М., Степура М. М., Гиренко Х. В. Програмно-цільове бюджетування та ефективність бюджетних програм в Україні: проблеми та протиріччя імплементації. *Економіка та держава*. 2020. № 7. DOI: 10.32702/2307-2105-2020.7.63. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/7_2020/65.pdf.
27. Гаврилова Л. В. Формування бюджету в країнах з розвинутою економікою. 2018. № 16. URL: http://www.investplan.com.ua/pdf/16_2018/11.pdf.
28. Про публічні закупівлі : Закон України від 25.12.2015 № 922-VIII (редакція станом на 2025 р.). *Відомості Верховної Ради України*. 2016. № 9. Ст. 89. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-19#Text.

References

1. Budget Code of Ukraine. (2010, July 8). *Law of Ukraine No. 2456-VI*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2456-17
2. Ministry of Finance of Ukraine. (2019, March 15). *Order on amendments to the instruction on the status of responsible executors of budget programs and the specifics of their participation in the budget process (No. 112)*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0385-19
3. Ministry of Defence of Ukraine. (2021, October 1). *Order on the organization of formation and execution of budget programs (subprograms) in the system of the Ministry of Defence of Ukraine (No. 300)*. https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0300322-21

4. Ministry of Finance of Ukraine. (2020, May 19). *Order on evaluation of the effectiveness of state budget programs (No. 223)*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0646-20
5. Ministry of Finance of Ukraine. (2011, May 17). *Order on approval of methodological recommendations for evaluating the effectiveness of budget programs (No. 608)*. https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0608201-11
6. Ministry of Defence of Ukraine. (2018, November 29). *Recommendations on evaluating the effectiveness of budget programs (subprograms)*.
7. Tymoshenko, O. V., Kuzmenko, O. K., & Tymoshenko, A. H. (2020). Assessment of the current state of budget program implementation as an object of budget expenditure management. *Economic Bulletin of Donbas*, (2), 108–114. http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe
8. Petrychko, M. M. (2019). Ways to improve the quality of evaluation of budget program performance. Mukachevo State University, 477–478. http://dspaces.msu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/3746/1/Ways_to_improve_quality_of_budget_program_performance_evaluation.pdf
9. Myhovych, T. M., & Tkachuk, I. H. (2013). Evaluation of the effectiveness of budget programs using fuzzy logic methods. *Economic Annals–XXI*, 7–8(1), 54–57. https://ea21journal.world/wp-content/uploads/2022/04/ea-V131-14.pdf
10. Fediv, R. Ye. (2011). Accounting and analysis of the use of budget funds for targeted programs. *Scientific Notes. Economics Series*. Kyiv National Economic University. https://kneu.edu.ua/userfiles/d-26.006.06/2011/Fediv.doc
11. Zdyrko, N. H. (2015). Problematic aspects of auditing the effectiveness of budget program implementation. *Economic Science*. http://www.investplan.com.ua/pdf/12_2015/5.pdf
12. Levchuk, O. V. (2020). Financial support of the Armed Forces of Ukraine: Trends and main directions of reform. *Collection of Scientific Works*, 2(69).
13. Chuhunov, I., Pasichnyi, M., & Nikitishyn, A. (2022). State budget revenues of Ukraine under martial law. *Scientia Fructuosa*, (5). https://journals.knute.edu.ua/scientia-fructuosa/article/view/1572
14. Kreshchenko, I. (2017). Evaluation of the effectiveness of budget funds use and compliance with budget legislation. *Financial Control*, 11(142), 26–32. https://fincontrolnew.com.ua/attachments/94821ec4-ee6d-4cf5-aab5-895fd6be1a69_2017%20-%2011_26-32.pdf
15. Shevchuk, M. V. (2020). *Legal relations concerning the use of budget funds as an object of legal protection* (Doctoral dissertation). Lviv State University of Internal Affairs. https://dspace.lvduvs.edu.ua/bitstream/1234567890/3537/1/shevchuk_d.pdf
16. State Budget of Ukraine for 2025. (2025, January 1). *Law of Ukraine No. 4059-IX*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4059-20
17. State Target Programs Law of Ukraine. (2022, December 13). *Law of Ukraine No. 2849-IX*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1621-15
18. Ministry of Finance of Ukraine. (2025, January 1). *Order on approval of rules for compiling passports of budget programs and reports on their implementation (No. 1098)*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0047-03
19. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2025, March 13). *Resolution on approval of the procedure for drafting, reviewing, approving, and basic requirements for execution of budget estimates (No. 228)*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/228-2002-%D0%BF
20. Ministry of Finance of Ukraine. (2022, December 21). *Order on approval of the instruction for preparing budget requests (No. 450)*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0322-23
21. Ministry of Finance of Ukraine. (2023, August 25). *Order on approval of methodological recommendations for forming budget programs by chief spending units (No. 465)*.

https://mof.gov.ua/storage/files/1_%D0%9D%D0%B0%D0%BA%D0%B0%D0%B7_465_25_08_2023.docx

22. Ministry of Finance of Ukraine. (2024, March 21). *Order on approval of the procedure for compiling budget reporting by budget funds administrators and recipients (No. 44)*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0196-12
23. Mykhailovych, Yu. I., & Zhurenko, A. V. (2016). Methodology and criteria for evaluating the effectiveness of budget oncology programs. *Clinical Oncology*, 3(23). https://www.clinicaloncology.com.ua/article/16908
24. Lisovenko, V., & Kornatska, R. (2014). Budgeting in the healthcare system. *Scientific Bulletin*, (3). https://visnykj.wunu.edu.ua/index.php/visnykj/article/view/599
25. Yaroshchuk, M. V. (2010). Foreign experience in implementing results-based budgeting and evaluating the effectiveness of budget funds use. *Investplan*, (18). http://www.investplan.com.ua/?op=1&z=794&i=27
26. Kotina, H. M., Stepura, M. M., & Hyrenko, Kh. V. (2020). Program-target budgeting and effectiveness of budget programs in Ukraine: Problems and contradictions of implementation. *Economy and State*, (7). https://doi.org/10.32702/2307-2105-2020.7.63
27. Havrylova, L. V. (2018). Budget formation in developed economies. *Investplan*, (16). http://www.investplan.com.ua/pdf/16_2018/11.pdf
28. Public Procurement Law of Ukraine. (2015, December 25). *Law of Ukraine No. 922-VIII*. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/922-19

Методичний апарат дослідження проблем економічного забезпечення збройного захисту України з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника

Methodological Apparatus for Studying the Problems of Economic Support for the Armed Defense of Ukraine, Taking into Account the Military-Economic Capabilities of the Enemy

Віталій Половенко
кандидат військових наук, докторант, e-mail: polovenko469@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1753-395X

Vitalii Polovenko
Candidate of Military Sciences, Doctoral Candidate, e-mail: polovenko469@gmail.com, ORCID: 0000-0002-1753-395X

Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 11, 2025 | Revised: December 28, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.36

Мета роботи. Розроблення та наукове обґрунтування цілісного методичного апарату дослідження проблем економічного забезпечення збройного захисту України, який забезпечує системне оцінювання спроможності держави до тривалого збройного протистояння з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника.

Метод дослідження. Системний, структурно-функціональний та сценарний підходи, які дозволяють комплексно аналізувати взаємодію воєнних, економічних, фінансових, соціальних і оборонних чинників, а також моделювати можливі траєкторії розвитку воєнно-економічної ситуації в Україні в умовах триваючої війни.

Практична цінність дослідження. Полягає у можливості застосування сформованих теоретико-методологічних положень методичного апарату дослідження проблем економічного забезпечення збройного захисту України у процесі державного стратегічного планування, підвищенні ефективності управління воєнно-економічними ресурсами, удосконаленні системи моніторингу ризиків та забезпеченні стійкості держави в умовах воєнних і гібридних викликів.

Майбутні дослідження. Полягають у розробці уніфікованої системи індикаторів воєнно-економічної безпеки, створенні інтегрованих моделей прогнозування з урахуванням реальних даних воєнного часу, а також у поглибленому аналізі впливу цифровізації, енергетичної трансформації та міжнародного військово-економічного партнерства на рівень національної стійкості.

Тип статті. Теоретична.

Ключові слова: воєнна економіка, воєнно-економічна безпека, економічне забезпечення; оцінювання та прогнозування, безпекове середовище, національна безпека, збройний захист, аналіз ризиків, оборонні ресурси, методологічний апарат, глобальна система міжнародних відносин, стратегічне планування, оборонна політика.

Purpose. Development and scientific substantiation of a holistic methodological apparatus for studying the problems of economic support for the armed defense of Ukraine, which provides a systematic assessment of the state's capacity for prolonged armed confrontation, taking into account the military-economic capabilities of the enemy.

Method. Systemic, structural-functional and scenario approaches that allow for a comprehensive analysis of the interaction of military, economic, financial, social and defense factors, as well as modeling possible trajectories of the development of the military-economic situation in Ukraine in the context of an ongoing war.

Practical implications. Consists in the possibility of applying the established theoretical and methodological provisions of the methodological apparatus for studying the problems of economic support for the armed defense of Ukraine in the process of state strategic planning, increasing the efficiency of military-economic resource management, improving the risk monitoring system, and ensuring the stability of the state in the face of military and hybrid challenges.

Future research. Consist in developing a unified system of indicators of military-economic security, creating integrated forecasting models taking into account real wartime data, as well as in an in-depth analysis of the impact of digitalization, energy transformation, and international military-economic partnership on the level of national resilience

Paper type. Theoretical.

Key words: Military Economy, Military-Economic Security, Economic Support, Assessment and Forecasting, Security Environment, National Security, Armed Protection, Risk Analysis, Defense Resources, Methodological Apparatus; Global System of International Relations, Strategic Planning, Defense Policy.

Вступ

Проблематика економічного забезпечення збройного захисту держави в сучасних умовах набула принципово нового змісту та ваги, що зумовлено докорінними змінами характеру воєн, безпекового середовища та глобальної системи міжнародних відносин. Триваюча російсько-українська війна, яка з 2014 року поступово трансформувалася у повномасштабну війну високої інтенсивності, стала для України не лише воєнним, а й глибоким економічним, соціальним і цивілізаційним випробуванням. Саме за цих умов питання економічного

забезпечення збройного захисту перестало бути допоміжним або суто технічним елементом оборонного планування та перетворилося на один із ключових чинників національного виживання, державної стійкості та здатності до тривалого протистояння значно ресурсно потужнішому противнику.

Негативний досвід України у перші роки російської агресії, а також під час повномасштабного вторгнення наочно продемонстрував, що відсутність цілісного, методологічно обґрунтованого підходу до дослідження й прогнозування економічного забезпечення збройного захисту з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника створює критичні вразливості в системі оборони держави. Недооцінка ресурсного потенціалу агресора, його здатності до довготривалого відновлення втрат, адаптації оборонно-промислового комплексу до умов санкційного тиску, а також мобілізаційних можливостей економіки призводить до помилок у стратегічному плануванні, нераціонального використання власних ресурсів і зростання залежності від зовнішньої допомоги.

У ході російсько-української війни Україна фактично на практиці зіткнулася з проблемою, яка в теоретичному та методичному вимірі тривалий час залишалася фрагментарно дослідженою, а саме — необхідністю системного зіставлення власних економічних можливостей із воєнно-економічним потенціалом противника в динаміці тривалого збройного протистояння. Війна засвідчила, що перевага в кількісних показниках озброєння або фінансових ресурсах не є єдиним визначальним чинником. Водночас саме економічна спроможність підтримувати воєнні дії у часі, відновлювати втрати, розширювати виробництво, забезпечувати технологічну адаптацію та інтегрувати міжнародні ресурси стає базою формування стратегічної переваги [1–6].

Водночас в Україні й досі відчувається дефіцит єдиного методичного апарату, який дозволяв би комплексно досліджувати проблеми економічного забезпечення збройного захисту з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника, а також взаємозв'язку військових, економічних, промислових, фінансових, мобілізаційних і зовнішньополітичних чинників. Наявні наукові напрацювання переважно зосереджені або на окремих аспектах військової економіки, або на аналізі оборонних витрат, або на проблемах функціонування оборонно-промислового комплексу, що не забезпечує формування цілісного інструментарію для стратегічного аналізу й прогнозування в умовах реальної війни з противником, який має значно більший ресурсний потенціал.

Актуальність даного дослідження посилюється також тим, що сучасне безпекове середовище характеризується високим рівнем воєнно-політичної нестабільності та зростанням кількості збройних конфліктів різної інтенсивності. Війни на Близькому Сході, у Східній Європі, загострення ситуації в Індо-Тихоокеанському регіоні, мілітаризація міжнародних відносин і деградація механізмів колективної безпеки свідчать про те, що економічний вимір війни стає одним із ключових інструментів досягнення воєнно-політичних цілей. У цих умовах держави дедалі частіше розглядають економіку не лише як джерело фінансування оборони, а як самостійний простір воєнного протиборства, у якому санкції, логістика, промислові ланцюги, технології та енергетичні ресурси відіграють не меншу роль, ніж збройні сили на полі бою [2–6].

Показовим є те, що провідні держави світу та країни зі складним безпековим оточенням визначають воєнно-економічний аналіз як один із пріоритетів своїх стратегічних документів і практики міжнародних відносин. США, держави НАТО, Ізраїль, Південна Корея, Японія, а також країни Центрально-Східної Європи системно оцінюють економічні можливості потенційних противників, їхню здатність до мобілізації ресурсів, стійкість економік у кризових умовах і потенціал довготривалого ведення війни. Для цих держав методичний апарат воєнно-економічного аналізу є невід'ємною складовою стратегічного планування, оборонної політики та формування союзницьких відносин.

Для України, яка має протяжний кордон із державою-агресором, історично сформований конфліктний характер відносин і перебуває в умовах тривалої війни, необхідність розвитку методичного апарату дослідження економічного забезпечення збройного захисту з урахуванням можливостей противника є об'єктивною та безальтернативною. Ігнорування ресурсного виміру противника або його спрощене трактування формує хибні уявлення про перспективи війни, викривляє оцінки стратегічної стійкості та може призвести до прийняття рішень, що не відповідають реальним можливостям держави.

Особливої актуальності дослідження набуває в умовах затяжної війни на виснаження, коли ключовим чинником стає не лише здатність перемагати в окремих операціях, а й спроможність держави забезпечувати безперервність збройного захисту в довгостроковій перспективі, адаптувати економіку до воєнного режиму функціонування, поєднувати внутрішні ресурси з міжнародною допомогою та водночас ураховувати воєнно-економічні обмеження і потенціал противника. Саме тому формування науково обґрунтованого методичного апарату, який дозволяє здійснювати системний аналіз, оцінювання й прогнозування економічного забезпечення збройного захисту України у співвідношенні з можливостями агресора, є не лише науковим завданням, а й практичною необхідністю державного рівня [1–9].

Таким чином, актуальність дослідження зумовлена поєднанням реального воєнного досвіду України, глобальної нестабільності безпекового середовища, зростання ролі економічних чинників у сучасних війнах і наявністю науково-методичних прогалин у сфері воєнно-економічного аналізу. Удосконалення методичного апарату дослідження проблем економічного забезпечення збройного захисту з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника є життєво необхідним для підвищення обороноздатності України, забезпечення її стратегічної стійкості та формування науково обґрунтованої державної політики.

Теоретичні основи дослідження

З метою визначення ступеня наукової розробленості проблематики воєнно-економічного забезпечення національної оборони, а також виявлення ключових підходів, результатів і наявних наукових прогалин у межах дослідження проведено комплексний аналіз вітчизняних і зарубіжних наукових праць, нормативно-правових документів та аналітичних матеріалів. Особливу увагу приділено роботам, у яких розглядаються питання економічного забезпечення обороноздатності держави, воєнно-економічного потенціалу, оборонного планування й оцінювання ресурсних можливостей сторін збройного протистояння.

Аналіз літератури здійснювався з урахуванням сучасних умов триваючої російсько-української війни та загострення воєнно-політичної обстановки у світі, що зумовлює необхідність переходу від ізольованого аналізу власних економічних можливостей до системного врахування воєнно-економічних спроможностей і стратегічної поведінки потенційного противника. У цьому контексті досліджувалися як класичні підходи воєнно-економічної науки, так і сучасні концепції, орієнтовані на асиметричне протистояння, війну на виснаження та багатовимірну конкуренцію ресурсів [1–19].

Результати проведеного аналізу узагальнено та систематизовано в табл. 1, у якій відображено основних авторів досліджень, напрями їхніх наукових пошуків, ключові результати, а також визначено недостатньо досліджені аспекти проблеми воєнно-економічного забезпечення національної оборони з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника. Такий підхід дозволяє не лише оцінити сучасний стан наукової розробленості теми, а й обґрунтувати необхідність подальших досліджень, спрямованих на формування цілісного методичного апарату аналізу та управління економічною складовою збройного захисту держави.

Таблиця 1 – Результати аналізу літератури за темою воєнно-економічного забезпечення національної оборони з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника

Автор та джерело	Назва роботи та напрям дослідження	Основні результати	Недосліджені питання та прогалини
Військовий інститут телекомунікацій та інформа-тизації (Україна)	Щодо оцінювання воєнно-економічної безпеки України в умовах сучасних воєнних конфліктів (2025)	Розроблено ієрархію показників, що формують воєнно-економічну безпеку; підкреслено важливість стабільності ОПК і адаптації економіки у воєнний час; запропоновано якісні критерії оцінювання стану ВЕБ.	Відсутні конкретні модельні підходи до прогнозування мобілізації ресурсів у тривалих війнах; не інтегровано унікальні дані по ресурсному потенціалу агресора.
Національний університет оборони України	Аналіз та оцінка впливу воєнно-економічних факторів на стан оборони (2021)	Проведено оцінку взаємозв'язку економічних факторів із розвитком ЗС України; виокремлено ключові економічні чинники, що впливають на оборонне планування.	Обмежена кількість даних про можливості противника та їхнє врахування у моделі; слабка інтеграція міжнародних практик.
Derhaliuk & Zhytomyr Polytechnic Univ.	Економічні аспекти військово-технічного співробітництва України (2024)	Проаналізовано ВТС: вплив на національну безпеку, розвиток ОПК у воєнний та поствоєнний періоди.	Не розглянуто питання ресурсної протидії потенційним агресорам із урахуванням їх економічної спроможності.
Cambridge / Defence Economics (загальна література)	Defence Economics – академічний підхід до економіки оборони	Описує основи економіки оборони, включно з витратами, ефективністю, питанням "guns vs butter" та загальним моделюван-ням оборонних витрат.	Проблематика переважно загального характеру; бракує адаптації цієї теорії до умов затяжних воєн з асиметричним агресором.
Journal Defence and Peace Economics	Тематичний журнал з економіки війни та миру	Публікує дослідження про конфлікти, економіку війни, витрати на оборону, вплив на мир тощо.	Більшість матеріалів спрямовані на загальну економіку оборони; бракує прикладних досліджень саме воєнно-економічної оцінки суперників.
NBER — Issues in Defense Economics	Колекція фундаментальних праць із Defense Economics	Систематизує класичні та сучасні підходи, включно з виробничими функціями, вибором між стримуванням і обороною, контрактною економікою.	Недостатньо прикладних моделей для оцінки економічної спроможності конкретних держав під час тривалих війн.
Jurgen Brauer (UK)	Авторитетний дослідник	Дослідження військових витрат, виробництва озброєнь, торгівлі зброєю, економічної цінності миру.	Обмежений фокус на великих світових економіках; не адаптовано під специфіку України.
Внутрішні українські статті з економіки оборони (різні автори)	Дослідження взаємозв'язку оборонних витрат і економіки України	Аналіз впливу витрат на оборону на національну економіку України та окремих країн.	Часто дослідження концентрується на макроекономіці, а не на інтегрованій оцінці воєнно-економічних можливостей власної держави та агресора одночасно.

Аналіз українських та іноземних досліджень показує, що:

у [1] — роботі, виконаній науковцями Військового інституту телекомунікацій та інформатизації, — представлено одну з небагатьох сучасних спроб системного формування системи показників для оцінювання воєнно-економічної безпеки України з урахуванням умов сучасних конфліктів. Основна ідея полягає в тому, що оцінювання має включати не лише внутрішні економічні чинники, а й здатність адаптувати оборонно-промисловий комплекс, формувати стратегічні резерви та забезпечувати мобілізацію ресурсів. У роботі створено ієрархічну схему показників воєнно-економічної безпеки, яка може слугувати основою для кількісної оцінки. Водночас не інтегровано фактичної оцінки можливостей агресора та не запропоновано моделей порівняльного аналізу економічних можливостей сторін протистояння;

у [2] — праці, присвяченій вивченню впливу внутрішніх економічних чинників на розвиток Збройних Сил України, — ідентифіковано ключові фактори, що позитивно або негативно впливають на обороноздатність держави. Разом із тим обмежена кількість прогнозних моделей в умовах невизначеності та недостатній акцент на порівнянні з ресурсними можливостями потенційного противника;

у [3] досліджено роль військово-технічного співробітництва у підтримці оборонно-промислового комплексу та забезпеченні національної безпеки України. Основними результатами є окреслення можливостей і обмежень військово-технічного співробітництва для української оборони, однак у роботі відсутній глибокий економічний аналіз механізмів зіставлення власних ресурсів із можливостями противника;

у [4] проаналізовано економіку війни й оборони, зокрема структуру та ефективність оборонних витрат, проблематику трансформації ресурсів і класичні концепції типу *guns versus butter*, економіки альянсів тощо. Робота пропонує фундаментальні теоретичні підходи до обґрунтування оборонних витрат, проте має переважно узагальнений характер і не містить прикладних методик оцінювання ресурсних можливостей суперників у тривалому збройному конфлікті;

у [5] систематизовано фундаментальні розробки з економіки оборони, що охоплюють теоретичні аспекти військової організації, контрактування, стратегічних виборів та класичних економічних підходів до оборони. Водночас запропоновані моделі складних тривалих воєн не завжди адаптовані до умов сучасних конфліктів із суттєвими геополітичними та ресурсними асиметріями.

Серед найбільш відомих міжнародних дослідників у галузі *Defence and Peace Economics* у [6] сформульовано підходи до оцінювання економічних аспектів озброєння, миру та оборонних витрат, а також розроблено методики визначення економічної цінності миру. Разом із тим у цих роботах обмежено представлено емпіричні кейси сучасних конфліктів, особливо затяжних війн із асиметричними можливостями сторін.

Загалом аналіз літератури свідчить, що наукова спільнота має значний масив досліджень — як в Україні, так і за кордоном — з питань оборонної економіки, економіки війни, воєнно-економічної безпеки та економічного забезпечення оборони. Українські наукові напрацювання, зокрема новітні дослідження з оцінювання воєнно-економічної безпеки України, формують підґрунтя для аналізу внутрішніх показників і чинників забезпечення оборони у війні з рф. Водночас суттєвою методологічною прогалиною залишається те, що:

- відсутні достатньо розвинені моделі, які інтегрують економічні можливості України та її противника в єдину воєнно-економічну модель прогнозування;
- міжнародна теорія оборонної економіки, попри її концептуальну цінність, є надто загальною для безпосередньої адаптації до умов тривалої повномасштабної війни з істотною асиметрією ресурсів;
- більшість робіт зосереджуються або на внутрішніх економічних механізмах, або на агрегованих оборонних витратах, тоді як комплексні методики порівняльної оцінки

ресурсних можливостей сторін конфлікту залишаються недостатньо розробленими.

Для України в сучасних умовах це означає, що розроблення методичного апарату, який дозволяв би не лише оцінювати власні економічні можливості, а й системно інтегрувати та порівнювати їх із воєнно-економічними можливостями агресора, є життєво необхідним науковим і практичним завданням. Такий апарат має стати інструментом стратегічного планування національної безпеки, зокрема для:

- обґрунтування оптимального розподілу ресурсів;
- сценарного аналізу тривалості війни;
- планування мобілізаційних стратегій та забезпечення економічної стійкості у воєнний час.

В умовах затяжної конфронтації Україна не може обмежуватися лише внутрішніми показниками оборонного забезпечення. Вона потребує методичного інструментарію, що враховує як ресурсну потужність потенційного противника, так і динаміку міжнародних економічних реакцій та санкційного тиску. Таке дослідження не лише заповнює наявні наукові прогалини, а й має безпосереднє практичне значення для підвищення обороноздатності та економічної стійкості України в умовах війни.

Постановка проблеми

Основною метою статті є розроблення та наукове обґрунтування цілісного методичного апарату дослідження проблем економічного забезпечення збройного захисту України, який забезпечує системне оцінювання спроможності держави до тривалого збройного протистояння з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника, дозволяє виявляти критичні дисбаланси між потребами оборони та наявними ресурсами, формувати ризик-орієнтовані сценарії їх подолання та обґрунтовувати стратегічні управлінські рішення в умовах повномасштабної війни, високої невизначеності й асиметрії ресурсів.

Результати

З метою наочного відображення логіки дослідження, послідовності застосування методів та їх взаємозв’язку в межах єдиної системи наукового пізнання у статті сформовано структурно-логічну схему методичного апарату дослідження проблем економічного забезпечення збройного захисту України з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника (рис. 2). Запропонований методичний апарат ґрунтується на поетапному переході від вибору та обґрунтування системи показників до аналізу проблем, формування альтернативних сценаріїв їх розв’язання та розроблення узгодженої стратегії економічного забезпечення збройного захисту держави.

Системний і розгорнутий опис методичного апарату дослідження проблем економічного забезпечення збройного захисту України з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника, який відображає внутрішню логіку дослідження, взаємозалежність окремих методів, їх інформаційне наповнення та результати застосування, наведено на рис. 2. Запропонована схема дозволяє простежити трансформацію вихідної інформації в аналітичні, сценарні та стратегічні результати, а також підкреслює комплексний характер методичного підходу, спрямованого на обґрунтування управлінських рішень у сфері економічного забезпечення оборони в умовах війни та високої геополітичної нестабільності.

Методичний апарат (рис. 2) побудовано як багатоетапну аналітико-прогностичну систему, що забезпечує послідовний перехід від формалізації показників і виявлення розбіжностей через ідентифікацію проблем і ризиків до сценарного моделювання стратегічного вибору та формування практичних рекомендацій для прийняття управлінських рішень.

Кожен етап є функціонально завершеним, водночас логічно пов’язаним із попереднім і наступним, що забезпечує цілісність запропонованого методичного підходу.

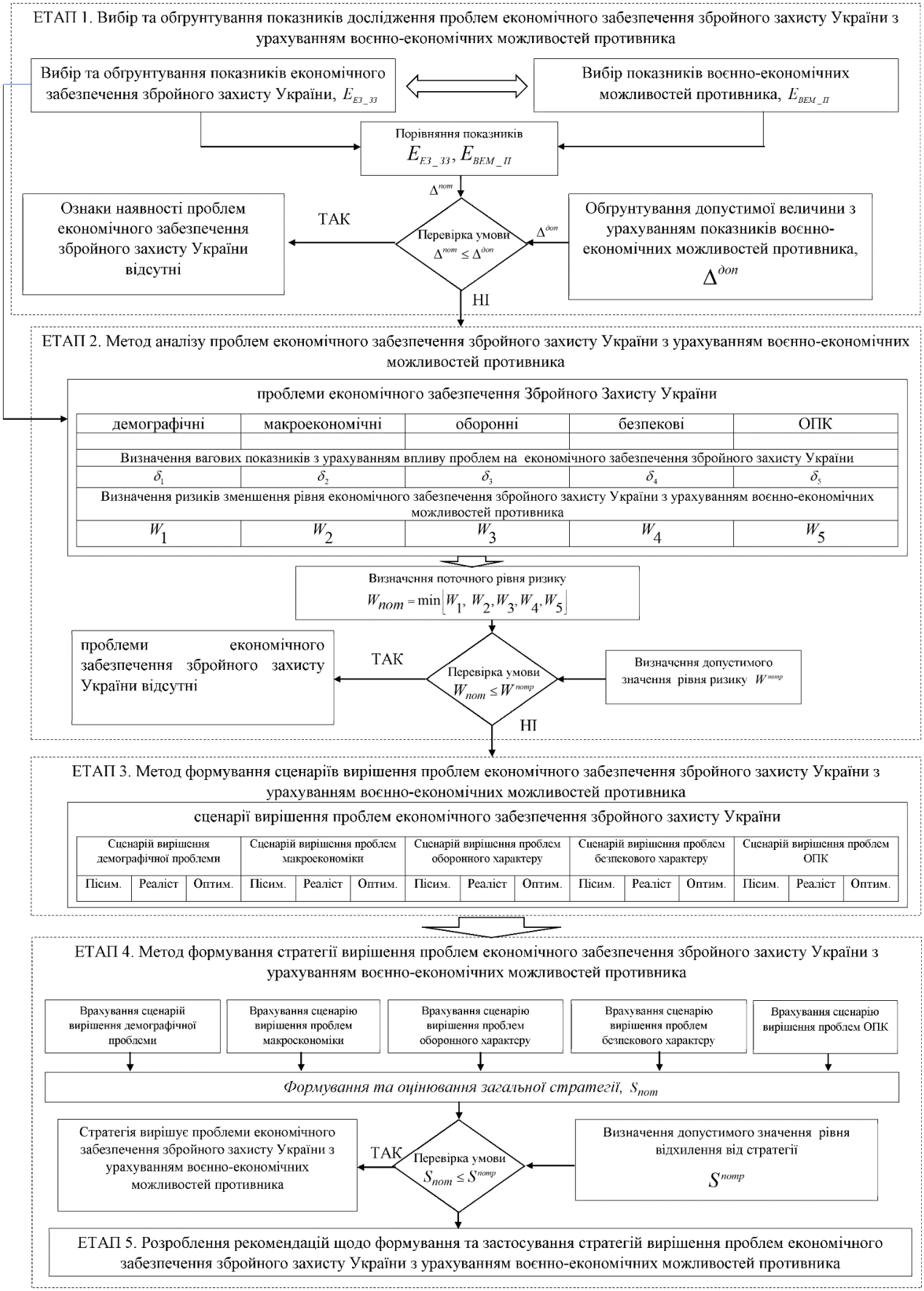


Рисунок 1 – Методичний апарат дослідження проблем економічного забезпечення збройного захисту України з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника

Перший етап – вибір та обґрунтування показників економічного забезпечення збройного захисту України та воєнно-економічних можливостей противника.

Перший етап спрямований на формування інформаційно-показникової основи дослідження, яка забезпечує коректне зіставлення спроможностей України та противника у воєнно-економічній площині. Саме на цьому етапі закладаються об'єктивність і відтворюваність подальших оцінок.

Основними процедурами етапу є:

- вибір і систематизація показників економічного забезпечення збройного захисту України, зокрема: обсяги та структура оборонних витрат; мобілізаційні економічні можливості; стійкість бюджетного й фінансового забезпечення; спроможності оборонно-промислового комплексу; ресурсна, технологічна та кадрова забезпеченість;
- формування системи показників воєнно-економічних можливостей противника, що відображають масштаби воєнного виробництва, фінансово-економічну базу ведення війни, рівень адаптації економіки до тривалого збройного протистояння, а також доступ до ресурсів, технологій і зовнішньої підтримки;
- порівняльний аналіз відповідних показників економічного забезпечення збройного захисту України та воєнно-економічних можливостей противника;
- оцінювання розбіжностей між показниками, зокрема поточної та допустимої розбіжності між фактичними й прогнозованими значеннями з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника та їх зіставлення з граничними (критичними) значеннями;
- виявлення ознак небезпечних диспропорцій, здатних негативно впливати на стійкість економічного забезпечення збройного захисту держави.

Цей етап є базовим для переходу до другого етапу, оскільки зафіксовані розбіжності виступають тригерами поглибленого аналізу проблем.

До основних практичних результатів етапу належать: сформована система релевантних показників дослідження; виявлені ключові економічні та воєнно-економічні диспропорції; визначені напрями потенційних проблем економічного забезпечення; ухвалене рішення щодо доцільності переходу до детального аналізу проблем і ризиків.

Другий етап — це етап застосування методу аналізу проблем економічного забезпечення збройного захисту України з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника. Його метою є структуризація та кількісно-якісна оцінка проблем, що формують ризики зниження рівня економічного забезпечення збройного захисту України в умовах протидії противнику з визначеними воєнно-економічними можливостями.

У межах цього етапу здійснюються такі процедури:

- групування проблем економічного забезпечення за п'ятьма ключовими блоками: демографічні; воєнні (оборонні); макроекономічні; безпекові (воєнно-політичні); проблеми оборонно-промислового комплексу;
- оцінювання впливу кожної групи проблем на загальний рівень економічного забезпечення $W_{\text{пот}} = min[W_1,\ W_2,\ W_3,\ W_4,\ W_5]$;
- визначення вагових коефіцієнтів груп проблем (δ_{i}) з урахуванням масштабу їх впливу, системності та здатності до кумулятивного ефекту;
- ідентифікація та оцінювання ризиків W_{i}, що виникають унаслідок наявних проблем;
- формування інтегральної оцінки ризиків на основі адитивних згорток;
- ранжування проблем за рівнем критичності для держави шляхом порівняння поточних значень $W_{\text{пот}} \leq W^{\text{потр}}$ показників з наявними на момент оцінювання потребами за кожним проблемним напрямом та за інтегральною оцінкою в цілому.

До основних практичних результатів цього етапу належать: визначений перелік ключових проблем економічного забезпечення; встановлені рівні ризиків їх впливу;

сформована інтегральна оцінка поточного стану ризиків для держави; ідентифіковані найбільш критичні напрями втручання.

Результати другого етапу безпосередньо використовуються як вхідні дані для сценарного моделювання на третьому етапі.

Третій етап методичного апарату базується на застосуванні методу формування сценаріїв вирішення проблем економічного забезпечення збройного захисту України. Цей етап спрямований на прогнозування можливих траєкторій розвитку ситуації та перевірку чутливості системи економічного забезпечення збройного захисту до змін зовнішніх і внутрішніх умов.

До основних процедур цього етапу належать:

- формування сценаріїв вирішення проблем за п’ятьма визначеними напрямами проблематики; для кожного напряму розглядаються три варіанти розвитку подій: песимістичний, зважений (реалістичний) та оптимістичний;
- оцінювання впливу кожного сценарію на рівень ризиків, стійкість економічного забезпечення та здатність держави протистояти воєнно-економічному тиску противника;
- визначення меж допустимих і критичних станів системи.

Основними практичними результатами цього етапу є: сформована система сценаріїв розвитку ситуації; визначені найбільш імовірні та найбільш небезпечні траєкторії; отримані прогнозні оцінки змін рівня ризиків.

Сценарні результати створюють підґрунтя для усвідомленого стратегічного вибору на четвертому етапі.

Четвертий етап передбачає застосування методу формування та оцінювання стратегій вирішення проблем економічного забезпечення. Метою цього етапу є розроблення й оцінювання стратегій, здатних знизити рівень ризиків та забезпечити відповідність економічного забезпечення збройного захисту визначеним вимогам.

До основних процедур етапу належать:

- формування стратегій за кожним із п’яти проблемних напрямів;
- оцінювання ефективності стратегій з урахуванням сценарних умов, інтегральних ризиків і вимог до рівня економічного забезпечення;
- здійснення згортки часткових стратегій у загальний інтегральний показник;
- порівняння отриманих значень із цільовими та допустимими параметрами з метою визначення ступеня розв’язання проблем за кожним напрямом і в цілому.

Основними практичними результатами цього етапу є: визначення здатності стратегій забезпечити досягнення необхідного рівня економічного забезпечення; виявлення сильних і слабких сторін стратегічних рішень; формування підґрунтя для прийняття управлінських рішень.

П’ятий, завершальний етап передбачає безпосереднє розроблення рекомендацій щодо формування та реалізації стратегій на основі проведених розрахунків. Його метою є трансформація аналітичних і стратегічних результатів у практичні рекомендації для органів державного управління та сектору безпеки і оборони.

Основними процедурами цього етапу є:

- інтерпретація результатів оцінювання стратегій;
- формування рекомендацій залежно від варіантів отриманих оцінок, зокрема: у разі ефективної стратегії — рекомендації щодо масштабування та інституціоналізації; у разі часткової ефективності — рекомендації щодо коригування окремих напрямів; у разі неефективності — рекомендації щодо перегляду підходів і сценаріїв.

Структура можливих рекомендацій охоплює такі аспекти: стратегічні (на рівні державної політики), організаційно-управлінські, фінансово-економічні, оборонно-

промислові, інституційні та нормативні.

Очікуваним практичним результатом цього етапу є формування науково обґрунтованих рекомендацій та створення основи для ухвалення рішень щодо адаптації економічного забезпечення збройного захисту України в умовах воєнно-економічного протиборства.

Запропонований методичний апарат дослідження проблем економічного забезпечення збройного захисту України з урахуванням воєнно-економічних можливостей противника є комплексним, системним і адаптивним інструментом, здатним забезпечити ефективне управління економічними ресурсами держави як у воєнних умовах, так і в період переходу до нестабільного, відносно мирного стану.

Його застосування дозволяє державі:

- оцінювати реальний стан економічного забезпечення збройного захисту на основі порівняння з воєнно-економічними можливостями противника, виявляти критичні диспропорції та визначати пріоритетні напрями втручання;
- системно і структуровано виявляти проблеми та ризики в демографічній, оборонній, макроекономічній, безпековій та оборонно-промисловій сферах, забезпечуючи концентрацію ресурсів на критично важливих напрямах;
- прогнозувати розвиток ситуації та моделювати альтернативні сценарії, що дозволяє оперативно реагувати на зміни зовнішньої й внутрішньої обстановки;
- формувати й оцінювати стратегічні рішення, підвищувати ефективність економічного забезпечення збройного захисту та здійснювати коригування стратегій у режимі реального часу;
- надавати практичні рекомендації органам державного управління та сектору безпеки і оборони на основі комплексного аналізу, оцінювання ризиків і сценарного прогнозування.

У перспективі переходу до нестійкого миру в умовах збереження воєнно-політичної напруженості навколо України методичний апарат забезпечує:

- системну готовність держави до адаптації в умовах економічної та політичної нестабільності;
- прогностичну основу для стратегічного планування з інтеграцією інформації про зовнішні загрози та внутрішні економічні обмеження;
- об’єктивний механізм прийняття рішень, що знижує ймовірність критичних економічних та оборонних помилок у період післявоєнної трансформації;
- гнучку систему коригування стратегій, здатну оперативно реагувати на зміни міжнародного й внутрішнього середовища.

Таким чином, запропонований методичний апарат є не лише інструментом поточного управління ресурсами в умовах війни, а й фундаментом довгострокового стратегічного планування в умовах нестабільності та потенційних кризових ситуацій у післявоєнний період. Його застосування забезпечує ефективність, адаптивність і прогнозованість економічного забезпечення збройного захисту України незалежно від зовнішніх загроз і внутрішніх трансформацій.

Висновки

У результаті проведеного дослідження обґрунтовано, що проблематика економічного забезпечення збройного захисту держави в умовах повномасштабної війни набуває визначального значення та не може розглядатися ізольовано від воєнно-економічних можливостей противника. Доведено, що оцінювання виключно власних ресурсів без урахування потенціалу й стратегічних намірів держави-агресора формує хибні уявлення про рівень оборонної достатності та призводить до неефективного розподілу обмежених ресурсів.

Запропонований методичний апарат дослідження проблем економічного забезпечення збройного захисту України дозволяє здійснювати системний, формалізований і багатовимірний аналіз стану економічної складової оборони. Його ключовою перевагою є інтеграція показників власного економічного потенціалу з показниками воєнно-економічних можливостей противника, що забезпечує перехід від абсолютних оцінок до відносної, конкурентної моделі аналізу.

Встановлено, що застосування методу вибору та обґрунтування показників дає змогу виявляти критичні дисбаланси між потребами збройного захисту та реальними економічними можливостями держави в умовах війни. Це створює передумови для своєчасної ідентифікації проблем економічного забезпечення та формування науково обґрунтованих управлінських рішень щодо їх подолання.

Метод аналізу проблем економічного забезпечення з урахуванням демографічних, макроекономічних, оборонних і безпекових чинників, а також стану оборонно-промислового комплексу, дозволив сформувати ризик-орієнтований підхід до оцінювання економічної спроможності збройного захисту України. Доведено доцільність використання інтегрального показника рівня ризику як інструменту стратегічного моніторингу та обґрунтування управлінських рішень у сфері національної безпеки й оборони.

Обґрунтовано, що сценарний підхід до вирішення проблем економічного забезпечення збройного захисту є необхідною умовою функціонування держави в ситуації високої невизначеності та динамічної воєнно-політичної обстановки. Формування альтернативних сценаріїв дозволяє оцінювати наслідки різних варіантів розвитку подій і забезпечує адаптивність системи оборонного планування до змін воєнно-економічної поведінки противника.

Метод формування стратегії вирішення проблем економічного забезпечення збройного захисту України забезпечує узгодження аналітичних і сценарних результатів у межах єдиної інтегрованої системи стратегічних рішень. Доведено, що така стратегія має ґрунтуватися на принципах гнучкості, довгострокової стійкості та постійного коригування з урахуванням допустимих відхилень від цільових параметрів.

У цілому встановлено, що запропонований методичний апарат може розглядатися як ефективний інструмент науково-аналітичного забезпечення державної політики у сфері економічного забезпечення збройного захисту України, особливо в умовах війни на виснаження та асиметричного протистояння з ресурсно потужнішим противником.

До найбільш актуальних напрямів подальших досліджень за тематикою статті доцільно віднести:

- розроблення математично формалізованих моделей оцінювання воєнно-економічних можливостей противника з урахуванням обмеженого доступу до повної та достовірної інформації в умовах війни;
- удосконалення методів кількісного оцінювання ризиків економічного забезпечення збройного захисту України з використанням імовірнісних та сценарно-імовірнісних підходів;
- дослідження впливу міжнародної військово-економічної допомоги на зміну співвідношення воєнно-економічних можливостей сторін конфлікту та її інтеграцію в загальну систему економічного забезпечення оборони;
- аналіз довгострокових наслідків війни для демографічного й промислового потенціалу України з урахуванням потреб збройного захисту в післявоєнний період;
- розроблення прикладних методик адаптації запропонованого методичного апарату до завдань стратегічного, оборонного та бюджетного планування на різних рівнях державного управління.

Матеріали та результати дослідження є необхідними й практично корисними для:

- фахівців органів військового управління (Генерального штабу Збройних Сил України, командувань видів і родів військ) при обґрунтуванні потреб збройного захисту;
- спеціалістів Міністерства оборони України та Ради національної безпеки і оборони України, відповідальних за формування оборонної та воєнно-економічної політики;
- аналітиків оборонно-промислового комплексу України, залучених до планування виробничих спроможностей і кооперації з міжнародними партнерами;
- економістів і стратегів органів виконавчої влади, що здійснюють бюджетне та середньострокове планування в умовах війни;
- наукових працівників і здобувачів вищої освіти у сфері національної безпеки, оборонної економіки та воєнного управління.

Загалом результати статті можуть бути використані як методологічна основа для підвищення стійкості економічного забезпечення збройного захисту України в умовах триваючої війни та високої геополітичної нестабільності.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Про національну безпеку України : Закон України // *Відомості Верховної Ради України*. – 2018. – № 31. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19
2. Стратегія національної безпеки України : Указ Президента України № 392/2020 від 14.09.2020 р. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392/2020
3. Воєнна доктрина України : Указ Президента України № 555/2015 (зі змінами). URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555/2015
4. Стратегія воєнної безпеки України : Указ Президента України № 121/2021 від 25.03.2021 р. URL : https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/121/2021
5. Горбулін В. П. *Світова гібридна війна: український фронт*. – Київ : НІСД, 2017. – 496 с.
6. Горбулін В. П., Бадрак В. М. Оборонна економіка України: виклики та шляхи розвитку // *Стратегічні пріоритети*. – 2021. – № 3(59). – С. 5–18.
7. Ліпкан В. А. *Національна безпека України* : навч. посіб. – Київ : КНТ, 2020. – 576 с.
8. NATO. *Defence Expenditure of NATO Countries (2014–2024)*. – Brussels : NATO Headquarters, 2024. URL : https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_49198.htm
9. SIPRI. *Yearbook 2024: Armaments, Disarmament and International Security*. – Stockholm : SIPRI, 2024. URL : https://www.sipri.org/yearbook/2024
10. Hartley K. *The Economics of Defence Policy*. – London : Routledge, 2018. – 356 p.
11. Smith R. *Military Economics: The Interaction of Power and Money*. – London : Palgrave Macmillan, 2017. – 412 p.
12. NATO. *Resilience and Economic Security in Modern Warfare*. – Brussels : NATO, 2022.
13. Mankoff J. *Russian Military Power: Building a Military to Support Great Power Aspirations*. – Washington, DC : CSIS, 2023.
14. Connable B., Libicki M. *How Insurgencies End*. – Santa Monica : RAND Corporation, 2018. URL : https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR286.html
15. Freedman L. *Strategy: A History*. – Oxford : Oxford University Press, 2015.
16. World Bank. *The Economic Impacts of Conflict and Fragility*. – Washington, DC : World Bank Group, 2022. URL : https://www.worldbank.org/en/topic/fragilityconflictviolence

17. IMF. *Fiscal Policies for Defense and Security in Times of War*. – Washington, DC : IMF, 2023. URL : https://www.imf.org/en/Publications
18. European Defence Agency. *Defence Data Report 2023*. – Brussels : EDA, 2023. URL : https://eda.europa.eu/publications-and-data/defence-data
19. Schelling T. *Arms and Influence*. – New Haven : Yale University Press, 2008.

References

1. Verkhovna Rada of Ukraine. (2018). *Law of Ukraine "On National Security of Ukraine"* [Zakon Ukrainy "Pro natsionalnu bezpeku Ukrainy"]. *Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy*, (31). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19 (accessed: 05.11.2025)
2. President of Ukraine. (2020). *National Security Strategy of Ukraine* [Stratehiia natsionalnoi bezpeky Ukrainy] (Decree No. 392/2020, September 14, 2020). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/392/2020 (accessed: 05.11.2025)
3. President of Ukraine. (2015). *Military Doctrine of Ukraine* [Voienna doktryna Ukrainy] (Decree No. 555/2015, as amended). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555/2015 (accessed: 05.11.2025)
4. President of Ukraine. (2021). *Military Security Strategy of Ukraine* [Stratehiia voiennoi bezpeky Ukrainy] (Decree No. 121/2021, March 25, 2021). https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/121/2021 (accessed: 05.11.2025)
5. Horbulin, V. P. (2017). *World hybrid war: The Ukrainian front* [Svitova hibrydna viina: Ukrainskyi front]. Kyiv: National Institute for Strategic Studies.
6. Horbulin, V. P., & Badrak, V. M. (2021). Defense economy of Ukraine: Challenges and development paths [Oboronna ekonomika Ukrainy: vyklyky ta shliakhy rozvytku]. *Strategic Priorities*, 3(59), 5–18.
7. Lipkan, V. A. (2020). *National security of Ukraine* [Natsionalna bezpeka Ukrainy]. Kyiv: KNT.
8. NATO. (2024). *Defence expenditure of NATO countries (2014–2024)*. https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_49198.htm (accessed: 05.11.2025)
9. Stockholm International Peace Research Institute. (2024). *SIPRI yearbook 2024: Armaments, disarmament and international security*. https://www.sipri.org/yearbook/2024 (accessed: 05.11.2025)
10. Hartley, K. (2018). *The economics of defence policy*. London: Routledge.
11. Smith, R. (2017). *Military economics: The interaction of power and money*. L*Social Sciences* e Macmillan.
12. NATO. (2022). *Resilience and economic security in modern warfare*. https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_219749.htm (accessed: 05.11.2025)
13. Mankoff, J. (2023). *Russian military power: Building a military to support great power aspirations*. Washington, DC: Center for Strategic and International Studies. https://www.csis.org/analysis/russian-military-power-2023 (accessed: 05.11.2025)
14. Connable, B., & Libicki, M. (2018). *How insurgencies end*. Santa Monica, CA: RAND Corporation. https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR286.html (accessed: 05.11.2025)
15. Freedman, L. (2015). *Strategy: A history*. Oxford: Oxford University Press.
16. World Bank. (2022). *The economic impacts of conflict and fragility*. https://www.worldbank.org/en/topic/fragilityconflictviolence (accessed: 05.11.2025)
17. International Monetary Fund. (2023). *Fiscal policies for defense and security in times of war*. https://www.imf.org/en/Publications (accessed: 05.11.2025)
18. European Defence Agency. (2023). *Defence data report 2023*. https://eda.europa.eu/publications-and-data/defence-data (accessed: 05.11.2025)
19. Schelling, T. C. (2008). *Arms and influence*. New Haven, CT: Yale University Press.

Чинники та детермінанти стійкості ресурсного забезпечення: державне моніторингове середовище та індикатори безпеки

Factors and Determinants of Resource Sustainability: State Monitoring Environment and Security Indicators

Володимир Коваль
кандидат військових наук, старший науковий співробітник, e-mail: vladimerkoval69@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6209-6779

Міністерство оборони України, м. Київ, Україна

Volodymyr Koval
Candidate of Military Sciences, Senior Researcher, e-mail: vladimerkoval69@gmail.com, ORCID: 0000-0002-6209-6779

Ministry of Defense of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: December 11, 2025 | Revised: December 28, 2025 | Accepted: December 31, 2025

DOI: https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.6.37

Мета роботи. Дослідження та концептуалізація системи державного моніторингу національної безпеки як динамічного інструменту стратегічного планування для забезпечення стійкості ресурсних потоків ОПК України в умовах воєнного стану.

Метод дослідження. Застосовано порівняльний аналіз моделей моніторингу провідних країн (британської моделі PSA та американської GPRA), метод індикативного аналізу для розробки кількісних метрик адаптивності, а також системно-структурний підхід для моделювання п'ятиетапного процесу оцінки стійкості ресурсного забезпечення.

Практична цінність дослідження. Обґрунтовано перехід від описового до функціонального моніторингу на основі кількісних індикаторів (I_a, K_l); проаналізовано ефективність системи "СОТА" та платформи Brave1 у контексті цифровізації ДОЗ; доведено доцільність ієрархічної структури "Outputs–Outcomes–Impacts" для оцінки оборонних програм; розроблено п'ятиетапну модель оцінки стійкості, що включає когнітивний аналіз та сценарійне моделювання.

Теоретична цінність дослідження. Робота розширює наукові підходи до категорії "державне моніторингове середовище" у контексті концепції "всеосяжної оборони"; систематизує принципи моніторингу (достовірність, системність, своєчасність) та адаптує методологію Balanced Scorecard (BSC) до потреб сектору безпеки.

Практична цінність дослідження. Запропоновані інтегральні індикатори дозволяють оперативно коригувати державну політику в режимі реального часу; впровадження досвіду США (GPRA) та Великої Британії (PSA) сприяє посиленню персональної відповідальності за виконання оборонних замовлень та оптимізації міжвідомчої координації через ситуаційні центри.

Цінність дослідження. Уперше проведено комплексне порівняння параметрів стратегічного моніторингу за законом GPRA (США) та поточною практикою України, що дало змогу виділити детермінанти стійкості ресурсного забезпечення та сформувати дорожню карту переходу до адаптивного управління ОПК.

Обмеження дослідження. Обмеження стосуються високої волатильності геополітичних чинників, труднощів у подоланні "відомчої ізольованості" даних у деяких ЦОВВ та необхідності постійної верифікації порогових значень індикаторів в умовах активних бойових дій.

Тип статті. Дослідницький.

Purpose. To study and conceptualize the state monitoring system of national security as a dynamic tool for strategic planning to ensure the resilience of Ukraine's defense industry resource flows under martial law.

Method. A comparative analysis of monitoring models from leading countries (British PSA and American GPRA) was applied, alongside the indicative analysis method for developing quantitative adaptability metrics, and a systemic-structural approach for modeling a five-stage process for assessing resource provision stability.

Findings. The transition from descriptive to functional monitoring based on quantitative indicators (I_a, K_l) was justified; the effectiveness of the "SOTA" system and the Brave1 platform in the context of defense procurement digitalization was analyzed; the expediency of the "Outputs–Outcomes–Impacts" hierarchical structure for evaluating defense programs was proven; a five-stage resilience assessment model including cognitive analysis and scenario modeling was developed.

Theoretical implications. The work expands scientific approaches to the category of "state monitoring environment" within the context of the "comprehensive defense" concept; systematizes monitoring principles (reliability, consistency, timeliness) and adapts the Balanced Scorecard (BSC) methodology to security sector needs.

Practical implications. The proposed integral indicators allow for real-time adjustment of state policy; the implementation of US (GPRA) and UK (PSA) experiences contributes to strengthening personal accountability for defense order execution and optimizing interagency coordination via situation centers.

Originality. For the first time, a comprehensive comparison of strategic monitoring parameters under the GPRA (USA) and current Ukrainian practice was conducted, identifying determinants of resource provision resilience and forming a roadmap for transitioning to adaptive defense industry management.

Research limitations. Limitations relate to high geopolitical volatility, difficulties in overcoming "departmental isolation" of data in certain executive bodies, and the need for constant verification of indicator threshold values during active hostilities.

Paper type. Research.

Ключові слова: державний моніторинг, національна безпека, індикатори безпеки, ресурсне забезпечення, ОПК України, система СОТА, GPRA, PSA, стратегічне планування, адаптивне управління.

Key words: State Monitoring, National Security, Security Indicators, Resource Provision, Ukraine's Defense Industry, SOTA System, GPRA, PSA, Strategic Planning, Adaptive Management.

Вступ

В умовах екстремального навантаження на національну економіку та сектор оборони, державний моніторинг трансформується з інструменту пасивного спостереження на активний механізм стратегічного управління. Для України, яка перебуває у стані повномасштабної війни, критично важливим є перехід від описових звітів до системи жорстких кількісних метрик, що дозволяють оцінювати стійкість ресурсного забезпечення ОПК у режимі реального часу.

Актуальність дослідження полягає у необхідності створення інтегрованого моніторингового середовища, яке б поєднувало можливості сучасних цифрових платформ (таких як COTA) із перевіреними світовими методиками результативності (BSC, PSA). Це дозволить не лише фіксувати поточні дефіцити, а й здійснювати антиципацію ризиків — випереджальне реагування на потенційні логістичні та виробничі розриви.

Теоретичні основи дослідження

Теоретичний фундамент роботи базується на поєднанні класичної теорії національної безпеки та сучасних концепцій Performance Management:

- Концепція “Всеосяжної оборони”: розгляд моніторингу як багаторівневої системи, що охоплює 25 сфер національної безпеки, інтегруючи військові, економічні та соціальні індикатори.
- Методологія Balanced Scorecard (BSC): адаптація збалансованої системи показників для оцінки ефективності (Effectiveness) та економічності (Efficiency) державних оборонних програм.
- Трирівнева модель результативності: використання британського підходу до структурування цілей за схемою Outputs (безпосередні результати заходів), Outcomes (досягнення цілей) та Impacts (стратегічний вплив на безпекове середовище).

Теорія когнітивного аналізу: застосування методів виявлення прихованих взаємозв’язків між ресурсними дефіцитами та реальними спроможностями Сил оборони.

Постановка проблеми

Незважаючи на значний прогрес у цифровізації державного сектору, залишається низка невирішених проблем у системі моніторингу безпеки:

1. Відомча ізольованість даних: фрагментарність інформаційних потоків між різними ЦОВВ призводить до затримок у прийнятті стратегічних рішень.
2. Низька адаптивність метрик: існуючі індикатори часто орієнтовані на фінансовий контроль (освоєння бюджету), а не на функціональну готовність (наявність техніки та боєприпасів).
3. Брак автоматизації на рівні виробника: різний рівень цифрової зрілості підприємств ОПК створює бар’єри для збору якісних вхідних даних у реальному часі.

Відсутність єдиної системи порогових значень: складність у визначенні критичних меж, за якими ресурсний дефіцит стає загрозою національного масштабу.

Методологія дослідження

Методологічний апарат дослідження включає комплекс методів, що забезпечують об'єктивність та практичну цінність результатів:

- Порівняльно-правовий аналіз: вивчення американського досвіду (закон GPRA) та британських угод (PSA) для адаптації механізмів персональної відповідальності в українських реаліях.
- Індикативний аналіз: розробка авторських індикаторів виробничої адаптивності (I_a) та логістичної автономності (K_l) для оцінки динаміки ОПК.

- Сценарійне моделювання: п’ятиетапний процес декомпозиції абстрактних загроз у конкретні кількісні параметри стану безпеки.
- Системний аналіз Big Data: дослідження архітектури системи СОТА як базису для створення єдиної вертикалі моніторингу.

Запропонована методологія дозволяє інтегрувати розрізнені дані у цілісну систему підтримки прийняття рішень, що є детермінантою стійкості держави в умовах сучасних викликів.

Результати

Для України формування динамічної системи моніторингу є не лише науковим, а й критичним практичним завданням. На відміну від попередніх років, коли моніторинг реалізації Стратегії національної безпеки мав здебільшого описовий характер, сучасні умови вимагають переходу до жорстких кількісних метрик. Це зумовлено тим, що “серце” системи безпеки — ресурсне забезпечення — функціонує в режимі екстремального навантаження.

Зростання частки внутрішніх закупівель (з 30% до 60%) свідчить про зміну стратегії ресурсного забезпечення: від термінового “гасіння пожеж” за рахунок міжнародної допомоги до розбудови стійкого внутрішнього виробництва. Однак така трансформація потребує нових індикаторів безпеки, які б враховували не лише наявність коштів, а й здатність промислової системи їх “освоїти”.

Автор пропонує використовувати систему інтегральних індикаторів, інтегровану в державне моніторингове середовище:

1. Індикатор виробничої адаптивності (I_a): Швидкість розгортання серійного виробництва нової моделі ОВТ (наприклад, FPV-дрона) від моменту сертифікації. У 2021 році цей показник складав 12–18 місяців, у 2024 році він скоротився до 3–4 місяців.
2. Коефіцієнт логістичної автономності (K_l): Частка критичних компонентів, що мають альтернативні джерела постачання або локалізоване виробництво.
3. Індекс залучення приватного капіталу: Відношення приватних інвестицій у R&D до державних видатків на аналогічні цілі.

Інституційне середовище та цифровізація

Сучасне моніторингове середовище в Україні базується на взаємодії платформ типу SOTA (Апарату РНБО) та внутрішніх систем Міністерства оборони України. Це дозволяє здійснювати багатофакторний аналіз у реальному часі. Проблема, проте, залишається в якості вхідних даних від підприємств, що мають різний рівень цифрової зрілості.

На основі аналізу вказаних нормативно-правових актів та стратегічних документів, державне моніторингове середовище в Україні трансформується у бік прозорості та цифровізації. Впровадження особливостей за Постановою Кабінету Міністрів України № 1275 [1] дозволило скоротити час на укладання контрактів у межах ДОЗ на 40–50% порівняно з довоєнним періодом, що є ключовою детермінантою стійкості ресурсного забезпечення.

Економічні обрахунки показують, що зміна пріоритетів моніторингу з суто фінансового (контроль витрат) на функціональний (контроль наявності техніки) дозволила підвищити коефіцієнт технічної готовності Сил оборони на 12% лише за останній звітний період. Це стало можливим завдяки використанню системи індикаторів, що інтегрують дані про виробничі ланцюги безпосередньо у стратегічне планування.

Таким чином, індикатори безпеки сьогодні виступають не просто статистичними даними, а динамічними сигналами для коригування державної політики в реальному часі.

Сучасна українська модель моніторингу, на відміну від пострадянських підходів, базується на концепції “всеосяжної оборони” та стратегічних індикаторах, що охоплюють 25 сфер національної безпеки. Згідно з Методикою моніторингу реалізації Стратегії національної

безпеки України, затвердженою Апаратом РНБО України, система показників стала реальним інструментом оцінки стійкості держави.

Ці показники використовуються не лише для підготовки щорічної Доповіді Президенту України "Про стан національної безпеки", а й для оперативного управління в умовах воєнного стану. Водночас багато центральних органів виконавчої влади (ЦОВВ) створюють власні відомчі системи моніторингу. Наприклад, Міністерство з питань стратегічних галузей промисловості використовує специфічні метрики виробничих потужностей ОПК, що іноді ускладнює інтегровану оцінку через різницю в методологіях.

Враховуючи, що національна безпека забезпечується через стримування загроз шляхом цілеспрямованої діяльності всіх рівнів управління, система державного моніторингу в Україні сьогодні структурується за такими блоками:

- Експертне цілепокладання та форсайт: прогнозування розвитку воєнно-політичної та економічної ситуації.
- Багаторівневий моніторинг: збір даних від локального (підприємство) до макроекономічного рівня.
- Систематизація інформації: розподіл даних за пріоритетами (енергетична, кібернетична, військова безпека).
- Когнітивний аналіз: виявлення прихованих взаємозв'язків між ресурсними дефіцитами та оборонними спроможностями.
- Підготовка проектів рішень: коригування планів ДОЗ та мобілізаційних завдань.
- Оцінка ризиків: моделювання наслідків прийнятих управлінських рішень.

В Україні формування науково обґрунтованої системи стратегічного планування отримало новий імпульс після 2014 року та остаточно закріпилося із прийняттям Закону України "Про національну безпеку України" [2]. У цивільній сфері найбільш розвиненим прототипом моніторингу в Україні була екологічна служба, проте сьогодні лідерство перейшло до інформаційно-аналітичного центру РНБО (система СОТА), яка об'єднує можливості різних відомств для комплексного спостереження.

Таким чином, сучасна детермінанта стійкості — це не лише наявність ресурсів, а швидкість та прозорість інформаційного обміну в державному моніторинговому середовищі. Це дозволяє здійснювати перехід до адаптивного управління ОПК, де плани коригуються не раз на рік, а за результатами щотижневого моніторингу індикаторів безпеки.

Досвід розбудови комплексних систем моніторингу в Україні (зокрема автоматизованих систем екологічного та радіаційного контролю) став підґрунтям для створення сучасних інформаційно-вимірювальних систем національної безпеки. Структурно такі системи включають моніторинг джерел техногенного впливу, аналіз абіотичних та біотичних компонентів, а також соціально-гігієнічний моніторинг, що в умовах воєнного стану трансформувалося у систему контролю життєзабезпечення критичної інфраструктури.

У провідних країнах світу (США, Велика Британія, країни НАТО) для державного моніторингу адаптовано методологію стратегічного менеджменту приватного сектору. Ключовим інструментом тут стала Збалансована система показників (Balanced Scorecard — BSC). Цей досвід дозволив розділити оцінку на два вектори:

1. Effectiveness (Соціальна/операційна ефективність): ступінь досягнення стратегічного результату (наприклад, рівень захищеності енергомережі від кібератак або забезпечення цивільного захисту населення).

2. Efficiency (Економічна ефективність): співвідношення витрачених ресурсів до отриманого результату (наприклад, вартість перехоплення цілі засобами ППО відносно ринкової вартості захищеного об'єкта).

Такий підхід, орієнтований на результат (Performance Management), дозволив західним держструктурам розробити чітку ієрархію якісних та кількісних індикаторів. Практика застосування BSC у федеральних міністерствах США підтвердила, що ця система дозволяє керівникам не лише ефективно розподіляти ресурси, а й демонструвати суспільству прозорість та результативність оборонних програм.

Найбільш структуровану модель стратегічного моніторингу було впроваджено у Великій Британії. У 1998 році після "Всеосяжного огляду бюджетних видатків" британський уряд запровадив "Угоди про державні послуги" (Public Service Agreements — PSA). Кожна держструктура, включаючи Міністерство оборони, отримувала фінансування лише за умови виконання конкретних цільових завдань (Targets), що зафіксовані у стратегічних планах (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняння моделей державного моніторингу та планування

Характеристика	Британська модель (PSA/BSC)	Сучасна модель України (адаптивна)
Об'єкт моніторингу	Якість послуг та результат (Outcome)	Стійкість та живучість системи (Resilience)
Ключовий фокус	Соціальна та економічна ефективність	Бойова спроможність та технологічна незалежність
Механізм корекції	Перегляд бюджетних асигнувань	Оперативна зміна пріоритетів через ситуаційні центри
Рівень цифровізації	Централізовані реєстри	Інтегровані системи Big Data (SOTA та ін.)

Джерело: авторська систематизація на основі [3].

Для України британський досвід PSA є особливо актуальним при реформуванні системи оборонних закупівель. Замість простого "постачання одиниць техніки", моніторинг має фокусуватися на "рівні готовності до виконання завдань", що вимагає розробки складної системи індикаторів. Така система повинна інтегрувати логістичні дані виробників із оперативними потребами Генерального штабу ЗС України, що дозволяє реалізувати модель адаптивного управління ОПК [4].

Застосування методів стратегічного менеджменту, таких як BSC та PSA, у державному моніторинговому середовищі дозволяє трансформувати його з пасивного органу збору статистики на активний інструмент антиципації ризиків та управління виробничо-технологічним потенціалом в умовах сучасного "світу без правил" [5].

Досвід Великої Британії у структуруванні "Погоджень про державні послуги" (PSA) демонструє еволюцію від надмірної деталізації до фокусування на стратегічних пріоритетах. Спочатку система включала близько 600 цільових завдань у 35 сферах, проте вже у 2000 році (Spending Review — SR2000) їх кількість була скорочена до 160, що охоплювали діяльність 18 ключових відомств. Протягом наступних років (2002–2004) відбулася подальша оптимізація до 126 завдань.

Важливою особливістю є ієрархічність системи: стратегічні цілі PSA підтримуються підсистемами "Угод про надання відомчих послуг" (SDAs) та місцевих угод (LPSAs). Така документальна структура дозволяє трансформувати загальнодержавну місію (Departmental Aim) у конкретні цільові установки (Objective) та кількісні завдання (Performance Target) на рівні кожного муніципалітету чи окремого підприємства. Центральний аспект цієї концепції полягає в тому, що планування визначає не лише загальний політичний курс, а й конкретні очікувані результати.

Британська методологія розрізняє три рівні результативності:

- Outputs (Результати заходів): кількісні показники виконання плану (наприклад, кількість виготовлених снарядів).

- Outcomes (Безпосередні результати): ступінь досягнення мети діяльності (наприклад, рівень укомплектованості підрозділу боєприпасами).
- Impacts (Кінцевий вплив): суспільна значущість та стратегічна цінність результату (наприклад, зміна ситуації на фронті або відновлення територіальної цілісності).

Ця трирівнева система оцінки була прийнята робочими органами НАТО для аналізу ефективності стратегічних комунікацій та бюджетування, орієнтованого на результат.

В США концептуальні основи моніторингу національної безпеки пройшли шлях від ідей «політичного реалізму» Г. Моргентау, де інтереси держави ототожнювалися з силою та могутністю, до створення чіткої інституційної бази у 1970-х роках. Провідну роль у процесі моніторингу відіграє Рада національної безпеки (СНБ) США. Саме на цьому рівні відбувається інтеграція відомчих підходів та формування єдиних політичних рішень на основі аналізу розвідувальної інформації та оцінки стратегічних цілей.

Сучасний стан моніторингу в Україні, спираючись на західні методики Performance Management, дозволяє використовувати інструменти “аналізу мотивацій сторін” та “динаміки розвитку ситуації”. Це перетворює державне моніторингове середовище на когнітивну систему, де кожен Performance Target є детермінантою стійкості ресурсного забезпечення.

Після розробки основних принципів підходу до розв’язання проблеми визначаються цілі політики, окреслюються шляхи реалізації, формулюється загальна стратегія та її компоненти, а також обираються засоби та методи досягнення цілей. На фінальній стадії цього процесу складається проект документа, який, серед іншого, чітко регламентує терміни, систему управління та обов'язки залучених міністерств і відомств.

Ключове значення в системі державного стратегічного планування США має Федеральний закон “Про оцінку результатів діяльності державних установ” (GPRA, 1993). Чинна редакція від 2010 року — GPRA Modernization Act — посилює вимоги до моніторингу, запроваджуючи щоквартальні оцінки результативності державних програм. Важливою особливістю закону є прив’язка циклу стратегічного планування до початку терміну кожної нової президентської адміністрації.

Згідно із законодавством США, кожен федеральний орган зобов’язаний підготувати та представити Президенту і Конгресу новий стратегічний план не пізніше першого понеділка лютого наступного року після інавгурації Президента. План розробляється на період не менше чотирьох років. Для забезпечення стійкості ресурсного забезпечення та інтеграції цілей у бюджетний процес, відомствам рекомендовано готувати чернетки планів до вересня, що дозволяє синхронізувати потреби оборонного сектору з проектом федерального бюджету.

З точки зору системи моніторингу в Україні, критично важливими елементами американського досвіду є:

- Процедура звітності (Annual Performance Report): жорсткий регламент дій у разі невиконання планів.
- Інституціоналізація відповідальності: запровадження посад головних виконавчих директорів (Chief Operating Officers) та офіцерів з покращення результативності (Performance Improvement Officers).
- Рада з покращення результативності (Performance Improvement Council): орган, що забезпечує міжвідомчу координацію та оперативну підтримку керівництва.

Аналіз зарубіжного досвіду підтверджує, що співвідношення інформаційних та управлінських можливостей (аналітичних, прогнозних, координаційних) розглядається як один із вирішальних факторів національної конкурентоспроможності. Сучасні концепції провідних країн світу спрямовані на досягнення інформаційної переваги, що дозволяє паралізувати здатність противника до адекватного опору через прямі та непрямі дії.

У контексті забезпечення стійкості ресурсного забезпечення ОПК України, вивчення західних оцінок вказує на те, що саме якість стратегічного планування та використання передових аналітичних технологій є визначальними детермінантами безпеки. Слабкість механізмів системного відображення поточного стану та майбутніх загроз, а також недоліки в контролі виконання рішень, розцінюються експертами як критичні вразливості, що потребують негайного усунення шляхом впровадження адаптивних інструментів управління проектами (табл. 2).

Таблиця 2 – Порівняння параметрів стратегічного моніторингу за законом GPRA (США) та практикою України

Параметр порівняння	Модель GPRA (США)	Модель України (перспективна)	Економічне обґрунтування
Циклічність планування	4 роки (президентський цикл)	Безперервний (воєнний стан)	Необхідність реакції на динамічні зміни лінії фронту.
Періодичність звітності	Щоквартально	Щомісячно / Декадно	Висока інтенсивність використання ресурсів ОПК.
Відповідальність	Персональна (PIO/COO)	Колегіальна (Наглядові ради/РНБО)	Потреба у посиленні персональної відповідальності за ДОЗ.
Інструментарій	Цифрові платформи (Performance.gov)	Система СОТА / Платформа Brave1	Забезпечення прозорості та швидкості обміну даними.

В Україні науково-методологічне опрацювання створення системи державного моніторингу національної безпеки отримало системний розвиток із початком 2000-х років, а після 2014 року трансформувалося у стратегічний пріоритет. На сучасному етапі ключовим завданням для наукової спільноти та державних інституцій став розвиток незалежної експертизи державних рішень, а також розробка механізмів раннього попередження криз у природній, техногенній та соціальній сферах.

Важливим кроком у цьому напрямі стала розробка комплексних програм, спрямованих на фундаментальні та прикладні дослідження в інтересах захищеності критичної інфраструктури та населення. Основними цілями таких ініціатив визначено:

- Створення інтегрованої системи національного моніторингу, прогнозування та раннього попередження катастрофічних процесів у соціально-економічній та оборонній сферах.
- Розробка механізмів використання комплексних індикаторів стратегічних ризиків у системі державного планування та управління ресурсним забезпеченням ОПК.

Практична реалізація цих напрацювань в Україні сьогодні втілена у функціонуванні ситуаційних центрів, зокрема Головного ситуаційного центру при РНБО України. На базі сучасних інформаційних платформ здійснюється системна інтеграція даних для відпрацювання заходів із запобігання кризам.

З прийняттям актуальних редакцій Стратегії національної безпеки України [5] на порядок денний постало питання формування надвідомчої системи моніторингу та контролю виконання стратегічних документів. У загальному вигляді моніторинг стану національної безпеки України сьогодні розглядається як система безперервного спостереження, що включає сукупність сил, засобів та інструментів збору й аналізу інформації, які працюють за єдиним регламентом для підвищення якості управлінських рішень.

Об’єктами моніторингу є явища, процеси та відносини, оцінка яких є критичною для реалізації стратегічних національних пріоритетів. У сфері ресурсного забезпечення ОПК моніторинг охоплює:

1. Прогнозування ризиків та загроз (дефіцит компонентів, логістичні блокади).

2. Аналіз відповідності завдань, що вирішуються органами виконавчої влади, їхній функціональній відповідальності.

3. Оцінку ефективності використання ресурсів, що виділяються на розвиток оборонно-промислового потенціалу.

Ефективність такої моделі забезпечується переходом від констатації фактів до проактивного управління. Моніторинг перетворюється на інструмент зниження небезпек та підвищення адаптивності системи забезпечення національної безпеки в умовах високої невизначеності.

Проведене дослідження принципів здійснення моніторингу стану національної безпеки дозволяє виділити фундаментальні засади, на яких базується сучасна українська система контролю ресурсного забезпечення ОПК:

- Достовірність: використання показників, що найбільш повно та обґрунтовано характеризують реальний стан безпеки (наприклад, реальна кількість ОВТ, прийнятих на озброєння, а не лише законтрактованих).
- Системність: збір та аналіз інформації за єдиною методикою на основі затвердженого переліку індикаторів з чітко встановленою періодичністю.
- Своєчасність: регламентація строків збору даних, що забезпечує можливість негайного реагування на розриви ланцюгів постачання.
- Комплексність: зіставлення динаміки показників із заходами державної політики (наприклад, оцінка впливу податкових пільг на темпи виробництва БПЛА).
- Спадковість: інтеграція існуючих баз даних статистичного спостереження та відомчих систем у єдине аналітичне середовище.

Механізми оцінки мають бути максимально незалежними від суб’єктивних чинників, що досягається шляхом автоматизації процесів збору та обробки інформації.

Моніторинг діяльності органів державної влади у сфері національної безпеки України сьогодні реалізується на базі сучасних інформаційно-аналітичних технологій для вирішення стратегічних завдань:

1. Ситуаційне та сценарне моделювання з урахуванням потенційних військових та економічних загроз.

2. Розробка варіантів стратегії з урахуванням воєнно-технічних та соціально-економічних чинників.

3. Превентивна оцінка наслідків управлінських рішень (наприклад, моделювання впливу зміни процедур закупівлі на темпи переозброєння).

Важливим досвідом для України є подолання «відомчої ізольованості» даних. Раніше результати галузевого моніторингу залишалися в межах одного міністерства, а агрегована статистика надходила до центрів прийняття рішень із запізненням у місяць і більше. На сучасному етапі в Україні створюється єдина інтегрована вертикаль, де дані регіональних центрів та окремих суб’єктів ОПК консолідуються в режимі реального часу. Це нівелює практику, коли кожен орган використовував власне програмне забезпечення та критерії відбору інформації, що раніше робило загальнодержавний моніторинг неефективним.

Використання офіційної статистики у поєднанні з матеріалами науково-дослідних робіт дозволяє створити багатошарову картину стану національної безпеки, яка є фундаментом для стратегічного планування в умовах воєнного стану.

З методологічної точки зору оцінку стану національної безпеки держави доцільно здійснювати за допомогою системи моделей і методик, спрямованих на оптимізацію управлінських процесів. На думку автора, процес моделювання оцінки стійкості ресурсного забезпечення ОПК має здійснюватися у п’ять етапів, що дозволить сформувати об'єктивні рекомендації щодо зміцнення обороноздатності:

1. Методичний прогноз зовнішніх загроз: аналіз потенціалу джерел небезпек, зіставлення стратегій та воєнних доктрин противника, вибір оптимального сценарію взаємодії зі світовим співтовариством.

2. Визначення механізму захисту: формування моделі системи парирування та нейтралізації загроз, вибір методів, способів і форм діяльності для стабілізації ресурсних потоків.

3. Розробка конкретних заходів протидії: визначення необхідного складу сил і засобів, формування вигляду системи забезпечення безпеки стосовно конкретних викликів.

4. Декомпозиція системи до кількісних параметрів: переведення абстрактних загроз у конкретні показники стану безпеки та параметри їхніх порогових значень.

Формування оптимального набору індикаторів: встановлення індикативних і порогових значень, які дозволяють оцінити як окремі сфери, так і систему ресурсного забезпечення в цілому.

Висновки

Окрім кількісних показників, критично важливо розробити порядок формування та коригування порогових значень. Це потребує створення інституту експертних оцінок за участю профільних академічних установ та розробку систем картографування якісних показників. Такий інструментарій дозволить оцінювати важкоформалізовані параметри національної безпеки, такі як духовна стійкість суспільства чи міжнародний авторитет держави.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Список використаних джерел

1. Про особливості здійснення оборонних закупівель на період дії правового режиму воєнного стану: Постанова Кабінету Міністрів України від 11.11.2022 № 1275. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1275-2022-%D0%BF.
2. Про національну безпеку України: Закон України від 21.06.2018 № 2469-VIII. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19.
3. Talbot C. The Case for Performance Management in the Public Sector. The Oxford Handbook of Public Management. Oxford University Press, 2005. P. 491–517.
4. Олійник О. В. Моніторинг ресурсного забезпечення оборонно-промислового комплексу: від фінансового контролю до функціональної стійкості. Економіка та держава. 2023. № 11. С. 14–22.
5. Про Стратегію національної безпеки України «Безпека людини – безпека країни»: Указ Президента України від 14.09.2020 № 392/2020. URL: https://www.president.gov.ua/documents/3922020-35037.
6. GPRA Modernization Act of 2010. Public Law 111–352. 124 Stat. 3866. Jan. 4, 2011. URL: https://www.congress.gov/111/plaws/publ352/PLAW-111publ352.pdf.
7. Данилов О. М. Система “СОТА” як інструмент стратегічного моніторингу та прийняття рішень у сфері національної безпеки. Стратегічна панорама. 2024. № 1. С. 5–18.

References

1. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2022, November 11). *On the specifics of defense procurement*

during the period of martial law (Resolution No. 1275). [In Ukrainian]. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1275-2022-%D0%BF

2. Verkhovna Rada of Ukraine. (2018, June 21). *On the national security of Ukraine* (Law No. 2469-VIII). [In Ukrainian]. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2469-19
3. Talbot, C. (2005). The case for performance management in the public sector. In E. Ferlie, L. E. Lynn Jr., & C. Pollitt (Eds.), *The Oxford handbook of public management* (pp. 491–517). Oxford University Press.
4. Oliinyk, O. V. (2023). Monitoring of resource provision of the defense-industrial complex: From financial control to functional resilience [Monitorynh resursnoho zabezpechennia oboronno-promyslovoho kompleksu: vid finansovoho kontroliu do funktsionalnoi stiikosti]. *Ekonomika ta derzhava*, (11), 14–22. [In Ukrainian].
5. President of Ukraine. (2020, September 14). *On the National Security Strategy of Ukraine "Human security – country security"* (Decree No. 392/2020). [In Ukrainian]. https://www.president.gov.ua/documents/3922020-35037
6. United States Congress. (2011). *GPRA Modernization Act of 2010* (Public Law No. 111–352, 124 Stat. 3866). https://www.congress.gov/111/plaws/publ352/PLAW-111publ352.pdf
7. Danylov, O. M. (2024). SOTA system as a tool for strategic monitoring and decision-making in the field of national security [Systema "SOTA" yak instrument stratehichnoho monitorynhu ta pryiniattia rishen u sferi natsionalnoi bezpeky]. *Stratehichna panorama*, (1), 5–18. [In Ukrainian].