The Central Research institute
of the Armed Forces of Ukraine

ISSN (print): 2786-9318
ISSN (online): 2786-9326
Military Science. Vol. 4 No.1 (2026)

Received: *December 8, 2025* | **Revisions Requested:** - | **Revision Received:** -
Accepted: *March 1, 2025* | **Published Online:** *April 10, 2026*

Licensed (C) by Creative Commons Attribution International License 4.0 (CC BY-NC-SA)

DOI: 10.62524/msj.2026.4.1.14

Переваги, виклики та застереження застосування роботизованих систем у військовій сфері: комплексний аналіз та рекомендації

Юзеф Добровольський
кандидат технічних наук, доцент
заступник начальника кафедри військової підготовки
з навчальної роботи – начальник навчальної частини
Національний авіаційний університет
03048, вулиця Медова, 1, Київ, Україна
e-mail: e-mail: kataza@i.ua
ORCID: 0000-0002-1077-1402

Анотація. Актуальність дослідження зумовлена стрімким зростанням ролі роботизованих та безпілотних систем у сучасних воєнних конфліктах, що супроводжується як розширенням їхніх функціональних можливостей, так і появою нових вразливостей, пов'язаних із фізичною, кібернетичною та енергетичною стійкістю, а також особливостями застосування штучного інтелекту у бойових умовах. В умовах тривалої збройної агресії проти України питання забезпечення ефективного, надійного та безпечного використання роботизованих систем набуває особливого значення для підвищення спроможностей Збройних Сил України. Метою статті є комплексний науковий аналіз переваг, викликів та обмежень застосування роботизованих систем у військовій сфері, оцінювання їх впливу на ефективність виконання бойових завдань, а також обґрунтування підходів до мінімізації ризиків та підвищення стійкості їх функціонування в умовах сучасної війни. Основними результатами дослідження є: систематизація ключових переваг роботизованих систем, зокрема зниження ризиків для особового складу, підвищення точності ураження та розширення розвідувальних можливостей; визначення та класифікація основних груп викликів, серед яких проблеми фізичної та кібербезпеки, енергетичної автономності, стійкості управління та взаємодії "людина–робот"; уточнення змісту поняття "бойовий імунітет" роботизованих систем та оцінювання його впливу на їхню ефективність; розроблення комплексу заходів щодо підвищення живучості, захищеності та надійності функціонування роботизованих платформ у бойових умовах. У статті доведено, що ефективність застосування роботизованих систем визначається не лише їхніми тактико-технічними характеристиками, а передусім рівнем їх інтеграції у єдині контури управління, стійкістю до комплексних впливів противника та здатністю функціонувати в умовах динамічно змінюваного бойового середовища. Обґрунтовано доцільність формування системного підходу до розвитку роботизованих спроможностей, який передбачає поєднання технологічних, організаційних та доктринальних рішень. Матеріали статті можуть бути корисними для органів військового управління, науково-аналітичних установ сектору безпеки і оборони, а також для фахівців у сфері оборонного планування, розвитку безпілотних і роботизованих систем та впровадження інновацій у Збройних Силах України.

ISSN (print): 2786-9318
ISSN (online): 2786-9326
Military Science. Vol. 4 No.1 (2026)

Ключові слова: роботизовані системи, безпілотні системи, бойовий імунітет, кібербезпека, штучний інтелект, взаємодія "людина–робот", енергетична автономність, стійкість функціонування, військові операції, інноваційний розвиток, Збройні Сили України, сучасні воєнні конфлікти, асиметричні спроможності, інтеграція систем.

Вступ (Introduction)

Сучасний стан розвитку збройних конфліктів засвідчує стрімке зростання ролі роботизованих систем у досягненні оперативних і тактичних цілей. Досвід російсько-української війни переконливо підтверджує: безпілотні літальні апарати (БпЛА), наземні роботизовані комплекси (НРК) та морські безпілотні (безекіпажні) системи перетворились із допоміжного засобу на самостійний інструмент збройної боротьби. Роботизовані системи виконують широкий спектр завдань, від ведення розвідки та коригування артилерійського вогню до завдавання ударів і забезпечення логістики в умовах активних бойових дій.

Зростаючий вплив роботизованих систем на перебіг воєнних дій зумовлює необхідність комплексного наукового осмислення переваг, які вони надають, викликів, з якими стикаються збройні сили під час їх впровадження, та застережень щодо можливих негативних наслідків їх застосування. Питання всебічного аналізу цих аспектів залишається на порядку денному оборонної науки, особливо в контексті розвитку Сил безпілотних систем Збройних Сил України (ЗС України) та частин (підрозділів) безпілотних систем (комплексів) інших видів та родів військ.

Метою статті є комплексний аналіз переваг, викликів і застережень застосування роботизованих систем у військовій сфері, а також формування науково обґрунтованих рекомендацій щодо мінімізації ризиків їх використання.

Матеріали та методи (Materials and Methods)

Методологічну основу дослідження складають методи системного аналізу, порівняльного аналізу, класифікації та експертного оцінювання. Інформаційну базу становлять нормативні документи ЗС України, зокрема доктрина "Застосування безпілотних систем у силах оборони України" (2023), Доктрина "Безпілотні системи" (2026), Концепція застосування окремої бригади безпілотних систем (2024), а також результати наукових досліджень за цією тематикою. Для структурування матеріалу застосовано класифікаційний підхід, у межах якого переваги, виклики та застереження систематизовано за тематичними групами з визначенням ступеня пріоритетності та рівня впливу кожної позиції.

Дослідження ґрунтується також на аналізі підходів держав – членів НАТО до забезпечення кібербезпеки та бойового імунітету роботизованих систем, а також на практичному досвіді застосування різних типів роботизованих платформ під час поточного збройного конфлікту.

Результати (Results)

Дослідження переваг, викликів і застережень щодо застосування роботизованих систем у військовій сфері охоплює три взаємопов'язані напрями.

Перший – дослідження переваг, яке полягає в ідентифікації та аналізі позитивних аспектів використання роботизованих систем, включаючи можливості збільшення ефективності операцій, зниження ризиків для особового складу та забезпечення переваги у конкретних бойових ситуаціях.

Другий – дослідження викликів, що зосереджується на ідентифікації та аналізі проблем, що можуть виникати внаслідок використання роботизованих систем, зокрема етичних, правових, технологічних та психологічних питань.

Третій – дослідження застережень, що передбачає аналіз можливих негативних наслідків

The Central Research institute
of the Armed Forces of Ukraine
ISSN (print): 2786-9318
ISSN (online): 2786-9326
Military Science. Vol. 4 No.1 (2026)

та ризиків, пов'язаних із застосуванням роботизованих систем.

На рис. 1 представлено схему основних напрямів досліджень при формуванні переваг, викликів і застережень застосування роботизованих систем у військовій сфері.

Аналіз переваг роботизованих систем дозволяє виділити три ключові групи: оперативно-тактичні, розвідувально-інформаційні та системно-функціональні.

Оперативно-тактичні переваги охоплюють зниження ризику для особового складу, бо роботи виконують небезпечні завдання без загрози людському життю, підвищення ефективності та точності операцій, зменшення вразливості до підривних дій, швидкість реакції та гнучкість у складних умовах обстановки.

Розвідувально-інформаційні переваги включають розширення доступу до інформації та зведення даних, покращення розвідки в недоступних для людини районах, підвищення інформаційної свідомості та підтримку динамічного ведення бою у режимі реального часу.

Системно-функціональні переваги визначають довгостроковий потенціал роботизованих систем: підтримка логістики та постачання, здатність до спеціалізації та адаптації, глобальне проєктування сили, можливість масштабованого застосування, а також забезпечення переваги в умовах сучасних технологічних загроз.

На рис. 2 представлено порівняльний аналіз пріоритетності виявлених переваг застосування роботизованих систем. Результати оцінювання засвідчують, що переважна більшість (13 з 15) переваг має високий ступінь пріоритетності, що підтверджує ключову роль роботизованих систем у сучасних операціях.

Під бойовим імунітетом роботизованих систем розуміють їх здатність ефективно функціонувати та виконувати призначені завдання в умовах кіберзагроз та активної протидії противника. Виявлені шість ключових проблем систематизовано та оцінено за рівнем критичності.



Рисунок 1. Напрями досліджень під час формування переваг, викликів і застережень застосування роботизованих систем у військовій сфері

Найвищий рівень загрози (9 балів із 10) становить недостатня кібербезпека, бо слабкий захист дозволяє кіберзловмисникам перехопити контроль над системою, викрасти дані або порушити канали зв'язку. Конструктивні вразливості та атаки типу "відмова в обслуговуванні" оцінено на 8 балів. Для подолання цих загроз застосовуються:

The Central Research institute
of the Armed Forces of Ukraine

ISSN (print): 2786-9318
ISSN (online): 2786-9326
Military Science. Vol. 4 No.1 (2026)

криптографічний захист каналів зв'язку, регулярний аудит безпеки, двофакторна автентифікація та системи резервного управління. На рис. 3 представлено результати оцінювання рівня впливу проблем бойового імунітету.

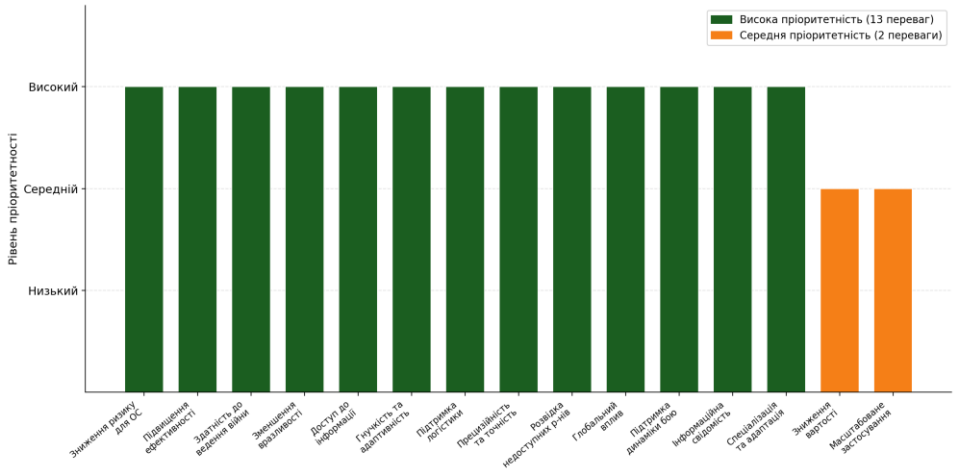


Рисунок 2. Пріоритетність переваг застосування роботизованих систем у військовій сфері

Проблема фізичної та кібербезпеки набуває особливої гостроти в умовах реальних бойових дій. До основних груп проблем належать: фізична безпека (технічні недоліки конструкції, аварії у критичних ситуаціях), кібербезпека (атаки на командні пункти та системи автономного керування), етичні аспекти застосування смертоносних систем без прямого контролю людини, а також реагування на непередбачені ситуації.

Особливо небезпечною є проблема втрати контролю над роботизованою системою. Перехід до самостійного простору ухвалення рішень системами, допущеними до управління зброєю масованого знищення, становить загрозу глобального масштабу. Для нейтралізації ризиків пропонується: розробка міцних кіберзахисних систем, постійне оновлення програмного забезпечення, застосування методів шифрування та автентифікації.

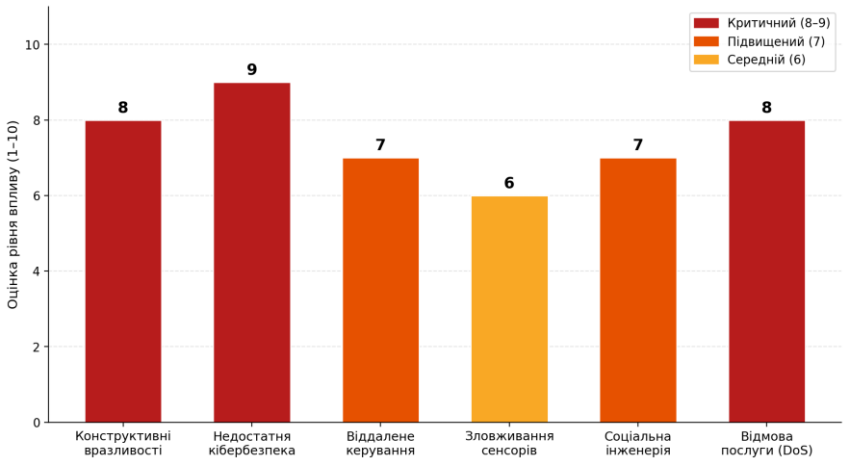


Рисунок 3. Оцінка рівня впливу проблем бойового імунітету роботизованих систем на ефективність їх застосування (за 10-бальною шкалою**)**

ISSN (print): 2786-9318
ISSN (online): 2786-9326
Military Science. Vol. 4 No.1 (2026)

Проблема автономності живлення охоплює десять ключових аспектів: обмежений запас енергії та технічні обмеження акумуляторів; вага та об'єм енергоносіїв; необхідність людського втручання при зарядці; висока енергоємність сенсорів та обчислювального обладнання; вразливість до переривань у постачанні енергії. Особливої уваги потребує розвиток відновлювальних джерел енергії для польового застосування.

Управління роботизованими системами на основі штучного інтелекту породжує широкий спектр проблем: від недостатньої надійності алгоритмів у непередбачуваних ситуаціях до правових питань відповідальності за наслідки автономних дій. Системи ШІ, навчені на обмежених або застарілих даних, виявляють недостатню адаптивність до нових умов бойових дій. Подолання потребує інвестицій у дослідження та впровадження гібридних систем співпраці людей і роботів.

Радарна діаграма (рис. 4) відображає порівняльну оцінку актуальності шести ключових груп викликів застосування роботизованих систем за десятибальною шкалою.

Найвищу актуальність (9 балів) має кібербезпека та бойовий імунітет, що повністю узгоджується з реальним досвідом застосування роботизованих систем під час поточного конфлікту. Правові та етичні аспекти і проблеми автономного управління на основі ШІ отримали оцінку 8 балів, що відображає зростаючу нагальність їх врегулювання.

Взаємодія "людина-робот" у військових системах визначає ефективність і безпеку виконання операцій. Основні проблеми включають: брак довіри до автономних рішень (нерозуміння логіки дій ШІ), низький рівень кібербезпеки підключених систем, етичні дилеми щодо застосування сили без прямого контролю, психологічний вплив на персонал та загроза гонки озброєнь у сфері військової робототехніки.

Ключовим принципом є збереження людського контролю у критичних моментах ухвалення рішень. Роботизовані системи мають розглядатися як доповнення до людських можливостей. Ефективна реалізація цього принципу потребує вдосконалення інтерфейсів взаємодії, психологічної підготовки операторів та розроблення чітких протоколів розподілу відповідальності.

Аналіз запропонованих заходів мінімізації ризиків у розрізі ключових груп викликів демонструє, що найбільш насиченою є сфера управління на основі ШІ – 15 виявлених проблем потребують комбінування технічних, правових та навчальних заходів. Рис. 5 відображає розподіл заходів мінімізації за групами викликів.

Технічні заходи є найчисельнішими у всіх групах. Правові та регуляторні заходи набувають особливого значення у сферах ШІ-управління та взаємодії "людина-робот". Навчання та підготовка персоналу виступає наскрізною компонентою всіх груп, що підкреслює людиноцентричний характер підходу до впровадження роботизованих систем.

Обговорення (Discussion)

Проведений аналіз підтверджує, що застосування роботизованих систем у військовій сфері є складним багатовимірним феноменом, що поєднує значний операційний потенціал з суттєвими ризиками технічного, правового та гуманітарного характеру. Провідні держави світу та блок НАТО сформували системні підходи до забезпечення кібербезпеки роботизованих систем: регуляція і стандартизація вимог, інтенсивне навчання персоналу, масштабні інвестиції у дослідження, широке партнерство з приватним сектором, створення спеціалізованих кіберкоманд.

Для України в умовах війни, що триває, впровадження роботизованих систем має особливе стратегічне значення. Реальні бойові дії є унікальним полігоном для їх апробації, що дозволяє формувати доктрину на основі практичного досвіду. Ключовими пріоритетами є: забезпечення надійного кіберзахисту, підготовка кваліфікованих операторів, розроблення відповідної нормативно-правової бази та забезпечення взаємодії із союзниками. Оптимальна

ISSN (print): 2786-9318
ISSN (online): 2786-9326
Military Science. Vol. 4 No.1 (2026)

стратегія має забезпечувати баланс між максимізацією бойового ефекту та дотриманням гуманітарних норм, між автономністю та збереженням людського контролю.

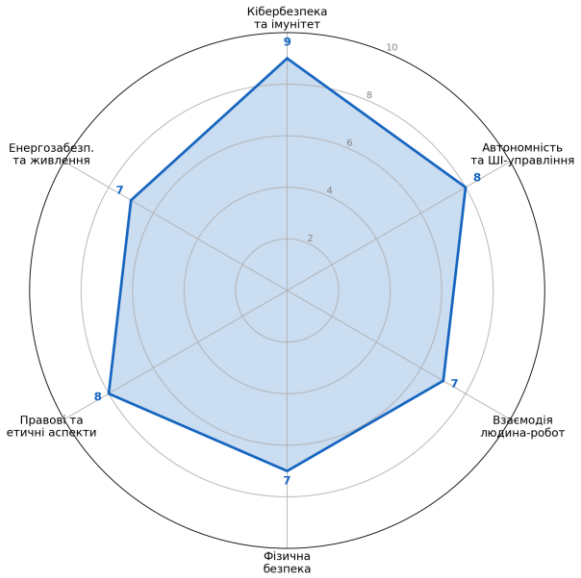


Рисунок 4. Радарна діаграма актуальності ключових напрямів викликів застосування роботизованих систем (бальна оцінка)

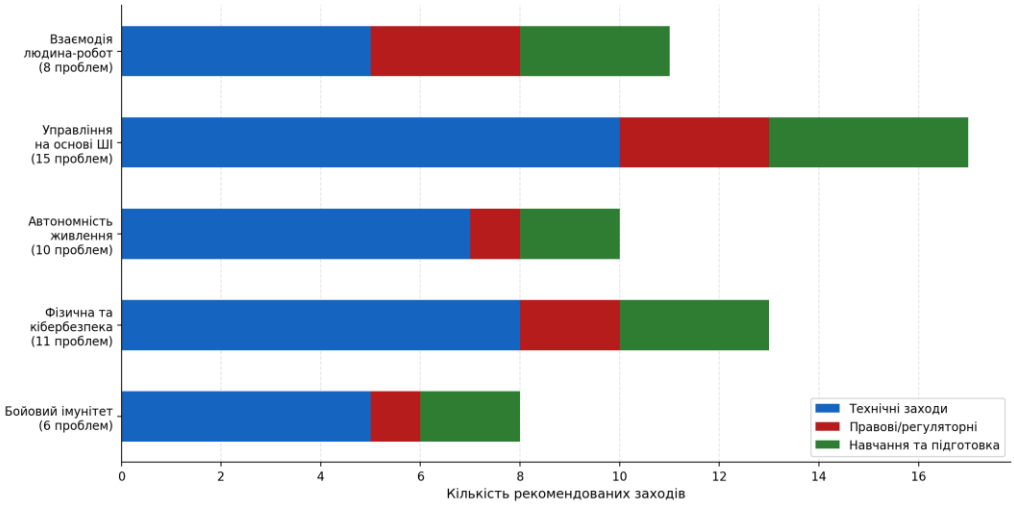


Рисунок 5. Розподіл заходів мінімізації ризиків застосування роботизованих систем за групами викликів

Висновок (Conclusions)

У статті проведено комплексний аналіз переваг, викликів і застережень застосування роботизованих систем у військовій сфері. Отримані результати дозволяють сформулювати такі висновки.

1. Роботизовані системи надають широкий спектр переваг із переважно високим ступенем пріоритетності (13 із 15 переваг). Ключовими є: зниження втрат особового складу, підвищення точності та ефективності операцій, розширення розвідувальних можливостей, гнучкість і масштабованість застосування.

ISSN (print): 2786-9318
ISSN (online): 2786-9326
Military Science. Vol. 4 No.1 (2026)

2. Серед проблем бойового імунітету найбільш критичним є недостатній рівень кібербезпеки (9 балів із 10). Конструктивні вразливості та атаки типу DoS отримали оцінку 8 балів. Для їх нейтралізації необхідне системне застосування сучасних методів криптографічного захисту та регулярний аудит безпеки.

3. Ключовими групами викликів є кібербезпека та бойовий імунітет (9/10), правові й етичні аспекти та автономне управління на основі ШІ (8/10), взаємодія "людина-робот" та автономність живлення (7/10).

4. Заходи мінімізації ризиків поділяються на три категорії: технічні (переважаючі за кількістю), правові та регуляторні, навчання і підготовка персоналу. Найбільш комплексної уваги потребує сфера управління на основі ШІ – 15 виявлених проблем.

5. Для ЗС України ефективне впровадження роботизованих систем передбачає: системне навчання операторів, формування національної нормативно-правової бази, залучення передових технологій союзників НАТО та максимальне використання досвіду поточних бойових дій для вдосконалення доктрини застосування.

Подальші дослідження доцільно спрямувати на розроблення методичних підходів до кількісного оцінювання бойового імунітету роботизованих систем, вивчення досвіду їх інтеграції у багатодоменні операції, а також формування національних стандартів і вимог кібербезпеки для систем із застосуванням штучного інтелекту.

Конфлікт інтересів (Conflict of Interest)

Автор заявляє про відсутність конкуруючих інтересів за тематикою статті.

Використані джерела

1. Головнокомандувач ЗС України. (2023). *Доктрина "Застосування безпілотних систем у силах оборони України" (ОП 3-0 (46))*.
2. ЦНДІ ЗС України. (2024). *Концепція застосування окремої бригади безпілотних систем (проєкт)*.
3. Fox, A. (2024). *The Russo-Ukrainian War: A strategic assessment two years into the conflict*. Association of the United States Army (AUSA).
4. Semenenko, O., Ostrovskyi, S., Movchan, A., & et al. (2024). Role and place of drone swarms in combat operations and options for their use. *Social Development and Security*, *14* (5), 75–86. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.5.7
5. Головнокомандувач ЗС України. (2022). *Тимчасова методика розрахунків бойових потенціалів військових формувань*.
6. Генеральний штаб ЗС України. (2025). *Методика оцінювання ефективності застосування засобів об'єднаної вогневої підтримки з урахуванням протидії засобів РЕБ противника*. ЦНДІ ЗС України.
7. Соболєв, О. М. (Кер.). (2024). *Звіт про НДР "Ієрархія-3" (остат.)*. ЦНДІ ЗС України.
8. Заступник Головнокомандувача ЗС України. (2024). *Методика визначення потреби у безпілотних авіаційних комплексах та боєприпасах до них на операцію*. ЦНДІ ЗС України.
9. Національний університет оборони України. (2017). *Тимчасова єдина загальновійськова методика оперативно-тактичних розрахунків в ході планування вогневого ураження противника* [Навчальний посібник].
10. Городнов, В. П., Дробаха, Г. А., & Єрмошин, М. О. (2004). *Моделювання бойових дій військ (сил) протиповітряної оборони* [Моногр.]. ХВУ.
11. Національна академія оборони України. (2004). *Методика визначення бойових можливостей механізованих (танкових) з'єднань, частин, підрозділів* [Навч. посіб.].
12. АрміяІнформ. (2023, 14 бер.). *Сухопутні війська США зразка 2030 року: вплив досвіду*

ISSN (print): 2786-9318
ISSN (online): 2786-9326
Military Science. Vol. 4 No.1 (2026)

війни в Україні. https://armyinform.com.ua/2023/03/14/suhoputni-vijska-ssha-zrazka-2030-roku-vplyv-dosvidu-vijny-v-ukrayini/

References

1. Commander-in-Chief of the Armed Forces of Ukraine. (2023). *Doctrine "Employment of Unmanned Systems in the Defense Forces of Ukraine" (OP 3-0 (46))*.
2. Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine. (2024). *Concept for the employment of a separate unmanned systems brigade (draft)*.
3. Fox, A. (2024). *The Russo-Ukrainian War: A strategic assessment two years into the conflict*. Association of the United States Army (AUSA).
4. Semenenko, O., Ostrovskyi, S., & Movchan, A. (2024). Role and place of drone swarms in combat operations and options for their use. *Social Development and Security*, *14* (5), 75–86. https://doi.org/10.33445/sds.2024.14.5.7
5. Commander-in-Chief of the Armed Forces of Ukraine. (2022). *Provisional methodology for calculating the combat potentials of military formations*.
6. Chief of the General Staff of the Armed Forces of Ukraine. (2025). *Methodology for evaluating the effectiveness of joint fire support employment, accounting for enemy electronic warfare (EW) countermeasures*. Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine.
7. Soboliev, O. M. (Ed.). (2024). *Report on R&D project "Hierarchy-3" (final)*. Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine.
8. Deputy Commander-in-Chief of the Armed Forces of Ukraine. (2024). *Methodology for determining the requirement for unmanned aerial systems and their munitions for an operation*. Central Research Institute of the Armed Forces of Ukraine.
9. National Defense University of Ukraine (NDUU). (2017). *Provisional unified combined arms methodology for operational-tactical calculations during fire destruction planning* [Training manual].
10. Horodnov, V. P., Drobakha, H. A., & Yermoshyn, M. O. (2004). *Modeling of combat operations of air defense troops (forces)* [Monogr.]. Kharkiv Military University.
11. National Defense Academy of Ukraine. (2004). *Methodology for determining the combat capabilities of mechanized (tank) formations, units, and subunits* [Training manual].
12. ArmyInform. (2023, March 14). *U.S. Army of the 2030 model: The impact of the war experience in Ukraine*. https://armyinform.com.ua/2023/03/14/suhoputni-vijska-ssha-zrazka-2030-roku-vplyv-dosvidu-vijny-v-ukrayini/

Advantages, challenges and caveats of using robotic systems in the military: a comprehensive analysis and recommendations

Yuzef Dobrovolsky
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor
Deputy Head of the Department of Military Training
for Academic Work – Head of the Academic Unit
National Aviation University
03048, Medova Street, 1, Kyiv, Ukraine
e-mail: e-mail: kataza@i.ua
ORCID: 0000-0002-1077-1402

The Central Research institute
of the Armed Forces of Ukraine

ISSN (print): 2786-9318
ISSN (online): 2786-9326
Military Science. Vol. 4 No.1 (2026)

Abstract. The relevance of the study is due to the rapid growth of the role of robotic and unmanned systems in modern military conflicts, which is accompanied by both the expansion of their functional capabilities and the emergence of new vulnerabilities related to physical, cybernetic and energy stability, as well as the features of the application of artificial intelligence in combat conditions. In the context of prolonged armed aggression against Ukraine, the issue of ensuring the effective, reliable and safe use of robotic systems is of particular importance for increasing the capabilities of the Armed Forces of Ukraine. The purpose of the article is a comprehensive scientific analysis of the advantages, challenges and limitations of the use of robotic systems in the military sphere, assessing their impact on the effectiveness of combat missions, as well as substantiating approaches to minimizing risks and increasing the stability of their functioning in conditions of modern war. The main results of the study are: systematization of the key advantages of robotic systems, in particular, reducing risks to personnel, increasing the accuracy of destruction and expanding reconnaissance capabilities; definition and classification of the main groups of challenges, including problems of physical and cyber security, energy autonomy, stability of control and human-robot interaction; clarification of the meaning of the concept of “combat immunity” of robotic systems and assessment of its impact on their effectiveness; development of a set of measures to increase the survivability, security and reliability of the functioning of robotic platforms in combat conditions. The article proves that the effectiveness of the use of robotic systems is determined not only by their tactical and technical characteristics, but primarily by the level of their integration into unified control circuits, resistance to complex enemy influences and the ability to function in a dynamically changing combat environment. The feasibility of forming a systemic approach to the development of robotic capabilities, which involves a combination of technological, organizational and doctrinal solutions, is substantiated. The materials of the article may be useful for military command bodies, scientific and analytical institutions of the security and defense sector, as well as for specialists in the field of defense planning, development of unmanned and robotic systems and implementation of innovations in the Armed Forces of Ukraine.

Keywords: robotic systems, unmanned systems, combat immunity, cybersecurity, artificial intelligence, human-robot interaction, energy autonomy, operational stability, military operations, innovative development, Armed Forces of Ukraine, modern military conflicts, asymmetric capabilities, systems integration.