

Рубльов В. І., Отрешко Н. М., Рубльова Р. І.

ІНТЕГРАЛЬНА ОЦІНКА БОЙОВОГО ПОТЕНЦІАЛУ МОБІЛЬНИХ ЗРК СЕРЕДНЬОЇ ДАЛЬНОСТІ

Анотація. Розглянуто актуальну науково-практичну проблему об'єктивного порівняльного аналізу сучасних мобільних зенітно-ракетних комплексів (ЗРК) середньої дальності, важливість якої суттєво зросла в умовах повномасштабної війни в Україні.

Ключові слова: зенітно-ракетний комплекс (ЗРК), протиповітряна оборона (ППО), бойовий потенціал, порівняльний аналіз, інтегральна оцінка, тактико-технічні характеристики (ТТХ), мобільність, багатоканальність, радіолокаційна станція (РЛС).

Abstract. The current scientific and practical problem of objective comparative analysis of modern medium-range mobile surface-to-air missile (SAM) systems has been considered. The importance of this problem has significantly increased in the context of the full-scale war in Ukraine.

Keywords: SAM, air defense, mobility, combat potential, integral assessment, hybrid warfare, UAV, electronic warfare.

Постановка проблеми

В умовах сучасних збройних конфліктів, що характеризуються інтенсивним застосуванням високоточної зброї, крилатих ракет, розвідувально-ударних безпілотних літальних апаратів (БПЛА) та тактичної авіації, роль зенітно-ракетних комплексів (ЗРК) середньої дальності суттєво зросла. Ці системи, що мають зону ураження, як правило, від 20 до 150 км, виступають як важливий елемент у структурі протиповітряної оборони (ППО) [9, с. 45-51]. Вони забезпечують безпосереднє прикриття військ на марші та в районах зосередження, а також захист стратегічно важливих об'єктів та критичної інфраструктури на оперативній та тактичній глибині. Досвід повномасштабної війни в Україні переконливо демонструє, що саме ЗРК середнього радіусу дії є «робочими конячками» ППО, що беруть на себе основне навантаження в боротьбі з найбільш поширеними повітряними загрозами.

Для подолання обмежень традиційного, редукаціоністського підходу до порівняльного аналізу, що ґрунтується на окремих ТТХ, у даному дослідженні запропоновано нову методику. Вибір критеріїв для аналізу ґрунтується на досвіді сучасних збройних конфліктів, що демонструє ключову важливість не лише дальності, а й таких параметрів, як вогнева потужність, тактична мобільність, технологічний рівень та економічна ефективність [13, с. 67-75]. Центральним елементом методики є Комплексний Нормалізований Індекс Бойового Потенціалу ($K_{\text{НБП}}$), який розраховується як зважена сума чотирьох ключових нормалізованих коефіцієнтів.

Коефіцієнт зони ураження (K_z) відображає об'єм повітряного простору, який комплекс здатен контролювати та захищати:

$$K_z = ((\text{Дальність} + \text{Висота})) / (\text{max_значення}).$$

Коефіцієнт вогневої потужності (K_v) оцінює здатність системи одночасно обстрілювати множинні цілі, а також боротися з високошвидкісними загрозами:

$$K_v = ((\text{Кількість цілей} \times \text{Макс. швидкість цілі}/1000)) / (\text{max_значення})$$

Коефіцієнт тактичної мобільності (K_m) є життєво важливим для виживання, оскільки менший час розгортання та згортання системи знижує її вразливість перед контрбатарейними ударами:

$$K_m = (\text{max_час} - \text{Час розгортання}) / (\text{max_час}).$$

Коефіцієнт технологічного рівня (K_T) враховує сучасність ключових компонентів системи, таких як тип радару та спосіб наведення ракети, що безпосередньо впливає на її ефективність в умовах радіоелектронної протидії.

$$K_T = ((\text{Бал радару} + \text{Бал наведення})) / (3.0).$$

Розрахунок індексу $K_{\text{КНБП}}$ здійснюється за формулою:

$$K_{\text{КНБП}} = (0.3 \times K_z) + (0.3 \times K_v) + (0.15 \times K_m) + (0.25 \times K_T)$$

Вагові коефіцієнти коректно відображають пріоритетність фундаментальних бойових можливостей (зона ураження та вогнева потужність) над тактичними властивостями (мобільність та технологічний рівень). Нормалізація кожного коефіцієнта здійснюється за методом Min-Max на основі даних, зібраних для досліджуваної вибірки ЗРК середньої дальності. Такий підхід забезпечує об'єктивне ранжування різнорідних систем на єдиній шкалі від 0 до 1, що дозволяє проводити не лише кількісне, а й якісне порівняння їхніх бойових можливостей.

Проаналізовано більше 20 ЗРК з 1950-х років по теперішній час, які поділені на 3 групи.

Основні тенденції, які можна виділити з аналізу:

1. Загальне зростання бойового потенціалу з часом: спостерігається чітка тенденція до збільшення індексу $K_{\text{КНБП}}$ з 1950-х років до сьогодення. Системи, розроблені в 21-му столітті, мають значно вищий інтегральний потенціал у порівнянні з комплексами, створеними в середині та кінці 20-го століття. Це свідчить про загальну еволюцію технологій та доктрин, що підвищують ефективність сучасних ЗРК.

2. Залежність бойового потенціалу від дальності ураження:

- Комплекси з дальністю менше 50 км ($L < 50$ км), позначені синім кольором, переважно мають найнижчі показники $K_{\text{КНБП}}$. Системи, такі як MIM-23 Hawk (1959) та 2K12 «Куб» (1967), знаходяться в нижній частині графіка. Навіть більш сучасні комплекси цієї категорії, наприклад Pantsir-S1 та HQ-17A, демонструють помірні показники, що вказує на їхню обмежену ефективність у порівнянні з далекобійними системами.

- Комплекси з дальністю від 50 до 100 км ($50 \text{ км} < L < 100 \text{ км}$), позначені помаранчевим, демонструють ширший розкид індексів. Такі системи, як Type 03 Chu-SAM (2003) та 9K317 «Бук-М2» (2008), мають середні показники. При цьому 9K317 «Бук-М3» (2016) є винятком, демонструючи надзвичайно високий індекс $K_{\text{КНБП}}$ (близько 0.79), що ставить його в один ряд із найсучаснішими далекобійними системами. Це підкреслює його унікальне поєднання високої вогневої потужності та мобільності.

- Комплекси з дальністю понад 100 км ($L > 100$ км), позначені сірим, стабільно посідають верхню частину графіка. Ці системи, включаючи SAMP/T (2010), David's Sling (2017) та HQ-22 (2017), мають найвищі значення $K_{\text{КНБП}}$. Їхній бойовий потенціал значно вищий, що відображає доктринальний акцент на забезпеченні широких зон заборони доступу (A2/AD) та перехоплення високошвидкісних балістичних цілей.

3. Збільшення розкиду показників для нових систем: Графік показує, що системи, розроблені після 2010 року, мають значно більший розкид індексів $K_{\text{КНБП}}$. Це свідчить про зростання спеціалізації сучасних ЗРК, де одні комплекси оптимізовані для конкретних загроз і тактичних ніш (наприклад, David's Sling для ППРО), а інші — для універсальних завдань.

Найбільш ефективною стратегією для країн, що прагнуть посилити свою протиповітряну оборону, є не уніфікація систем, а їхня синергійна інтеграція в єдину мережу. Досвід України демонструє, що поєднання різнорідних, але технологічно сумісних західних комплексів, таких як NASAMS, IRIS-T SLM та Patriot, дозволяє створити гнучку, багатопарову систему ППО, здатну протистояти складним та масованим повітряним загрозам. Модульність, мережева архітектура та впровадження принципів «вистрілив-забув» стають ключовими вимогами для майбутніх поколінь ЗРК.

Для подальших досліджень актуальним є більш детальний аналіз ефективності сучасних систем проти малорозмірних, низькошвидкісних та високоманеврених загроз, таких

як БПЛА, а також їхня стійкість до специфічних засобів радіоелектронної боротьби, що застосовуються в умовах реального конфлікту.

Список використаних джерел:

1. The Military Balance 2024. The International Institute for Strategic Studies (IISS). London: Routledge, 2024. 552 p.
2. Jane's Land-Based Air Defence 2023–2024. Edited by T. Williams. London: Janes Information Group, 2023. 1020 p.
3. Зброя російсько-української війни 2022-2023 років: Довідник-каталог. Київ: Центр досліджень воєнної історії ЗСУ, 2023. 243 с.
4. Bronk J., Reynolds N., Watling J. The Russian Air War and Ukrainian Air Defence. RUSI Special Report. 7 November 2022. URL: <https://www.rusi.org/explore-our-research/publications/special-resources/russian-air-war-and-ukrainian-air-defence>
5. Karako T., Rumbaugh W. Patriot to Ukraine: What Does It Mean? CSIS Analysis. 21 December 2022. URL: <https://www.csis.org/analysis/patriot-ukraine-what-does-it-mean>
6. SIPRI Arms Transfers Database. Stockholm International Peace Research Institute. 2024. URL: <https://www.sipri.org/databases/armstransfers>
7. Залужний В., Забродський М. Перспективи забезпечення воєнної кампанії 2023 року: український погляд. Укрінформ. 7 вересня 2022. URL: <https://www.ukrinform.ua/rubric-ato/3566100-perspektivi-zabezpecenna-voennoi-kampanii-2023-roku-ukrainskij-poglad.html>
8. ЗРК С-400: чи дійсно він настільки "аналоговнєт", як про це говорять у РФ. Defense Express. 16 травня 2023. URL: https://defence-ua.com/weapon_and_tech/zrk_s_400_chi_dijsno_vin_nastilki_analogovnjak_jak_pro_tse_govorjat_u_rf-11440.html
9. Згурець С. Г. Ефективність систем ППО в умовах сучасних конфліктів: уроки для України. Наука і оборона. 2022. № 1. с. 45–51.
10. Williams I., Mount A. North Korea's Missile Message. CSIS Briefs. 25 January 2022. URL: <https://www.csis.org/analysis/north-koreas-missile-message>
11. Ковальчук В. В., Петров М. С. Методи підвищення завадозахищеності багатофункціональних РЛС зенітних ракетних комплексів. Системи озброєння і військова техніка. 2021. № 2(66). с. 34–40.
12. Швець В. М. Особливості застосування зенітних ракетних комплексів великої дальності в умовах радіоелектронної протидії. Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. 2022. Вип. 4(74). с. 74–78.
13. Слюсарев О.М., Бойко О.М. Досвід бойового застосування ЗРК середньої дальності в умовах гібридної війни. Вісник Національного університету оборони України. 2023. Вип. 1(53). с. 67-75.
14. Johnson P. The Rise of the NASAMS: The 'Patriot's Little Brother' and Its Global Impact. Journal of Air Defense Studies. 2022. Vol. 15, No. 3. pp. 88-101.
15. Дорошенко П.Л. Тактика прикриття військ від повітряних загроз: аналіз застосування ЗРК на оперативному рівні. Військово-технічний збірник. 2023. № 2(14). с. 112-120.

Рубльов Володимир Іванович – кандидат технічних наук, доцент кафедри конструкції та міцності літальних апаратів та двигунів Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. вул. Сумська 77, м. Харків. e-mail: rublik1969@gmail.com. orcid.org/0000-0001-6300-244X

Отрешко Наталія Миколаївна – старший викладач кафедри конструкції та міцності літальних апаратів та двигунів Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. вул. Сумська 77, м. Харків. e-mail: otrashkonatali@gmail.com. orcid.org/0000-0003-0677-3090

Рубльова Раїса Іванівна - старший викладач кафедри філософії Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба. вул. Сумська 77, м. Харків. e-mail: rrublyva@gmail.com. orcid.org/0009-0008-3962-8096