

Специфічні показники ефективності наземних роботизованих комплексів в умовах логістичного і медичного забезпечення операцій (бойових дій)

Specific Indicators of the Efficiency of Ground Robotic Complexes in the Conditions of Logistics and Medical Support of Operations (Combat Actions)

Віктор Гудима

кандидат технічних наук, доцент кафедри технічного забезпечення інституту логістики та підтримки військ (сил), e-mail: viktor.gud77@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4722-0601>

Тимур Куртсеітов

Corresponding author доктор технічних наук, начальник науково-методичного центру організації наукової та науково-технічної діяльності, e-mail: kurttimur@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6478-6469>

Анатолій Нікітін

доктор філософії, професор кафедри хімічного, біологічного, радіологічного, ядерного захисту та цивільної безпеки, e-mail: tolik-nikitin@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1487-0616>

Олександр Ярошенко

старший викладач кафедри технічного забезпечення інституту логістики та підтримки військ (сил), e-mail: Kss2014@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9497-2262>

Victor Hudyma

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technical Support of the Institute of Logistics and Support of Troops (Forces), e-mail: viktor.gud77@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4722-0601>

Timur Kurtseitov

Corresponding author доктор технічних наук, Doctor of Technical Sciences, Head of the Scientific and Methodological Center for the Organization of Scientific and Technical Activities, e-mail: kurttimur@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6478-6469>

Anatoly Nikitin

Doctor of Philosophy, Professor Department of Chemical, Biological, Radiological, Nuclear Protection and Civil Security, e-mail: tolik-nikitin@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1487-0616>

Oleksandr Yaroshenko

Department of Technical Support, e-mail: Kss2014@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-9497-2262>

Національний університет оборони України, м. Київ, Україна

National Defense University of Ukraine, Kyiv, Ukraine

Received: June 18, 2026 | Revised: June 27, 2026 | Accepted: June 30, 2026

УДК 623.76:623.6:355.41:355.585

DOI: <https://doi.org/10.33445/sds.2026.16.3.28>

Мета роботи. Обґрунтування та систематизація специфічних показників ефективності наземних роботизованих комплексів, призначених для логістичного та медичного забезпечення операцій (бойових дій), а також формування науково-методичних засад їх використання під час розроблення оперативно-тактичних вимог, проведення випробувань і комплексного оцінювання.

Метод дослідження. Використано системний, системно-структурний і порівняльний аналіз, контент-аналіз міжнародних стандартів ASTM, ISO, JAUS, NGVA та національних нормативних документів, а також методи систематизації й узагальнення. Формування системи специфічних показників здійснювалося шляхом аналізу нормативної бази, визначення особливостей бойового застосування НРК та класифікації показників за функціональними напрямками.

Результати дослідження. Запропоновано систему специфічних показників ефективності НРК для оцінювання їх застосування під час логістичного та медичного забезпечення бойових дій. Систематизовано показники за напрямками логістичного забезпечення, медичної евакуації та взаємної сумісності із системами управління. Обґрунтовано доцільність включення до системи оцінювання показників стійкості до засобів радіоелектронної боротьби, живучості, скритності, енергоефективності, медико-орієнтованих параметрів та інтероперабельності.

Теоретична цінність дослідження. Розвинено науково-методичні засади оцінювання ефективності НРК шляхом формування системи специфічних показників, адаптованої до умов сучасних бойових дій.

Purpose. To substantiate and systematise specific performance indicators for unmanned ground vehicles (UGVs) intended for logistics and medical support during military operations (combat actions), and to develop methodological foundations for their application in formulating operational and tactical requirements, conducting testing, and performing comprehensive evaluation.

Method. The study employed a combination of systems analysis, structural analysis, comparative analysis, content analysis of international standards (ASTM, ISO, JAUS, NGVA) and national regulatory documents, as well as methods of systematisation and generalisation. The system of specific performance indicators was developed through an analysis of the regulatory framework, identification of the operational characteristics of UGV employment in combat conditions, and classification of indicators according to their functional areas.

Findings. A system of specific performance indicators for evaluating UGVs employed in logistics and medical support during combat operations is proposed. The indicators are classified into three functional groups: logistics support, medical evacuation, and interoperability with command and control systems. The study substantiates the inclusion of indicators characterising resilience to electronic warfare, survivability, signature management, energy efficiency, medical-oriented performance parameters, and interoperability within the evaluation framework.

Theoretical implications. The study advances the methodological foundations for evaluating UGV effectiveness by developing a system of specific performance indicators adapted to the requirements of contemporary combat operations.

Практична цінність дослідження. Запропонована система показників може бути використана під час розроблення оперативнотактичних вимог, проведення державних і відомчих випробувань, порівняльного оцінювання перспективних зразків НРК та обґрунтування рішень щодо їх прийняття на озброєння.

Тип статті. Теоретична наукова стаття.

Practical implications. The proposed system of indicators can be applied in developing operational and tactical requirements, conducting state and departmental trials, performing comparative evaluations of prospective UGVs, and supporting decision-making regarding their adoption by the Armed Forces of Ukraine.

Paper type. Theoretical article.

Ключові слова. наземний роботизований комплекс; ефективність; логістичне забезпечення; медичне забезпечення; стійкість зв'язку; живучість; скритність.

Key words. Ground Robotic Complex, Efficiency, Logistical Support, Medical Support, Communication Stability, Survivability, Stealth.

Вступ

В умовах сучасних війн значна частина складних і небезпечних завдань покладається на наземні роботизовані комплекси (НРК). Вони вже використовуються як для виконання завдань логістичного забезпечення бойових дій (підвезення озброєння та військової техніки (ОВТ) і матеріально-технічних засобів), так і для медичного забезпечення (евакуації поранених із небезпечних ділянок). Такий підхід дає змогу зменшити втрати особового складу, скоротити час виконання завдань і підтримувати високу інтенсивність бойових дій [1–2].

Водночас більшість наявних методик і підходів до оцінювання ефективності платформ НРК розроблено з урахуванням положень [3–4], які передусім орієнтовані на цивільні промислові та складські умови. Вони забезпечують відтворюваність результатів полігонних випробувань і належний рівень безпеки під час роботи поруч із людьми, однак не повною мірою враховують специфіку бойового застосування. Водночас у сучасних умовах ведення операцій (бойових дій) критичного значення набувають інші питання:

- чи здатний НРК продовжити рух і виконати поставлене завдання у разі втрати або різкого погіршення радіозв'язку (внаслідок дії засобів радіоелектронного подавлення (РЕП), затінення рельєфом або руйнування антен);
- чи достатні запас ходу та енергетичний ресурс для виконання повного рейсу з урахуванням маневрування, об'їздів і можливих затримок [5];
- чи зберігатиме НРК керованість і працездатність у разі пошкоджень (пошкодження колеса або гусениці, відмова одного із сенсорів, часткова втрата функціональності бортових систем, насамперед оптичних [6]);
- чи не створюватиме платформа демаскувальних сигнатур (акустичного шуму, теплового випромінювання) під час руху до переднього краю [7];
- чи забезпечуватиме належний рівень комфорту й безпеки під час евакуації пораненого (рівень прискорень і вібрацій, температурний режим у відсіку, а також час доставки пораненого до укриття).

З погляду командира підрозділу, головне питання щодо застосування НРК полягає в такому: “Чи доставить цей НРК вантаж або пораненого до визначеного місця у встановлений час і без надмірного ризику для людей та техніки?”.

Щоб дати відповідь на це запитання, недостатньо знати лише окремі технічні характеристики (максимальну швидкість, вантажопідйомність, паспортний запас ходу). Необхідні специфічні показники ефективності (СПЕ), які:

- безпосередньо відображають успішність виконання завдання (логістичного забезпечення або медичної евакуації особового складу (медеваку));
- оцінюються в умовах, максимально наближених до реальних, з урахуванням дії засобів РЕП, нічних умов, складного рельєфу місцевості та загрози обстрілів;
- можуть бути об'єктивно виміряні та відтворені, що дає змогу порівнювати різні зразки НРК між собою й відстежувати прогрес їх модернізації.

У цій ситуації виникає суперечність. З одного боку, промислові стандарти [3–4] вже пропонують структуровану основу для уніфікації термінології, проведення полігонних випробувань та оцінювання безпеки. З іншого боку, підрозділам, які безпосередньо

застосовують НРК для логістичного або медичного забезпечення операцій (бойових дій), бракує систематизованого набору СПЕ, безпосередньо пов'язаних із виконанням їхніх тактичних завдань.

Мета статті полягає в обґрунтуванні та систематизації специфічних показників ефективності наземних роботизованих комплексів, призначених для виконання завдань логістичного та медичного забезпечення операцій (бойових дій), з урахуванням особливостей їх застосування в сучасному бойовому середовищі, а також у формуванні науково-методичних засад їх подальшого використання під час розроблення оперативно-тактичних вимог, проведення випробувань, порівняльного оцінювання та прийняття рішень щодо прийняття перспективних зразків на озброєння.

Огляд літератури

Сучасний розвиток НРК зумовив необхідність створення уніфікованих підходів до їх випробувань, оцінювання ефективності та забезпечення взаємної сумісності. На сьогодні основою нормативно-методичного забезпечення випробувань безекіпажних платформ є міжнародні стандарти ASTM, ISO, JAUS та NGVA, які регламентують термінологію, порядок проведення випробувань, вимоги до безпеки, навігації, взаємодії з перешкодами та інтеграції платформ до єдиного інформаційного простору.

Важливе місце займає термінологічний стандарт ASTM F3200-22 [8], який формує єдину систему понять для різних типів безекіпажних платформ, режимів їх функціонування та елементів середовища експлуатації. Використання єдиної термінології забезпечує однакове розуміння вимог виробниками, замовниками та експлуатуючими організаціями, що є необхідною передумовою формування коректних оперативно-тактичних вимог і подальшої інтерпретації результатів випробувань.

Стандарт ASTM F3218-17 [9] регламентує порядок документування умов проведення випробувань, зокрема температури, вологості, освітленості, типу покриття та інших факторів навколишнього середовища. Документування цих параметрів забезпечує відтворюваність результатів та їх коректне порівняння між різними полігонами й етапами випробувань.

Практичні аспекти оцінювання навігаційних можливостей роботизованих платформ визначають стандарти ASTM F3244-21 [10] та ASTM F3265-17 [11]. Перший встановлює методику оцінювання здатності платформи рухатися визначеним маршрутом без виходу за встановлені межі, тоді як другий регламентує порядок визначення взаємодії НРК з перешкодами, включаючи їх виявлення, гальмування та безпечне проходження складних ділянок місцевості. Ці стандарти широко використовуються під час полігонних випробувань автономних транспортних платформ.

Практичне впровадження зазначених стандартів забезпечує Національний інститут стандартів і технологій США (NIST), який розробляє типові полігони, випробувальні сценарії, методики вимірювань та рекомендації щодо оцінювання роботизованих систем. Напрацьовані NIST підходи створюють методичну основу для адаптації міжнародних процедур випробувань до специфіки військових НРК.

Поряд із нормативами ASTM важливе значення має стандарт ДСТУ EN ISO 3691-4:2024 [4], який визначає вимоги безпеки до автономних транспортних платформ. Хоча документ орієнтований переважно на цивільні складські комплекси, його положення можуть бути адаптовані до військових умов експлуатації НРК, насамперед щодо виявлення людей і перешкод, алгоритмів гальмування, режимів функціонування та перевірки систем безпеки.

Окремий напрям нормативного забезпечення становлять стандарти взаємної сумісності. Документ UGV Interoperability Profile (IOP) [12], побудований на стандартах Joint Architecture for Unmanned Systems (JAUS), визначає перелік сервісів і протоколів, необхідних для передачі команд керування, телеметрії та інтеграції корисного навантаження. Доповнює

його стандарт NATO Generic Vehicle Architecture (NGVA) [13], який встановлює принципи відкритої архітектури наземних платформ, уніфікованого обміну даними, синхронізації часу, інтеграції відеопотоків та забезпечення кіберзахисту.

В Україні основою комплексної оцінки зразків озброєння та військової техніки є методика, розроблена Центральним науково-дослідним інститутом озброєння та військової техніки Збройних Сил України [14–15]. Методика базується на експертному визначенні вагових коефіцієнтів технічних характеристик, їх нормуванні та розрахунку інтегрального показника ефективності. Разом із тим вона передбачає, що перелік показників ефективності вже сформовано, тоді як питання їх обґрунтування залишаються поза межами дослідження.

Проведений аналіз літератури свідчить, що чинні міжнародні стандарти забезпечують нормативну основу для оцінювання навігації, безпеки, взаємної сумісності та полігонних випробувань НРК, однак недостатньо враховують специфіку їх застосування під час логістичного та медичного забезпечення бойових дій. Зокрема, залишаються недостатньо формалізованими показники стійкості до дії засобів радіоелектронної боротьби, живучості при бойових пошкодженнях, скритності, енергоефективності, медико-орієнтованих параметрів евакуації та інтеграції НРК у систему управління військами. Саме усунення цих прогалин визначає наукову проблему даного дослідження.

Методологія дослідження

Методологічною основою дослідження є системний підхід до оцінювання ефективності наземних роботизованих комплексів, який передбачає розгляд НРК як складної технічної системи, що функціонує в умовах бойового середовища та взаємодіє із системами логістичного, медичного й інформаційного забезпечення.

У процесі дослідження застосовано комплекс взаємопов'язаних загальнонаукових і спеціальних методів. Системний аналіз використано для визначення місця НРК у системі логістичного та медичного забезпечення операцій (бойових дій) і встановлення взаємозв'язків між технічними характеристиками платформи та результативністю виконання бойових завдань. Системно-структурний аналіз застосовано для класифікації специфічних показників ефективності та їх групування відповідно до функціонального призначення роботизованих комплексів.

Контент-аналіз міжнародних стандартів ASTM, ISO, JAUS, NGVA, а також національних нормативних документів і наукових публікацій дозволив визначити існуючі підходи до випробувань, оцінювання безпеки, навігації, взаємної сумісності та експлуатації роботизованих платформ. Порівняльний аналіз використовувався для зіставлення можливостей чинних методик із вимогами сучасного бойового застосування НРК.

Формування специфічних показників ефективності здійснювалося у чотири послідовні етапи. На першому етапі проведено аналіз міжнародних стандартів, нормативно-технічної документації та сучасних наукових досліджень щодо оцінювання роботизованих платформ. На другому етапі визначено основні групи завдань НРК під час логістичного та медичного забезпечення бойових дій, а також фактори бойового середовища, які істотно впливають на результативність їх застосування. На третьому етапі здійснено систематизацію показників ефективності за функціональними напрямками: логістичне забезпечення, медична евакуація та взаємна сумісність із системами управління. На завершальному етапі сформовано перелік специфічних показників ефективності, придатних для подальшого використання під час розроблення оперативно-тактичних вимог, проведення випробувань і порівняльного оцінювання перспективних зразків наземних роботизованих комплексів.

Запропонована методологія забезпечує можливість переходу від оцінювання окремих технічних характеристик НРК до комплексного аналізу їх спроможності виконувати логістичні та медичні завдання в умовах сучасних бойових дій і створює методичну основу для

подальшого визначення вагових коефіцієнтів, розроблення процедур випробувань та формування інтегрального показника ефективності.

Результати дослідження

Специфічні показники ефективності НРК в умовах логістичного та медичного забезпечення бойових дій

Підсумовуючи наведене вище, можна виокремити чотири групи проблемних питань, які недостатньо висвітлені в чинних стандартах, проте є критично важливими для застосування НРК у Збройних Силах України, а саме:

- **бойове середовище зв'язку** (дія засобів РЕП, втрата каналу зв'язку, перехоплення сигналів) — необхідні СПЕ, що характеризують стійкість НРК та особливості його функціонування у разі втрати зв'язку з пунктом управління;
- **скритність і живучість у разі пошкоджень** — потрібні СПЕ, що характеризують акустичний і тепловий профілі платформи, а також її здатність завершувати виконання завдання в деградованих режимах;
- **медико-орієнтовані параметри медичного забезпечення** — необхідні СПЕ, що відображають вплив руху НРК на стан пораненого та тривалість його евакуації;
- **енергетика, темп виконання логістичних завдань і взаємна сумісність** — потрібні СПЕ, що характеризують пропускну здатність, енергоефективність, швидкість технічного обслуговування та рівень інтеграції з наявними системами управління й забезпечення.

Саме на ці групи викликів має відповідати система базових СПЕ, запропонована в даному дослідженні. Під час формування системи СПЕ дотримано таких принципів:

1. **Прив'язка до місії.** Кожен СПЕ безпосередньо пов'язаний із конкретним завданням: доставкою вантажів (озброєння, військової техніки, матеріально-технічних засобів тощо) або медичним забезпеченням (евакуацією пораненого з небезпечної ділянки).
2. **Спроможність до вимірювання та відтворюваність.** Значення СПЕ мають визначатися за чітко регламентованою процедурою та бути придатними до порівняння в часі й просторі (на різних полігонах, за різних кліматичних умов і в різних бойових підрозділах).
3. **Операційна придатність до умов бою.** СПЕ повинні враховувати вплив засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) і нестабільного зв'язку, складний рельєф місцевості та несприятливі погодні умови, живучість НРК у разі пошкоджень, а також специфіку медичного забезпечення (стан пораненого та час його евакуації).
4. **Придатність для приймальної та експлуатаційної оцінки.** СПЕ повинні використовуватися як під час приймальних випробувань нових зразків НРК, так і в процесі регулярної експлуатаційної оцінки техніки у військових підрозділах.

Вплив радіоелектронної боротьби та нестабільного зв'язку [16]

У чинних стандартах, як правило, виходять із припущення, що канал зв'язку між платформою та пунктом управління є надійним, а його втрата є малоімовірним винятком. В умовах сучасних бойових дій ситуація є принципово іншою. Противник активно застосовує засоби радіоелектронного подавлення (РЕП), які призводять до придушення, переривання або спотворення сигналів керування й телеметрії. Крім того, рельєф місцевості, забудова та руйнування інфраструктури формують зони радіотіні, у яких якість зв'язку різко погіршується або він повністю втрачається. Додатковою загрозою є можливість перехоплення або нав'язування сторонніх сигналів.

За таких умов стандартні показники навігації та стабільності руху вже не забезпечують повної оцінки ефективності функціонування НРК. Необхідно використовувати специфічні

показники ефективності, які відображають:

- здатність НРК автономно завершувати виконання завдання у разі втрати зв'язку (повернення на вихідну позицію, зупинка у безпечній зоні або доставка вантажу до визначеного пункту);
- частку місій, виконаних із перервами зв'язку без критичних наслідків для виконання поставленого завдання;
- якість функціонування каналів керування й телеметрії під впливом засобів РЕП (затримку передавання даних, частку успішно доставлених команд і повідомлень).

Зазначені аспекти практично не формалізовані в стандартах ASTM та ISO, однак вони є критично важливими для логістичного забезпечення бойових дій і проведення медичної евакуації.

Скритність платформи [7]

Більшість промислових підходів зосереджені на забезпеченні безпеки людей, однак практично не враховують скритність платформи від засобів розвідки противника. Для НРК, що функціонують у зоні вогневого ураження, визначальне значення мають:

- акустичний профіль (рівень шуму за різних швидкостей і режимів руху);
- тепловий (інфрачервоний) профіль, який визначає помітність платформи для приладів нічного бачення та інфрачервоних засобів розвідки;
- можливість використання низькошумних режимів руху поблизу переднього краю.

Наразі зазначені характеристики або взагалі не регламентуються чинними стандартами, або розглядаються лише побічно як загальні шумові характеристики. Тому доцільно запровадити СПЕ щодо скритності, які дадуть змогу порівнювати різні зразки НРК за ступенем ризику їх демаскування під час виконання бойових завдань.

Живучість у разі пошкоджень [17]

У промисловому середовищі відмова окремого компонента, як правило, призводить до зупинки платформи та її подальшого сервісного ремонту. Водночас в умовах бойових дій НРК, який виконує завдання логістичного або медичного забезпечення, повинен зберігати мінімально необхідний рівень працездатності навіть у разі часткового пошкодження ходової частини (колеса або гусениці), адекватно реагувати на відмову окремих сенсорів (працювати в деградованому режимі, а не повністю втрачати функціональність) та мати можливість завершити виконання поставленого завдання або відійти в безпечне укриття.

Це потребує введення СПЕ, які характеризують живучість НРК, зокрема: частку місій, під час яких платформа успішно завершує завдання або здійснює безпечний відхід за умов моделювання пошкоджень; здатність до руху в деградованих режимах (із частковою втратою сенсорів або зі зниженням швидкості руху). Подібні показники практично відсутні в чинних стандартах, хоча саме вони значною мірою визначають реальну бойову цінність НРК.

Медико-орієнтовані параметри медичного забезпечення [18]

Стандарти ASTM та ISO практично не враховують специфіку транспортування поранених. Для НРК, які застосовуються в режимі медичної евакуації, цього недостатньо, оскільки вирішальне значення мають параметри, що безпосередньо впливають на стан пораненого: величина та спектр прискорень і вібрацій на рівні нош, які можуть посилювати больовий синдром, кровотечу або порушувати стабільність переломів; температурний режим в евакуаційному відсіку, який визначає ризик гіпотермії чи перегріву; час доставки від місця поранення до укриття з урахуванням реальної бойової обстановки (маневрування, використання укриттів, обстрілів); можливість підтримання телеметричного контролю стану пораненого (за наявності відповідного обладнання) та подальшого застосування засобів телемедицини.

Отже, виникає необхідність запровадження окремої групи медико-орієнтованих СПЕ, які відсутні у чинних методиках оцінювання роботизованих платформ, але є принципово важливими для оцінювання ефективності медичної евакуації.

Енергетика та темп логістичного забезпечення [19]

Чинні стандарти переважно оперують такими показниками, як запас ходу та загальне енергоспоживання. Водночас для військових підрозділів, які використовують НРК у логістичному забезпеченні бойових дій, більш важливими є інші характеристики: фактична маса вантажу, яку платформа здатна доставити за одиницю часу на конкретному маршруті з урахуванням рельєфу місцевості, погодних умов і бойової обстановки; тривалість швидкої заміни акумуляторної батареї або дозаправлення; кількість рейсів, що можуть бути виконані без проведення технічного обслуговування.

Це зумовлює необхідність введення таких СПЕ, як пропускна здатність (кг/год для типового маршруту), питома енерговитрата (Вт·год/(кг·км)) та час гарячої заміни акумуляторної батареї (хв). Хоча окремі з цих показників можуть бути визначені на основі чинних стандартів, у завершеному вигляді вони поки що не сформульовані.

Взаємна сумісність із системами управління та забезпечення [20]

Стандарти UGV IOP/JAUS і NGVA визначають загальні принципи забезпечення взаємної сумісності, однак на рівні конкретних військових підрозділів часто відсутні чітко визначені мінімальні вимоги до функціональних можливостей НРК. Насамперед необхідно встановити:

- які повідомлення та сервіси повинна підтримувати станція управління НРК для інтеграції в існуючу систему управління;
- які інтерфейси передачі даних, відеоінформації та синхронізації часу є обов'язковими;
- які результати випробувань взаємної сумісності (протоколи, журнали, звіти) мають бути документально підтверджені.

Відсутність таких вимог створює ризик появи НРК, які функціонують лише зі своїми власними пунктами управління та не інтегруються до єдиної системи управління військами. Саме тому доцільно запровадити СПЕ щодо взаємної сумісності, наприклад, відсоток реалізованих сервісів профілю UGV IOP або час інтеграції НРК до наявної системи управління.

У табл. 1 наведено специфічні показники ефективності, запропоновані для оцінювання НРК, що виконують завдання логістичного забезпечення бойових дій.

Таблиця 1: СПЕ для логістичного забезпечення бойових дій

№ з/п	Назва СПЕ	Сутність показника	Одиниця / форма подання
1	Успішність логістичної операції	Частка рейсів, у яких НРК доставив вантаж у задану точку й повернувся/зайняв безпечну позицію без втрати вантажу та платформи	%
2	Час логістичного циклу	Час від моменту старту з пункту завантаження до повернення в початкову точку (або іншу визначену точку) з урахуванням розвантаження	успішних операцій
3	Пропускна здатність за масою	Кількість вантажу, який платформа здатна доставити за одиницю часу на конкретному маршруті (з урахуванням рельєфу)	хв.
4	Питома енерговитрата	Витрата енергії на транспортування одиниці маси на одиницю відстані (показник енергоефективності НРК)	середнє значення
5	Прохідність із вантажем	Максимальні ухили, висота перешкод, глибина колії чи нерівностей, які НРК долає з заданим вантажем без втрати стійкості й працездатності	не перевищує 95 %

№ з/п	Назва СПЕ	Сутність показника	Одиниця / форма подання
6	Точність дотримання маршруту	Середнє та максимальне відхилення траєкторії руху від заданого маршруту в контрольних точках	кг/год
7	Стійкість до втрати/погіршення зв'язку (КПЕ РЕБ)	Частка операцій, у яких НРК коректно завершив завдання або здійснив безпечний відхід при змодельованих втратах зв'язку/РЕБ (задані сценарії)	Вт·год/(кг·км)
8	Скритність при виконанні логістичної операції	Рівні акустичного шуму та теплового (інфрачервоного) випромінювання при русі в типовому режимі під навантаженням	градуси, см (за категоріями перешкод)
9	Живучість у разі пошкоджень (логістика)	Здатність НРК продовжити рух/завершити завдання при змодельованих пошкодженнях (відмова одного колеса, частковий вихід із ладу сенсора тощо)	од.
10	Час “гарячої” заміни батареї	Час, необхідний розрахунку для заміни акумуляторних батареї НРК у польових умовах без спеціального обладнання	mean/max
11	Безпека при роботі поряд з особовим складом	Відповідність НРК вимогам до виявлення людей, гальмування, режимів швидкості згідно з принципами ISO 3691-4	% операцій

Джерело: розроблено авторами.

У практичному аспекті запропоновані СПЕ мають забезпечити командирів можливість отримати відповідь на ключові питання: “Яку фактичну масу вантажу цей НРК здатний доставити за годину на визначеному маршруті? Наскільки його функціонування залежить від стійкості зв'язку? Яким є рівень його акустичної та теплової помітності? Як він поводитиметься у разі бойового пошкодження?”.

У табл. 2 наведено специфічні показники ефективності, запропоновані для оцінювання наземних роботизованих комплексів, призначених для виконання завдань медичного забезпечення під час операцій (бойових дій).

Таблиця 2: СПЕ для медичного забезпечення бойових дій

№ з/п	Назва СПЕ	Сутність показника	Одиниця / форма подання
1	Успішність медаваку	Частка евакуаційних заходів, виконаних за визначеним медичним протоколом (поранений доставлений до пункту медичної допомоги, платформа збережена)	% успішних евакуацій
2	Час “місце поранення → укриття/ПМД”	Час від моменту завантаження пораненого на НРК до прибуття в укриття або пункт медичної допомоги	хв;
3	Прискорення та вібрації на ношах	Середньоквадратичні (RMS) та пікові значення прискорень на рівні нош під час руху НРК по типовому маршруту	м/с ² ; RMS та піки по осях
4	Час завантаження/вивантаження пораненого	Час, необхідний для розміщення пораненого на ношах/платформі НРК та зняття на пункті призначення силами 1–2 військовослужбовців	с; окремо завантаження/вивантаження
5	Сумісність із медичними ношами та обладнанням	Можливість штатного кріплення стандартних нош, фіксації пацієнта, розміщення медичного обладнання (за необхідності)	“сумісний / частково сумісний / не

№ з/п	Назва СПЕ	Сутність показника	Одиниця / форма подання
			сумісний” з переліком стандартів
6	Температурний режим у відсіку медеваку	Діапазон температур, що підтримується у відсіку з пораненим при різних погодних умовах та тривалості евакуації	°C; диференціація за сезонами
7	Стійкість до втрати зв'язку при медеваку	Здатність НРК завершити евакуацію при змодельованих втратах зв'язку з оператором (з урахуванням безпеки пораненого)	% операцій, успішно завершених за сценаріями втрати зв'язку
8	СПЕ живучості у разі пошкоджень	Збереження функції евакуації при частковому ушкодженні ходової частини чи сенсорів (за визначеними сценаріями)	якісна оцінка + % місій із завершеним медеваком
9	Підтримка медичної телеметрії (за наявності)	Частка часу, протягом якого дані про стан пораненого передаються безперервно (якщо використовується телеметрія/телемедицина)	% часу коректної передачі даних за рейс

Джерело: розроблено авторами.

Запропоновані СПЕ дають змогу перейти від загального твердження, що “платформа може використовуватися для медичної евакуації”, до кількісного оцінювання її ефективності, ризиків та експлуатаційних переваг. Зокрема, вони дозволяють визначити, наскільки швидко й за яких умов НРК здатний евакуювати пораненого, який рівень вібрацій і температурного режиму забезпечується під час транспортування, а також як платформа функціонуватиме у разі втрати зв'язку або часткових пошкоджень.

Окрему групу становлять специфічні показники ефективності, що характеризують взаємну сумісність НРК з уже розгорнутими в підрозділах системами управління, зв'язку та інформаційного забезпечення. Ці показники наведено в табл. 3.

Таблиця 3: СПЕ щодо взаємної сумісності

№ з/п	Назва СПЕ	Сутність показника	Одиниця / форма подання
1	Покриття сервісів профілю UGV IOP/JAUS	Частка обов'язкових сервісів (керування рухом, телеметрія, робота з корисним навантаженням), реалізованих у НРК і станції управління	% реалізованих сервісів від мінімально необхідного набору
2	Інтеграція в архітектуру за принципами NGVA	Наявність інтерфейсів для обміну даними, відео й часовою інформацією з бортовими системами (для платформ на базі бойових машин)	“підтримується / частково / не підтримується” з переліком інтерфейсів
3	Час інтеграції НРК у існуючу систему управління	Оцінка часу, необхідного для підключення НРК до наявних засобів управління та зв'язку з використанням задекларованих інтерфейсів	людино-години / дні; орієнтовне значення для типового підрозділу
4	Наявність верифікованих протоколів випробувань сумісності	Факт проведення та документального оформлення тестів взаємної сумісності (протоколи, звіти, журнали)	“наявні / відсутні” + перелік документів

Джерело: розроблено авторами.

Ці СПЕ покликані запобігти надходженню до військових підрозділів НРК, які не інтегруються в єдину систему управління боєм, а функціонують лише з використанням власних пунктів управління та закритих протоколів обміну даними.

Обговорення

Проведене дослідження підтверджує, що існуючі міжнародні стандарти ASTM, ISO, JAUS та NGVA забезпечують достатньо розвинену нормативно-методичну основу для оцінювання навігаційних характеристик, безпеки руху, взаємної сумісності та окремих технічних характеристик роботизованих платформ, проте вони переважно орієнтовані на цивільне застосування автономних транспортних систем і не враховують специфіку функціонування наземних роботизованих комплексів у бойовому середовищі.

На відміну від чинних міжнародних підходів, у роботі запропоновано систему специфічних показників ефективності, що безпосередньо пов'язана з виконанням бойових завдань логістичного та медичного забезпечення. До її складу включено показники стійкості функціонування в умовах застосування засобів радіоелектронної боротьби, живучості при бойових пошкодженнях, акустичної та теплової скритності, медико-орієнтованих характеристик транспортування поранених, енергетичної ефективності та взаємної сумісності із системами управління військами. Саме ці показники залишаються недостатньо формалізованими у міжнародних стандартах, хоча вони визначають реальну ефективність використання НРК у сучасних бойових діях.

Запропонований підхід логічно доповнює методику комплексної порівняльної оцінки зразків озброєння та військової техніки, розроблену Центральним науково-дослідним інститутом озброєння та військової техніки Збройних Сил України. Якщо існуюча методика передбачає використання вже визначеного набору характеристик та їх вагових коефіцієнтів, то результати цього дослідження розширюють її за рахунок формування науково обґрунтованого переліку специфічних показників ефективності, які можуть бути використані як базові критерії оцінювання перспективних наземних роботизованих комплексів.

Практична реалізація запропонованої системи СПЕ сприятиме підвищенню об'єктивності прийняття рішень під час розроблення оперативно-тактичних вимог, проведення державних випробувань, порівняльного аналізу альтернативних зразків та вибору найбільш ефективних платформ для потреб Збройних Сил України. Водночас запропонована система показників не претендує на завершеність і потребує подальшої кількісної валідації із залученням експертних методів, визначення вагових коефіцієнтів окремих показників, розроблення стандартизованих процедур їх вимірювання та експериментальної перевірки під час полігонних випробувань у реальних умовах бойового застосування.

Висновки

Обґрунтовано перелік специфічних показників ефективності наземних роботизованих комплексів в умовах їх застосування для логістичного та медичного забезпечення бойових дій. Імплементация запропонованих показників у методику комплексної порівняльної оцінки зразків озброєння та військової техніки [14] дасть змогу обґрунтовано приймати на озброєння ті зразки НРК, які забезпечують найвищу ефективність виконання завдань логістичного та медичного забезпечення операцій (бойових дій).

Під час розроблення оперативно-тактичних вимог до НРК, призначених для логістичного та медичного забезпечення операцій (бойових дій), доцільно використовувати специфічні показники ефективності, наведені в табл. 1, 2 і 3.

Подальші дослідження доцільно зосередити на визначенні вагових коефіцієнтів для специфічних показників ефективності, наведених у табл. 1, 2 і 3, а також на розробленні

методик випробувань НРК, призначених для виконання завдань логістичного забезпечення операцій (бойових дій) та медичної евакуації.

Фінансування

Це дослідження не отримало конкретної фінансової підтримки.

Конкуруючі інтереси

Автори заявляють, що у них немає конкуруючих інтересів.

Використання штучного інтелекту

Мовне редагування, переклад, технічна перевірка тексту.

Список використаних джерел:

1. Наземні роботи в ЗСУ: які завдання здатні виконувати та чи замінять піхоту на полі бою : вебсайт. URL: <https://www.ukr.net> (дата звернення: 02.03.2026).
2. Дачковський, В., & КаламурзаО. (2025). Аналіз розвитку наземних роботизованих комплексів. *Social Development and Security*, 15(3), 223-236. <https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.3.20>
3. ASTM International. Committee F45 on Robotics, Automation and Autonomous Systems : вебсайт. URL: <https://www.astm.org> (дата звернення: 02.03.2026).
4. ДСТУ EN ISO 3691-4:2024. Промисловий вантажний транспорт. Вимоги безпеки та перевіряння. Частина 4. Самохідний транспорт та його системи (EN ISO 3691-4:2023, IDT; ISO 3691-4:2023, IDT). URL: <https://online.budstandart.com> (дата звернення: 02.03.2026).
5. Дачковський В. О. Методика обґрунтування тактико-технічних вимог до рухомих засобів ремонту озброєння та військової техніки. *Social Development and Security*. 2019. Т. 9, № 6. С. 86–101. <https://doi.org/10.33445/sds.2019.9.6.7>.
6. Сенаторов В. М. Проблеми оптичних систем озброєння за досвідом операції Об'єднаних сил України. *Збірник наукових праць Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України*. 2021. № 1 (80). С. 84–90.
7. Баган В. Р., Білокур М. О., Мельник Б. О. та ін. Методи зменшення сигнатури бойової машини для підвищення її захищеності. *Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*. 2025. № 3 (25). С. 27–33. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.25.2025.04>.
8. ASTM International. ASTM F3200-22. *Standard Terminology for Driverless Automatic Guided Industrial Vehicles*. Book of Standards. Vol. 15.13. 2022. 5 p. <https://doi.org/10.1520/F3200-22>. URL: <https://www.astm.org> (дата звернення: 02.03.2026).
9. ASTM International. ASTM F3218-17. *Standard Practice for Recording Environmental Effects for Utilization with A-UGV Test Methods*. Book of Standards. Vol. 15.13. 2017. 9 p. <https://doi.org/10.1520/F3218-17>. URL: <https://www.astm.org> (дата звернення: 03.03.2026).
10. ASTM International. ASTM F3244-17. *Standard Test Method for Navigation: Defined Area*. Book of Standards. Vol. 15.13. 2017. 12 p. <https://doi.org/10.1520/F3244-17>. URL: <https://www.astm.org> (дата звернення: 02.03.2026).
11. ASTM International. ASTM F3265-17R23. *Standard Test Method for Grid-Video Obstacle Measurement*. Book of Standards. Vol. 15.13. 2023. 11 p. <https://doi.org/10.1520/F3265-17R23>. URL: <https://www.astm.org> (дата звернення: 02.03.2026).
12. Mazzare M. *UGV Interoperability Profile (IOP) Capabilities Plan for Version 0*. 2011. 26 p. <https://doi.org/10.21236/ADA554246>.
13. NATO Standard AEP-4754. *NATO Generic Vehicle Architecture (NGVA) for Land Systems*. Vol. VI: Safety. Brussels : NATO Standardization Office, 2018. 52 p. URL: <https://nso.nato.int/nso/> (дата звернення: 02.03.2026).

14. Нор П. І., Борохвостов І. В. Методика комплексної порівняльної оцінки зразків озброєння та військової техніки. *Озброєння та військова техніка*. 2016. № 3 (11). С. 14–18. [https://doi.org/10.34169/2414-0651.2016.3\(11\).14-18](https://doi.org/10.34169/2414-0651.2016.3(11).14-18).
15. Сенаторов В. М., Білокур М. О., Колотухін Є. А. Методичний підхід до оцінки вартості модернізації озброєння на підприємствах промисловості при плануванні в оборонному менеджменті. *Озброєння та військова техніка*. 2020. № 1 (25). С. 12–18. [https://doi.org/10.34169/24-14-0651.2020.1\(25\).12-18](https://doi.org/10.34169/24-14-0651.2020.1(25).12-18).
16. Kjeller J. *Russian Electronic Warfare. The Role of Electronic Warfare in the Russian Armed Forces*. FOI Report No. FOI-R-4625-SE. Stockholm : Swedish Defence Research Agency (FOI), 2018. 105 p. URL: <https://www.foi.se/reportsummaryNo=FOI-R-4625-SE> (дата звернення: 09.03.2026).
17. Беган В. Р., Білокур М. О., Мельник Б. О. Підвищення захищеності бойової машини. *Воєнні інновації в сучасних війнах : збірник анотацій Міжнародного академічного форуму*, 15–16 квітня 2025 р., Київ. Київ : 7БЦ, 2025. С. 253–254.
18. Хоменко І. П., Галушка А. М., Жажовський В. О. та ін. Роль та значення медичної евакуації в системі лікувально-евакуаційних заходів медичного забезпечення ЗС України під час АТО/ООС. *Український журнал військової медицини*. 2020. Т. 1, № 2. С. 5–14. [https://doi.org/10.46847/ujmm.2020.2\(1\)-005](https://doi.org/10.46847/ujmm.2020.2(1)-005).
19. Доктрина «Об'єднана логістика». СП 4-00(30)03.01. Київ : Головне управління логістики Генерального штабу Збройних Сил України спільно з Центральним науково-дослідним інститутом Збройних Сил України, 2020. 44 с.
20. Лисий О. О., Пятава Ю. О. Принципи розвитку наземних безпілотних систем. *Випробування і сертифікація озброєння та військової техніки : тези доповідей XXV науково-технічної конференції Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки*, 25 вересня 2025 р., Черкаси. Черкаси, 2025. С. 322–323.

References

1. Ground robots in the Armed Forces of Ukraine: What tasks are they capable of performing and will they replace infantry on the battlefield? (n.d.). *Ukr.net*. Retrieved March 2, 2026, from <https://www.ukr.net>
2. Dachkovsky, V. O., & Kalamurza, O. G. (2025). Analysis of the development of ground robotic complexes. *Social Development and Security*, 15(3), 223–236. <https://doi.org/10.33445/sds.2025.15.3.20>
3. ASTM International. (n.d.). *Committee F45 on Robotics, Automation and Autonomous Systems*. Retrieved March 2, 2026, from <https://www.astm.org>
4. DSTU EN ISO 3691-4:2024. (2024). *Industrial freight transport. Safety requirements and verification. Part 4. Self-propelled transport and its systems (EN ISO 3691-4:2023, IDT; ISO 3691-4:2023, IDT)*. Retrieved March 2, 2026, from <https://online.budstandart.com>
5. Dachkovsky, V. O. (2019). Methodology for substantiating tactical and technical requirements for mobile means of repairing weapons and military equipment. *Social Development and Security*, 9(6), 86–101. <https://doi.org/10.33445/sds.2019.9.6.7>
6. Senatorov, V. M. (2021). Problemy optichnykh system ozbroiennia za dosvidom operatsii Obiednanykh syl Ukrainy [Problems of optical weapon systems based on the experience of the Joint Forces Operation of Ukraine]. *Zbirnyk naukovykh prats Tsentralnoho naukovo-doslidnoho instytutu ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki Zbroinykh Syl Ukrainy* [Collection of Scientific Works of the Central Scientific Research Institute of Armaments and Military Equipment of the Armed Forces of Ukraine], (1), 84–90.
7. Bagan, V. R., Bilokur, M. O., Melnyk, B. O., et al. (2025). Metody zmenshennia syhnatury boiovoi mashyny dlia pidvyshchennia yii zakhyshchenosti [Methods for reducing the signature of a combat vehicle to improve its protection]. *Zbirnyk naukovykh prats Derzhavnoho naukovo-doslidnoho instytutu vyprobuvan i sertyfikatsii ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki* [Collection

- of Scientific Works of the State Scientific Research Institute of Testing and Certification of Armament and Military Equipment], 3(25), 27–33. <https://doi.org/10.37701/dndivsovt.25.2025.04>
8. ASTM International. (2022). *ASTM F3200-22: Standard terminology for driverless automatic guided industrial vehicles*. <https://doi.org/10.1520/F3200-22>
 9. ASTM International. (2017). *ASTM F3218-17: Standard practice for recording environmental effects for utilization with A-UGV test methods*. <https://doi.org/10.1520/F3218-17>
 10. ASTM International. (2017). *ASTM F3244-17: Standard test method for navigation: Defined area*. <https://doi.org/10.1520/F3244-17>
 11. ASTM International. (2023). *ASTM F3265-17R23: Standard test method for grid-video obstacle measurement*. <https://doi.org/10.1520/F3265-17R23>
 12. Mazzare, M. (2011). *UGV interoperability profile (IOP) capabilities plan for Version 0*. <https://doi.org/10.21236/ADA554246>
 13. NATO Standardization Office. (2018). *NATO Generic Vehicle Architecture (NGVA) for Land Systems (AEP-4754, Vol. VI: Safety)*. <https://nso.nato.int/nso/>
 14. Nor, P. I., & Borokhvostov, I. V. (2016). Metodyka kompleksnoi porivnialnoi otsinky zrazkiv ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki [Methodology for a comprehensive comparative assessment of weapons and military equipment samples]. *Ozbroiennia ta viiskova tekhnika* [Armaments and Military Equipment], 3(11), 14–18. [https://doi.org/10.34169/2414-0651.2016.3\(11\).14-18](https://doi.org/10.34169/2414-0651.2016.3(11).14-18)
 15. Senatorov, V. M., Bilokur, M. O., & Kolotukhin, Ye. A. (2020). Metodichnyi pidkhid do otsinky vartosti modernizatsii ozbroiennia na pidpriemstvakh promyslovosti pry planuvanni v oboronnomu menedzhmenti [Methodological approach to estimating the cost of weapons modernization at industrial enterprises during defence planning]. *Ozbroiennia ta viiskova tekhnika* [Armaments and Military Equipment], 1(25), 12–18. [https://doi.org/10.34169/24-14-0651.2020.1\(25\).12-18](https://doi.org/10.34169/24-14-0651.2020.1(25).12-18)
 16. Kjeller, J. (2018). *Russian electronic warfare: The role of electronic warfare in the Russian Armed Forces* (FOI Report No. FOI-R-4625-SE). Swedish Defence Research Agency. <https://www.foi.se/reportsummaryNo=FOI-R-4625-SE>
 17. Bagan, V. R., Bilokur, M. O., & Melnyk, B. O. (2025, April 15–16). Pidvyshchennia zakhyschenosti boiovoi mashyny [Increasing the protection of a combat vehicle]. In *Voienni innovatsii v suchasnykh viinakh: Zbirnyk anotatsii Mizhnarodnoho akademichnoho forumu* [Military Innovations in Modern Wars: Abstracts of the International Academic Forum] (pp. 253–254).
 18. Khomenko, I. P., Halushka, A. M., Zhakhovskyi, V. O., et al. (2020). Rol ta znachennia medychnoi evakuatsii v systemi likuvalno-evakuatsiinykh zakhodiv medychnoho zabezpechennia Zbroinykh Syl Ukrainy pid chas ATO/OOS [The role and significance of medical evacuation in the system of medical evacuation measures of the Armed Forces of Ukraine during the ATO/JFO]. *Ukrainskyi zhurnal viiskovoi medytsyny* [Ukrainian Journal of Military Medicine], 1(2), 5–14. [https://doi.org/10.46847/uimm.2020.2\(1\)-005](https://doi.org/10.46847/uimm.2020.2(1)-005)
 19. Holovne upravlinnia lohistyky Heneralnoho shtabu Zbroinykh Syl Ukrainy, & Tsentralnyi naukovo-doslidnyi instytut Zbroinykh Syl Ukrainy. (2020). *Doktryna "Obiednana lohistyka" (SP 4-00(30)03.01)* [Joint Logistics Doctrine].
 20. Lysy, O. O., & Pyatova, Yu. O. (2025). Pryntsypy rozvytku nazemnykh bezpilotnykh system [Principles of development of ground unmanned systems]. In *Vyprobuvannia i sertyfikatsiia ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki: Tezy dopovidei XXV naukovo-tekhnichnoi konferentsii* [Testing and Certification of Armament and Military Equipment: Proceedings of the 25th Scientific and Technical Conference] (pp. 322–323).

