

УДК 623.001.6:623.469.3+623.48
DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2025.3.47>

УДОСКОНАЛЕННЯ НАЗЕМНИХ БЕЗПІЛОТНИХ СИСТЕМ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ

*Педченко Н. М. – PhD, старший викладач кафедри нафтогазової інженерії та технологій
Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
ORCID ID: 0000-0002-0018-4482*

*Янко А. С. – кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних та інформаційних технологій і систем
Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
ORCID ID: 0000-0003-2876-9316*

*Лактіонов О. І. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій
Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
ORCID ID: 0000-0002-5230-524X*

*Крук О. О. – аспірант кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій
Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
ORCID ID: 0009-0000-7503-5249*

Об'єктом дослідження були наземні безпілотні системи (НБС) військового призначення. У сучасних військових конфліктах, попри зростаючу роль, НБС стикаються з проблемами зв'язку, ідентифікації цілей, керування, низькою прохідністю та маневреністю. Ці недоліки обмежують їхнє застосування, роблячи їх ефективними переважно у розмінуванні та логістиці.

Метою дослідження було обґрунтування концептуального підходу до конструктивних особливостей платформ НБС для підвищення ефективності їх застосування у бойових умовах, а також розроблення принципової схеми одного з варіантів платформи НБС на основі аналізу тактики бойових дій в Україні (червень 2025 року).

При розробленні принципової схеми платформи виходили з принципів максимальної простоти, мінімального розміру та маси, відмови від бронювання, доступності комплектуючих та модульності. Це зумовлено загрозою від безпілотних авіаційних систем, зокрема FPV-дронів. Аналіз показав, що неефективні броня та швидкість. Натомість, ефективна стратегія – застосування максимально малих, вузькоспеціалізованих НБС у складі групи з хибними цілями та якісним маскуванням (ройова технологія), що підвищує живучість.

Розглянуто конструктивні особливості і варіанти використання розробленої платформи як засобу мінування або платформи-камікадзе. Запропоновано принципову схему чотириколісної платформи зі зламною рамою. Також проаналізовано і обґрунтовано тактику бойового застосування запропонованого типу НБС. Для підвищення ефективності пропонується спеціалізація малих НБС на одній місії та збільшення бойового навантаження за рахунок принципу «камікадзе» (відмова від повернення, економія на елементах живлення та броні).

Запропонована стратегія використання наземних безпілотних систем у бойових умовах ґрунтується на застосуванні максимально малих та вузькоспеціалізованих НБС, ройової технології з групою хибних цілей та ефективним маскуванням. Розроблена принципова схема платформи підтвердила свою ефективність під час попередніх польових випробувань.

***Ключові слова:** наземна безпілотна система, тактика бойових дій, місія мінування, платформа-камікадзе, система маскування, ройова технологія.*

Pedchenko N. M., Yanko A. S., Laktionov O. I., Kruk O. O. Improving military uncrewed ground systems to increase the effectiveness of their use

The object of the study was military unmanned ground systems (UGS). In modern military conflicts, despite their growing role, UGS face problems with communication, target identification, control, cross-country capability and maneuverability. These shortcomings limit their application, making them effective primarily in demining and logistics.

The aim of the study was to substantiate a conceptual approach to the design features of UGS platforms to increase the effectiveness of their combat use, as well as to develop a conceptual scheme for one of the UGS platform variants based on an analysis of combat tactics in Ukraine (as of June 2025).

The development of the conceptual platform scheme was based on the principles of maximum simplicity, minimal size and mass, abandonment of armor, availability of components, and modularity. This is due to the threat from unmanned aerial systems, particularly FPV-drones. Analysis showed that armor and speed are ineffective against them. Instead, an effective strategy is the use of maximally small, highly specialized UGS in a group with decoy targets and effective camouflage (swarm technology), which increases survivability.

The design features and use cases of the developed platform as a mining tool or a kamikaze platform were considered. A conceptual scheme of a four-wheeled platform with an articulated frame is proposed. The combat application tactics of the proposed UGS type were also analyzed and substantiated. To increase effectiveness, specialization of small UGS for a single mission is proposed, along with an increase in combat load due to the «kamikaze» principle (no return, saving on power elements and armor).

The proposed strategy for using unmanned ground systems in combat conditions is based on the use of maximally small and highly specialized UGS, swarm technology with a group of decoy targets, and effective camouflage. The developed conceptual platform scheme confirmed its effectiveness during preliminary field tests.

Key words: *unmanned ground system, combat tactics, mining mission, kamikaze platform, camouflage system, swarm technology.*

Постановка проблеми. У сучасних військових конфліктах значну перевагу, яка забезпечить перемогу матиме сторона конфлікту, яка буде володіти більш досконалою і ефективною технологією. Аналізуючи умови, характер і тактику бойових дій протягом вже понад трьох років російсько-української війни можна констатувати факт їх надзвичайно динамічної зміни. Однією із основних причин цьому є безупинний (безперервний, інтенсивний) процес розроблення, удосконалення і впровадження інноваційних технічних рішень. Перш за все це стосується безпілотних систем.

Так, в роботі [1] наведено прогноз, що в 21 столітті основною зброєю будуть безпілотні бойові системи. Безпілотні платформи вже застосовувались в багатьох військових діях [2, 3].

Наразі після широкомасштабної військової агресії Росії проти України і протистояння на Близькому Сході прогноз стосовно безпілотних бойових систем став стрімко справджуватись. Протягом останніх трьох років активізувалось розроблення безпілотних систем військового призначення. Багато компаній працюють над створенням роботизованих систем та автономних безпілотних комплексів з елементами штучного інтелекту, які можуть допомогти в активному бою на землі, у повітрі та на воді [4, 5]. Дослідження ведуться у напрямку пошуку порівняних технологічних рішень, які можуть суттєво змінити співвідношення сил на полі бою, наприклад, підвищення швидкості обробки інформації та прийняття рішень, низька вартість, точність і таке інше порівняно з характеристиками системи «людина – машина» [6, 7].

Ефективність даного типу озброєння в разі підсилюється наявними досягненнями інформаційних технологій і доступом до всесвітньої мережі інтернет зв'язку. У результаті рівень технічної досконалості безпілотних бойових систем стає одним із головних чинників успіху військових операцій на полі бою.

Отже, галузь робототехніки військового призначення пропонує ряд переваг для збройних сил. У першу чергу це стосується їх використання у бойових діях для виконання різноманітних місій.

Завдяки цьому наразі збройні сили України використовують різноманітні роботизовані системи з різноманітною метою, починаючи від знищення броньованих і захищених цілей і кінчаючи виявленням/встановленням мін, розвідкою, спостереженням, рятувальними операціями та логістикою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз можливих практик застосування безпілотних бойових систем показує, що у багатьох випадках вони можуть замінити більш дорогі типи озброєнь (протитанкові зенітно-ракетні комплекси, артилерійські системи, гелікоптери, важку броньовану техніку). Але головне: вони пропонують рішення, яке суттєво збільшує шанси солдата вижити на полі бою, виконуючи складні, ризиковані або неможливі для людини завдання. Крім того, з точки зору економіки виробництво і експлуатація роботизованих систем дешевше ніж підготовка і утримання військових.

Однак, в останні десятиліття військові, наукові та політичні кола зосередили увагу на безпілотних авіаційних системах (з англ. unmanned aerial systems – UAS), частково через їх широке використання у боротьбі з терором [8], а головне – виходячи із результатів їх застосування в період збройної агресії Росії проти України.

Дефіцит боєприпасів у 2022–23 роках стимулював до різкого збільшення в Україні випуску UAS (переважно FPV-дронів). У 2024 році було вироблено 1 млн дронів, у 2025 році планується вже 2,5 млн. Станом на квітень 2025 року фіксується до 80 % втрат окупаційних військ за рахунок використання UAS (переважно FPV-дронів). У результаті Світ став свідком стрімкої еволюції UAS, як засобу враження противника, розвідки і спостереження за полем бою.

Проте, військові експерти вже давно визнали потенціал наземних безпілотних систем і особливо повністю автономних, як одного із важливих компонентів ведення бойових дій у майбутніх війнах [9, 10].

Подібно до UAS, вважається, що наземна безпілотна система (з англ. uncrewed ground systems – UGS) U дозволять забезпечити кілька варіантів бойової підтримки збройних сил на полі бою. UGS мають потенціал для підтримки розвідувальних і логістичних місій, а після оснащення наземних платформ дистанційно керованим озброєнням – забезпечити додаткову вогневу підтримку військових підрозділів.

Наземна безпілотна платформа являє собою концентроване поєднання інноваційних технологій у сфері інженерії, електроніки, інформатиці, технологій контролю та інших. Кількість досліджень у напрямку наземних безпілотних систем у збройних силах швидко зростає [11]. Значна кількість військових підрозділів проводять випробування різноманітних систем [12–14].

Одночасно з цим ведеться активна дослідно-конструкторська робота сотень фірм в Україні і за кордоном по розробленню і удосконаленню наземних безпілотних систем військового призначення. Розглядається всі варіанти їх застосування на полі бою. При цьому, завдяки можливості випробування розробок в реальних бойових умовах, шлях від ідеї до втілення скорочується в рази.

Однак, наразі рівень застосування наземних безпілотних комплексів є незначним (а порівняно з масштабами бойових дій на лінії фронту у понад 1000 км є мізерним). Причина цьому, можливо, полягає в тому, що випробування в бойових умовах перспективних моделей наземних безпілотних систем з дистанційним керуванням виявило ряд проблем їх незадовільного функціонування. До них

належать критичні проблеми зі зв'язком, ідентифікацією та виявленням цілей, стрільбою з наявних систем озброєння, а також необхідності знаходження оператора поблизу UGS [15, 16].

Наразі існуючі моделі UGS добре себе показали лише у місіях по знешкодженню вибухових пристроїв та матеріально-технічного забезпечення військових підрозділів у якості транспортних засобів. При цьому вони все ще мають низьку прохідність, складнощі з навігацією та загальною мобільністю. Наприклад, пересування UGS по пересіченій місцевості (за допомогою коліс, гусениць чи опор-кінцівок) ще є недосконалим і поки що не може конкурувати з людиною [17]. Все це перешкоджає розширенню їх використання. Крім того, оскільки більшість UGS керуються дистанційно або автономні лише частково, вони потребують занадто багато уваги оператора, тому їх доцільно використовувати лише у випадках, коли безпілотні системи не обмежують дії підрозділу на полі бою. Тому, рішення про використання UGV потребує планування та продуманої реалізації місії.

Отже, на даний момент платформи наземних роботизованих систем військового призначення все ще знаходяться на початку свого розвитку, є недосконалими за багатьма параметрами та можуть використовуватися лише для незначної кількості простих завдань, які не потребують значної автономності.

Метою дослідження стало обґрунтування принципового підходу до конструювання особливостей платформ наземних безпілотних систем та розроблення їхньої принципової схеми. Це досягається на основі всебічного аналізу існуючих типів UGS і актуальної тактики ведення бойових дій російсько-української війни (станом на червень 2025 року), з кінцевою метою підвищення ефективності їхнього застосування.

Виклад основного матеріалу та отриманих наукових результатів. *Обґрунтування стратегії використання наземних безпілотних систем.* Наземна безпілотна система складається з безпілотної платформи, обладнання для виконання місії та систем контролю і керування. Одна чи кілька наземних безпілотних систем входять до складу комплексу, в який також входять станція керування з оператором і інженерним персоналом та транспортні засоби для передислокації обладнання. При цьому платформа наземної безпілотної системи є її основою, яка об'єднує всі елементи в єдине ціле, для виконання покладених на неї завдань.

Платформа складається з силового агрегату, системи живлення (для забезпечення виконання місії), системи зв'язку (для передачі інформації в режимі реального часу), системи керування. Також платформа повинна мати високу стійкість до електромагнітних перешкод [18], бути зручною у підготовці, транспортуванні та застосуванні, не створювати незручностей для підрозділу, який її використовує (не обтяжувати дії підрозділу).

Ключовою здатністю наземних безпілотних платформ є подолання перешкод. Вона визначає можливість виконання UGS бойової місії. Існує багато типів наземних безпілотних платформ: колісні, гусеничні, роботи з кінцівками, ряд гібридних роботів з варіантами поєднання коліс, гусениць і ніг [19, 20]. При цьому, наприклад, гусениці краще підходять для бездоріжжя та забезпечують відмінне зчеплення і маневреність. Однак гусениці повільніші за колеса. Якщо ж платформа матиме незадовільну прохідність по пересіченій місцевості чи низьку швидкість вона не зможе досягти визначеного місця дислокації для виконання завдання (вчасно або в принципі, в тому числі у результаті знищення пов'язаного із незадовільною маневреністю).

Платформи UGS прийнято умовно класифікувати на групи залежно від їх маси. Зі зменшенням маси (а відповідно і її розміру) знижуються можливості платформи у виконанні місій. Хоча, незалежно від розміру, не існує універсальної безпілотної

платформи, яка була б придатною для виконання будь-якого завдання. Вони повинні розроблятися із урахуванням особливостей кожного місця, яку необхідно реалізувати.

Передбачається, що у подальшому платформи UGS, поряд з модульною структурою конструкції, матимуть розширені автономні можливості, для простоти модернізації матимуть відкриту електронну структуру, універсальні і ефективні силові агрегати. При організації швидкого промислового виробництва платформ із заданими характеристиками значна увага також буде приділятися його гнучкості [21].

Прогнозуючи подальший розвиток подій на полі бою, також слід передбачити протистояння вже між самими безпілотними системами супротивників. При цьому основним джерелом небезпеки для UGS будуть UAS, а серед них найбільш ефективними (смертоносними) – FPV-дрони. Атаки FPV-дронів проти наземних безпілотних систем наразі стали звичним явищем. Крім того, з великою ймовірністю, третім учасником такого протистояння будуть системи радіоелектронної боротьби якоїсь зі сторін.

Протягом менш ніж двох років (2022–2023 років) FPV-дрони стали найбільш грізною силою на полі бою в Україні. Безсумнівно, досвід їх використання буде поширено на всі майбутні військові конфлікти, які виникатимуть в світі. Тому, зустріч на полі бою переважно технічно недосконалих, на даному етапі, зразків UGS і вже досить досконалих UAS, за незначним виключенням (при наявності ефективних засобів протидії) закінчується знищенням UGS. Як вже зазначалось, причиною тому є недосконалість систем керування, низька швидкість переміщення платформ і їх маневреність, низька «живучість». У результаті ставиться під сумнів доцільність виробництва і закупівлі тої чи іншої моделі UGS. Оскільки UAS здатні ефективно вражати більшість цілей, починаючи від піхотинця до броньованої техніки, навіть із додатковими елементами захисту, те ж саме відбувається протягом вже понад трьох років із більшістю моделей наземних безпілотних систем на полі бою в Україні. Тому, нагальним питанням є обґрунтування стратегії їх захисту від враження UAS для виконання завдання. Однак, заходи з «виживання» UGS на полі бою у протистоянні з UAS не повинні негативно впливати на можливість виконання поставленого завдання. Крім того, необхідно одночасно вирішувати проблему ефективного зв'язку платформи з оператором (базовою станцією) і протидії засобам радіоелектронної боротьби.

За результатами аналізу основних варіантів захисту UGS різних типорозмірів від UAS, на наш погляд, рівень ефективності їх застосування, а отже і доцільність реалізації у подальшому, виглядає наступним чином:

1) захист від враження бронєю, елементами активного захисту, додатковими елементами пасивного захисту (наприклад у вигляді так званих «мангалів»): оскільки навіть важка броньована техніка із повним комплектом такого захисту знищуються після атаки одним чи кількома UAS – тому його застосовувати є недоцільним;

2) висока швидкість і маневреність UGS: враховуючи значно вищу швидкість і маневреність UAS (особливо FPV-дронів) розраховувати на такий спосіб протидії для будь-яких наземних об'єктів, у тому числі і UGS, недоцільно;

3) маскування: при якісному виконанні може бути ефективним, проте, маскуванню будь-яких рухомих об'єктів, у тому числі UGS, є досить складним завданням. Однак, маскуванню малих безпілотних платформ на полі бою в процесі виконання завдання може бути ефективним, але вимагатиме якісного виконання;

4) використання хибних цілей (максимально простих і дешевих платформ з мінімальним апаратним оснащенням) та групове їх застосування разом із бойовими платформами (ройова технологія), низька вартість UGS і ще нижча



Рис. 2. Фото розробленої платформи з макетом протитанкової міни



Рис. 3. Взаємозамінні мостові блоки платформи

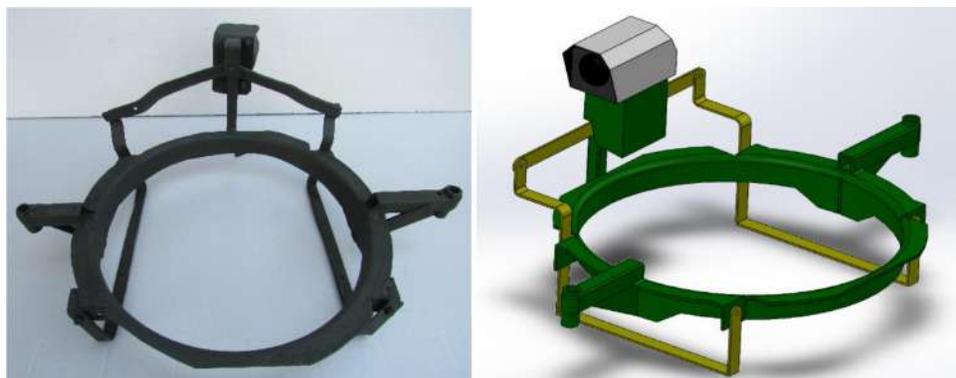


Рис. 4. Рама-кассета платформи



*Рис. 5. Робота системи керування платформою:
а – поворот вліво; б – поворот вправо*

За допомогою діагональної тяги між протилежними кінцями колісних осей при зміні кута між однією з них і рамою змінюється кут між рамою і іншою віссю, але у протилежному напрямку (див. рис. 5). Рама являє собою максимально полегшену і компакту касету для протитанкової міни (у представленому виконанні для однієї міни ТМ) і автоматичного механізму з дистанційним керуванням для її утримання і скидання (див. рис. 4).

Дана схема платформи дозволяє використати взаємозамінні мости. Для кращої прохідності мости виготовлені у вигляді арки на кінцях якої закріплені моноблоки електродвигуна з редуктором у захисній водонепроникній касеті з системою вентиляції. Також на кожному з них закріплені контейнери для електроніки і акумуляторів (див. рис. 4).

У транспортному положенні у компактній укладці вузлів платформи її габарити становлять $0,58 \times 0,51 \times 0,33$ м (рис. 6), у підготовленому до застосування – $0,83 \times 0,58 \times 0,36$ м (див. рис. 2).



Рис. 6. Варіант компактної укладки модульних блоків платформи UGS

Обговорення результатів. Таким чином, для реалізації наведеної вище стратегії необхідно переглянути концептуальні підходи до розроблення конструкції платформи наземних безпілотних систем військового призначення. Оскільки

малі і недорогі UGV матимуть обмежену потужність силової установок, корисне бойове навантаження для виконання завдання буде обмеженим. Це, з одного боку, вимагає спеціалізації UGS на виконанні однієї місії, а з іншої пошук резервів збільшення маси бойової частини. Її збільшення на таких платформах можна досягти за рахунок:

- зменшення потужності силового агрегату, маси акумулятора, запасу пального (для двигуна внутрішнього згорання);
- використання платформ за принципом камікадзе – втрата платформи під час виконання завдання. Економія полягатиме у зменшенні маси акумулятора (чи кількості пального), оскільки повернення UGS не передбачається;
- відмова від використання захисної броні і інших елементів захисту. Її наявність на UGS, навпаки, потребує більш потужного силового агрегату і, відповідно, палива чи маси акумулятора, а вони у свою чергу – збільшення маси рами.

Традиційний і донедавна найбільш поширений (і ефективний) спосіб ураження цілі противника передбачає використання вогнепальних систем для пострілу засобом враження зі ствола артилерійської установки за рахунок тиску порохових газів. Після пострілу бойова частина (снаряд) по траєкторії, яку неможливо (або складно) корегувати потрапляє в ціль. При цьому проблемою є точність влучання.

Принциповою перевагою UAS і UGS є те, що засіб враження до цілі може доставлятися хоча і з меншою швидкістю, але по керованій траєкторії і тому, практично без промахів. Крім того, враховуючи вартість артилерійських систем, витрат на їх обслуговування, вартість снарядів і вартість використання UAS з місією коригування вогню, собівартість влучання засобу враження в ціль за допомогою UAS і частково UGS є суттєво нижчою.

При цьому перевагою такого використання UGS є можливість доставки до цілі значно потужнішого засобу враження, а недоліками – суттєво нижча швидкість переміщення і проблема з керуванням (потреба у UAS з місією коригування вогню). (Останню проблему, як показує досвід бойових дій в Україні останнього року можна вирішити шляхом застосування оптоволоконної системи зв'язку).

Іншим варіантом враження цілі (у цьому випадку тільки рухомою) є її підрив на попередньо встановленій міні. При цьому, мінування місцевості наразі є найбільш відпрацьованою місією для UGS. Тому, найбільш результативним буде варіант поєднання місії мінування і полювання за ціллю за допомогою UGS платформи-камікадзе. Для цього платформа з маскуванням і міною зупиняється у визначеній зоні мінування для чергування. У разі зміни ситуації на полі бою, за необхідності, пристрій можна перемістити на більш вигідну стаціонарну позицію або почати рух у напрямку зафіксованої цілі і атакувати її.

При цьому, за потреби така UGS з міною може бути додатково оснащена сенсорною системою для виявлення цілі, додатковим озброєнням, системою дистанційної активації, оптоволоконною системою зв'язку і т.д..

Висновки. Таким чином, виходячи з існуючої на даний момент тактики ведення бойових дій, варіант, який передбачає використання максимально малих для даної місії і вузькоспеціалізованих UGS, застосування ройової технології разом з групою хибних цілей і заходи ефективного маскування пропонується взяти за основу стратегії використання в бойових умовах наземних безпілотних систем.

Як приклад практичної реалізації концепції підвищення ефективності застосування наземних безпілотних систем розроблено принципову схему платформи для встановлення протитанкових мін або у якості рухомої (дрейфуючої) міни чи ударної платформи, яка передбачає чотириколісну схему зі зламною рамою, модульні

взаємозамінні блоки мостів, шарнірне їх з'єднання з рамою-каसेтою, встановлення на рамі-касеті системи фіксації і скидання мін, незалежний електричний привід коліс за допомогою мотор-редукторів. Проведені попередні польові випробування розробленої платформи UGS підтвердили ефективність прийнятих рішень.

Фінансування. Дослідження було підтримано Міністерством освіти і науки України та фінансувались в межах НДР 0124U000621 «Розробка автоматизованої роботизованої платформи для розмінування, розвідки та бойових завдань».

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ali, A. H., Kazmi, S. M. H., Poonja, H. A., Khan, H., Shirazi, M. A., & Uddin, R. (2022). Motor parametric calculations for robot locomotion. *Engineering Proceedings*, 20(1), 8. <https://doi.org/10.3390/engproc2022020008>
2. Army Technology. (2022, December 30). *Grounded in reality: Charting the uncrewed land systems market*. <https://www.army-technology.com/features/grounded-in-reality-charting-the-uncrewed-land-systems-market/>
3. Bernadó, M. (2025, March 5). *The re-emergence of unmanned ground vehicles in army modernisation efforts*. Finabel: European Army Interoperability Centre. <https://finabel.org/wp-content/uploads/2022/08/IF-22.08-new.pdf>
4. Blom, J. D. (2010). *Unmanned aerial systems: A historical perspective* (Occasional Paper 37). Combat Studies University Press. <https://www.armyupress.army.mil/Portals/7/combat-studies-institute/csi-books/OP37.pdf>
5. Boriak, B., Yanko, A., & Laktionov, O. (2024). Model of an automated control system for the positioning of radio signal transmission/reception devices. *Radioelectronic and Computer Systems*, 4(112), 156–167. <https://doi.org/10.32620/reks.2024.4.13>
6. Bruzzone, L., Baggetta, M., Nodehi, S. E., Bilancia, P., & Fanghella, P. (2021). Functional design of a hybrid leg-wheel-track ground mobile robot. *Machines*, 9(1), 10. <https://doi.org/10.3390/machines9010010>
7. Chen, H.-Y., & Zhang, Y. (2014). An overview of research on military unmanned ground vehicles. *Binggong Xuebao. Acta Armamentarii*, 35, 1696–1706. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-1093.2014.10.026>
8. Congressional Research Service. (2020, November 10). *Artificial intelligence and national security*. <https://fas.org/sgp/crs/natsec/R45178.pdf>
9. Defence Equipment & Support. (2023, March 31). *UK's first ever trial of 5T+ uncrewed ground vehicles gives glimpse of future battlefield*. <https://des.mod.uk/uncrewed-ground-vehicles-future-battlefield/>
10. Farooq, W., Khan, M. A., & Rehman, S. (2017). AMVR: A multicast routing protocol for autonomous military vehicles communication in VANET. In *Proceedings of the 14th IEEE International Bhurban Conference on Applied Science and Technology (IBCAST)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/IBCAST.2017.7868128>
11. Fish, S. A. (2009). Unmanned vehicles for mobile electromagnetic launch platforms. *IEEE Transactions on Magnetics*, 45(1), 639–640. <https://doi.org/10.1109/TMAG.2008.2008869>
12. Kubota, T., Kuroda, Y., Kunii, Y., & Nakatani, I. (2000). Lunar exploration rover: Micro5. *Advanced Robotics*, 14, 443–444. <https://doi.org/10.1163/156855300741861>
13. Laktionov, O., Yanko, A., & Pedchenko, N. (2024). Identification of air targets using a hybrid clustering algorithm. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 5(4–131), 89–95. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.314289>
14. Matthews, K. (2019, June 4). *6 industries where demand for robotics developers will grow by 2025*. The Robot Report. <https://www.therobotreport.com/6-industries-demand-robotics-developers-grow-2025/>
15. Meng, K., & Zhou, D. (2014). Design of missile guidance law subject to acceleration command constraint. *Acta Armamentarii*, 35(9), 1419–1427. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-1093.2014.09.014>

16. Pokonieczny, K., & Rybansky, M. (2018). Method of developing the maps of passability for unmanned ground vehicles. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 169(1), 012027. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/169/1/012027>
 17. Rossiter, A. (2020). Bots on the ground: An impending UGV revolution in military affairs? *Small Wars & Insurgencies*, 31(4), 851–873. <https://doi.org/10.1080/09592318.2020.1743484>
 18. Scharre, P. (2018). *Army of None: Autonomous Weapons and the Future of War*. W.W. Norton & Company.
 19. Sloan, E. (2015). Robotics at war. *Survival*, 57(5), 107–120. <https://doi.org/10.1080/00396338.2015.1090133>
 20. U.S. Army. (2014, December 16). *Leading Army researcher: Future of autonomous vehicles*. https://www.army.mil/article/139889/leading_army_researcher_future_of_autonomous_vehicles
 21. Vincent, E. (2023, April 24). The French military's cautious steps toward robotic combat. *Le Monde*. https://www.lemonde.fr/en/europe/article/2023/05/19/the-french-military-s-cautious-steps-toward-robotic-combat_6027247_143.html
 22. Yanko, A., Pedchenko, N., & Kruk, O. (2024). Enhancing the protection of automated ground robotic platforms in the conditions of radio electronic warfare. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (6), 136–142. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2024-6/136>
-