

О. В. Коломійцев, В. І. Панченко, М. О. Максимов

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Анотація: у роботі розглянуто особливості застосування наземних роботизованих комплексів (НРК) військового призначення зі штучним інтелектом (ШІ). Показано, що таке застосування підвищує ефективність ведення бойових дій та безпеку особового складу підрозділів під час виконання завдань у небезпечних умовах, покращуючи розвідку, логістичне й інженерне забезпечення, а також вогневе ураження цілей противника. Встановлено, що інтеграція ШІ в НРК розширює можливості систем автономного руху та розпізнавання цілей противника, що дозволяє знизити залежність від оператора в умовах протидії засобів радіоелектронної боротьби. Наведено приклади НРК провідних країн світу та вітчизняного виробництва.

Ключові слова: наземний роботизований комплекс, штучний інтелект, автономність, розвідка, вогневе ураження.

Abstract: the paper considers the peculiarities of using military ground-based robotic complexes (GRC) with artificial intelligence (AI). Such use is shown to increase the effectiveness of combat operations and personnel safety while performing tasks in hazardous conditions, improving reconnaissance, logistical and engineering support, as well as fire damage to targets. It is established that the integration of AI into GRC expands the capabilities of autonomous-movement and enemy-target-recognition systems, reducing dependence on the operator under electronic-warfare countermeasures. Examples of military ground-based robotic complexes produced by leading countries and by Ukraine are given.

Keywords: ground-based robotic complex, artificial intelligence, autonomy, reconnaissance, fire damage.

Сучасний розвиток інформаційних технологій та засобів автоматизації у цивільній та військовій сферах супроводжується дедалі ширшим застосуванням наземних роботизованих комплексів (НРК) там, де ризик для життя людини надзвичайно високий. НРК – автоматизовані (дистанційно керовані) машини на колісному або гусеничному ході, що призначені для виконання завдань на суші без екіпажу на борту, і є наземним аналогом безпілотних літальних, надводних і підводних апаратів. Управління такими роботизованими платформами здійснюється за допомогою датчиків, камер та захищених каналів зв'язку.

Питання щодо створення та застосування безпілотних наземних легкоброньованих засобів та НРК вже розглядалися раніше [1]. У [1] увагу зосереджено на особливостях інтеграції штучного інтелекту (ШІ) в такі системи. Інтеграція ШІ дозволяє підвищити автономність НРК: платформа самостійно прокладає маршрут, обминає перешкоди та виконує завдання, коли оператор задає лише кінцеву точку прибуття, що дозволяє провести розвідку, підвезти боєкомплект або евакуювати пораненого без залучення додаткового особового складу. Приклади – НРК MAARS (США) та Themis (Естонія), що є частиною сил логістики й розвідки НАТО.

Існуючі зразки НРК застосовуються у військовій, промисловій, рятувальній та дослідницькій сферах: військові безпілотні наземні транспортні засоби (UGV) – для розвідки, мінування, розмінування, доставки вантажів, евакуації поранених та ведення бойових дій (приклади – TALON, Guardian); промислові – для інспекції нафтових платформ, електромереж і трубопроводів та роботи в небезпечних умовах (шахти, хімічні підприємства); рятувальні – для пошуку й порятунку людей у зонах лиха та проникнення у важкодоступні місця; дослідницькі – для вивчення важкодоступних територій в археології, геології та біології. До основних завдань військових НРК належать розвідка та спостереження, логістичне забезпечення (доставка боєприпасів, провізії і спорядження), евакуація поранених і загиблих з-під обстрілу, мінування й розмінування, вогнева підтримка з ураженням наземних і повітряних цілей (кулемети, гранатомети і лазерна зброя), а також штурмові дії, зокрема у режимі камікадзе тощо.

Основні технології, застосовувані у військових НРК, охоплюють системи дистанційного керування й автономної навігації (лідари, камери, ультразвукові сенсори, супутникове позиціонування тощо), маніпулятори для знешкодження небезпечних об'єктів, сенсорні системи (камери високої роздільної здатності, тепловізори, хімічні та радіаційні датчики тощо), захищені канали зв'язку для передавання відео й телеметрії у реальному часі, енергоефективні силові установки, а в окремих випадках – гібридні або паливні елементи, програмне забезпечення на основі алгоритмів розпізнавання образів і машинного навчання, а також засоби бронезахисту від куль, осколків та впливу доквілля. У сукупності такі технології забезпечують високу функціональність, надійність та безпеку НРК за різних умов експлуатації. Показові закордонні зразки – американські TALON, PackBot та MAARS, ізраїльський Guardium (та його модифікація Guardium MK2), чотириногий носій BigDog (Boston Dynamics, до 150 кг) та японський робот Quince для роботи в умовах завалів, високої радіації або біологічної небезпеки.

Застосування ШІ у НРК розширює можливості автономного руху й розпізнавання цілей, знижуючи залежність від оператора в умовах протидії засобів РЕБ, і охоплює: автономну навігацію з обходом перешкод і вибором оптимальних маршрутів, обробку сенсорних даних у реальному часі, розпізнавання образів і класифікацію об'єктів, прийняття рішень та навчання на основі накопиченого досвіду, а також координацію груп роботів, що здатні розподіляти завдання і спільно патрулювати територію, забезпечуючи ефективніше покриття місцевості та швидке реагування на загрози. Технологічно це забезпечують згорткові нейронні мережі для обробки зображень і відео, алгоритми SLAM для побудови карти місцевості й автономної навігації, байєсівські мережі для прийняття рішень в умовах невизначеності та навчання з підкріпленням для поступового поліпшення дій платформи за відсутності наперед відомої стратегії [2].

Подібні моделі глибокого навчання для задач розпізнавання та класифікації вже застосовувалися авторами під час аналізу вразливостей програмного забезпечення [3], а підходи до формалізованого моделювання систем управління вогнем, розроблені під час дослідження протиповітряного бою підрозділів протиповітряної оборони (ППО) Сухопутних військ, методологічно близькі до задач автоматизованого вогневого ураження цілей засобами НРК [4]. Приклади: TALON зі ШІ для оцінки ризику вибуху, PackBot з елементами машинного навчання для вибору маршруту, Guardium – для розпізнавання рухомих об'єктів і зниження хибних тривог; сучасні системи ШІ здатні, також, навчатися на реальних даних польових випробувань і бойових операцій, що підвищує пристосованість алгоритмів до фактичних умов застосування.

Серед вітчизняних розробок: гусеничний НРК МУРАХА міні (логістика/евакуація до 250 кг, термінал Starlink Mini тощо); багатофункціональний «Спритник» (DODGER) – логістика й мінування, бронезахист, кодифікований Міністерством оборони України; модульна платформа NUMO (до 300 кг, турелі, ретранслятори, протимінні трали, засоби РЕБ); «Віслюк» – тактична логістика з мінімальним залученням особового складу (транспортування, мінування, евакуація, встановлення загороджень тощо); розвідувально-ударні Droid TW, Droid TW 12.7 та Droid NW 40 – з тепловізорами, балістичним розрахунком, туреллю 12,7 мм та гранатометом Mk-19/AGL-53 для ураження цілей на дистанції до 2 км, мультиканальним зв'язком (Starlink, LTE, Mesh) та швидким розгортанням (~10 хв); TerMIT (до 300 кг, медична евакуація, бойові модулі); важкий VATAG (понад 2 т, гібридна установка, модуль 25 мм, навігація без GPS, режим тиші); важкий PROTECTOR (дизель 190 к.с., до 1000 кг, евакуація до трьох поранених, потенційний носій лазерної зброї дальністю 3–5 км). Завдяки модульності комплекси комплектуються під конкретні завдання – від медичної евакуації до вогневого ураження цілей.

Висновки.

Таким чином, військові НРК зі ШІ виконують завдання розвідки, спостереження, логістики (доставки й евакуації), а також вогневого ураження цілей противника, зменшуючи ризики для життя особового складу під час штурмових дій, перевезення припасів, евакуації поранених та забезпечення тилових потреб. ШІ забезпечує автономну навігацію роботів і розпізнавання цілей, підвищуючи ефективність застосування таких комплексів і поступово скорочуючи потребу в безпосередній участі людини у виконанні логістичних завдань на передовій.

Застосування військових НРК зі ШІ має особливості у підвищенні ефективності бойових дій та безпеки особового складу підрозділів під час виконання завдань у небезпечних умовах,

покращуючи розвідку та логістику. Водночас їх застосування потребує розв'язання технічних (інтеграція і автономність) та етичних (відповідальність за прийняті рішення) проблем, а також розроблення відповідних стратегій і концепцій інтеграції НРК у бойові порядки, де вони доповнюють або заміщують традиційні сили, що відображено у відповідних підходах НАТО та концепціях Збройних Сил України. Сучасні військові НРК зі ШІ, розроблені провідними фахівцями України, здатні в автономному режимі виконувати функції розвідки, логістичного забезпечення, евакуації поранених з поля бою, мінування й розмінування, спостереження за полем бою та вогневого ураження цілей тощо. Отже, застосування НРК зі ШІ є проявом зміни парадигми сучасного ведення бойових дій, що потребує комплексного підходу до розвитку технологій, тактики їх застосування та відповідної нормативно-етичної бази.

Список використаних джерел:

1. Коломійцев О.В., Комаров В.О., Катунін А.М., Семенченко С.В., Кібальник В.М., Джуманязов Ю.У., Коломієць Б.І., Співак Т.А., Кувшинова О.С., Єловець О.А. Особливості застосування безпілотних наземних легко броньованих транспортних засобів та наземних роботизованих комплексів України. ГРААЛЬ НАУКИ: міжнар. наук. журнал. Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа»; НУ «Інститут науково-технічної інтеграції та співпраці», 2024. № 45. С. 298–307. DOI <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.01.11.2024.039>.
2. Semenov, S.; Kolomiitsev, O.; Hulevych, M.; Mazurek, P.; Chernyk, O. An Intelligent Method for C++ Test Case Synthesis Based on a Q-Learning Agent. Appl. Sci. 2025, 15, 8596. DOI <https://doi.org/10.3390/app15158596>.
3. Shmatko, O., Kolomiitsev, O., Rekova, N., Kuchuk, N., Matvieiev, O. Designing and evaluating DL-model for vulnerability detection in smart contracts. Advanced Information Systems, 2023, 7(4), 41–51. DOI <https://doi.org/10.20998/2522-9052.2023.4.05>.
4. Кудряшов В., Коломійцев О., Машталір В., Опенько П., Олійник Р. Модель протиповітряного бою як елемент системи управління вогнем підрозділами військ протиповітряної оборони сухопутних військ. Збірник наукових праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. 2019. № 1(1). С. 93–100. URL <https://dndivsovt.com/index.php/journal/article/view/193>.

Коломійцев Олексій Володимирович – д.т.н., професор, Заслужений винахідник України, професор кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, буд. 2, інд. 61002, e-mail: alexus_k@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8228-8404>.

Панченко Володимир Іванович – к.т.н., доцент кафедри комп'ютерної інженерії та програмування, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, буд. 2, інд. 61002, e-mail: Volodymyr.Panchenko@khp.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3364-3398>.

Максимов Максим Олександрович – ад'юнкт Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, м. Харків, вул. Сумська, буд. 77/79, інд. 61023, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4464-7863>.

Oleksii Kolomiitsev – Doctor of Technical Sciences, Professor, Honored Inventor of Ukraine, Professor of the Department of Computer Engineering and Programming, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Kyrpychova str. Building 2, ind. 61002, e-mail: alexus_k@ukr.net, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8228-8404>.

Volodymyr Panchenko – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Computer Engineering and Programming, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, Kyrpychova str. Building 2, ind. 61002, e-mail: Volodymyr.Panchenko@khp.edu.ua, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3364-3398>.

Maksym Maksymov – adjunct, Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Sumska str., building 77/79, ind. 61023, ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4464-7863>.