

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2019.11.53-58>

УДК 007.52:623.4

О.І. Кравчук, к.т.н., с.н.с.,

В.М. Симоненков,

І.В. Симоненкова,

О.П. Григор'єв, к.т.н., с.н.с.

Військова академія (м. Одеса), Україна

ДЕЯКІ ПИТАННЯ АВТОНОМНОГО РУХУ І УПРАВЛІННЯ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ ПОТРЕБ СУХОПУТНИХ ВІЙСЬК ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

На основі аналізу сучасного досвіду створення мобільних роботів військового призначення розглянуті питання щодо автономного руху і управління під час застосування наземних роботизованих комплексів для потреб Сухопутних військ ЗС України.

***Ключові слова:** автономність, інтерфейс користувача, наземний роботизований комплекс, наземна роботизована платформа, мобільний робот.*

Постановка проблеми

Актуальність розробки наземних роботизованих засобів військового призначення, з одного боку, обумовлена розвитком озброєння, зокрема, високоточної зброї, що сприяло значному зростанню людських втрат на полі бою, а з іншого – стрімким розвитком новітніх, насамперед інформаційних, технологій.

На сьогодні розробкою роботів військового призначення займаються понад сорока країн світу. Низка унікальних мобільних роботів, які наділені широким спектром можливостей, вже використовується у складі бойових і розвідувальних підрозділів збройних сил розвинутих країн світу для ведення розвідки на полі бою та підтримки тактичних груп.

Характерним прикладом цього є промова представника Великобританії полковника Річа Уолкера (Rich Walker) на засіданні групи НАТО з озброєння сухопутних військ (NAAG) у червні 2017 року щодо загальних вимог до розвитку спроможностей сухопутних військ країни на період до 2035 року, а саме концепції переходу до застосування автономних маневрених батальйонних груп чисельністю до 350 осіб, що матимуть 50 транспортних засобів та 80 роботизованих й автономних систем – по дві безекіпажні платформи на одну транспортну одиницю [1]. Згідно з концепцією, частина наявних роботизованих засобів має забезпечити візуальну і акустичну розвідку на полі бою, а наземні роботизовані комплекси (НРК), які оснащені зброєю, призначені максимально замінити військовослужбовців під час ведення контактних бойових дій з противником.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

На даний час питання використання новітніх інформаційних технологій у галузі військової робототехніки ретельно досліджуються, а створення вискоєфективних інформаційно-управляючих систем у складі роботизованих комплексів набуло нової фази, що пов'язана із застосуванням розподілених інформаційно-сенсорних систем та полягає у переході від застосування окремих датчиків і пристроїв до побудови модульних інформаційних підсистем, які передбачають наявність різноманітних джерел даних та складних способів обробки інформації.

Постановка задачі та її розв'язання

Метою статті є дослідження способів підвищення рівня автономності НРК під час застосування в недетермінованих умовах сучасного бою. Актуальність досліджень пов'язана з необхідністю створення вискоєфективних інформаційно-управляючих систем у складі перспективних роботизованих засобів для потреб Сухопутних військ ЗС України.

Виклад основного матеріалу дослідження

Розвиток системи управління Збройних Сил України на основі прийнятих в країнах-членах ЄС та НАТО критеріїв є одним з основних напрямів підвищення ефективності застосування військ (сил), який передбачає досягнення принципів та стандартів, що необхідні для набуття Україною членства в НАТО.

Притаманними рисами досягнення цих критеріїв буде перехід до зменшення частки завдань загальновійськових підрозділів та широкомасштабне застосування високоточної зброї й наземних дистанційно-керованих роботизованих засобів.

Слід зазначити, що НРК – це, передусім, безпілотний наземний транспортний засіб, за термінологією НАТО – UGV (Unmanned Ground Vehicle), або наземна роботизована платформа (НРП), яку використовують як для виконання бойових завдань безпосередньо на лінії зіткнення з противником, так і завдань щодо забезпечення діяльності військ [2].

Зазвичай, така роботизована платформа складається з наступних основних інформаційних підсистем та компонентів:

- телекомунікаційної системи зв'язку з пунктом (пультом) управління;
- підсистеми навігації та позиціонування;
- бортової системи управління рухом;
- бортової системи управління спеціальним обладнанням (зброєю) тощо.

За поглядами провідних фахівців в галузі робототехніки, автоматизація інформаційних підсистем і компонентів НРК може збільшити безпеку, надійність, стійкість до помилок і ефективність застосування роботизованих засобів шляхом стандартизації необхідних дій з мінімальним людським втручанням, тобто значного підвищення рівня автономності НРК [3].

Загалом, автономність наземного роботизованого засобу (НРК, НРП тощо) можливо визначити як “спроможність мобільного робота існувати та виконувати своє функціональне призначення в часі і просторі, в мінливих умовах навколишнього середовища, без необхідності взаємодії з іншими суб'єктами вищого рівня ієрархії управління” [4].

Головним підґрунтям для підвищення рівня автономності НРК військового призначення є підвищення живучості, зниження робочого навантаження на оператора й гнучкості бойового застосування роботизованих засобів в цілому. Крім того, можливе збільшення норми керованості оператора НРК (НРП), коли один оператор керує кількома мобільними роботами, при цьому, зазвичай, розрізняють низку рівнів автономності роботизованих засобів: від фактичної відсутності оператора до повної автономії, що відповідає основним режимам управління НРП (НРК):

- ручний (безпосередній, телеоператорний тощо);
- супервізорний;
- автоматичний.

Високий рівень автономності передбачає повну відсутність або мінімальне втручання з боку оператора, а низький рівень автономності наближається до безпосереднього керування роботизованим транспортним засобом, коли оператор, на підставі наявної сенсорної інформації, особисто аналізує стан навколишнього середовища та приймає відповідні рішення щодо руху й управління.

Під час автоматичного (напівавтоматичного) режиму управління, оператор надає “право вибору рішення” підсистемі автономного руху й управління, яка, на підставі визначених критеріїв альтернативних рішень, “вибирає” з низки запропонованих оператором або вироблених самостійно варіантів руху й управління, у тому числі коли оператор визначає оптимальне з них.

На високих рівнях автономності мобільний робот може інформувати оператора про прийняті рішення або виконує це за його запитом, що надає можливості “тимчасової” відсутності оператора в ланці системи управління НРК (НРП). При цьому, існує безліч бойових ситуацій, де оператор не може бути повністю виключеним із системи управління роботизованого засобу, зокрема, під час прийняття рішення на відкриття вогню.

За поглядами провідних фахівців в сфері військової робототехніки, широке розповсюдження повинний отримати саме спосіб дистанційного управління НРК (НРП), в ході якого буде передбачено зміну рівня автономності мобільного робота за ініціативою як оператора, так й інформаційної підсистеми автономного руху й управління [5].

Як приклад можна розглянути застосування перспективного тилового НРК, який призначений для транспортного забезпечення військ (сил) [6], зокрема, під час доставки боєприпасів та військово-технічного майна від пункту боєпостачання батальйону району оборони механізованого батальйону під час ведення оборонного бою до опорних пунктів рот першого ешелону або передових позицій (позиції підрозділу бойової охорони) (рис. 1) [7].

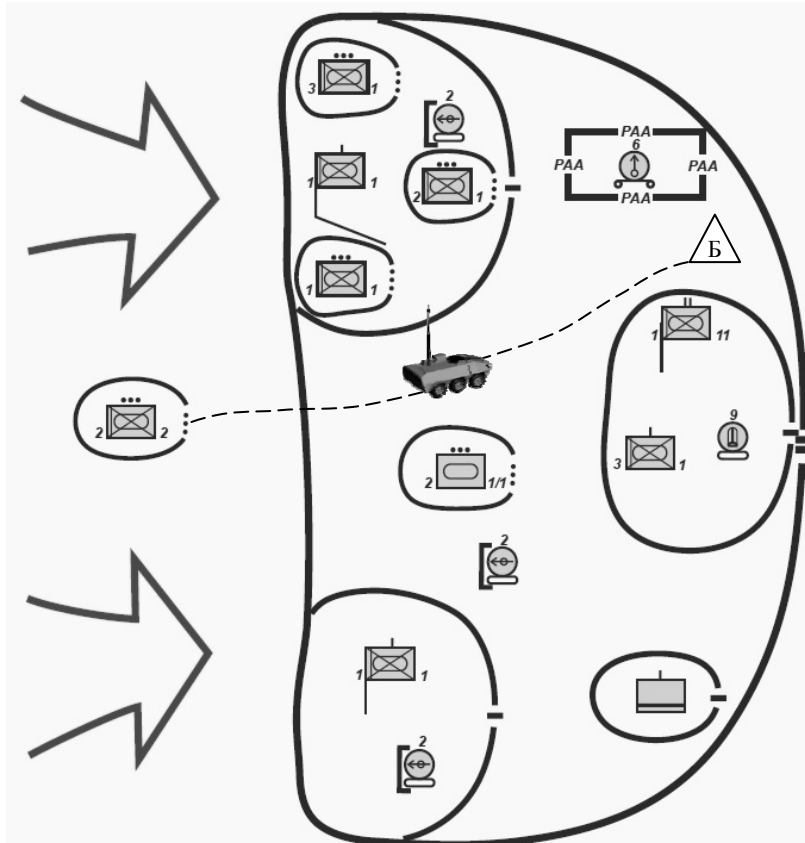


Рис. 1. Типова структура району оборони механізованого батальйону із зазначенням можливого маршруту руху НРК (НРП)

Слід зазначити, що оператор, зазвичай, знаходиться на великій відстані від НРК (НРП), а це значно обмежує його здатність оперативно розуміти, що саме відбувається навколо мобільного робота, та приймати швидкі рішення. Тому, оператор повинен задати загальний маршрут руху НРК (НРП), а автономна роботизована платформа, шляхом визначення власного місцезнаходження в просторі та безпосередніх параметрів свого руху, може інформувати оператора або самостійно приймати рішення щодо його потенційних помилок, наприклад, у разі раптового виникнення нездоланих перешкод під час руху.

На даний час, планування маршруту, здебільшого, є виключно завданням оператора, але під час руху можливе “сумісне прийняття рішень”, при цьому, у разі виникнення “непорозуміння” між оператором і мобільним роботом, пріоритет управління залишається за людиною.

Такий тип супервізорного управління називається “Dynamic Robot Autonomy”, тобто динамічна (регульована або змінна) автономність роботизованого засобу – управління роботизованим транспортним засобом із змінними рівнями автономності на змішаних або сумісних рішеннях. Такий спосіб формує потрібну множину режимів руху і управління НРК (НРП) від телеоператорного управління до повністю автономного мобільного робота і, на наш погляд, є найбільш доцільним способом дистанційно-керованих НРК (НРП).

Отже, супервізорне управління автономним роботизованим засобом передбачає процес розподілення завдань руху і управління, при цьому, визначення цілій завдання залишається за людиною-оператором, який керує мобільним роботом або групою роботів. Крім того, оператор визначає завдання “вищого” рівня в ході поточного стану виконання бойового завдання, наприклад, для виконання заходів пошуку і евакуації поранених (загиблих) з поля бою, коли спочатку, під час висування НРК (НРП) в район виконання завдання, планується супервізорний або автоматичний режим управління, а потім на визначених етапах завдання рівень автономності мобільного робота може бути знижений. При цьому, оператор в ручному режимі виконує пошук і завантаження пораненого (загиблого) та передає (повертає) управління автономній підсистемі руху і управління, яка самостійно визначає траєкторію зворотного руху з урахуванням перешкод та поверненням на прокладений маршрут.

Тому, у детермінованих умовах руху мобільного робота й навколишнього середовища, підвищення рівня автономності НРК (НРП) сприяє значному зниженню навантаження на оператора і ймовірності його помилок, що пов’язані з “людським фактором”. Але в динамічних умовах сучасного бою, на наш погляд, доцільно використовувати адаптивний рівень автономності НРК (НРП), під час якого автономна підсистема управління може “уточнити” у оператора маршрут (траєкторію руху) або, у разі виявлення нездоланої перешкоди, надавати запит оператору.

Висновки

Підвищення рівня ефективності застосування перспективних дистанційно-керованих роботизованих засобів військового призначення передбачає підвищення рівня їх автономності.

Високий рівень автономності НРК (НРП) дозволить швидко адаптуватися до складних умов сучасного бою та бойової обстановки, яка склалася, або надходження додаткової інформації щодо погіршення навколишнього середовища та характеристик мобільного робота в ході виконання завдання.

Під час вирішення завдань автономного руху і управління доцільно передбачити можливість зміни рівня автономності НРК (НРП), як за запитом мобільного робота, так і за рішенням оператора.

Розробка та застосування автономних НРК (НРП) для потреб Сухопутних військ ЗС України обумовлює створення високоефективних інтерфейсів зв’язку та інформаційної взаємодії з людиною-оператором.

Перспективи подальших досліджень

Об’єднання можливостей сучасних засобів глобальних супутникових навігаційних систем, систем автоматичного цифрового радіозв’язку, електронної картографії та бортових обчислювальних комплексів, на даний час, забезпечує застосування мережевих інформаційних технологій та надає додаткових можливостей способам адаптивного управління роботизованими засобами на полі бою.

На сьогодні, за поглядами провідних фахівців в галузі робототехніки, існують два основні підходи до визначення рівня автономності дистанційно-керованих роботизованих засобів щодо інформаційної взаємодії людини-оператора і мобільного робота [8]:

вище рівень автономності – менше рівень інформаційного обміну між оператором і мобільним роботом;

вище рівень автономності – більше рівень інформаційного обміну між оператором і мобільним роботом.

У першому випадку передбачається лінійна залежність між рівнем автономності роботизованого засобу і рівнем інформаційної взаємодії між оператором і мобільним роботом, тобто підвищення рівня автономності передбачає зниження рівня інтенсивності інформаційного обміну, що, зазвичай, відповідає поглядам щодо застосування НРК (НРП) в бойових умовах, коли можливі втрати зв’язку або знищення пункту управління.

У другому випадку, на наш погляд найбільш доцільному, передбачається, що високий рівень автономності НРК (НРП) дозволить забезпечити більш інтелектуальний режим інформаційного обміну, тобто інтерфейс оператора використовується лише для моніторингу під час виконання завдання “розумним” автономним мобільним роботом або групою роботів.

Тому, підвищення рівня автономності НРК (НРП) та зниження рівня інформаційного обміну між оператором і мобільним роботом обумовлює більш розвинутий інтелектуальний інтерфейс оператора.

Отже, під час розробки відповідних інтерфейсів інформаційної взаємодії у складі інформаційно-управляючих систем НРК (НРП) необхідно враховувати питання підвищення рівня автономності та створення ефективних засобів підтримки прийняття рішень людиною-оператором в умовах неповної (відсутньої) інформації щодо обстановки, яка склалася навколо мобільного робота, а також можливих варіантів дій під час втрати зв'язку або в умовах навмисних завад противника.

Список використаних джерел

1. Слюсарь В.І. Батальйонна тактична група 2035 року // V Міжнародна науково-практична конференція: Проблеми координації воєнно-технічної та оборонно-промислової політики в Україні. Перспективи розвитку озброєння та військової техніки. 11-12 жовтня 2017 року. С.82–83
2. Дослідження напрямів створення наземних дистанційно-керованих платформ (робототехнічних комплексів) під установку модулів озброєння та спеціального обладнання підприємствами України, шифр “Тріонікс”: Звіт про НДР (заключний) / Військова академія (м. Одеса), наук. керівн. Кравчук О.І.; виконав. Григор'єв О.П. [та ін.]. Одеса, 2017. 102 с. Бібліогр.: С. 92–95.
3. Спасский Б.А. Совместное управление роботами, автономное и от человека-оператора / Робототехника и техническая кибернетика. № 1(14). 2017. С. 69–76
4. Ермолов И.Л. Обеспечение автономности в мобильных роботах. “Экстремальная робототехника”. Нано- микро- и макророботы (ЭР-2009): материалы XX между. науч.-техн. конф. Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ. 2009.
5. Shu Jiang. Mixed-Initiative Human-Robot Interaction. Definition, Taxonomy, and Survey / Shu Jiang, Ronald C. Arkin // IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC). 9–12 Oct. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1109/smc.2015.174>
6. Концепція застосування наземних роботизованих комплексів для виконання завдань Збройних Сил України на період до 2020 року та подальшу перспективу / Затв. наказом НГШ ЗС України від 03.05.2016 № 177дск.
7. Розроблення проекту Концепції оснащення військових частин та підрозділів Збройних Сил України наземними роботизованими комплексами на період до 2025 року, шифр “Тайпан”: Звіт про НДР (остаточний) / Військова академія (м. Одеса), наук. керівн. Григор'єв О.П.; виконав. Симоненков В.М. [та ін.]. Одеса, 2019. 89 с. Бібліогр.: С. 88–89.
8. Beer J. M. Toward a framework for levels of robot autonomy in human-robot interaction / J. M. Beer, A. D. Fisk, W. A. Rogers // Journal of Human-Robot Interaction. 2014. Vol. 3(2). pp.74–99. DOI <https://doi.org/10.5898/jhri.3.2.beer>.

Рецензент: Скачков В.В., д.т.н., проф., головний науковий співробітник НЦ ВА.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ АВТОНОМНОГО ДВИЖЕНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ НАЗЕМНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ СУХОПУТНЫХ ВОЙСК ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

О.И. Кравчук, В.Н. Симоненков, И.В. Симоненкова, А.П. Григорьев

На основе анализа современного опыта создания мобильных роботов военного назначения рассмотрены вопросы автономного движения и управления во время применения наземных робототехнических комплексов для Сухопутных войск ВС Украины.

Ключевые слова: автономность, интерфейс пользователя, наземный робототехнический комплекс, наземная робототехническая платформа, мобильный робот.

THE SOME QUESTIONS OF AUTONOMOUS MOTION AND MANAGEMENT OF LAND-MOBILE ROBOTIC COMPLEXES FOR UKRAINIAN GROUND FORCESE

O. Kravchuk, V. Symonenkov, I. Symonenkova, O. Hryhorev

Today, more than forty countries of the world are engaged in the development of military-purpose robots. A number of unique mobile robots with a wide range of capabilities are already being used by combat and intelligence units of the Armed forces of the developed world countries to conduct battlefield intelligence and support tactical groups.

At present, the issue of using the latest information technology in the field of military robotics is thoroughly investigated, and the creation of highly effective information management systems in the land-mobile robotic complexes has acquired a new phase associated with the use of distributed information and sensory systems and consists in the transition from application of separate sensors and devices to the construction of modular information subsystems, which provide the availability of various data sources and complex methods of information processing.

The purpose of the article is to investigate the ways to increase the autonomy of the land-mobile robotic complexes using in a non-deterministic conditions of modern combat. Relevance of researches is connected with the necessity of creation of highly effective information and control systems in the perspective robotic means for the needs of Land Forces of Ukraine.

The development of the Armed Forces of Ukraine management system based on the criteria adopted by the EU and NATO member states is one of the main directions of increasing the effectiveness of the use of forces (forces), which involves achieving the principles and standards necessary for Ukraine to become a member of the EU and NATO. The inherent features of achieving these criteria will be the transition to a reduction of tasks of the combined-arms units and the large-scale use of high-precision weapons and land remote-controlled robotic devices.

According to the views of the leading specialists in the field of robotics, the automation of information subsystems and components of the land-mobile robotic complexes can increase safety, reliability, error-tolerance and the effectiveness of the use of robotic means by standardizing the necessary actions with minimal human intervention, that is, a significant increase in the autonomy of the land-mobile robotic complexes for the needs of Land Forces of Ukraine..

Keywords: *noninteraction, man-machine interface, land-mobile robotic complex, land-mobile robotic platform, mobot.*