

УДК 007.52:681.518

В.М. Симоненков

І.В. Симоненкова

С.С. Ковалішин

Р.В. Лукаш

Військова академія (м. Одеса), Україна

ШЛЯХИ РОЗШИРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ НАЗЕМНИХ РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ НА ПІДТРИМКУ МЕРЕЖЕЦЕНТРИЧНИХ СЦЕНАРІЇВ БОЙОВИХ ДІЙ

На основі аналізу сучасного досвіду створення мобільних роботів військового призначення розроблено пропозиції щодо підвищення ситуаційної поінформованості під час застосування наземних роботизованих комплексів на підтримку мережецентричних сценаріїв бойових дій.

Ключові слова: наземний роботизований комплекс, безпілотний літальний апарат, ситуаційна поінформованість, CAISR.

Постановка проблеми

Робототехніка сформувалася у 60-х роках ХХ століття як наука про технічні засоби, здатні замінити людину під час виконання одноманітної або стомлюючої роботи та складних операцій, особливо в небезпечних умовах. Перший етап розвитку робототехніки був пов'язаний зі створенням промислових роботів, які зазвичай являли собою маніпулятори, та набули широкого застосування, передусім, у машинобудуванні під час обслуговуванні верстатів, пресів і інших агрегатів по заздалегідь укладеній програмі.

Незважаючи на це, досить швидко було виявлено низку обмежень щодо використання таких роботів: доводилося створювати спеціальні пристрої для розміщення і орієнтування заготовок та деталей. Саме відсутність органів почуттів у роботів першого покоління призвело до кризи у світовій робототехніці.

На рубежі ХХ-ХХІ століть розвиток робототехніки набув нового змісту завдяки оснащенню промислових роботів сенсорними пристроями. Роботизовані засоби, що здатні до адаптації, стали впроваджуватися в непромислові сфери людської діяльності: проведення рятувальних робіт на місці техногенних аварій і катастроф, розвідка корисних копалин на морському дні та функціонування у космічному просторі, а також у військовій справі під час знешкодження вибухонебезпечних предметів та боротьби з тероризмом.

На сьогодні створення та активне застосування роботизованих комплексів передбачає розробку ефективних інформаційно-управляючих систем.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Аналіз існуючих і перспективних систем управління бойовими діями збройних сил розвинених держав світу свідчить про високий рівень оснащення військ новітніми інформаційними засобами, при цьому, основний акцент в ідеології побудови інформаційних мереж змістився на підтримку мережецентричних сценаріїв бойових дій [1].

Створення перспективних інформаційно-управляючих систем є самостійним напрямком, що має широке застосування не тільки у сфері робототехніки. Будь-яка система керування передбачає наявність зворотного зв'язку, а її реалізація – розробки та використання відповідних інформаційних рішень.

На даний час питання використання новітніх інформаційних технологій у галузі військової робототехніки ретельно досліджуються, а створення вискоефективних 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 (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 ситуаційної поінформованості під час застосування роботизованих засобів на підтримку мережецентричних сценаріїв бойових дій.

Актуальність досліджень пов'язана з необхідністю створення ефективних інформаційно-управляючих систем роботизованих комплексів для потреб Сухопутних військ ЗС України.

Виклад основного матеріалу дослідження

Державною програмою розвитку ЗС України на період до 2020 року передбачається досягнення євроатлантичних принципів і стандартів, необхідних для набуття Україною членства в НАТО. У цьому документі визначено низку стратегічних цілей розвитку на основі прийнятих в країнах-членах ЄС і НАТО критеріїв.

Перша з них, розвиток системи управління ЗС України за стандартами НАТО – є одним з основних напрямів розвитку ЗС України, який передбачає, за поглядами провідних вчених розвинених країн світу, перехід до ведення війн 6-го покоління [2]. Притаманними рисами цих війн буде перехід до зменшення частки завдань загальновійськових підрозділів та широкомасштабне застосування дистанційно-керованих засобів і високоточної зброї.

Згідно даного підходу сучасна війна розглядається як “мережецентричні бойові дії” у складі трьох підсистем: інформаційної, розвідувальної (сенсорної) та бойової. Інформаційна підсистема складає основу системи управління та інтегрує сенсорні та бойові підсистеми у єдину мережу, яка утворюється за рахунок підключення різноманітних сенсорів (засобів розвідки) та бойових елементів.

У системах, побудованих за таким принципом, втрачає сенс традиційне поняття “збирання даних обстановки”, що характерне для “застарілих” систем бойового управління, а моніторинг поля бою здійснюється з використанням інформаційних технологій обробки даних в реальному масштабі часу [3].

Отже, концепція ведення мережецентричних бойових дій орієнтована на досягнення інформаційної переваги, що й передбачає збільшення бойових можливостей військового угруповання за рахунок створення інформаційно-телекомунікаційної мережі, що пов'язує джерела даних осіб, що приймають рішення, і виконавців.

Створення ефективної системи оперативного (бойового) управління, зв'язку, розвідки та спостереження (C4ISR, Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillance and Reconnaissance, Управління, контроль, зв'язок, збір і комп'ютерна обробка інформації, спостереження та розвідка) є одним з основних напрямків досягнення цілей реформи ЗС України, які визначені керівництвом держави.

У зв'язку з цим корисно поглянути на підходи до побудови та розвитку подібних систем в НАТО та шляхи інформаційної інтеграції їх окремих підсистем з урахуванням національних можливостей. Призначення і загальна структура систем C4ISR, які широко застосовуються в збройних силах країн-членів НАТО достатньо відомі [4].

З технічної точки зору, системи C4ISR можливо поділити на три основні сегменти:

сегмент засобів розвідки і спостереження;

сегмент засобів і систем зв'язку;

сегмент систем управління (C2, Command and Control, Управління військами і зброєю).

Розглянемо більш детально одну з інформаційних складових системи C4ISR – систему розвідки і спостереження, а саме – побудову систем ситуаційної поінформованості, прийнятих в НАТО.

Ситуаційна поінформованість – це принцип комплексного, у мінімальному ступені опосередкованого картографічними, модельними або іншими умовностями уявлення різномірної (загальногеографічної, навігаційної, тактичної тощо) інформації в єдиній глобальній географічній системі координат [5].

Системи ситуаційної поінформованості забезпечують будь-якого “учасника бойових дій” потрібною інформацією, яка орієнтована на сприйняття так званого “єдиного інформаційного простору” або “бойового простору”, який не фрагментовано по просторовому, масштабному або іншим ознакам.

Створення такого єдиного інформаційного середовища дозволяє розв'язати проблему циркуляції локалізованої в просторі й часі інформації з ієрархічно організованих структур бойового управління та проблему безперервної та високоточної актуалізації потрібних даних.

За досвідом військових фахівців провідних країн світу, вважається, що мережецентрична концепція організації управління бойовими діями передбачає високий рівень оснащення збройних сил роботизованими засобами. Наприклад, експерт-радник ЦРУ із Брукінгського інституту Майкл О'Хенлон, вивчаючи військові інновації, у своєму звіті "Прогноз змін у військовій техніці у 2020–2040 роки" висвітлив низку військових розробок у 29 категоріях різних технологій та спрогнозував найбільш стрімкі технологічні революційні зміни у сфері комп'ютерної обробки даних та військової робототехніки.

На сьогоднішній день розробкою роботів військового призначення займаються понад сорок країн світу. За останні десять-п'ятнадцять років у галузі військової робототехніки відбулися кардинальні зміни, що пов'язані з масовим виробництвом бойових роботизованих засобів та їх випробуваннями (апробацією) у реальних умовах, а саме дистанційно-керованих безпілотних засобів (UV, Unmanned Vehicles), що призначені для виконання множини завдань у різноманітних аспектах бойових дій, насамперед, безпілотних літальних апаратів та наземних роботизованих комплексів.

У загальному сенсі, безпілотний літальний апарат (UAV, Unmanned Aerial Vehicle, БПЛА або дрон) – це літальний апарат, який літає та сідає без фізичної присутності пілота на його борту. Українське законодавство надає визначення безпілотного повітряного судна [6], але детальніше цей термін конкретизує Міністерство оборони України: БПЛА (безпілотне повітряне судно) – повітряне судно, керування польотом якого і контроль за яким здійснюються дистанційно за допомогою пункту дистанційного пілотування, розташованого поза повітряним судном, або повітряне судно, що здійснює політ автономно за відповідною програмою.

За сучасним визначенням, "безпілотником" є тільки той апарат, який знаходиться під постійним дистанційним контролем пілота або пілотів і призначений для повернення на аеродром для подальшого або повторного використання. Тобто, під терміном БПЛА (UAV, безпілотник, дрон, коптер) мається на увазі безпосередньо літальний апарат, яким через канали зв'язку керує один або декілька пілотів.

На даний час, БПЛА масово застосовуються у військовій сфері, передусім, для ведення розвідки та спостереження. Міні- та мікро-дрони все ширше використовуються під час бойових дій на тактичному рівні для термінового отримання інформації щодо вирішення завдань розвідки.

Найбільший інтерес для виконання таких завдань становлять БПЛА типу "мультикоптерів" – літальних апаратів з довільною кількістю несучих гвинтів, розташованих в одній площині, що обертаються діагонально у протилежних напрямках, та можуть виконувати вертикальний зліт і посадку, горизонтальний політ, а також стабільно зависати у повітрі, найбільш розповсюдженим з яких є квадрокоптер.

Квадрокоптер (Quadcopter, Чотирьохроторний коптер) – це один із самих успішних вертикальних злітно-посадочних БПЛА з автономним управлінням польотом і стійкими можливостями наведення. Для управління польотом і зміни траєкторії квадрокоптера використовується система бездротового дистанційного управління в режимі "Стабільний". У цьому режимі дані з акселерометра і гіроскопа квадрокоптера об'єднуються для розрахунку кута квадранта. Після того як пульт дистанційного управління переміщується в нерегульоване положення, квадрокоптер зберігає стабільне положення в просторі.

В свою чергу, наземний роботизований комплекс (НРК) – це, насамперед, безпілотний наземний транспортний засіб (UGV, Unmanned Ground Vehicle), який здебільшого називають наземна роботизована платформа (НРП) або мобільний робот та використовують як для виконання бойових завдань, так і технічного та тилового (логістичного) забезпечення у загрозованих для життя особового складу умовах [7].

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

телекомунікаційна система зв'язку з пунктом (пультом) дистанційного управління;

система позиціонування та навігації;

відеосистема для водіння;

бортова система управління рухом;

бортова система управління спеціальним обладнанням.

Як правило, їх застосовують для вантажних перевезень або пошуково-рятувальних робіт, а також розвідки, спостереження, огляду місцевості та інфраструктури або патрулювання визначеного периметру.

При цьому, у зовнішньому середовищі навколо наземної роботизованої платформи існує безліч як природних, так і штучних перешкод, що є проблемою для пересування будь-якого мобільного робота.

На жаль, відсутність повноцінних управлінських систем штучного інтелекту не дає можливості створити повністю автономний апарат, який самостійно реагує на обстановку, що постійно змінюється. Це змушує використовувати дистанційно-керовані апарати, тобто процес прийняття рішень, що пов'язані з управлінням НРП, покладено на людину-оператора.

Для навігації мобільного робота та визначення його положення в просторі, а також виявлення і запобігання перешкод на своєму шляху, оператор повинен мати можливості контролювати та адаптувати “навколишнє середовище”, тобто постійно вирішувати дві проблеми:

- визначати поточне місцезнаходження НРП;
- будувати майбутній маршрут руху НРП без перешкод.

Перша проблема розв'язується за допомогою наявної системи позиціонування та навігації. Друга проблема – щодо виявлення перешкод, які зустрічаються під час руху мобільного робота – досить типова і вирішується шляхом використання бортових відеокамер та різноманітних сенсорів (датчиків).

Отже, для ефективного виконання поставлених завдань, наявність можливості для точного позиціонування і навігації, як складової ситуаційної поінформованості, є однією з основних вимог до НРП у складі НРК, включаючи дії щодо спостереження характеристик навколишнього середовища та їх оцінки.

На наш погляд, суттєво розширити інформаційні можливості НРК доцільно шляхом застосування у його складі “власного” БПЛА, а саме квадрокоптеру, завдяки використанню наявних фото-, відео- або радіолокаційних засобів огляду ландшафту місцевості (рис. 1).

Датчики і камери, якими оснащений НРП, використовуються для спостереження в зоні безпосереднього застосування. Система обробки зображень (відеозображення) з квадрокоптеру призначена для визначення відстані до об'єктів навколишнього середовища (перешкод) з метою підвищення ефективності застосування НРК в цілому.

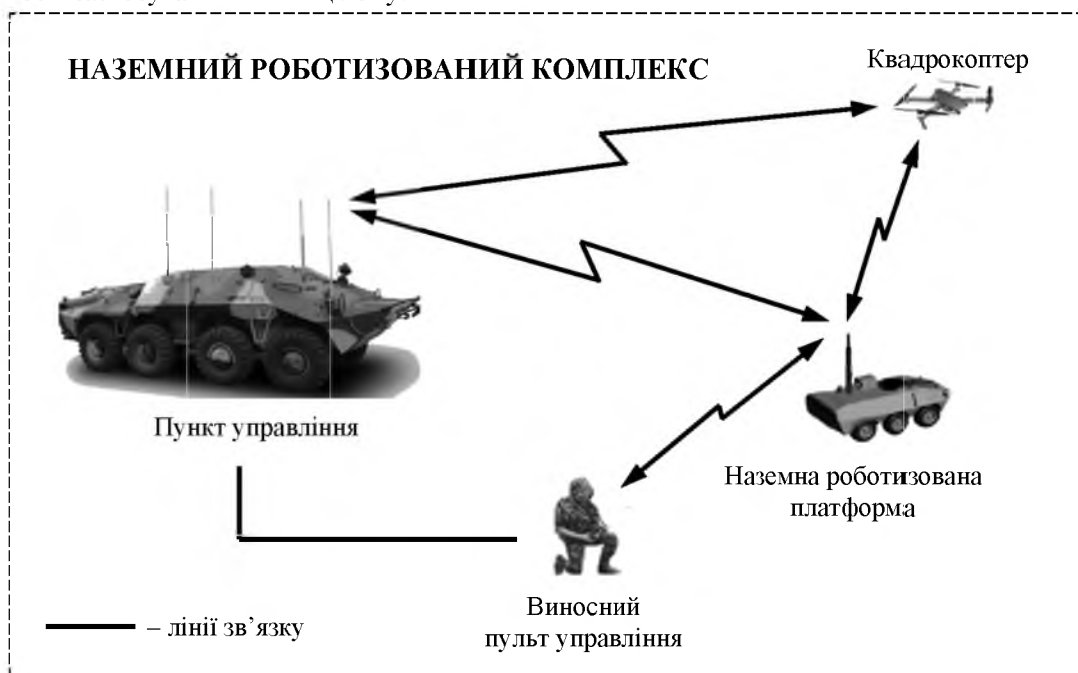


Рис. 1. Застосування квадрокоптера у складі наземного роботизованого комплексу (варіант)

Крім того, концепція сумісної обробки зображень (відеозображення) дозволить: аналізувати рух НРП в реальному часі та визначати (формувані) оптимальний маршрут; автоматично виявляти і спостерігати будь-які рухомі або стабільні (нерухомі) об'єкти навколо мобільного робота;

шляхом відеоаналітики виявляти розбіжності наявних датчиків НРП, наприклад, GPS-приймача, та постійно відновлювати дані, які пов'язані з цифровою картою та інше.

Головна мета запропонованого підходу полягає у підвищенні ефективності застосування НРК та надає можливості зосередити увагу на координації зусиль щодо інформаційної взаємодії між пунктом (пультом) управління НРК, мобільним роботом (НРП) та квадрокоптером, що дозволить отримати повнозв'язну інформаційно-телекомунікаційну мережу, яка легко зможе інтегруватися до будь-якої системи управління тактичної ланки (або вищого рівня) та забезпечити розподілене функціонування на підтримку мережецентричних сценаріїв бойових дій.

Ідеологія створення такої інформаційно-телекомунікаційної мережі НРК полягає у: інтеграції усіх потрібних даних завдяки передаванню в єдиній цифровій формі; автоматичній комутації кінцевого та спеціального обладнання (сенсорів і датчиків); використанні однакових транспортних і мережних протоколах обміну інформацією; застосуванні уніфікованого багатofункціонального абонентського обладнання.

Важливо відзначити, що, за досвідом провідних фахівців в галузі застосування роботизованих засобів, на даний час успішність виявлення об'єктів та цілей навколишнього середовища на 80% залежить від досвіду і кваліфікації людини-оператора та лише на 20% від технічних відмінностей засобів моніторингу мобільного робота. Тому, наявність квадрокоптера у складі НРК забезпечує ефективний підхід щодо виявлення цільових об'єктів в умовах невизначеності місцезнаходження та орієнтації НРП.

За необхідності квадрокоптер може зависнути над мобільним роботом на висоті 15-30 метрів, що забезпечить значне підвищення ситуаційної поінформованості та додаткові можливості щодо дистанційного управління НРП, а також оперативне відновлення даних на цифровій карті району застосування НРК.

При цьому, у такому режимі функціонування можливий варіант побудови сумісного використання блока живлення, який розташований на НРП, для потреб квадрокоптера, що забезпечить практично "необмежений" час польоту БПЛА у складі НРК.

У майбутньому запропонований підхід щодо застосування різнотипних роботизованих засобів у складі НРК, у більш складних ситуаціях "навігаційної невизначеності", може забезпечити ефективне виконання бойових завдань відповідно до заданої програми (за заданими координатами) або елементами автономного управління.

Перспективи подальших досліджень

Актуальність створення подібних інформаційних систем обумовлена необхідністю повної взаємності в опануванні інформацією на полі бою, тобто формування єдиного інформаційного простору поля бою, що адекватно відображає на електронній карті у реальному масштабі часу ідентичну в органах управління усіх ієрархічних рівнів системи управління тактичну обстановку, яка складається в певний момент часу.

Об'єднання можливостей сучасних засобів глобальних супутникових навігаційних систем, систем автоматичного цифрового радіозв'язку та електронної картографії на даний час забезпечує застосування мережних інформаційних технологій у складі систем C4ISR, що надає додаткових можливостей адаптивному управлінню роботизованими засобами та комплексному використанню наявних бойових сил і засобів.

Проведений аналіз умов застосування НРК на підтримку мережецентричних сценаріїв бойових дій показує, що окремого розгляду потребують питання побудови ефективної системи управління та зв'язку, яка здатна забезпечити діяльність окремих елементів НРК в різноманітних режимах функціонування:

між пунктом управління і мобільним роботом (групою роботів), у тому числі за допомогою виносного пульта управління;

між пунктом управління (пультом управління) і квадрокоптером;

між квадрокоптером і мобільним роботом (групою роботів);

між мобільними роботами.

При цьому, виникає питання групового управління – виконання об'єктами управління загальних дій з певним розподілом між ними окремих завдань.

Групове управління може вимагатися для запобігання взаємних перешкод, зіткнень мобільних роботів (НРП), що рухаються, а також у разі виконання ними самостійних операцій.

Зазвичай можливі наступні варіанти завдань групового управління [8]:

мобільні роботи однакові і виконують однакові функції;

мобільні роботи різні і виконують різні функції;

мобільні роботи спільно виконують одне завдання чи незв'язані завдання, але потрібна координація їх дій.

Розвиток систем управління НРК (НРП) передбачає розробку необхідних для цього технічних засобів, комп'ютерних мереж та інтелектуалізацію розподілених інформаційних систем, що призначені для автономного збору, обробки і обміну цільовою інформацією, включаючи прийняття рішень й планування дій відповідно до поставлених завдань.

Список використаних джерел

1. Поліщук Л. І. Аналіз деяких систем управління збройними силами країн НАТО та інших держав / Л. І. Поліщук, С. М. Філімонов // Військово-технічний збірник № 1. – ЛІСВ: Львів, 2009. – С. 85-94.
2. Телелим В. М. Тенденції розвитку збройної боротьби сучасності / В. М. Телелим // К.: НУОУ / Лекція. – 2009. – 24 с.
3. Костяев Н. И. Новым средствам управления – новые формы и методы их применения, или Некоторые размышления о ЕАСУ тактического звена / Н. И. Костяев // Вестн. Акад. воен. наук. – 2006. – № 2 (15). – С. 68-76.
4. C4ISR Products and Solutions – Електронний ресурс – Режим доступу: [www/URL: https://www.lockheedmartin.com/C4ISR](http://www.lockheedmartin.com/C4ISR).
5. Mica R. Endsley, Daniel J. Garland, Situation awareness: analysis and measurement. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 2000. – 24 p.
6. Безпілотний літальний апарат – Електронний ресурс – Режим доступу: [www/URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Безпілотний_літальний_апарат](http://uk.wikipedia.org/wiki/Безпілотний_літальний_апарат).
7. 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.
8. Тема спеціальна, шифр "Октавіан": Звіт про НДР (заключний) / Військова академія (м. Одеса), наук. керівн. Григор'єв О.П., виконав. Беліков В.Т. [та ін.]. – Одеса, 2016. – 58 с. Бібліогр.: С. 57-58.

Рецензент: В.В. Скачков, д.т.н., професор, Військова академія (м. Одеса).

ПУТИ РАСШИРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ НАЗЕМНЫХ РОБОТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ В ПОДДЕРЖКУ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИХ СЦЕНАРИЕВ БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ

В.Н. Симоненков, И.В. Симоненкова, С.С. Ковалишин, Р.В. Лукаш

На основе анализа современных мобильных роботов военного назначения разработаны предложения по повышению ситуационной осведомленности при применении наземных роботизированных комплексов в поддержку сетевых сценариев боевых действий.

Ключевые слова: наземный роботизированный комплекс, беспилотный летательный аппарат, ситуационная осведомленность, C4ISR.

THE WAYS OF THE EXPANSION OF THE INFORMATION POSSIBILITIES OF LAND-MOBILE ROBOTIC COMPLEXES IN SUPPORT NETWORK-CENTRIC SCENARIOS OF WARFARE

V. Symonenkov, I. Symonenkova, S. Kovalishyn, R. Lukash

On base of the analysis of the modern mobile military robots is designed offers on increasing of situational awareness for using land-mobile robotic complexes in support network-centric scenarios of warfare.

Keywords: land-mobile robotic complex, unmanned aerial vehicle, situational awareness, C4ISR.