

УДК 681.31

В.М. Симоненков

І.В. Лавриненко

Військова академія (м. Одеса), Україна

ПОБУДОВА СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ТА УПРАВЛІННЯ НАЗЕМНИМИ МОБІЛЬНИМИ РОБОТОТЕХНІЧНИМИ СИСТЕМАМИ (КОМПЛЕКСАМИ)

Запропоновано шляхи створення перспективної системи зв'язку та управління наземними мобільними робототехнічними системами (комплексами) тактичної ланки.

Ключові слова: мобільний робот, система зв'язку та управління, єдина бойова система, WiMAX.

Постановка проблеми

На сьогоднішній день у провідних країнах світу створено фундаментальну базу для впровадження роботизованих технологій у військову сферу. Актуальність створення наземних мобільних робототехнічних систем та комплексів обумовлена необхідністю максимального захисту особового складу від втрат під час виконання завдань в небезпечних умовах: під вогнем противника, знешкодженні вибухонебезпечних предметів, на зараженої місцевості та інше.

З кожним роком вони займають все більш помітне місце в бойових порядках передових армій [1, 2] і, як відмічають військові експерти, «...вже до 2025 року бойовий робот буде здатний разом з бійцем-людиною, а найчастіше і замість нього, вирішувати велику кількість завдань на полі бою...».

Вже зараз ряд унікальних мобільних роботів, які наділені широким спектром можливостей, використовуються у складі розвідувальних підрозділів збройних сил у США, Ізраїлі, Росії, Китаї та інших країнах для ведення розвідки на полі бою за допомогою апаратури спостереження і передачі даних.

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 і покласти рішення, пов'язані із застосуванням зброї і керуванням мобільними роботами, на людину-оператора.

Аналіз останніх досягнень і публікацій

Проблема побудови ефективної системи зв'язку та управління наземними мобільними роботами на полі бою є новою і зараз ретельно вивчається.

При цьому, за досвідом фахівців провідних країн світу, засоби зв'язку і передачі даних, по суті, є найбільш критичними елементами успішного застосування цих роботизованих засобів.

Постановка завдання

Метою статті є дослідження способів побудови системи зв'язку та управління наземними мобільними робототехнічними системами (комплексами) тактичної ланки Сухопутних військ. Головне завдання полягає в обґрунтуванні необхідності впровадження новітніх інформаційних технологій під час визначення напрямків створення таких систем.

Викладення основного матеріалу дослідження

Характер збройної боротьби у війнах і збройних конфліктах початку XXI століття потребує повної взаємності в опануванні інформацією, тобто обов'язкового формування так званого «єдиного

інформаційного простору» поля бою, що «...адекватно відображає на електронній карті у реальному масштабі часу ідентичну в органах управління всіх ієрархічних рівнів системи управління оперативно-тактичну обстановку, яка складається на полі бою в певний момент часу» [3].

У системі, побудованій за таким принципом, втрачає сенс традиційне поняття «збирання даних обстановки», що характерне для сучасних систем військового управління, коли інформацію збирають відповідно до таблиця термінових повідомлень. Моніторинг оперативно-тактичної обстановки поля бою має здійснюватися по-новому, тобто з використанням новітніх інформаційних технологій передачі та обробки даних в реальному масштабі часу.

Існуючі комплекси та засоби зв'язку і автоматизації управління тактичної ланки Сухопутних військ за своїми можливостями і технічним рівнем поступаються відповідним зразкам провідних країн Європи та світу, а за обсягами і термінами впровадження цифрових систем передачі та комутації – суттєво відстають від телекомунікаційних мереж загального користування в державі.

Система зв'язку та управління наземними мобільними робототехнічними системами (комплексами) призначена для оперативного, стійкого і надійного збирання (зберігання, обробки і відображення) і передавання інформації про дії своїх військ і сил противника та сигналів (команд) управління в реальному або близькому до реального масштабі часу. Вона включає з'єднані між собою технічні засоби зв'язку та автоматизації управління, а також програмні засоби, що забезпечують їх взаємодію [4].

З технічної точки зору, це інформаційно-телекомунікаційна мережа передавання даних (з пропускною здатністю до 10 Мбіт/с на дальності до 3–5 км) з використанням технологій Ethernet – «тактичного Інтернету», за допомогою радіозасобів, до складу якої входять центр управління (виносні пульти) та радіотермінали (абонентські комплекти апаратури).

Ідеологія створення такої інформаційно-телекомунікаційної мережі полягає у [5]:

інтеграції усіх видів зв'язку і передачі даних завдяки передаванню в єдиній цифровій формі; автоматичній комутації кінцевого абонентського та спеціального обладнання (сенсорів і датчиків) на єдиних комутаційних пристроях;

використанні однакових транспортних і мережних протоколів обміну інформацією;

застосуванні уніфікованих багатofункціональних абонентських терміналів.

Найбільш раціональним, на наш погляд, вважається підхід до створення системи зв'язку та управління наземними мобільними робототехнічними системами (комплексами) шляхом:

по-перше, використання мережі опорних телекомунікаційних вузлів тактичної ланки з комплексним застосуванням наземних радіорелейних, тропосферних, супутникових та радіозасобів зв'язку між пунктом управління робототехнічної системи (комплексу) та пунктами управління вищого рівня;

по-друге, використання ліній прямого радіозв'язку між пунктом управління робототехнічної системи (комплексу) та мобільними роботами.

Це надасть можливість отримати повнозв'язну інформаційно-телекомунікаційну мережу, яка легко зможе інтегруватися до будь-якої системи зв'язку вищого рівня та мережі з'єднаних між собою інформаційно-телекомунікаційних вузлів тактичної ланки.

Особливо необхідно виділити організацію радіозв'язку між пунктом управління робототехнічної системи (комплексу), тобто людиною-оператором, та мобільним роботом.

Пропонується підхід, що використовується в сучасних системах цифрового зв'язку, тобто «точка-мультиточка», при якому базова станція (пункт управління) працює на декілька «абонентів» (мобільних роботів). Це відповідає вимогам поєднання функцій цифрового каналотворення, комутації і засекречування, а також високої мобільності системи в цілому.

Однак, існуючи засоби організації радіозв'язку в тактичній ланці Сухопутних військ, у тому числі і прийняті на озброєння цифрові засоби, на цей час, на жаль, не спроможні забезпечити потрібні

характеристики між людиною-оператором та мобільним роботом (пропускна здатність на кожного «абонента» не менше 2 Мбіт/с на дальності до 3–5 км).

Для забезпечення потрібних характеристик щодо передачі даних доцільно використання технологій бездротового радіозв'язку (табл. 1), а саме технології WiMAX [6].

Таблиця 1

**Стандарти
технологій бездротового радіозв'язку**

Технологія	Стандарт	Частоти, ГГц	Швидкість, Мбіт/с	Радіус дії, м
Bluetooth v.2.0	802.15.3	2,4	до 2,1	до 100
Bluetooth v.3.0	802.11a	2,4	до 24	до 100
Wi-Fi	802.11b	2,4	до 11	до 300
Wi-Fi	802.11g	2,4	до 54	до 300
Wi-Fi	802.11n	2,4 або 5,0	до 450	до 300
WiMAX	802.16e	2,0-11,0	до 70	до 5000

Розробка бездротових радіомереж стандарту 802.16 (WiMAX) була розпочата Інститутом інженерів в галузі електроніки і електротехніки в 2000 році. Обладнання, що працює по даному стандарту, використовує частоти від 2 до 11 ГГц. Теоретичні значення, які можуть бути отримані при ідеальних умовах, становлять: максимальна швидкість передачі інформації – до 70 Мбіт/с, а радіус дії – до 50 км в умовах відсутності прямої видимості.

Крім того, стандарт WiMAX передбачає підтримку шифрування по алгоритмах Triple DES (довжина ключа 128 біт) і RSA (довжина ключа 1024 біт), а також автоматичне управління потужністю випромінювання.

Технологія WiMAX має ряд переваг:

стандарт поєднує в себе технології рівня «оператора зв'язку», тобто об'єднання множини підмереж і надання їм доступу до загальної мережі («тактичний Інтернет»), а також технології «останньої милі» (відрізка від точки входу в мережу до комп'ютера «абонента»), що підвищує надійність системи в цілому;

бездротові технології більш гнучкі і прості в розгортанні, тому що можуть у міру необхідності масштабуватися;

дальність зв'язку є основним показником систем WiMAX.

Слід зазначити, що технологія WiMAX містить у собі протокол TCP/IP, що дозволяє легко і прозоро інтегрувати її в локальні обчислювальні мережі як для рухомих об'єктів мережі, так і фіксованих «абонентів» на єдиній інфраструктурі.

При цьому, на даний момент більшість бездротових технологій широкосмугової передачі даних вимагають наявності прямої видимості між об'єктами мережі, а мережі WiMAX завдяки використанню технології OFDM створюють зони покриття в умовах відсутності прямої видимості, відстані між якими обчислюються кілометрами.

Специфікація стандарту 802.16e (для мобільних пристроїв) – мобільний WiMAX, передбачає об'єкти, що переміщуються зі швидкістю до 120 км/г та використовує частотний діапазон від 2 до 6 ГГц. на дальності до 5 км.

Прикладом використання даної технології у військової сфері є система зв'язку і АСУ, яка розробляється для тактичних підрозділів в межах побудови перспективної глобальної інформаційної структури СВ США під назвою LandWarNet. Вона розглядається як базова основа концепції «мережецентричності», що забезпечує безперервність бойового управління для будь-яких умов рельєфу місцевості, надійність зв'язку при високій мобільності «абонентів», гарантованої захищеності каналів від несанкціонованого доступу та впливу засобів РЕБ противника, а також гарантованої якості обслуговування користувачів. Реалізація цих планів передбачає використання техніки зв'язку з діапазоном робочих частот до 6 ГГц, підтримкою алгоритмів адаптивної маршрутизації із забезпеченням заданої якості обслуговування та швидкістю передачі даних на фізичному рівні до 10 Мбіт/с.

Також, «ОАО Воентелеком» (Росія), що надає послуги зв'язку для структур МО РФ, разом з концерном «ОАО Созвездие», у рамках створення Єдиної системи управління тактичної ланки, проводять дослідні випробування техніки зв'язку з діапазоном робочих частот 2,3–2,4 ГГц і пропускну здатністю до 10–15 Мбіт/с. Високошвидкісна широкопasmово мультимедійна система пакетного радіозв'язку «Топаз-В», виробництва «ОАО Созвездие», призначена для надання абонентам мережі послуг закритого мовного зв'язку, організації комп'ютерної мережі та передачу відеозображення. Система відрізняється гарантованою швидкістю передачі інформації до 10 Мбіт/с, при заданій якості в каналі зв'язку.

В Україні послуги мобільного WiMAX (стандарту 802.16e), з робочим діапазоном частот 3,4–3,6 ГГц, надає компанія «Українські Новітні Технології» («УНТ») під брендом FreshTel. Для побудови мережі використовуються обладнання виробництва компанії ZTE (Китай), але, на даний момент, вибір клієнтського обладнання для мобільного WiMAX порівняно невеликий.

Розрахунки оцінки якості зв'язку за допомогою використання технології мобільного WiMAX показують, що при використанні передатчика потужністю 50–100 мВт зі звичайною антеною (до 10 dB) за умови, що пропускна здатність складає від 2 до 5 Мбіт/с та з урахуванням відсутності прямої видимості, дальність стійкого зв'язку складає до 5 км.

Висновки

Військові фахівці провідних країн світу розглядають впровадження роботизованих технологій у військову сферу, а саме створення наземних мобільних робототехнічних систем (комплексів), одним з головних напрямів розвитку засобів збройної боротьби сухопутних військ. Вважається, що розробка ефективних систем зв'язку та управління цих роботизованих засобів забезпечить можливість ведення сучасних мережецентричних бойових дій та створення на їх основі повністю автономних бойових роботів.

З метою подолання відставання в області військової робототехніки, незважаючи на нинішній економічний стан в країні, вже зараз необхідно розгорнути відповідні наукові дослідження та розробку робототехнічних систем (комплексів) для Сухопутних військ, насамперед, високоефективних систем зв'язку та управління. Базою для цього повинні стати новітні інформаційні технології, в першу чергу, використання технологій бездротового радіозв'язку та інтелектуальних абонентських засобів.

Запропонований підхід щодо створення системи зв'язку та управління наземними мобільними робототехнічними системами (комплексами) тактичної ланки Сухопутних військ, на наш погляд, є найбільш доцільним та надасть можливість забезпечити потрібну якість інформаційного обміну в будь-якій точці бойових дій як на місці, так і під час руху, а також підвищити стійкість

інформаційних напрямків та мобільність системи зв'язку тактичної ланки Сухопутних військ в цілому.

Проведений аналіз умов застосування системи зв'язку та управління наземними мобільними робототехнічними системами (комплексами) показує, що зараз є реальна можливість створення відповідних вітчизняних ефективних систем зв'язку та управління роботизованими засобами тактичної ланки, як складової Єдиної бойової системи Сухопутних військ Збройних Сил України.

Перспективи подальших досліджень

Створення перспективних систем зв'язку та управління передбачається у переході до цифрового передавання і приймання усіх видів доповідей і повідомлень та інтеграції основних інформаційних процесів на полі бою в уніфікованих багатофункціональних терміналах як для організації телекомунікацій, так і для дистанційного управління зброєю, насамперед, роботизованих засобів, а також значного підвищення пропускної здатності телекомунікаційних мереж тактичної ланки, створення багаторівневої системи забезпечення інформаційної безпеки та конвергенції різних за природою мереж і служб електрозв'язку по єдиних цифрових каналах зв'язку на основі впровадження новітніх інформаційних технологій.

Список використаних джерел

1. П. Сингер. *Оборонна ініціатива XXI століття*// Brookings Institution, USA.-2009.
2. Marc S. Stewart "A Means to Networked Persistent Undersea Surveillance." STS-2006 // Boston, 2006.
3. Костяев Н. И. *Новым средствам управления – новые формы и методы их применения, или Некоторые размышления о ЕСУ тактического звена* // Вестн. Акад. воен. наук – 2006 – № 2 (15).– С. 68-76.
4. *Звіт по НДР "Гладиатор-СВ". – Одеса, НЦ БЗ СВ. – 2010. – Інв.699-в.*
5. Савин Б.А. *Требования системы управления Вооруженных Сил, предъявляемые к средствам управления. Перспективу развития СУ* / Б.А.Савин // *Связь в Вооруженных Силах РФ.* - 2007. – С. 23-25.
6. *WiMAX — технология беспроводной связи: основы теории, стандарты, применение.*/ Под ред. В. В. Крылова. — СПб.:БХВ-Петербург, 2005. — 368 с : ил.

Рецензент: А.А. Гончарук, к.т.н., с.н.с., Військова академія (м. Одеса)

ПОСТРОЕНИЕ СИСТЕМЫ СВЯЗИ И УПРАВЛЕНИЯ НАЗЕМНЫМИ МОБИЛЬНЫМИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ (КОМПЛЕКСАМИ)

В.М. Симоненков, І.В. Лавриненко

Предложен вариант построения перспективной системы связи и управления наземными мобильными робототехническими системами (комплексами) тактического звена

Ключевые слова: *мобильный робот, система связи и управления, единая боевая система, Wimax.*

BUILDING COMMUNICATIONS NETWORK AND MANAGEMENT LAND-MOBILE ROBOTOTECHNICAL SYSTEM (COMPLEX)

V. Symonenkov, I. Lavrinenko

Variant of the building of perspective communications network and management land-mobile robototechnical system (complex) of tactical area is offered.

Keywords: *mobile robot, communications network and management, united combat system, Wimax.*