

СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТАКТИЧНИХ МЕРЕЖ ЗВ'ЯЗКУ

На початку ХХІ століття посилилася тенденція до переходу від концепції „платформно-центричної війни” до „мережецентричної війни”, основною ідеєю якої є інтеграція всіх сил і засобів в єдиному інформаційному просторі, що дозволяє багаторазово збільшити ефективність їх бойового застосування за рахунок синергетичного ефекту.

Впровадження мережевих технологій у військову сферу стало дійсно революційним кроком, спрямованим на підвищення бойових можливостей збройних сил, але вже не тільки за рахунок підвищення вогневих, маневрених та інших характеристик індивідуальних платформ озброєння, а в першу чергу за рахунок скорочення циклу бойового управління.

Концепція мережецентричної війни дозволяє в ході бойових дій виробляти перехід до мережецентричного управління військами (силами), тобто виконувати мережевий розподіл, одночасно доводячи інформацію до всіх ланок управління військами в масштабі часу, близькому до реального.

У концептуальному плані модель мережецентричної війни являє собою систему, що складається з трьох решіток-підсистем: сенсорної, інформаційної та бойової. Основу цієї системи складає інформаційна решітка, на яку накладаються взаємно пересічні сенсорна і бойова решітки. Інформаційна решітка-підсистема пронизує собою всю систему в повному обсязі. Елементами сенсорної системи є сенсори (засоби розвідки), а елементами бойової решітки – засоби враження. Ці дві групи елементів об'єднуються органами управління та командування.

Тобто мережецентричне ведення бойових дій характеризується не тільки в забезпеченні передачі розвідувальної інформації всім учасникам цих дій у реальному масштабі часу, але і високим рівнем організації (самоорганізації) функціонування елементів бойових порядків. Основною ознакою такої самоорганізації є безперервний оптимальний цілерозподіл в масштабах зони відповідальності або навіть театру військових дій.

Тактичній ланці висуваються більш жорсткі тимчасові вимоги до циклів управління. Транспортну основу інформаційних систем складають тактичні системи зв'язку і насамперед їх мобільна компонента. Мобільна компонента покликана забезпечити інформаційний обмін в інтересах усіх військ, що діють в тактичній зоні незалежно від їхнього підпорядкування і задач, які вони виконують.

Передбачається, що її архітектура буде неоднорідною ієрархічною, яка складається з трьох основних рівнів (рис. 1): 1-й – мобільні радіомережі нижньої ланки управління; 2-й – мережі мобільних базових станцій (МБС), що утворюють опорну мережу; 3-й – повітряна мережа, яка може бути реалізована на телекомунікаційних аероплатформах (безпілотних літальних апаратах) [2]. Додатковий нульовий рівень можуть утворювати сенсорні мережі (мережі телеметрії). Створення кожного рівня передбачає поліпшення показників якості функціонування всієї системи зв'язку.

Основні характеристики складових мобільної компоненти наведені в таблиці 1. Перший рівень являє собою сукупність мобільних радіомереж нижньої ланки управління побудованих за принципом мереж MANET [3]. Мобільні абоненти (солдат, танк, вертоліт тощо) оснащені радіотерміналами (переносними комп'ютерами із прийомопередавачами), які реалізують функції маршрутизації. Абоненти здійснюють інформаційний обмін безпосередньо між собою або використовують ретрансляцію (маршрутизацію) повідомлень. В якості ретранслятора (точніше маршрутизатора) може виступати будь-який мобільний абонент свого рівня або мобільна базова станція – елемент другого рівня ієрархії, що перебуває з ним в межах радіозв'язності.

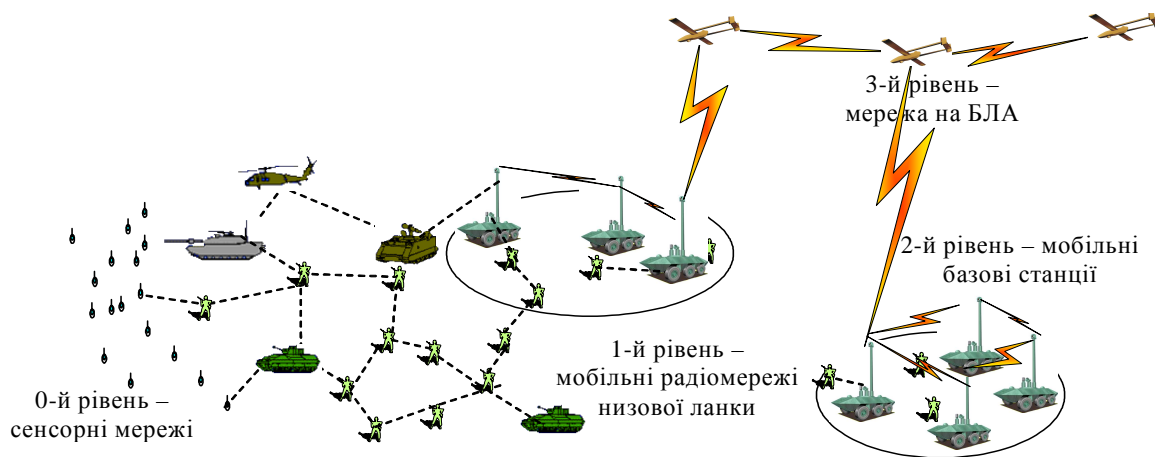


Рис. 1. Перспективна архітектура мобільної компоненти

Таблиця 1

Основні характеристики	Мобільні радіомережі 1-й рівень	Мережа МБС – 2-й рівень	Сенсорні мережі – 0-й рівень	Мережа на літальних апаратах
Розмірність	Сотні-тисячі	Десятки	Сотні-тисячі	Десятки
Принцип організації та побудови	Самоорганізація мережі, комутація пакетів, кожен вузол – маршрутизатор інформаційних повідомлень			
Мобільність	Висока	Низька	Низька	Дуже висока
Тип та спосіб управління	Розподілений, технологічний	Зоновий, організаційно-технологічний	Розподілений, (ієрархічний) технологічний	Зоновий, організаційно-технологічний
Способи розподілу радіоресурсу	Випадковий	Детермінований, гібридний	Випадковий	Детермінований
Потужність передавача терміналу; відстань зв'язку та швидкість передачі (залежать від частоти, потужності передавача, типу антени тощо)	Солдат – Од. Вт, до 1 км; транспортний засіб – 20 Вт, декілька км; 0.01 – 1 Мб/с	Десятки Вт; до 10 км; між МБС > 20 Мб/с (радіоканал), між МБС > 100 Мб/с (оптичний канал); між МБС-МА – 0.01-1 Мб/с; між МБС-БЛА > 20 Мб/с	Визначається типом сенсорів; (для наземних – мВт, сотні метрів > 0.01 Мб/с)	Десятки Вт; десятки км; > 20 Мб/с

Переваги мобільних радіомереж очевидні: відсутність етапу планування (можливість самоорганізації), швидке розгортання, децентралізоване управління (дуже висока живучість), робота в русі всіх елементів мережі тощо (табл. 2).

Визначено вимоги до перспективних радіозасобів:

- висока пропускна здатність радіоканалу (> 200 Кб/с);
- багатодіапазонність і багатofункціональність (FDMA/TDMA/CDMA);
- здатність програмування всіх видів і режимів роботи;
- автоматизація процесів ведення зв'язку (режим „включив та працюй” – Plug-and-Play)

та можливість самоорганізації мережі;

- інтелектуальність, децентралізованість й оптимізація функцій управління мережевими ресурсами (маршрутизація, навантаження, топологія, радіоресурс, безпека й т.д.);
- робота з різними видами трафіка (мова, дані, відео);
- наявність системи позиціонування, спрямованих антен, робота в русі;
- модульність виконання, відкрита архітектура, низьке енергоспоживання.

В той же час існують значні *труднощі створення мобільних радіомереж* – необхідність рішення великої кількості наукових проблем (маршрутизація, розподіл радіоресурсів, управління потужністю, управління топологією, децентралізоване управління, безпека,

забезпечення заданої якості передачі інформації тощо) при обмеженнях ресурсу радіотерміналу (за ємністю пам'яті, продуктивністю процесора, енергоємністю батареї). Пропозиції щодо частини їх рішення можуть бути знайдені в [3].

Таблиця 2

Переваги (недоліки)	За рахунок чого досягнуто (напрямки вдосконалення)
(+) Висока живучість, мобільність всіх елементів мережі	Управління мережею – децентралізоване, здатність до самоорганізації. Кожний вузол – маршрутизатор, адаптація до умов функціонування
(+) Висока швидкість передачі в радіоканалі – потенційно 1...54 Мб/с	Зсув діапазону частот (сотні МГц, од. ГГц). адаптація протоколу IEEE 802.11 до тактичних вимог, еволюція OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing), оптимізація використання радіоресурсу, спрямовані антени (інтелектуальні фазові решітки), застосування технології МІМО (Multiple Input Multiple Output)
(+) Висока продуктивність мережі	Застосування нових ефективних інтелектуальних методів управління мережею, введення додаткових мережевих рівнів (мобільних базових станцій, безпілотних літальних апаратів, супутників)
(-) Незначна відстань безпосереднього зв'язку	Зв'язок в умовах прямої видимості – дальність зв'язку залежить від частоти, потужності, типу антени тощо. Недолік усувається використанням за рахунок маршрутизації
(+) Передача різних видів трафіку	Застосування нових протоколів каналного та мережевого рівнів (протоколів підтримки заданої якості обслуговування)
(+) Маршрутизація	Застосування нових ефективних методів маршрутизації
(+) Висока безпека	Застосування гібридних систем захисту (симетричних та асиметричних), створення розподілених трастових центрів, систем виявлення вторгнень
(+) Висока завадозахищеність	Використання широкосмугових сигналів (метод частотних стрибків – FHSS, метод прямої послідовності – DSSS), в перспективі застосування гібридних схем розподілу ресурсів (FDMA/TDMA/CDMA), використання HIP (Host Identify Protocol) тощо

Другий рівень мобільної компоненти утворює мережа мобільних базових станцій (наземна магістральна мережа). Вона призначена для поліпшення якості зв'язку, а насамперед, підвищення продуктивності мобільної компоненти та надання заданої якості обслуговування абонентів.

Додатковою складовою мобільної компоненти можуть служити сенсорні мережі, що забезпечують прийом і передачу розвідувальної інформації про супротивника та видачу її органам управління військами та зброєю. Сенсорні пристрої являють собою інтегровану платформу, яка поєднує можливості сенсорів (зовнішніх датчиків, що реєструють сукупність параметрів – акустичних, вібраційних, радіаційних, хімічних, біологічних тощо) з мікрокомп'ютерами, які з'єднані у бездротову мережу.

Для зв'язку між географічно розділеними угрупованнями військ (зонами мережі) або підвищення надійності зв'язку між МБС та продуктивності мобільної компоненти створюється верхній рівень – повітряна магістральна мережа на телекомунікаційних аероплаформах.

Визначені вимоги до перспективних радіозасобів:

- висока пропускна здатність радіоканалу (> 200 Кб/с);
- багатодіапазонність і багатofункціональність (FDMA/TDMA/CDMA) роботи;
- здатність програмування всіх видів і режимів роботи;
- самоорганізація мережі (режим Plug-and-Play);
- інтелектуальність, децентралізованість й оптимізація функцій управління мережевими ресурсами (маршрутизація, навантаження, топологія, радіоресурс, безпека й т.д.);
- робота в різних мережах і з різними видами трафіка (мова, дані, відео);
- наявність системи позиціонування, спрямованих антен;
- робота в русі, модульність виконання й відкрита архітектура;

– низьке енергоспоживання.

Аналіз останніх публікацій дозволив визначити основні напрямки підвищення продуктивності бездротових мереж (табл. 3). Виграш в цієї таблиці вказаний в умовних одиницях.

Таблиця 3

Проблема	Технології (способи рішення)	Виграш
На каналному рівні		
Збільшення пропускної здатності радіоканалів	Зсув діапазону частот (сотні МГц, одиниці ГГц),	10
	використання оптичного діапазону Оптимізація використання радіоспектру Спрямовані антени	2...20 2...30
На мережевому рівні		
Маршрутизація	Нові гібридні протоколи маршрутизації	2...10
Вертикальні елементи архітектури	Безпілотні літальні апарати, супутники	2...4
Управління ресурсами мережі	Інтелектуалізація процесу управління мережами	3...5

Так наприклад в США за останні десять років втричі зросла кількість тактичних радіозасобів, їх загальна пропускна здатність збільшена на порядок (2001 рік в США – 365000 радіозасобів, 11 типів, 46 Мбіт/с; в 2011 році – 919000 радіозасобів, 20 типів, 9.6 Гбайт/с) [4].

Висновки

1. Система зв'язку тактичної ланки розвивається в напрямку застосування відкритої архітектури, впровадження новітніх телекомунікаційних технологій, які використовуються у комерційних системах зв'язку.

2. Запропонована нова архітектура мобільної компоненти систем військового зв'язку – 3-х рівнева ієрархія неоднорідних мобільних радіомереж (мобільних абонентів – мобільних базових станцій – безпілотних літальних апаратів) типу MANET.

3. Застосування запропонованої архітектури мобільної компоненти дозволить створити транспортну основу мережецентричних способів ведення бойових дій та призведе до появи принципово нових форм (способів) ведення бойових дій, змінить форми та способи управління військами, а також дозволить значно збільшити бойову ефективність військ.

4. В інституті проводяться теоретичні дослідження, які стосуються створення математичного забезпечення управління мобільною компонентою мереж зв'язку військового призначення. Отримані наукові результати можуть скласти основу побудови перспективної інтелектуальної мобільної компоненти мереж зв'язку військового призначення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кондратьев А.Е. Проблемные вопросы исследования новых сетевых концепций вооруженных сил ведущих зарубежных стран // Военная мысль, 2011, № 9. – С. 61 – 74.

2. Романюк В.А. Еволюція тактичних радіомереж: Тези доповідей та виступів учасників VI науково-практичного семінару [„Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення”], (Київ, 20 жовтня 2011р.) / Романюк В.А. – К.: ВІПІ НТУУ „КПІ”, 2011. – С. 45 – 52.

3. Самоорганизующиеся радиосети со сверхширокополосными сигналами / [С.Г. Бунин, А.П. Войтер, М.Е. Ильченко, В.А. Романюк]. – К.: НПП „Издательство „Наукова думка” НАН Украины”. – 444 с.: ил.

4. Tactical Radios 2011 // Compendium by Armada. – 2011. – № 4. – 32 p.