

УДК 621.396

О.В. Харибін, О.Ю. Стрюк

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації НТУУ „КПІ”, Київ

## СТРУКТУРНА СХЕМА МОБІЛЬНОЇ БАЗОВОЇ СТАНЦІЇ РАДІОДОСТУПУ РУХОМИХ КОРИСТУВАЧІВ СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ТА ІНФОРМАТИЗАЦІЇ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Проведений аналіз перспективних варіантів побудови системи зв'язку тактичної ланки. Запропонований варіант побудови підсистеми зв'язку та інформації тактичної ланки управління Сухопутних військ Збройних Сил України із використанням мережі територіально рознесених мобільних базових станцій радіодоступу та відповідних абонентських пристроїв стандарту IEEE 802.16e-2005, що забезпечує необхідний рівень пропускної спроможності та підвищує стійкість перспективної системи зв'язку та інформатизації.

**Ключові слова:** тактична ланка управління, підсистема інформаційного обміну, обладнання радіодоступу стандарту IEEE 802.16e-2005, базова станція радіо доступу.

### Вступ

В умовах високої ймовірності локальних (регіональних) збройних конфліктів розвинені країни світу приділяють особливу увагу вдосконаленню систем зв'язку і інформатизації (СЗІ) різних ланок управління. Досягнення інформаційної переваги обумовлює успішність ходу бою (операції) [1].

У Збройних Силах (ЗС) України протягом останніх років, триває створення Єдиної автоматизованої системи управління. Одним із основних розробників окремих засобів і комплексів зв'язку та інформатизації тактичної ланки управління (ТЛУ) для Сухопутних військ (СВ) ЗС України є ТОВ «Телекарт – Прилад», м. Одеса, яке розробило та пропонує для використання засоби й комплекси зв'язку та інфор-

матизації, а також варіант побудови системи зв'язку та інформатизації (СЗІ) ТЛУ СВ ЗС України із використанням відповідного обладнання, фрагмент схеми якої наведений на рис. 1 [2]. Подібний варіант архітектури мобільного компоненту перспективної СЗІ ТЛУ СВ ЗС України також пропонується науковим центром зв'язку і інформатизації військового інституту телекомунікацій та інформатизації Національного технічного університету України «КПІ» [3].

**Метою статті** є представлення варіанту структурної побудови підсистеми інформаційного обміну рухомих користувачів на основі ширококутового бездротового абонентського доступу (ШБАД) стандартів WiMAX-систем та її основного елементу – мобільної базової станції радіодоступу.

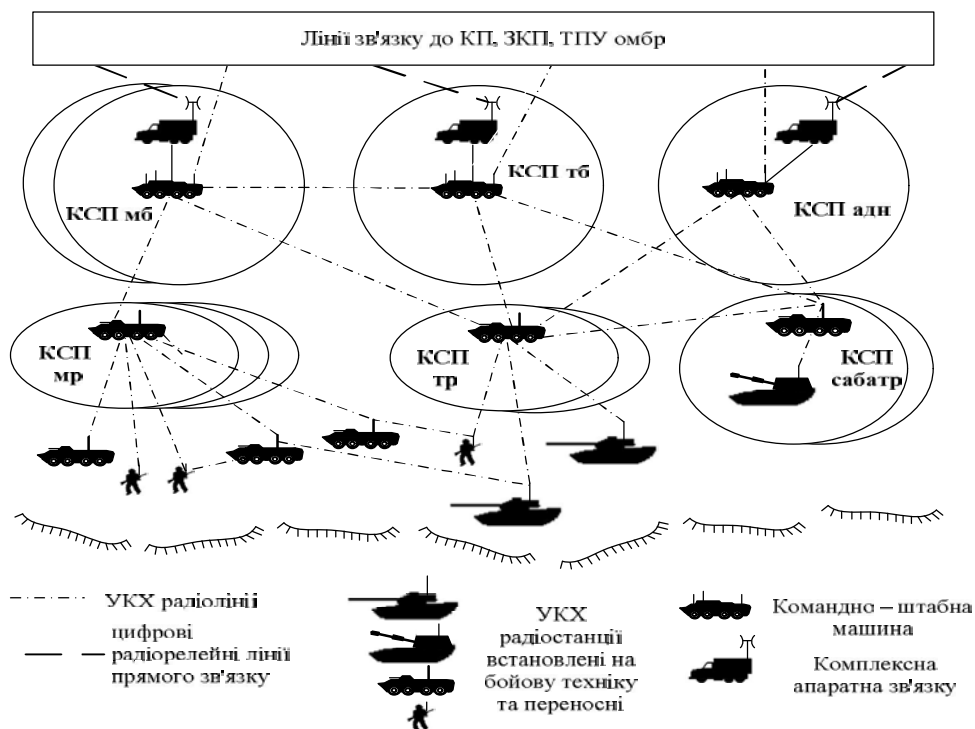


Рис. 1. Варіант схеми організації перспективної системи зв'язку та обміну інформацією з рухомими користувачами тактичної ланки управління Сухопутних військ

Крім того, в статті наведено орієнтовний склад основного телекомунікаційного обладнання відповідної базової станції радіодоступу до СЗІ ТЛУ СВ ЗС України та запропоновані варіанти здійснення її „прив'язки” до вузлів зв'язку та інформатизації СЗІ ТЛУ СВ.

### **Аналіз перспективної підсистеми інформаційного обміну рухомих абонентів СЗІ ТЛУ СВ ЗС України**

Аналіз перспективних схем побудови підсистеми СЗІ ТЛУ СВ ЗС України [2, 3] показує, що основним і єдиним засобом організації зв'язку з рухомими абонентами в ланках „відділення (бойова машина) – взвод – рота – батальйон” є радіостанції УКХ діапазону. Ряд малопотужних радіостанцій виробництва зазначеного підприємства прийнято на озброєння ЗС України і представлено 3 типами зразків [4]:

- радіостанція Р-002 ПП (носима);
- радіостанція Р-005 У (переносна);
- радіостанція Р-030 У (возима).

Ці радіостанції УКХ-діапазону ІV покоління мають режим роботи з псевдовипадковим перестроюванням робочої частоти (ППРЧ) та можливість передачі даних (у файловому режимі або шляхом передачі повідомлень).

Основними недоліками цих радіостанцій є:

- відсутність підтримки сучасних протоколів мобільних радіомереж, що здатні до самоорганізації, описаних в роботі [1];
- відсутність протоколів роботи з IP-мережами та низька швидкість обміну даними (до 16 Кбіт/с).

Побудова підсистеми обміну інформацією рухомих абонентів СЗІ ТЛУ СВ ЗС України на основі радіомереж з використанням зазначених радіостанцій передбачає використання частотного ресурсу в діапазоні 30 – 110 МГц, для якого ще з 80-90-х років ХХ століття за кордоном існують та продовжується розробка високоефективних засобів радіоелектронної розвідки та боротьби (придушення), що за рівнем розвитку значно випереджають розвиток радіостанцій.

Таким чином, перспективні схеми організації СЗІ ТЛУ СВ ЗС України [2, 3], не дозволяють у повній мірі задовольнити сучасні вимоги до інформаційного обміну в системі управління військами ТЛУ СВ ЗС України через низьку пропускну спроможність мережі, низький рівень автоматизації процесів встановлення та ведення інформаційного обміну, відносно низькі показники стійкості. Підвищення цих показників в умовах економічної кризи можливе лише за рахунок впровадження сучасних технологій бездротового доступу цивільного призначення за концепцією COTS (commercial off-the-shelf), що широко використовується у арміях розвинених країн світу.

Одними з найперспективніших для побудови мобільних підсистем інформаційного обміну СЗІ спеціального призначення є технології серії стандартів IEEE 802.16 (WiMAX) [1, 5 – 9], що забезпечують

високу пропускну спроможність, завадозахищеність та підтримку механізмів забезпечення якості обслуговування й прийнятні параметри зони покриття.

В складі СЗІ ТЛУ СВ ЗС України можливе використання підсистеми бездротового доступу користувачів до інформаційно-комунікаційних послуг СЗІ підрозділів (частин, з'єднань), що будуватиметься на основі комплексу польових мобільних базових станцій радіодоступу (БСРД) з використанням базового та абонентського кінцевого радіообладнання, яке працює з використанням стандартизованих протоколів обміну інформацією по широкосмугових завадозахищених радіоканалах мобільних WiMAX-систем (IEEE 802.16e-2005) [6]. Подібна підсистема інформаційного обміну буде здатна забезпечити телекомунікаційними послугами користувачів, що рухаються зі швидкістю до 120 км/г (в т. ч. в щільно забудованих містах) [8, 9].

### **Варіант побудови підсистеми інформаційного обміну рухомих користувачів СЗІ ТЛУ СВ на основі обладнання стандарту IEEE 802.16e-2005**

З урахуванням аналізу стану технологічної та технічної реалізації COTS-обладнання систем радіодоступу стандарту IEEE 802.16e-2005, результати якого наведені у роботі [10], особливостей побудови та бойового застосування існуючої СЗІ ТЛУ СВ збройних сил країн-членів НАТО й вимог до перспективної СЗІ ТЛУ СВ ЗС України [1, 3] можна зробити висновок про доцільність реалізації вказаної підсистеми бездротового доступу шляхом утворення в районах (смузі) дії підрозділів (частин та з'єднань) СВ ЗС України територіальних зон із повним радіопокриттям, в яких забезпечуватиметься безперервне обслуговування абонентів.

Ця підсистема бездротового доступу будуватиметься за архітектурою радіомереж з радіально-вузловою структурою на основі інфраструктури базових станцій (рис. 2), в якості основи якої виступатиме польова мережа мобільних БСРД, що розгортатимуться й функціонуватимуть на відповідній території бойових дій, у взаємодії з вузлами зв'язку та інформатизації (ВЗІ) польової та стаціонарної СЗІ.

Враховуючи організаційно-штатну структуру, завдання і можливості загальновійськових з'єднань, і підрозділів, що входять до їх складу, а також технічні можливості обладнання стандарту IEEE 802.16e-2005 [10, 11], в смузі дій одного з'єднання мережа мобільних БСРД повинна мати від 3 до 5 БСРД, в залежності від характеристик апаратури.

Кожна з БСРД повинна забезпечувати формування кругової території обслуговування (зони радіопокриття) радіусом не менше 4 – 5 км із пропускнуною спроможністю не менше 128 Кбіт/с на 1 абонента. Це забезпечить можливість обслуговування 32 – 250 абонентів кожною мобільною БСРД.

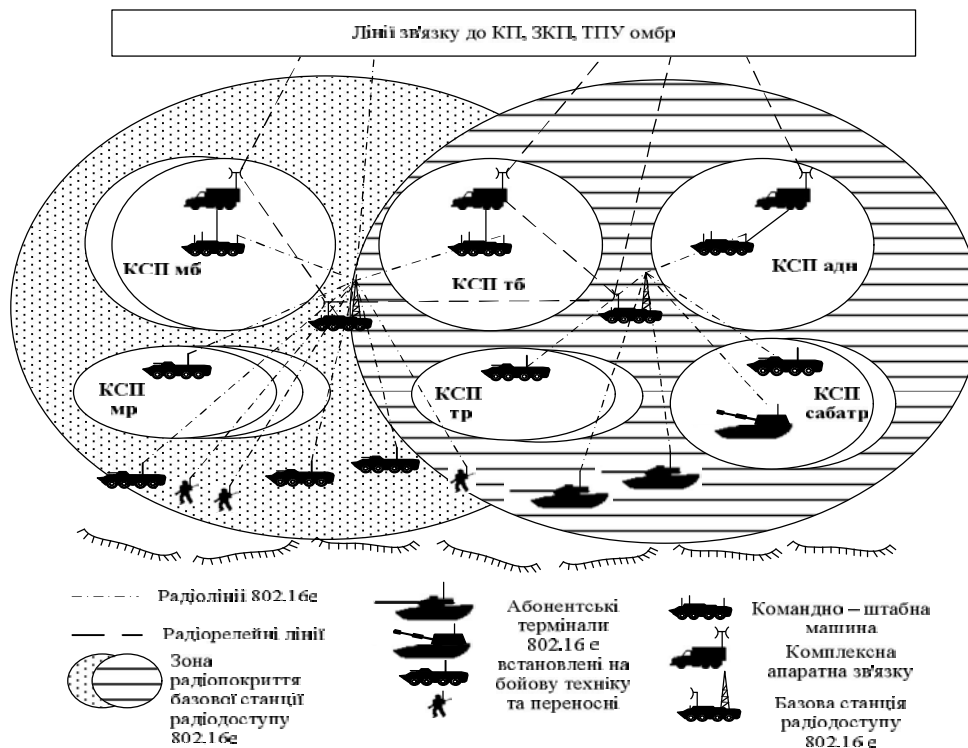


Рис. 2. Варіант підсистеми інформаційного обміну рухомих користувачів СЗІ ТЛУ СВ ЗС України на основі обладнання стандарту IEEE 802.16e-2005 (без зазначення підсистеми командного радіозв'язку на радіостанціях УКХ діапазону 4-го покоління)

Взаємодія подібної БСРД із СЗІ ТЛУ СВ ЗС України повинна бути забезпечена шляхом побудови не менше ніж 3 ліній обміну інформацією (кабельних, радіорелейних або бездротових на основі WiMAX-систем фіксованого доступу стандарту IEEE 802.16a/d-2005) між БСРД та апаратними каналутворення й прив'язки (зі складу польових ВЗ ПУ або опорних ВЗ, а також з подібними БСРД підсистеми бездротового доступу до СЗІ ТЛУ СВ ЗС України).

З урахуванням прийнятих в обладнанні стандарту IEEE 802.16e-2005 методів захисту інформаційних потоків [12, 13], що передаються по радіоканалах – DES та AES з довжиною ключової секретної комбінації 128 або 256 біт, які не стандартизовані в Україні як методи гарантованого захисту конфіденційної інформації та інформації, що становить державну таємницю, можна зробити висновок про можливість передавання в підсистемі бездротового доступу до СЗІ ТЛУ СВ ЗС України лише нетаємної інформації. Для забезпечення передавання грифованої інформації з використанням відповідної підсистеми потрібно використовувати спеціальну апаратуру криптографічного та імітаційного захисту потоків інформації з гарантованою стійкістю, що повинна бути розроблена окремо з урахуванням особливостей радіо- та кабельних ліній передавання, утворених відповідним обладнанням БСРД.

Для визначення навантаження, яке необхідно обслуговувати кожній з вказаних БСРД відповідної підсистеми СЗІ ТЛУ СВ ЗС України та складу її основного обладнання необхідно визначити:

– перелік послуг, що надаватимуться мобільним абонентам підсистеми доступу до СЗІ ТЛУ СВ

ЗС України та вимоги до них;

- вимоги до пропускної спроможності, затримки та завадостійкості для всіх видів трафіку цих послуг;
- кількість користувачів по кожному з видів послуг СЗІ ТЛУ СВ ЗС України;
- кількість БСРД в смузі дій з'єднання;
- максимальну пропускну спроможність каналів (трактів) обміну інформацією між БСРД та іншими елементами СЗІ ТЛУ СВ ЗС.

### Структурна схема мобільної базової станції радіодоступу рухомих користувачів СЗІ ТЛУ СВ ЗС України

Мобільна базова станція радіодоступу тактичної ланки повинна бути побудована на транспортній базі підвищеної прохідності та мати кулезахисне бронювання й системи життєзабезпечення, що забезпечуватиме безпеку її екіпажу під час експлуатації безпосередньо в польових умовах, при її розгортанні за бойовими (вихідними) районами підрозділів (батальйонів) першого ешелону загальновійськових з'єднань – на глибині 4-5 км від лінії фронту. З урахуванням вимог до візуальної розвідзахищеності, типів броньованих транспортних засобів, що прийняті на озброєння ЗС України, а також масо-габаритних показників обладнання (апаратури) та майна антенно-щоглових систем й кабельного майна, найбільш доцільним для цього є використання транспортної бази БМП-1(2), МТ-ЛБу або БТР-70Ді.

З урахуванням існуючих поглядів на структуру перспективної СЗІ ТЛУ СВ ЗС України, а також іс-

нуючих взірців апаратури зв'язку та інформатизації, що прийнято на озброєння за останні 5 років, пропонується структурна схема перспективної БСРД, що представлена на рис. 3 та включає апаратуру базової

станції ШБАД стандарту IEEE 802.16e-2005, засоби маршрутизації та комутації, каналоутворення, навігації, службового радіозв'язку, і кінцевого обладнання ШБАД для контролю налаштувань і працездатності.

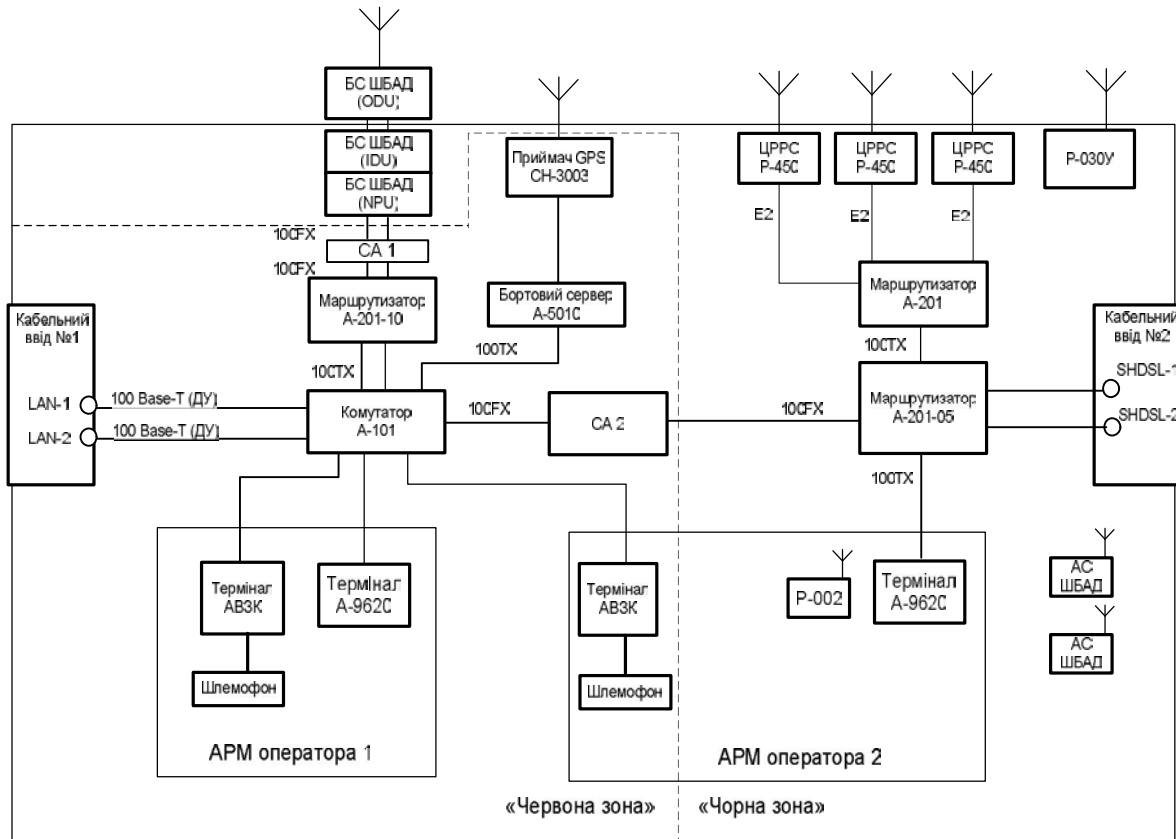


Рис. 3. Структурна схема мобільної БСРД стандарту IEEE 802.16e-2005 СЗІ ТЛУ СВ ЗС України

Кількісний та якісний склад основного телекомунікаційного обладнання БСРД наведений в табл. 1. Необхідно відзначити, що кількість блоків IDU, ODU та антенних систем залежить від необхідної кількості секторів зони радіопокриття БСРД (підсистеми ШБАД), а також від необхідної пропускної спроможності БСРД. На структурній схемі БСРД вказані взірці апаратури та техніки, що прийняті та знаходяться на озброєнні військ зв'язку ЗС України.

На схемі вказано: БС ШБАД – обладнання базової станції широкопasmового бездротового абонентського доступу стандарту IEEE 802.16e-2005 у складі: ODU – зовнішній блок (радіочастотний), IDU – внутрішній блок (об'єднання/роз'єднання інформаційних потоків та перетворення на проміжній частоті), NPU – інтерфейсний блок (сполучення із телекомунікаційною мережею та управління станцією); CA 1 – спеціальна апаратура типу 1 (програмного криптографічного захисту та автентифікації інформаційних потоків користувачів підсистеми радіодоступу), CA 2 – спеціальна апаратура типу 2 (програмно-технічного криптографічного захисту інформаційних потоків); АВЗК – апаратура внутрішнього зв'язку та комутації БСРД; АС ШБАД – абонентська станція ШБАД.

Варіант схеми розгортання ліній „прив'язки”

БСРД до вузлів зв'язку та інформатизації пунктів управління з'єднання та опорних вузлів зв'язку польової опорної мережі зв'язку об'єднання наведено на рис. 4.

Для забезпечення обміну користувачів зони радіопокриття (обслуговування) даної БСРД з користувачами інших базових станцій або СЗІ ТЛУ СВ до складу БСРД входять три цифрові радіорелейні станції P-450 з пропускною спроможністю до 8,448 Мбіт/с та вбудовані в маршрутизатор A-201-05 G.SHDSL.bis-модеми з пропускною спроможністю до 11,5 Мбіт/с кожний, що забезпечує функціонування каналів обміну інформацією із сукупною пропускною спроможністю до 46 Мбіт/с на лініях „прив'язки” БСРД до перспективної СЗІ ТЛУ СВ ЗС України.

В залежності від виду бойових дій можливе використання на лініях „прив'язки” БСРД цифрових радіорелейних станцій (ЦРРС) типу P-450 (до 35 км) – у маневреному бою, або ЦРРС та G.SHDSL.bis-модемів – в позиційному бою, а також при розгортанні БСРД поблизу вузлів зв'язку та інформатизації пунктів управління з'єднання або опорного вузла зв'язку польової опорної мережі зв'язку об'єднання (за умови, що відстань між БСРД та цими вузлами не перевищуватиме 6 – 8 км).

Таблиця 1

Приблизний склад основного телекомунікаційного обладнання та апаратури інформатизації БСРД

№	Найменування апаратури	Кількість
1.	Обладнання базової станції ШБАД IEEE802.16e-2005, в комплекті: - NPU; - IDU; - ODU; - блок електроживлення; - антени секторні; - фідери ВЧ довжиною 30 м; - антена щогла автоматична гідравлічна, висотою 15 або 24 м	1 комплект: 2 блоки (1 – в резерві); 4-6 блоків; 4-6 блоків; 2 блоки (1 – в резерві); 4-6 комплектів; 4-6 комплектів; 1 комплект
2.	Абонентська станція ШБАД стандарту IEEE 802.16e-2005, в комплекті: захищений мобільний тактичний термінал (Getac M-230) з мережевою картою бездротового доступу IEEE 802.16e-2005 та спеціалізованим програмним забезпеченням криптографічного захисту та автентифікації	2 комплекти
3.	Спецапаратура 1 (програмного криптографічного захисту та автентифікації інформаційних потоків користувачів)	2 комплекти (1 – резервний)
4.	Спецапаратура 2 (програмно-технічного криптозахисту інформаційних потоків зі швидкостями до 10 або 100 Мбіт/с)	2 комплекти (1 – резервний)
5.	Маршрутизатор типу А-201-10	1 комплект
6.	Маршрутизатор типу А-201-05	1 комплект
7.	Маршрутизатор типу А-201	1 комплект
8.	Комутатор ЛОМ типу А-101	1 комплект
9.	Бортовий сервер захищений типу А-5010	1 комплект
10.	Тактичний термінал захищений типу А-9620	2 комплекти
11.	Приймач сигналів GPS/ГЛОНАСС типу СН-3003	1 комплект
12.	Цифрова радіорелейна станція Р-450 з антеною та ВЧ-фідером	3 комплекти
13.	Телескопічні антенні щогли висотою 24 м з такелажним майном (для розгортання антен ЦРРС типу Р-450)	2 комплекти
14.	Термінали АВЗК з шоломофонами	4 комплекти
15.	Радіостанція типу Р-030 У з антеною типу АШ-2	1 комплект
16.	Радіостанція типу Р-002ПП	2 комплекти
17.	Комплект кабелів внутрішнього з'єднання апаратури БСРД	1 комплект

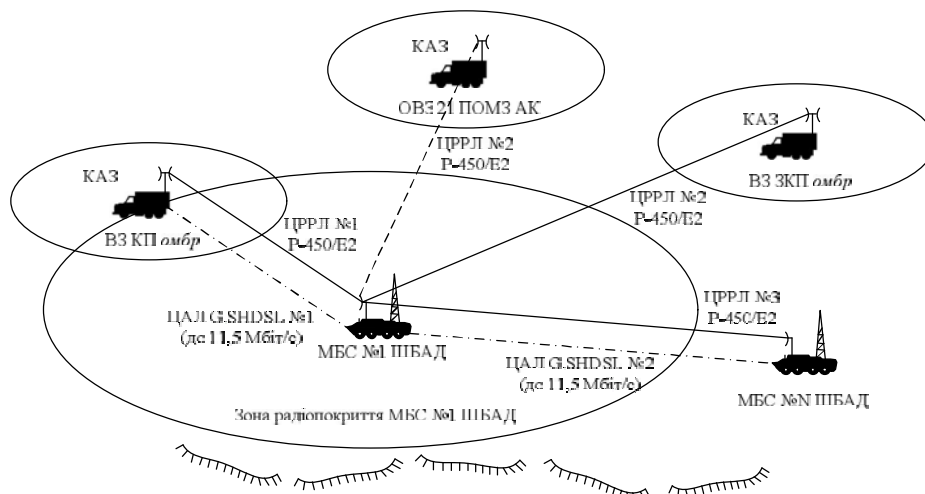


Рис. 4. Варіант побудови ліній „прив’язки” БСРД до перспективної СЗІ ТЛУ СВ ЗС України

## Висновки

1. Введення до складу СЗІ ТЛУ СВ ЗС України підсистеми радіодоступу на основі обладнання стандарту IEEE 802.16e-2005, дозволить вирішити задачу забезпечення інтенсивного інформаційного обміну між пунктами управління з великими обсягами інформаційного навантаження в моменти підготовки до бойових дій та, при необхідності, безпосередньо під час ведення бою.

Низька розвідзахищеність та відсутність у комерційного обладнання можливостей широкого частотного маневру й механізмів криптозахисту вимагає залишення у складі СЗІ ТЛУ СВ ЗС України класичної системи радіозв’язку, модернізованої на основі сучасних та перспективних КХ/УКХ радіостанцій 4-го й 5-го покоління, що забезпечить необхідний рівень стійкості інформаційного обміну, а відтак і управління військами та озброєнням. Впровадження до стеку протоколів IEEE 802.16e-2005 та



структури базової станції додаткових протоколів, алгоритмів та апаратних засобів дозволить компенсувати низьку розвідзахищеність та відсутність у комерційного обладнання можливостей широкого частотного маневру й механізмів криптозахисту. Стійкість інформаційного обміну, також може бути підвищена за умови забезпечення можливості безпосереднього інформаційного обміну абонентських пристроїв без участі базової станції.

2. Детальний склад обладнання й апаратури польової мобільної базової станції бездротового доступу до комунікаційно-інформаційних послуг СЗІ ТЛУ СВ ЗС України повинен бути уточнений виходячи із можливостей щодо забезпечення прив'язки цих станцій до перспективної польової СЗІ ТЛУ СВ ЗСУ, а також необхідної кількості абонентів, що будуть нею обслуговуватися, та видів послуг, які їм надаватимуться.

3. Для перспективної БСРД, як для складової СЗІ ТЛУ СВ ЗС України необхідно визначити критерії (показники та відповідні кількісні вимоги до них) розвідзахищеності, мобільності та пропускну спроможності, які суттєво впливатимуть як на комплексування апаратури, так і на часові показники роботи станції та її екіпажу на місцях розгортання (згортання), а відповідно і вимоги до надійності, живучості та стійкості в цілому підсистеми широко-смугового бездротового абонентського доступу до відповідних послуг.

### Список літератури

1. Романюк В.А. Мобільні радіомережі (MANET) – основа побудови тактичних мереж зв'язку / В.А. Романюк // Зб. мат. IV-го наук.-практ. семінару «Приоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення» – К.: ВІПІ НТУУ «КПІ» – 2007. – С. 15-28.
2. Варианты развертывания системы связи тактического звена [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.telecard.odessa.ua/production/armyproductions/additional/variantsss>.

3. Малаярчук М.В. Архітектура мобільного компоненту перспективної системи зв'язку і автоматизації тактичної ланки управління Збройних Сил України з використанням опорної мережі на радіорелейних станціях / М.В. Малаярчук, С.П. Колачов, А.А. Швець // Зб. наук. праць ВІПІ НТУУ «КПІ», 2009. – № 3. – С. 45 – 50.

4. Средства связи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.telecard.odessa.ua/production/armyproductions/connection>.

5. Портной С. Выбор систем широкополосного беспроводного доступа. Мнение экспертов / С. Портной, А. Иванов // Первая милая. – 2007. – № 2. – С. 8-11.

6. IEEE Std 802.16e-2005 and IEEE Std 802.16-2004/Cor 1-2005. Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems. Amendment 2: Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands. – IEEE, 2006.

7. IEEE Std 802.16-2004. IEEE Standard for Local and metropolitan area networks. Part 16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems. – IEEE, 2004.

8. Goldsmith A. Wireless communications / A. Goldsmith. - Stanford University: Cambridge University Press, 2005. – 562 p.

9. Вишневикий В.М. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G / В.М. Вишневикий, С.Л. Портной, И.В. Шахнович. – М.: Техносфера, 2009. – 472 с.

10. Стрюк О.Ю. Підсистема інформаційного обміну мобільних абонентів системи управління тактичної ланки ЗС України на основі обладнання стандарту IEEE 802.16e-2005 / О.Ю. Стрюк, О.В. Харибін // Системи озброєння та військова техніка. – 2009. – № 2 (18). – С. 119-123.

11. Chen K. Mobile WiMAX / K. Chen, J. de Marca. - John Wiley & Sons, 2008. – 401 p.

12. Ahson S. WiMAX: standards and security / S. Ahson, M. Ilyas. - CRC Press, 2008. – 278 p.

13. Xiao Y. Wireless Network Security / Y. Xiao, X. Shen. – Springer, 2007. – 422 p.

Надійшла до редколегії 26.02.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. В.А. Романюк, Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації НТУУ „КПІ”, Київ.

### СТРУКТУРНАЯ СХЕМА МОБИЛЬНОЙ БАЗОВОЙ СТАНЦИИ РАДИОДОСТУПА ПОДВИЖНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ТАКТИЧЕСКОГО ЗВЕНА ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

А.В. Харьбин, А.Ю. Стрюк

Проведен анализ перспективных вариантов построения системы связи и информатизации тактического звена. Предложен вариант построения подсистемы информационного обмена подвижных абонентов системы управления тактического звена Сухопутных войск Вооруженных Сил Украины с использованием сети территориально разнесенных мобильных базовых станций радиодоступа и соответствующих абонентских устройств стандарта IEEE 802.16e-2005, обеспечивающий необходимый уровень пропускной способности и повышающий стойкость перспективной системы связи и информатизации.

**Ключевые слова:** тактическое звено управления, подсистема информационного обмена, оборудование радиодоступа стандарта IEEE 802.16e-2005, базовая станция радиодоступа.

### STRUCTURAL SCHEME OF THE MOBILE BASE STATION FOR MOBILE SUBSCRIBERS RADIO ACCESS TO THE TACTICAL LEVEL C4IS OF THE UKRAINIAN ARMED FORCES

A.V. Kharybin, O.J. Strjuk

The analysis of the variant of construction of the tactical level military C2IS is conducted. The variant of construction of the mobile subscribers information exchange subsystem of the tactical level C4IS for the Ukrainian Land Armed Forces based on using of the terrestrial network of the field mobile base stations and subscriber devices for wireless access based on the IEEE 802.16e-2005 standard (mobile-WiMAX) is offered. This variant is providing the necessary level of traffic capacity, reliability and survivability for the perspective tactical level C4IS.

**Keywords:** tactical level control, information exchange subsystem, IEEE 802.16e-2005 wireless access standard equipment, radio access base station.