

УДК 621.396

О.Ю. Стрюк, О.В. Харибін

Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації НТУ України «КПІ», Полтава

ПІДСИСТЕМА ІНФОРМАЦІЙНОГО ОБМІНУ МОБІЛЬНИХ АБОНЕНТІВ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ТАКТИЧНОЇ ЛАНКИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ НА ОСНОВІ ОБЛАДНАННЯ СТАНДАРТУ IEEE 802.16e-2005

Проведений аналіз варіанту побудови системи зв'язку тактичної ланки який запропонований ТОВ «Телекарт-Прилад». Запропонований варіант побудови підсистеми зв'язку та інформаційного обміну тактичної ланки Сухопутних військ Збройних Сил України із використанням мережі територіально рознесених польових рухомих базових станцій та абонентських пристроїв радіодоступу стандарту IEEE 802.16e-2005, що забезпечує необхідний рівень пропускну здатності та підвищує надійність і живучість перспективної системи зв'язку та інформатизації ТЛУ СВ ЗС України.

Ключові слова: тактична ланка управління, підсистема інформаційного обміну, обладнання радіодоступу стандарту IEEE 802.16e-2005.

Вступ

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

У Збройних Силах (ЗС) України протягом останніх років, триває створення Єдиної автоматизованої системи управління. Одним із основних розробників окремих візців і комплексів зв'язку та інформатизації тактичної ланки управління (ТЛУ) для Сухопутних військ (СВ) ЗС України є ТОВ «Телекарт – Прилад», м. Одеса. Це підприємство розробило та пропонує для використання засоби й комплекси зв'язку та інформатизації (в тому числі командно-штабні машини, комплексні апаратні зв'язку), а також власний варіант побудови системи зв'язку та інформатизації (СЗІ) ТЛУ СВ ЗС України із використанням відповідного обладнання, фрагмент схеми якої наведений на рис. 1 [2].

1. Аналіз підсистеми інформаційного обміну рухомих абонентів СЗІ ТЛУ СВ ЗС України, що пропонується ТОВ „Телекарт-Прилад”

Аналіз зазначеної схеми побудови підсистеми зв'язку та інформатизації (СЗІ) ТЛУ СВ ЗС України показує, що основним і єдиним засобом організації зв'язку з рухомими абонентами в ланках „відділення (бойова машина) – взвод – рота – батальйон” є радіостанції метрового діапазону хвиль (УКХ). Сімейство військових УКХ-радіостанцій „Акація” виробництва ООВ «Телекарт – Прилад» вже прийнято на озброєння ЗС України і представлено трьома зразками [3]:

- носима УКХ-радіостанція Р-002 ПП (потужність випромінювання – до 2 Вт);
- переносна УКХ-радіостанція Р-005 У (потужність випромінювання – до 5 Вт);
- возима УКХ-радіостанція Р-030 У (потужність випромінювання – до 30 Вт).

Радіостанції ТОВ «Телекарт – Прибор» представляють собою вдосконаленні радіостанції метрового діапазону хвиль 4 покоління що мають можливість роботи у режимі з псевдовипадковим перебудуванням робочої частоти (ППРЧ).

В якості основних недоліків цих радіостанцій можна відзначити наступні:

- відсутність підтримки сучасних протоколів мобільних радіомереж, що здатні до самоорганізації („ad-hoc”- та “mesh”-мережі);
- відсутність підтримки протоколів взаємодії з обладнанням мереж, що обробляють ІР-трафік;
- відносно низька швидкість передавання даних (максимально можлива – до 16 Кбіт/с).

Крім того архітектура побудови підсистеми інформаційного обміну рухомих абонентів СЗІ ТЛУ СВ ЗС України на основі радіомереж з використанням радіостанцій сімейства „Акація” передбачає використання значного частотного ресурсу в діапазоні від 30 до 110 МГц, для ефективної радіоелектронної розвідки та боротьби в якому ще з 80-90-х років ХХ століття у збройних силах більшості країн світу знаходиться на озброєнні велика кількість розвідувально-ударних комплексів та станцій радіоелектронного придушення, які за технологічним та технічним рівнем розвитку значно випереджають розвиток вказаних радіостанцій.

Таким чином, схема організації СЗІ ТЛУ СВ яка пропонується ТОВ «Телекарт – Прибор» не дозволяє у повній мірі задовольнити сучасні вимоги до підсистеми інформаційного обміну рухомих абонентів системи управління військами (підрозділами) СВ ЗС України у вказаній ланці управління.

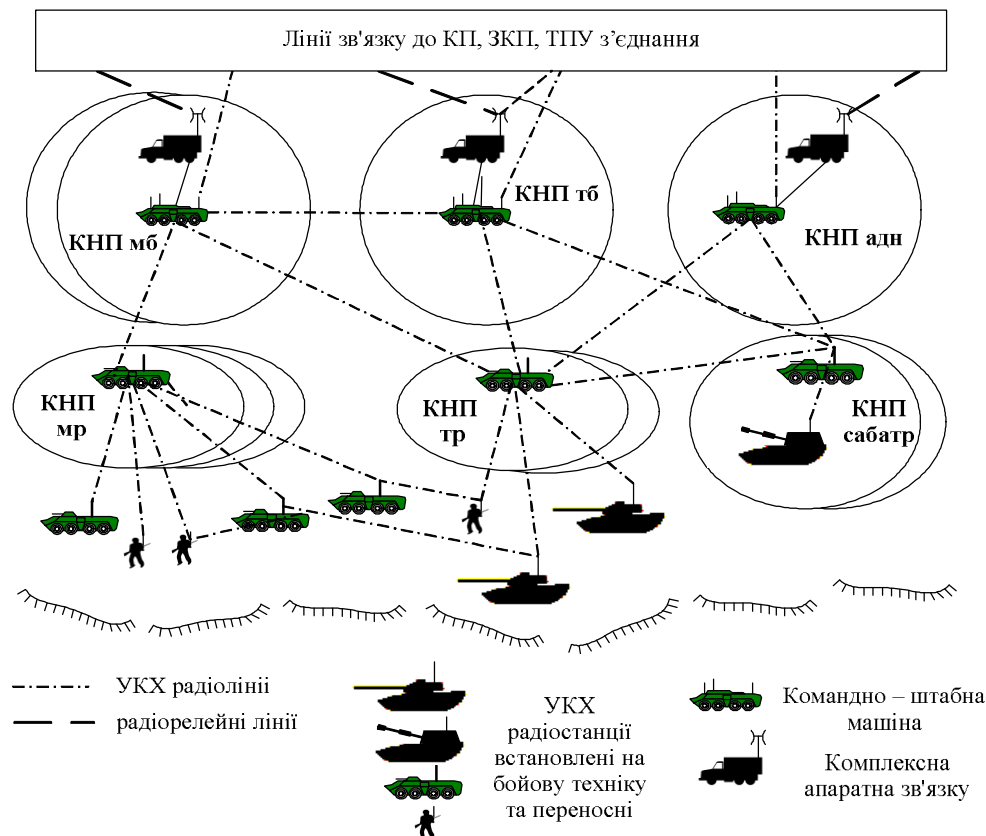


Рис. 1. Схема організації системи зв'язку та обміну інформацією з рухомими користувачами тактичної ланки управління Сухопутних військ, що пропонується ТОВ „Телекарт-Прилад”

Основними недоліком системи, що пропонується є: низька продуктивність мережі, низька автоматизація процесів встановлення, ведення та підтримки радіозв'язку, що може привести до невиконання ймовірно-часових вимог до інформаційного обміну.

Можливим напрямком підвищення показників радіомереж тактичного рівня, в умовах скорочення бюджетних асигнувань на оборону, є впровадження сучасних технологій і стандартів бездротового зв'язку цивільного призначення. Такий підхід повністю відповідає концепції COTS (commercial off-the-shelf), яка досить широко використовується навіть у арміях розвинених країн світу.

Однією з найбільш перспективних технологій побудови мобільних підсистем інформаційного обміну, що може бути використана у системах зв'язку спеціального призначення є технологія стандарту IEEE 802.16 (WiMAX) [4, 5], яка забезпечує високу пропускну спроможність, заводо захищеність та підтримку сучасних технологій забезпечення якості обслуговування при прийнятних енергетичних параметрах та зоні радіопокриття.

В складі ТЛУ СВ ЗС України можливе використання підсистеми бездротового доступу користувачів до інформаційно-комунікаційних послуг системи зв'язку та інформатизації 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 механізмів та протоколів передавання інформації по широкосмугових заводо захищених радіоканалах мобільних WiMAX-систем (IEEE 802.16e-2005) [6]. Ця підсистема інформаційного обміну буде здатна забезпечити послугами мобільних користувачів, що рухаються зі швидкістю до 120 км/г (в тому числі на місцевості з високою щільністю лісів або будівель) [7, 8].

2. Варіант побудови підсистеми інформаційного обміну мобільних користувачів СЗІ ТЛУ на основі обладнання IEEE 802.16e-2005

З урахуванням реального сучасного стану технологічної та технічної реалізації комерційного обладнання загального використання систем радіодоступу стандарту IEEE 802.16e-2005 [9 – 12], результати аналізу якого наведені у табл. 1, особливостей побудови та бойового застосування існуючих СЗІ ТЛУ СВ збройних сил країн – членів НАТО й перспективної СЗІ ТЛУ СВ ЗС України можна зробити висновок про доцільність реалізації вказаної підсистеми бездротового доступу до послуг СЗІ ТЛУ СВ шляхом утворення в районах дії підрозділів, частин та з'єднань СВ ЗС України територіальних зон із повним радіопокриттям, в яких забезпечуватиметься неперервне обслуговування абонентів. При цьому необхідно забезпечити побудову даної підсистеми

бездротового доступу до послуг СЗІ ТЛУ СВ ЗСУ за архітектурою стільникових мереж з радіально-вузловою структурою (рис. 2), в якості технічної основи якої виступатиме польова мережа мобільних БСРД, що розгортатимуться й функціонуватимуть

на відповідній території (в смузі бойових дій), забезпечувати взаємодію з вузлами зв'язку (ВЗ) польової та/або стаціонарної системи зв'язку та переміщуватимуться при зміні місця дислокації підрозділів (частин, з'єднань).

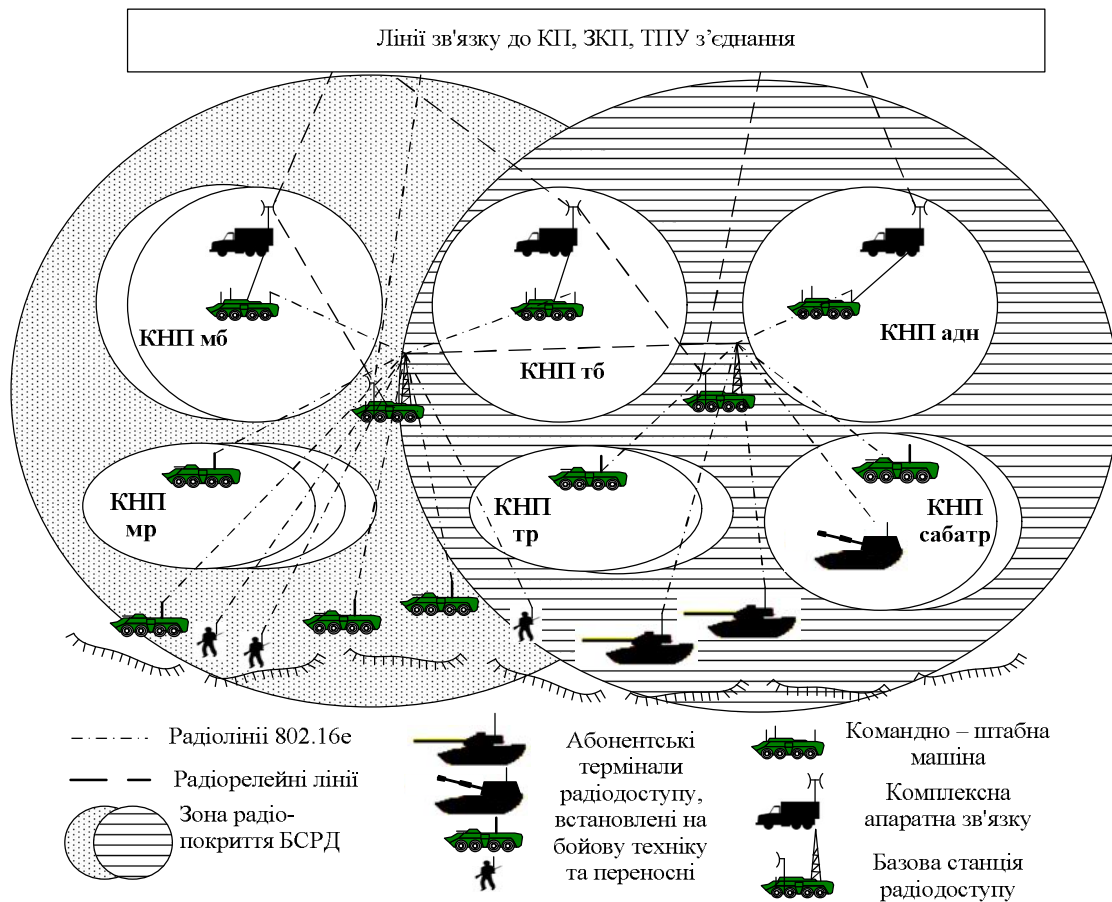


Рис. 2. Варіант підсистеми зв'язку та інформаційного обміну мобільних користувачів системи зв'язку та інформатизації ТЛУ СВ на основі обладнання стандарту IEEE 802.16e-2005

Враховуючи організаційно-штатну структуру, завдання і можливості загальновійськових з'єднань, підрозділів (частин), що входять до їх складу, а також технічних можливостей відповідного обладнання мереж стандарту IEEE 802.16e-2005 [13], в смузі дій одного з'єднання польова мережа мобільних БСРД повинна мати не менше 3 польових мобільних БСРД, що використовують обладнання базової станції типу FUJITSU BB200 (у випадку використання апаратури базових станцій з характеристиками подібними до наведених для обладнання типу FUJITSU BB100 або Alcatel Evolium 9116 необхідно буде мати щонайменше 4...5 БСРД). До складу кожної з БСРД повинно входити обладнання, що забезпечуватиме формування кругової території обслуговування (зони радіопокриття) БСРД радіусом не менше 5 км із пропускною спроможністю не менше 128 Кбіт/с на абонента. Це забезпечуватиме можливість обслуговування 32...250 абонентських кінцевих пристроїв кожною польовою мобільною БСРД.

Взаємодія цієї БСРД із СЗІ ТЛУ СВ ЗСУ 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 даною БСРД та комплексними апаратними каналування й прив'язки зі складу польових ВЗ або комплексними апаратними маршрутизації й транспортування інформаційних потоків (комплексними апаратними мереж доступу) зі складу опорних ВЗ (при їх наявності), а також з подібними БСРД підсистеми бездротового доступу до послуг СЗІ ТЛУ СВ ЗСУ.

З урахуванням прийнятих в обладнанні стандарту IEEE 802.16e-2005 методів (алгоритмів) криптографічного та імітаційного захисту інформаційних потоків [14, 15], 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 з використанням підсистеми бездротового доступу до СЗІ ТЛУ СВ ЗСУ лише нетаємної інформації.

Таблиця 1

Техніко-економічні характеристики існуючого комерційного обладнання базових станцій стандарту IEEE 802.16e-2005 провідних виробників (COTS-продуктів)

Параметри	Telsima StarMAX 6400 с StarMAX 6022& StarMAX 8200	Alcatel Evolium 9116	BreezeMAX 4Motion (на платформі BreezeMAX 2300/ 2500/ 3500)	FUJITSU BB100	FUJITSU BB200
Діапазон робочих частот, ГГц	2,5 – 2,689 2,3 – 2,4, 3,3 – 3,4 3,4 – 3,6	2,3 – 2,306, 2,5 – 2,689, 3,3995 – 3,6	2,305 – 2,306, 2,495 – 2,690, 3,3995 – 3,6	2,305 – 2,306, 2,5 – 2,689, 3,3995 – 3,6, 3,4 – 3,8	
Ширина смуги пропускання радіоканалу, МГц	5 або 10; 1,5 – 20 з кроком 0,25 (по запиту)	3,5; 5; 7; 8,75; 10; (20)	3,5; 5; 7; 10	3,5; 5; 7; 8,75; 10; 20	
Конфігурація	до 4 (8) секторів	до 3 секторів	до 6 секторів	до 3 секторів	до 6 секторів
Тип модуляції	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM	
Метод доступу до середина передавання та забезпечення дуплексу	OFDMA-256, SOFDMA-512, 1024, 2048, TDD	OFDMA-256, TDD	SOFDMA-512, TDD	SOFDMA-512, 1024, 2048, TDD	
Вихідна потужність БС	36 дБм (4 Вт), 40 дБм (11,5 Вт) - по запиту	35 дБм (3,16 Вт)	37 дБм (5 Вт)	43 дБм (20 Вт)	
Тип антенної системи, антени	МІМО, спрямовані: з ДСА= 60°; 90°, 120° або неспрямовані	спрямовані з ДСА= 120° або неспрямована	спрямовані: з ДСА= 60°; 90°; 120° або неспрямована	спрямована з ДСА= 120° або неспрямована	спрямовані: з ДСА= 60°; 120° або неспрямована
Радіус зони покриття	До 7 км	До 5 км	До 6 км	До 5 км	До 8 км
Інтерфейси БС для ПД	10/ 100/ 1000 Base-T, IP по 8×E1	10/ 100 Base-T	1-4 10/ 100 Base-T, 1-2 RJ-11	100/1000 Base-T	
Чутливість ПРМ	-97 дБм (QPSK)	-68 дБм (64-QAM), -84 дБм (QPSK)	-75 дБм (64-QAM), -90 дБм (BPSK)	-85 дБм (64-QAM), -102 дБм (QPSK)	
Протоколи мережі ПД	802.3, Ethernet, 802.1Q, 802.1p	802.1Q, 802.1p	802.3, Ethernet, 802.1Q, 802.1p	802.1Q	
VoIP протоколи	H.323, SIP, G. 711	H.323 та SIP, G. 711	H.323 чи SIP, T.38, H.245, H.225, G. 711	H.323, SIP, G. 711	
Механізми забезпечення QoS	BE, nrt-PS, ert-PS, rt-PS, UGS	CIR, BE, n-RPT	МІМО	МІМО, STC, AAS	
Пропускна здатність на 1 сектор	до 75 Мбіт/с	до 24 Мбіт/с	до 45 Мбіт/с	75 Мбіт/с	
Кількість кінцевих пристроїв на 1 сектор	до 250 (до 32 можуть одночасно ПРМ/ПРД)	до 64 (до 16 можуть одночасно ПРМ/ПРД)	до 128 (до 32 можуть одночасно ПРМ/ПРД)	до 1125 (до 32 можуть одночасно ПРМ/ПРД)	
Потужність, що споживається БС	250 Вт / сектор	180 Вт / сектор	1250 Вт	350 Вт / сектор	
Діапазон робочих температур, °С	внутр. 0 ÷ +50, зовніш. -40 ÷ +50	-33 до +45	внутр. 0 ÷ +40, зовніш. -40 ÷ +55	внутр. 0 ÷ +45, зовніш. -35 ÷ +55	
Габарити, мм	внутрішнього модуля 176×430×275, зовнішнього: 510×340×165	820×450×140	внутрішнього модуля 483×350×405	РЧ Блок: 350×300×105 ПРМ-ПРД Блок: 410×455×115	РЧ Блок: 350×300×105 ПРМ-ПРД Блок: 113×438×350
Програмне забезпечення / протокол доступу до управління БС	CLI, Fail-save SW; config. file up/download, FCAPS / SNMP	Alcatel Evolium 1353/SNMP	AlvariSTAR 4M/ SNMP	SNMP	
Напруга електроживлення	пост. струм: 48 – 60 В	пост. струм: 48/24 В, змінний: 220/110 В	пост. струм: 36 – 72 В, змінний: 100/240 В	пост. струм: 48 В	
Орієнтовна вартість (станом на 01.08.08)	250 000 грн.	110 000 грн.	125 000 грн.	125 000 грн.	200 000 грн.

При необхідності забезпечення передавання таємної 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 інтерфейсів відповідного кінцевого (абонентського) обладнання та базового обладнання мобільної БСРД.

Для визначення навантаження, яке необхідно обслуговувати кожній з вказаних БСРД відповідної підсистеми СЗІ ТЛУ СВ ЗСУ та склад її обладнання

у відповідності з цим навантаженням, необхідно визначити:

– повний перелік послуг, що надаватимуться мобільним користувачам відповідної підсистеми доступу до послуг СЗІ ТЛУ СВ ЗСУ та ймовірнісно-часові вимоги до них;

– мінімально-необхідні пропусканні спроможності для всіх видів інформаційно-комунікаційних послуг, що надаються цією підсистемою;

– перелік (кількість) користувачів для кожного з видів послуг (посадових осіб підрозділів, частин та пунктів управління загальновійськових з'єднань СВ ЗСУ);

- кількість польових мобільних БСРД в смузі бойових дій з'єднання;
- максимальну пропускну спроможність каналів (трактів) обміну інформацією між БСРД та іншими елементами СЗІ ТЛУ СВ ЗСУ (КАЗ ВЗ ПУ, КАМД ОВЗ ПОМЗ, іншими БСРД).

Висновок

Введення до складу системи зв'язку та інформатизації (СЗІ) ТЛУ СВ ЗС України базових станцій радіодоступу на основі обладнання стандарту IEEE 802.16e-2005, дозволить вирішити задачу забезпечення інтенсивного інформаційного обміну між пунктами управління з великими обсягами мультимедійного навантаження в моменти підготовки до бойових дій та, при необхідності, безпосередньо під час ведення бою. Проте відносно мала розвідзахисність та відсутність в COTS-рішеннях відповідного стандарту можливостей широкого частотного маневру й механізмів криптозахисту вимагає залишення у складі відповідної підсистеми інформаційного обміну мобільних користувачів СЗІ ТЛУ СВ ЗС України класичної системи радіозв'язку, модернізованої на основі впровадження сучасних та перспективних КХ/УКХ радіостанцій 4-го й 5-го покоління, що забезпечить необхідний рівень надійності та бойової живучості інформаційного обміну, а відтак і управління.

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

Список літератури

1. Романюк В.А. Мобільні радіомережі (MANET) – основа побудови тактичних мереж зв'язку / В.А. Романюк // IV науково-практичний семінар «Приоритетні напрямки

розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення». – К.: ВІПІ НТУУ «КПІ», 2007. – С. 15-28.

2. Варіанти розвертывання системи зв'язку тактичного звена [Електронний ресурс]. – Режим доступу до документу: <http://www.telecard.odessa.ua/production/armyproductions/additional/variantsss/>.

3. Средства связи – [Електронний ресурс]. – Режим доступу до документу: <http://www.telecard.odessa.ua/production/armyproductions/connetction>.

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

5. 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.

6. 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.

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

8. Шахнович И.В. Современные технологии беспроводной связи / И.В. Шахнович. – М.: Техносфера, 2006. – 288 с.

9. Alvarion 4Motion. Delivering mobile WiMAX. – New York: Alvarion YGC, 2007. – 12p.

10. Telsima StarMAX – 6400. Overview – Bangalore: Telsima Kommunikation Pvt. Ltd., 2007. – 5 p.

11. Alcatel Evolium 9116 WiMAX. Overview – New York – Luncent Corp., 2006. – 12 p.

12. FUJITSU WiMAX Base Station BB-100/200. Overview – Tokyo: Fujitsu Electronics Co., 2007. – 6 p.

13. Mobile WiMAX / Edited by K. Chen, J. de Marca. – John Wiley & Sons, 2008. – 401 p.

14. WiMAX : standards and security / Syed Ahson and Mohammad Ilyas. – CRC Press, 2008. – 278 p.

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

Надійшла до редколегії 17.03.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.С. Харченко, Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського «ХАІ», Харків.

ПОДСИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА МОБИЛЬНЫХ АБОНЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТАКТИЧЕСКОГО ЗВЕНА ВС УКРАИНЫ НА ОСНОВЕ ОБОРУДОВАНИЯ СТАНДАРТА IEEE 802.16e-2005

А.Ю. Стрюк, А.В. Харьбин

Проведен анализ варианта построения системы связи тактического звена, предложенный ООО «Телекарт-Прибор». Предложен вариант построения подсистемы информационного обмена мобильных абонентов системы управления тактического звена Сухопутных войск Вооруженных Сил Украины с использованием сети территориально разнесенных полевых подвижных базовых станций и абонентских устройств радиодоступа стандарта IEEE 802.16e-2005, обеспечивающий необходимый уровень пропускной способности и повышающий надежность и живучесть перспективной системы связи и информатизации ТЗУ СВ ВС Украины.

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

INFORMATION EXCHANGE SUBSYSTEM OF THE TACTICAL LEVEL C⁴IS OF THE UKRAINIAN LAND ARMED FORCES BASED ON THE IEEE 802.16E-2005 STANDARD EQUIPMENT

O.J. Strjuk, A.V. Kharybin

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

Key words: tactical level control, information exchange subsystem, IEEE 802.16E-2005 wireless access standard equipment.