

УДК 623.816

О.Ю. Іохов

Академія внутрішніх військ МВС України, Харків

## ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ПОБУДОВИ ПЕРСПЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ МОБІЛЬНОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ ВНУТРІШНІХ ВІЙСЬК МВС УКРАЇНИ

У роботі визначені загальні завдання засобів зв'язку внутрішніх військ МВС. Визначені загальні недоліки побудови сучасної радіомережі внутрішніх військ МВС України. Розглядаються можливості використання сучасних технологій множинного радіодоступу для побудови перспективної системи мобільного радіозв'язку внутрішніх військ МВС України.

**Ключові слова:** радіомережі, системи множинного радіодоступу, цифрові транкінгові та стільникові системи.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Зміни в масштабах, формах і способах ведення спеціальних операцій у сучасних умовах поставили перед внутрішніми військами МВС України низку проблем, особливо у сфері удосконалення системи управління та зв'язку під час проведення таких операцій [1 – 3].

Підвищення вимог, що пред'являються до системи зв'язку та автоматизації управління військами в сучасних умовах, обумовлено збільшенням потреб органів управління військами (силами) в широкому спектрі послуг зв'язку і автоматизації, для забезпечення стійкого, ефективного управління в різних умовах, і потребує вирішення завдань по:

- істотному підвищенню пропускнуєї спроможності;
- забезпеченню інформаційної взаємодії великої кількості абонентських терміналів;
- передачі всіх видів інформації (обмін даними в реальному масштабі часу і мультимедійні послуги);
- створенню багаторівневої системи забезпечення інформаційної безпеки.

Згідно Концепції розвитку внутрішніх військ МВС України на період до 2015 року: головними завданнями, на різних етапах розвитку внутрішніх військ МВС України, є:

- 1) розвиток інформаційно-аналітичної забезпечення по напрямку вдосконалення інформаційного складової керівництва та підрозділів внутрішніх військ МВС України під час виконання завдань за призначенням;

- 2) розгортання системи цифрового зв'язку, запровадження новітніх технологій та переоснащення підрозділів сучасними засобами радіозв'язку;

- 3) уведення в експлуатацію мобільних командних центрів у всіх військових частинах з урахуванням забезпечення різних видів електричного зв'язку (передача даних, телефонія, факсимільний зв'язок, відеотелефонний зв'язок).

**Мета роботи** – проведення аналізу сучасних технологій цифрового радіодоступу на базі транкін-

гових або стільникових систем та визначення можливості використання цих систем при побудові перспективної системи радіозв'язку внутрішніх військ МВС України.

### Основний матеріал

Перспективним напрямком в галузі розвитку радіозв'язку вважають створення для багатьох категорій рухомих об'єктів єдиної оперативної-технологічної мережі радіозв'язку на базі транкінгової або стільникової системи.

З метою поступового переходу до цифрових систем радіодоступу з покращеними можливостями розглянемо основні недоліки існуючої системи радіозв'язку внутрішніх військ:

- застосування в основному застарілих аналогових систем передавання, які вичерпали свій ресурс;
- закріплення каналного ресурсу за видами зв'язку та інформаційними напрямками;
- застосування переважно ручної комутації на лініях зв'язку;
- використання автоматичної комутації телефонних каналів тільки для забезпечення відкритих переговорів у штабах та на пунктах управління;
- недостатня оперативність документального зв'язку та відсутність мережі телеграфного зв'язку з автоматичною комутацією;
- відсутність засекречування в тактичній ланці;
- низька якість зв'язку, особливо в польових мережах;
- дуже низька розвідзахищеність ліній зв'язку та їх стійкість щодо впливу засобів РЕП.

З метою виявлення шляхів подолання цих недоліків розглянемо найбільш перспективні цифрові системи радіо доступу. Аналіз показав, що до найбільш розвинених та перспективних систем множинного радіодоступу відносяться: система GSM, нові цифрові транкінгові системи за стандартами TETRA і APCO 25, системи стільникового зв'язку з кодовим розділенням каналів стандарту IS-

95(CDMA), системи мультисервісного радіозв'язку сімейства стандартів IEEE 802.16(WiMAX).

Табл. 1 містить порівняльні характеристики деяких з цих систем.

Таблиця 1

Порівняльні характеристики стандартів GSM-R, TETRA, CDMAone

Стандарти цифрового радіозв'язку	GSM-R	TETRA, APCO 25	CDMA
Вимоги до системи зв'язку			
<b>Основні параметри системи</b>			
Час з'єднання	>1,5 с	0, 3-0,5 с	>1,5 с
Необхідне с/ш дБ	12	9	5
Час передачі з'єднання	0,4с	0,4с	-
Швидкість передачі інформації кбіт/с	9,6	36	14,4
Передача з'єднання	0,995	0,995	0,999
Максимальна швидкість км/год	500	400	120д
Кількість каналів	8	4	64
Частотна ефективність кГц/канал	25	6,5	25
<b>Основні функції зв'язку</b>			
Індивідуальний виклик	так	так	так
Груповий виклик	так	так	немає
Циркулярний виклик	так	так	немає
Комутація каналів	так	так	немає
Комутація пакетів	немає	так	так
<b>Мережні функції</b>			
Інтеграція з мережами ISDN	так	так	так
Інтеграція із ТФОП	так	так	так
Пріоритетний доступ	так	так	немає
Винятковий пріоритет	так	так	немає
Підключення до сталого з'єднання	немає	так	немає
Зв'язок поза інфраструктурою мережі	немає	так	немає

Розглянемо більш детально переваги та недоліки цих систем.

**Відкритий загальноєвропейський стандарт TETRA (Trans European Trunked Radio)** розроблено Європейським інститутом телекомунікаційних стандартів ETSI (European Telecommunications Standards Institute). У певному сенсі розробка стандартів TETRA є розвитком систем MPT 1327 на основі використання технологій стільникових мереж

GSM (TDMA) та дозволяє значно розширити мережні функції [4].

Як основний недолік стандарту TETRA необхідно відзначити менші, у порівнянні із системами інших стандартів, радіуси зон обслуговування базових станцій, що пов'язано з використанням часового розділення каналів, у зв'язку з цим і меншою потужністю абонентських радіостанцій, тому використання системи TETRA будуть неефективним при малому трафіку й великих територіях мереж зв'язку.

**Стандарт GSM-R** створений на основі найпоширенішого у світі стандарту мобільного зв'язку GSM/GPRS. Порівнюючи GSM і GSM-R, можна відмітити, що їх різниця на фізичному рівні мінімальна: в GSM-R використовується всього 19 каналів, діаграма спрямованості антен досить вузька (20-65°) і покриття має практично лінійний характер. Це дозволяє гарантувати високу надійність зв'язку по всій довжині лінії зв'язку [5].

Як недоліки цього стандарту необхідно відзначити:

- значна вартість розгортання мережі;
- зв'язок може бути подавлений зловмисниками за допомогою нескладної глушилки;

- ширина смуги мережі обмежена швидкістю 9,6 кбіт/с;

- необхідність цілісного розгортання мережі, що унеможливорює ефективне використання можливостей окремих вже існуючих ділянок системи.

**Системи стільникового зв'язку стандарту IS-95 (CDMA)** є системами з кодовим розділенням каналів.

Результати аналізу показали, що використання методу CDMA виділити наступні переваги CDMA порівняно з FDMA і TDMA технологіями [6]:

1. Більшу якість зв'язку.
2. Менше енергоспоживання терміналів.
3. Більшу ємність мережі (більш повне використання частотного ресурсу) – ємність CDMA від 10 до 20 разів вище, ніж в аналогових систем, і в 3–6 разів перевищує ємність інших цифрових систем [5].
4. Стандарт CDMA краще пристосований для переходу до третього покоління систем радіотелефонного зв'язку (3G).

- 5. Достовірна передача даних забезпечується при ймовірності помилок у каналі не більш  $10^6$ .

- 6. Висока розвідзахищеність ліній зв'язку.

- 7. Висока стійкість щодо впливу засобів РЕП.

Недоліком системи в контексті застосування для залізниці є обмеження по швидкості рухомого об'єкта, яка складає приблизно 120км/год.

**Система мобільного зв'язку - мобільний WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access** - всесвітній доступ для взаємодії мікрохвильових мереж) – на основі стандарту IEEE 802.16e може забезпечити швидкість у десятки Мбіт/с для основних конфігурацій базових станцій, реалізованих від-

повідно до системи стандартів (системному профілю) бездротового зв'язку IEEE 802.16, відомої також під загальною назвою WiMAX.

Висока швидкість дозволяє ефективно мультиплексувати дані й зменшити затримки за часом при передачі даних. Нарощувана архітектура, висока продуктивність при передачі даних і низька, у порівнянні з іншими системами, вартість послуг, що використовують ширококутні системи, роблять мобільний WiMAX одним з лідерів бездротових ширококутних послуг. Інші переваги WiMAX полягають у відкритій структурі стандартів, «дружніх» інтерфейсах і забезпеченні здорової екосистеми [7, 8].

Висока швидкість передачі даних забезпечується застосуванням: МІМО (Multi Input — Multi Output) антени в сполученні із гнучкими схемами каналотворення, удосконаленням кодування і модуляцією.

Типові області застосування мереж ширококутної радіодоступу стандарту Wi-MAX - це передача даних і відеозображення, у тому числі від систем відеоспостереження й відеоконтролю, моніторингу й адміністрування інформаційно-управляючих систем спостереження за місцем розташування й станом рухомих об'єктів.

Суттєвим недоліком, що обмежує застосування ортогональної частотної модуляції у системах радіозв'язку, є нестійка робота в умовах впливу навмисних завад. Спектральна щільність потужності найпростіших шумових завад, навіть зосереджених по спектру, на прийомі після прямого перетворення Фур'є розмивається практично по всіх частотних підканалах, що або ускладнює, або й зовсім унеможливує прийом OFDM-сигналу.

### Висновки

Внаслідок проведеного аналізу виявлено, що жодна з вказаних технологій в чистому вигляді не може бути основою перспективної системи мобільного радіозв'язку внутрішніх військ МВС України.

Одним з можливих шляхів вдосконалення мобільних засобів радіозв'язку внутрішніх військ МВС

України є розширення спектру OFDM-сигналу псевдовипадковими послідовностями, адже спектральна щільність потужності ширококутного сигналу значно менша у порівнянні з простими сигналами.

Таке поєднання використовується в стандарті MC-CDMA (multi carrier CDMA – багаточастотне кодове розділення каналів) і дозволяє значно зменшити вплив навмисних завад. MC-CDMA система має всі переваги CDMA і OFDM систем, тобто дозволяє боротися із багатопроблемністю й частотно-селективними завмираннями, однак плата за це є зменшення швидкості передачі даних.

### Список літератури

1. Про міліцію: Закон України від 20.12.1990 №565-ХІІ // Відомості Верховної Ради України. – 1991. – № 4. – Ст. 20.
2. Про дії органів, підрозділів внутрішніх справ, з'єднань, військових частин внутрішніх військ, вищих закладів освіти МВС України по ліквідації масових заворушень: наказ МВС України від 11.11.2003 № 1345.
3. Організація і проведення комплексу спеціальних заходів щодо припинення та ліквідації масових заворушень: наук. практ. коментар: ч. 2. – К.: НАВСУ, 2004. – 286 с.
4. Овчинников А.М. Открытые стандарты цифровой транкинговой связи / А.М. Овчинников, С.В. Воробьев, С.И. Сергеев – М.: МЦНТИ, Мобильные коммуникации, 2000. – 166 с.
5. GSM-R – базовая система для радиосвязи с подвижными объектами [Электронный ресурс]// Железные дороги мира. – 2003. – №10. – С. 67-70. – Режим доступа к журналу: <http://www.css-rzd.ru/zdm/index.html>.
6. Громаков Ю.А. Стандарты и системы подвижной радиосвязи / Громаков Ю.А. – М.: Эко-Трендз, 2000. – 239 с.
7. WiMAX – Технология беспроводной связи: основы теории, стандарты, применение / Сюваткин В.С. и др.; под ред. В.В. Крылова. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 368 с.
8. Вишневецкий В. Энциклопедия WiMAX. Путь к 4G / В. Вишневецкий, С. Портной, И. Шахнович. – М.: Техносфера, 2009. – 472 с.

Надійшла до редколегії 29.04.2011

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.О. Морозов, Академія внутрішніх військ МВС України, Харків.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПУТЕЙ ПОСТРОЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ ВНУТРЕННИХ ВОЙСК МВД УКРАИНЫ

А.Ю. Юхов

*В работе определены общие задачи средств связи внутренних войск МВД. Определены общие недостатки построения современной радиосети внутренних войск МВД Украины. Рассматриваются возможности использования современных технологий множественного радиодоступа для построения перспективной системы мобильной радиосвязи внутренних войск МВД Украины.*

**Ключевые слова:** радиосети, системы множественного радиодоступа, цифровые транкинговые и сотовые системы.

### IDENTIFICATION OF WAYS TO BUILD AN ADVANCED MOBILE RADIO SYSTEM OF INTERIOR TROOPS OF THE MINISTRY OF INTERIOR AFFAIRS OF UKRAINE

O.U. Iohov

*The work defines the overall objectives of the interior troops of the MINISTRY of interior affairs. The general shortcomings build a modern network of interior troops MINISTRY of interior affairs of Ukraine. The possibilities of using modern technologies of multiple radio access to build an advanced mobile radio system of interior troops MINISTRY of interior affairs of Ukraine*

**Keywords:** radio network, of a system of multiple radio access, digital trunking and cellular systems.