

УДК 551.510.42

С. П. Колачов, Д. О. Люлін, Ю. А. Мазниченко, О. Ю. Подольський, О. Ю. Іохов

## СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Стаття присвячена визначенню можливості застосування технологій широкосмугового доступу в телекомунікаційних мережах спеціального призначення.

**К л ю ч о в і с л о в а:** технології широкосмугового доступу, мережі спеціального призначення, переваги, недоліки.

**Постановка проблеми та аналіз публікацій.** Від якості управління військами завжди залежить успіх бою, вмиле керівництво підрозділами і частинами сприяє досягненню перемоги в короткі терміни, з найменшими втратами. У провідних країнах світу на цей час першочергова увага приділяється підвищенню ефективності управління шляхом автоматизації процесів управління. Впроваджується концепція “Мережецентрична війна”, яка орієнтована на досягнення інформаційної переваги за допомогою об’єднання військових об’єктів у інформаційну мережу [1, 2]. НАТО реалізує концепцію “Комплексні мережеві можливості”, Франція – “Інформаційно-центрична війна”, Швеція – “Мережева оборона”, Китайська народна республіка – “Система бойового управління, зв’язку, обчислювальної техніки, розвідки й вогневого знищення”, Ізраїль – “Цифрова армія”, Нідерланди – “Мережецентричні операції”, Велика Британія – “Мережеві можливості”, Австралія – “Мережецентрична війна” [3].

Саме в мережецентризмі військові експерти розвинутих країн вбачають інноваційний інструмент підвищення бойових можливостей збройних сил, який перетворить їх на гігантський розвідувальний і ударний комплекс, що перебуває в єдиному інформаційному та телекомунікаційному просторах. За прогнозами, збройні сили провідних держав перейдуть на мережецентричні принципи проведення операцій до 2020 року [5]. Все це висуває підвищені вимоги до телекомунікаційних мереж спеціального призначення з живучості, захищеності, оперативності, надійності.

**Метою статті** є визначення доцільності застосування технології WiMAX у телекомунікаційних мережах спеціального призначення.

**Виклад основного матеріалу.** За аналогією з тенденціями розвитку електронних обчислювальних машин можна розглядати системи безпроводового зв’язку (СБЗ) різних поколінь (рис. 1). Серед них виділимо СБЗ третього та четвертого поколінь WiMAX та LTE [5, 6].

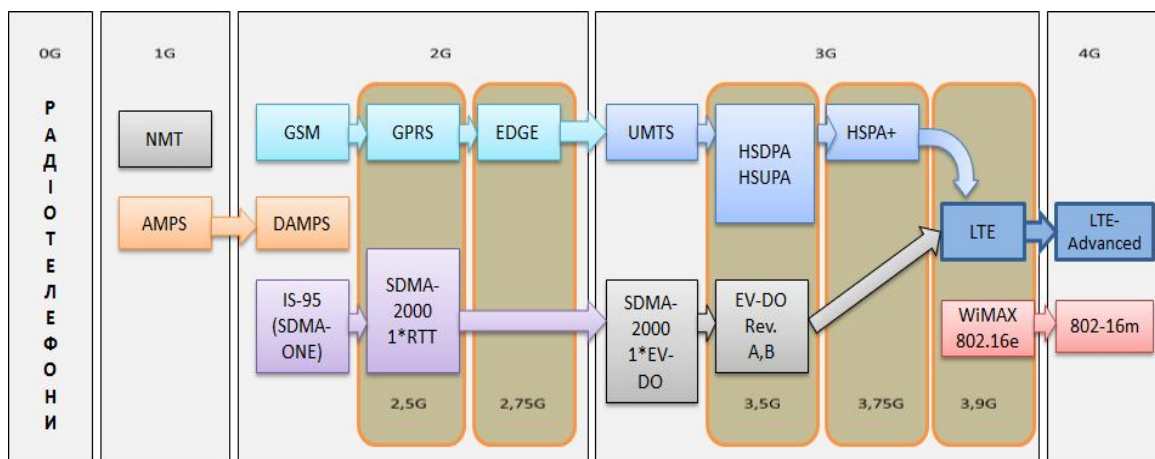


Рис.1. Технології фізичного рівня систем безпроводового зв’язку різних поколінь

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access – Всесвітня взаємодія для мікрохвильового доступу) – торговельна марка для групи технологій широкосмугового радіодоступу, які охоплені низкою стандартів IEEE 802.16 WirelessLAN (безпроводова мійська мережа локального доступу). WiMAX є продовженням розвитку Wi-Fi на вищому рівні. Технологію WiMAX можна

використовувати для реалізації широкосмугових з'єднань “останньої милі”, розгортання точок безпроводового доступу, організації високошвидкісного зв'язку між користувачами. У період з 2001 по 2005 роки було розроблено чотири версії стандарту IEEE 802.16.

1. Версія IEEE 802.16 2001 року призначена для обладнання мереж фіксованого доступу типу “точка–багаточка” для діапазону 10–66 ГГц. Має QPSK, 16QAM, 64QAM модуляції та ширину каналів 20, 25, 28 МГц. Швидкість передачі 32–134 Мбіт/с. Радіозв'язок у зазначеному діапазоні передбачає наявність прямої видимості між передавачем та приймачем, що є суттєвим недоліком при використанні в умовах щільної міської забудови. Даний недолік змушує операторів будувати багато мережевих просвітів, а користувачів – платити за обладнання винесених колективних точок доступу.

2. Версія IEEE 802.16a 2003 року описує характеристики обладнання WirelessMAN фіксованого та сеансового доступу, який призначений для роботи в діапазоні 2–11 ГГц за умови відсутності прямої видимості між передавачем та приймачем. Має QPSK, 16QAM, 64QAM модуляції та ширину каналів 1,25–20 МГц. Швидкість передачі 1–75 Мбіт/с.

3. Версія IEEE 802.16d 2004 року об'єднує два попередніх стандарти, забезпечує доступ у русі в мережах WirelessMAN. Обладнання розраховане на функціонування в діапазоні частот 2–11 ГГц. Має QPSK, 16QAM, 64QAM модуляції та ширину каналів 1,25–20 МГц. Швидкість передачі 1–75 Мбіт/с. Цей стандарт визначає рівень контролю доступу до середовища передачі (MAC) та фізичного середовища, що забезпечує взаємодію з мережами великої кількості різноманітних операторів.

4. Версія IEEE 802.16e є мобільною версією IEEE 802.16 2005 року, яка забезпечує мобільність кінцевого користувача та є перехідною технологією від третього до четвертого покоління. Має QPSK, 16QAM, 64QAM модуляції і ширину каналів 1,25–20 МГц. Швидкість передачі 1–15 Мбіт/с.

Попередньо стандарт IEEE 802.16 визначали як сукупність різноманітних специфікацій для реалізації функцій фізичного рівня, що базуються на загальних принципах управління доступом до середовища передачі даних (MAC). Для різних версій стандарту IEEE 802.16 було запропоновано п'ять специфікацій.

1. Специфікація WirelessMAN-SC орієнтована на роботу обладнання у частотному діапазоні 10–66 ГГц в мережах з топологією “точка–багаточка” та “Mesh”. Вона підтримується всіма версіями стандарту з метою реалізації багаторежимних абонентських терміналів.

2. Для діапазону частот 2–11 ГГц розроблена модифікована версія специфікації WirelessMAN-SCa, яка має низку змін для виконання завдання з функціонування її обладнання за відсутності прямої видимості між базовими станціями та станціями користувачів. Специфікація вперше з'явилася у версії IEEE 802.16a і наразі підтримується версіями IEEE 802.16d та IEEE 802.16e.

3. Специфікація WirelessMAN-OFDM. Обладнання даної специфікації призначене для роботи в мережах з топологією “точка–багаточка” та “Mesh” у частотному діапазоні 2–11 ГГц. Характерною особливістю цієї специфікації є використання технології OFDM. Вперше специфікація з'явилась у версії IEEE 802.16a і після окремих доопрацювань включена до версій IEEE 802.16d та IEEE 802.16e.

4. Специфікація WirelessMAN-OFDMA побудована на основі специфікації WirelessMAN-OFDM з покращенням в частині реалізації схеми множинного доступу на базі технології OFDMA. Обладнання даної специфікації призначене для роботи у частотному діапазоні 2–11 ГГц і використовується у версіях IEEE 802.16a, IEEE 802.16d та IEEE 802.16e. Зокрема у версіях IEEE 802.16a та IEEE 802.16d реалізований однорежимний варіант 2048-OFDMA (де 2048 – число субканалів), а в стандарті IEEE 802.16e – багаторежимний (128OFDMA, 512OFDMA, 1024OFDMA або 2048OFDMA).

5. Специфікація WirelessHUMAN для версії IEEE 802.16d для роботи у неліцензованих діапазонах частот (переважно для США).

Всі специфікації, орієнтовані на роботу обладнання в діапазоні 1–11 ГГц, крім інновацій в організації фізичного рівня, відрізняються від базової специфікації WirelessMAN-SC підтримкою мережевої топології “Mesh”. Із всіх запропонованих специфікацій WiMAX Forum сертифіковані дві: WirelessMAN-OFDM та WirelessMAN-OFDMA. Саме вони були основою глобальної стандартизації обладнання WiMAX.

Розглянемо версію стандарту IEEE 802.16 2005 року – IEEE 802.16e. Це портативна або мобільна версія WiMAX, яка призначена підтримувати послуги передавання голосу та сесії передавання даних, якщо швидкість абонента до 120 км/год. У даній версії враховані та виправлені помилки попередніх версій.

З огляду на вищезазначене, версія IEEE 802.16e є найбільш орієнтованою для застосування в телекомунікаційних мережах спеціального призначення через такі переваги:

- функціонування обладнання за відсутності прямої видимості між базовими станціями та станціями користувачів;
- робота обладнання у частотних діапазонах 10–66 та 2–11 ГГц у мережах з топологією “Mesh”;
- обладнання технології WiMAX можна застосовувати у мобільному режимі.

Архітектура мережі з топологією “Mesh” передбачає взаємодію безпосередньо між абонентськими станціями (АС) (рис. 2).

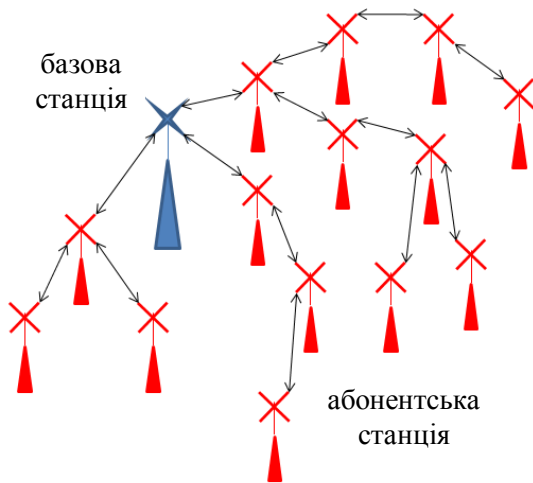


Рис. 2. Топологія Mesh-мережі

Оскільки мережі стандарту IEEE 802.16 орієнтовані на роботу з широкими частотними каналами, трафік “Mesh-мережі” може передаватися по ланцюжку з кількох станцій, усуваючи тим самим проблеми передавання за відсутності прямої видимості. Відповідно і всі механізми управління дозволяють побудувати децентралізовану розподілену мережу, орієнтовану на деревоподібну архітектуру з виділеною базовою станцією (БС) – кореневий вузол, і домінуючими потоками від БС до АС та у зворотному напрямку.

Управління доступом може здійснюватися або на основі механізму розподіленого управління, або централізованим способом, під управлінням БС. Можлива й комбінація цих методів [5–8].

Таким чином, мережа, побудована за принципом топології “Mesh”, має можливість передавати сигнал за відсутності прямої видимості. Однак концентрація функцій управління в одній БС не відповідає вимогам до живучості мережі спеціального призначення. У випадку

виведення з ладу БС управління мережею порушується.

Технологія LTE та можливість її застосування у побудові телекомунікаційних систем спеціального призначення детально проаналізовані в [4]. Використання досягнень технологій попередніх поколінь (див. рис. 1) надає LTE такі переваги:

- децентралізований принцип мережі радіодоступу;
- використання дуплексного режиму часового рознесення (забезпечення запобігання порушенням усієї пропускної спроможності каналу зв'язку).

Зазначені переваги можуть бути реалізовані в повному обсязі лише за умови пропорційного розподілення діапазону частот між загальними та спеціальними користувачами.

### Висновок

Аналіз сучасних технологій побудови телекомунікаційних мереж показує, що перспективною для користування в мережах спеціального призначення є технологія LTE, що підтверджують світові тенденції її розвитку.

### Список використаних джерел

1. Забезпечення національної безпеки України потребує розробки концепції мережецентричної війни [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://defpol.org.ua/site/index.php/en/arhiv/obonoglyad/6330-2011-07-12-11-28-01>. – Назва з екрана.
2. Дружинін, С. В. Сучасний стан автоматизації управління військами в Збройних силах України [Текст] / С. В. Дружинін, О. К. Климович, О. Г. Сасенко // Системи озброєння і військова техніка : зб. наук. пр. – Полтава : Вид-во Військ. ін-ту телекомунікацій та інформатизації Нац. техн. ун-ту України “КПІ”, 2010. – № 1(21). – С. 60–62.
3. Косс, В. А. Інформаційна модель системи управління збройними силами як сучасний різновид стратегічного озброєння [Електронний ресурс] / В. А. Косс. – Режим доступу : [http://www.immsp.kiev.ua/perspages/koss\\_va/publ/13\\_statya\\_rpu.pdf](http://www.immsp.kiev.ua/perspages/koss_va/publ/13_statya_rpu.pdf). – Назва з екрана.
4. Колачов, С. П. Анализ возможности применения технологии Long Term Evolution в телекоммуникационной сети специального назначения [Текст] / С. П. Колачов, Д. О. Люлин, О. Ю. Подольский // Наука и образование : науч.-практ. журн. Зап.-Казахстанск. аграрно-техн. ун-та им. Жангир Хана. – 2013. – № 4 (33). – С. 94–100.
5. Современные беспроводные сети: состояние и перспективы развития [Текст] / И. А. Гепко, В. Ф. Олейник, Ю. Д. Чайка, А. В. Бондаренко. – К. : ЕКМО, 2009. – 672 с.
6. Ткаченко, В. LTE в мире: ситуативный обзор [Текст] / В. Ткаченко // Сети и бизнес. – 2013. – № 4. – С. 48–57.
7. GSA confirms over 250 LTE networks now launched, [http://www.gsacom.com/news/gsa\\_394.php](http://www.gsacom.com/news/gsa_394.php).
8. The Evolution to LTE report (January 15, 2014) <http://www.gsacom.com/news/statistics>.

Стаття надійшла до редакції 03.03.2014 р.