

## АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ДЛЯ ОРГАНІЗАЦІЇ БЕЗПРОВІДНОГО ЗВ'ЯЗКУ МІЖ БАЗОВОЮ СТАНЦІЄЮ ТА ПРИЙМАЧАМИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ЕКСПРЕСА ТИПУ «HYUNDAI»

**Коваленко О.І., Бодяк С., Бубнов Н., Сундучков К.С.**

*Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ»*

*E-mail: alexkoval095@gmail.com, k.sunduchkov@gmail.com*

### Analysis of technology transfer of data for deployment wireless communication between base station and receiver train express type «HYUNDAI»

Implementation of the proposed new technical solutions will provide deliver for 2000 users multimedia services data signal with up to 12 Mbit/s speed for each subscriber. So, the total bandwidth of network must be  $12 \text{ Mbit/s} * 2000 = 24 \text{ Gbit/s}$ . This all should be while driving at a speed of 300-350 subscribers km/h.

Аналізуючи сьогодні розвиток мобільних технологій та мереж можна сказати, що актуальним є досягнення великої швидкості передачі даних при високій швидкості руху мобільного терміналу. Китайський оператор МС China Mobile запустив мережу TD-LTE вздовж залізничних ліній високошвидкісних експресів. Дана мережа дозволяє передавати дані із загальною швидкістю 15 Мбіт/с для 100 абонентів, що рівне 150 Кбіт/с для кожного абонента окремо. І все це при швидкості руху потяга 300 км/год. Тобто дана мережа не задовольняє вимоги 4G. Подальше збільшення швидкості передачі даних обмежене допустимою смугою пропускання каналу і принципом забезпечення мобільності абонентів за допомогою традиційного прийому-передачі Handover (максимальна кількість абонентів - 200 на один стільник і швидкість передачі для кожного абонента 100 Кбіт/с).

Головна задача це розгортання мереж бездротового зв'язку використовуючи вже існуючі технології (або комбінування цих технологій). Основні технології, що беруться до уваги це: GSM, Wi-Fi, WiMax, CDMA, LTE.

**GSM** — міжнародний стандарт для мобільного цифрового стільникового зв'язку з розділенням каналу за принципом TDMA. Мережі GSM працюють у діапазоні 900 МГц або 1800 МГц. Область, що покривається мережею GSM, розбита на стільники шестикутної форми. Діаметр кожної шестикутної комірки може бути різним - від 400м до 50км. Швидкість передачі даних дорівнює 9,6 Кбіт/с.

**WiMAX** (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) - телекомунікаційна технологія, розроблена для надання бездротового зв'язку на великих відстанях широкому спектру пристроїв (від робочих станцій і портативних комп'ютерів до мобільних телефонів).

Технологія	Стандарт	Використання	Пропускна здатність	Радіус дії	Частоти
WiMax	802.16d	WMAN	до 75 Мбіт/с	25-80 км	1,5-11 ГГц
WiMax	802.16e	Mobile WMAN	до 40 Мбіт/с	1-5 км	2,3-13,6 ГГц
WiMax 2	802.16m	WMAN, Mobile WMAN	до 1 Гбит/с (WMAN), до 100 Мбит/с (Mobile WMAN)	120-150 км (стандарт в розробке)	н\д (стандарт в розробке)

**Wi-Fi** – технологія, яка базується на стандарті IEEE 802.11, це система короткої дії, яка використовує неліцензовані діапазони частот для забезпечення доступу до мережі.

<b>Wi-Fi</b>	802.11a	WLAN	до 54 Мбит/с	до 300 метрів	5,0 ГГц
	802.11b	WLAN	до 11 Мбит/с	до 300 метрів	2,4 ГГц
	802.11g	WLAN	до 54 Мбит/с	до 300 метрів	2,4 ГГц
	802.11n	WLAN	до 450 Мбит/с	до 300 метрів	2,4 — 2,5 ГГц

**CDMA** (*Code Division Multiple Access*, Множинний доступ з кодовим розділенням каналів) - технологія зв'язку, при якій канали передачі мають спільну смугу частот, але різну кодову модуляцію.

#### Стандарти CDMA

- W-CDMA - (Wideband Code Division Multiple Access (широкосмуговий CDMA)) - стандарт Is-665. Призначений для забезпечення широкосмугового радіодоступу з метою підтримки послуг третього покоління. Швидкість даного стандарту (до 2 Мбіт/с на малих відстанях і 384 кбіт/с на великих з повною мобільністю) дозволяє підтримувати передачу мультимедійних даних. Технологія електромагнітно сумісна з GSM і PDC.

- CDMA2000

- TD-SCDMA

Найбільшого поширення в світі отримали два стандарти: UMTS (або W-CDMA) і CDMA2000 (IMT-МC).

**LTE** (Long Term Evolution) - назва технології мобільної передачі даних. Проект LTE є стандартом щодо вдосконалення технологій CDMA, UMTS для задоволення майбутніх потреб у швидкості передачі даних. Ці удосконалення можуть: підвищити ефективність, знизити витрати, розширити й удосконалити вже надані послуги, а також інтегруватися з вже існуючими протоколами.

Радіус дії базової станції LTE залежить від потужності випромінювання і теоретично не обмежений, а максимальна швидкість передачі даних залежить від радіочастоти і віддаленості від базової станції.

Велика частина стандарту LTE розглядає модернізацію 3G UMTS на те, що в кінцевому підсумку буде технологією 4G. Велика частина роботи спрямована на спрощення архітектури системи: вона переходить з існуючих UMTS ланцюга + комутації пакетів об'єднаної мережі до єдиної IP-інфраструктури (all-IP). E-UTRA є бездротовим інтерфейсом LTE.

#### Основні особливості E-UTRA:

- Максимальна швидкість Download до 299,6 Мбіт/с та максимальна швидкість Upload ( від абонента) до 75,4 Мбіт /с залежно від категорії обладнання користувача (антена 4 \* 4 з використанням спектра 20 МГц).

- Покращена підтримка мобільності, як приклад термінал, який рухається зі швидкістю 250 км/год або 400 км/год залежно від діапазону частот.

- OFDMA для вихідної лінії зв'язку, SC-FDMA для вхідної лінії зв'язку з цілю економії енергії.

- Підтримка FDD і TDD систем зв'язку, а також полудуплексного FDD з однією і тією ж технологією радіодоступу.

- Підвищена гнучкість спектра: 1,4 МГц, 3 МГц, 5 МГц, 10 МГц, 15 МГц і 20 МГц.

- Підтримка розмірів стільниці від декількох десятків метрів до 100 км.

- Підтримка як мінімум 200 активних клієнтів у кожній соті 5 МГц.

- Співіснування зі старими стандартами (наприклад, GSM / EDGE, UMTS, CDMA2000).

Дзвінок або сеанс передачі даних, ініційований в зоні покриття LTE, технічно може бути переданий без розриву в мережу 3G (W-CDMA, CDMA2000) або в GSM / GPRS / EDGE. Таким чином, розвиток мереж LTE можливо на вже розвинених мережах як операторів GSM так і операторів CDMA, що помітно знижує вартість розгортання мережі (на відміну від WiMax мереж). Мережі на основі стандарту LTE працюють у всіх існуючих діапазонах частот, що виділені для стільникового зв'язку по усьому світу.

**Висновки.** Роздача послуг по експресу. Необхідно забезпечити 200 користувачів сигналом даних зі швидкістю передачі не нижчою ніж 12 Мбіт/с для кожного абонента. Виходячи із цього загальна смуга пропускання мережі повинна бути 12 Мбіт/с\*200=2,4Гбіт/с. Все це повинно бути забезпечено при швидкості руху абонентів від 300 до 350 км/год.

Технологія LTE володіє найбільшою кількістю переваг, тому її можна взяти як основний стандарт для перевірки і тестування. Якщо повернутися до експресу, то головна станція повинна бути прийомо - передавальним пристроєм, в якому прийом може працювати як на технології CDMA або Wi-Fi, а передача – LTE. Для цього можна використати декілька пристроїв, які слугують для підключення до мережі LTE і одночасно працювати за іншою технологією CDMA або Wi-Fi. У даному пристрої наприклад блок Wi-Fi може працювати на частотах 2,4 ГГц або блок CDMA - на частотах від 2,5 ГГц до 10 ГГц, а LTE в діапазонах Band 7 (2,5-2,69 ГГц).

Проведений аналіз технологій передачі даних для забезпечення безпроводного зв'язку між БС та мобільним терміналом на великій швидкості показав, що технології LTE, CDMA, Wi-Fi є найкращими технологіями для даного випадку. Беручи до уваги такі аспекти як: собівартість обладнання та його встановлення, сумісність із іншими стандартами і т. д. В теорії дане рішення виглядає доволі ефективно, але на практиці є велика ймовірність зазнати значних складнощів при реалізації(не було враховано різні явища(багатоприменевість), тенденції ринків).

## Література

1. М. Е. Ильченко, К. С. Сундучков, Б. Н. Шелковников, А. С. Ящук и др. Проблемы построения мультисервисной распределительной сети доступа к мобильному терминалу абонент, движущегося с высокой скоростью// Электроника и связь, №2 , 2011, с.163-169.
2. <http://www.tdia.cn/downloads/PDF/TD-LTEIndustryDevelopmentReport2012.pdf>
3. <http://www.radioelectronics.com/info/cellulartelecomms/>
4. <https://www.telefonica.de/fixed/news/4110/lte-in-the-car-telefonica-germany-brings-high-speed-internet-to-Vehicles.html>
5. <http://telecoms.com/54943/>
6. <https://ru.wikipedia.org/wiki/LTE>
7. [http://product.tdk.com/en/techjournal/archives/vol04\\_mlg/\\_TDK\\_TJ\\_MLG\\_E\\_1129.pdf](http://product.tdk.com/en/techjournal/archives/vol04_mlg/_TDK_TJ_MLG_E_1129.pdf)