

## **ЗАСТОСУВАННЯ LTE-R ТЕХНОЛОГІЇ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ ЗАЛІЗНИЦІ**

**Міночкін Д.А., Сушин І.О.**

*Інститут телекомунікаційних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського, Україна  
E-mail: rubin268@ukr.net*

### **Application of LTE-R technology in telecommunication systems of railway**

An approach is presented to the construction of modern telecommunication systems on the railway. The analysis of the use of the standard LTE-R for the development of future wireless telecommunication systems was conducted.

За останні кілька десятиліть мобільний зв'язок зазнав неймовірних змін та інновацій, головним чином завдяки значному збільшенню вимог до призначених для користувача даних. Одним з важливих етапів стало створення служб на основі IP-послуг. Революційна зміна була реалізована шляхом об'єднання мереж з комутацією каналів і з комутацією пакетів в мережі з комутацією пакетів. Іншими важливими віхами були впровадження ортогонального багаточастотного доступу з частотним поділом (OFDMA) і архітектури нової базової мережі, так званої Evolved Packet Core (EPC), які привели до стільникового зв'язку четвертого покоління (4G) [1]. В останні роки, крім стільникового зв'язку 4G, очікується неминуча поява ери зв'язку 5G. У 5G ми очікуємо, що максимальна швидкість передачі даних буде вимірюватися десятками гігабіт на секунду, надаючи кінцевим користувачам 1 Гбіт / с [2].

На відміну від швидких і новаторських змін в комерційних мобільних комунікаціях, розвиток залізничних сполучень було більш вимірюваних. В останні роки дослідження і розробки в системах залізничного зв'язку просуваються до бездротового зв'язку з комутацією пакетів [3-7]. Міжнародний союз залізниць (МСЗ) погодився з тим, що нинішній GSM-R не є достатнім для надання нових залізничних послуг, таких як відеоспостереження і моніторинг в режимі реального часу. Крім того, оператори комерційного мобільного зв'язку почали розгортати та використовувати Long Term Evolution (LTE), а попит на пристрої GSM знизився. Отже, придбання GSM-пристроїв стало складнішим, що викликало проблеми з точки зору обслуговування. Ці проблеми викликали різні альтернативи, в тому числі загальну послугу пакетного радіозв'язку (GPRS), з метою підвищення ефективності звичайних систем [3, 4], але в підсумку був зроблений висновок про те, що найбільш розумним підходом було прийняття нової системи. В даний час дослідницькі зусилля орієнтовані на

LTE в якості технології наступного покоління [5-7]. Насамперед з точки зору майбутніх експлуатаційних потреб в залізничному транспорті на даний час розглядається проект системи рухомого зв'язку залізниці майбутнього (CP33M - FRMCS), який був ініційований МСЗ у 2013 році. У цій ситуації розумно очікувати, що залізничні сполучення будуть йти в ногу з мобільним зв'язком. Було запропоновано LTE Railway (LTE-R) в якості інтегрованої системи бездротового залізничного зв'язку [7].

LTE-R складається з обладнання базової станції, основного обладнання і серверів обслуговування LTE-R. Базова станція складається з декількох радіопристроїв (РП) і цифрового блоку (ЦБ). РП призначені для передачі та прийому радіохвиль, а ЦБ відповідає за різні види обробки, включно з використанням радіо ресурсів для планування пакетів і ефективної обробки на фізичному рівні. Основне обладнання включає в себе обслуговуючий і пакетний шлюз, об'єкт управління мобільністю (ОУМ), домашній абонентський сервер (ДАС) і функцію правил політики та тарифікації (ФППТ). Ці об'єкти в основному призначені для ефективного управління носіями, управління мобільністю, включно з управлінням передачею обслуговування (handover), управління абонентами і якістю обслуговування, на основі пріоритету.

Сервера LTE-R складаються з сервера обробки викликів, Push-to-talk сервера (РТТ), конференц-сервера, відеосервера, сервера управління і сервера перекодування. Ці сервера підтримують різні групові комунікації, включаючи екстрені виклики, приватні виклики та мультимедійне мовлення через протокол реального часу, управління групами, управління викликами, блокування за допомогою ФППТ і т.д.

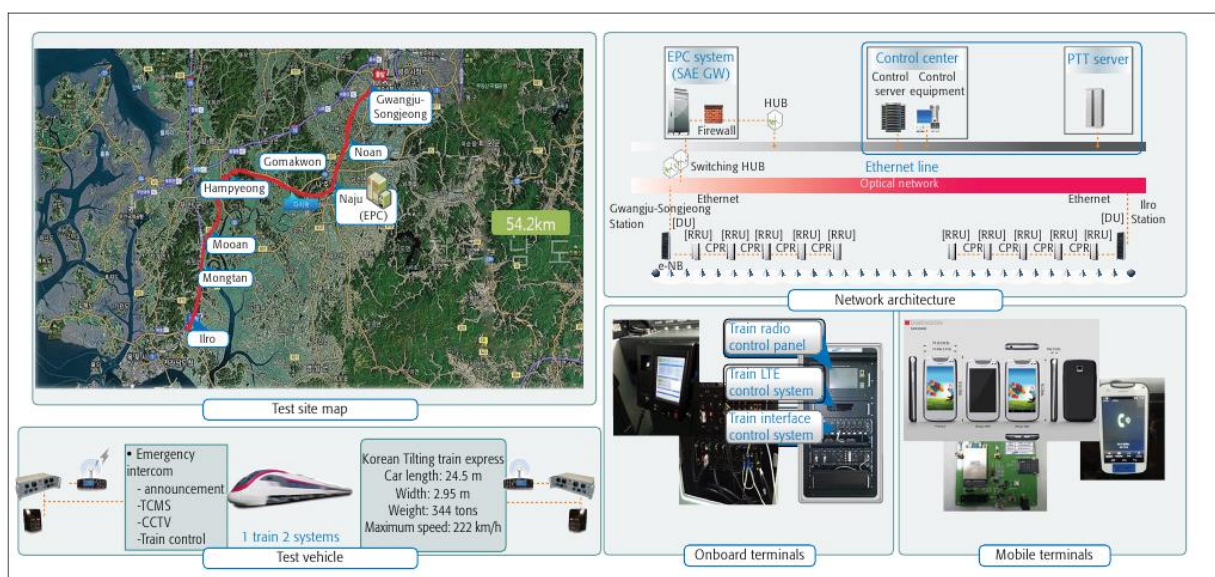


Рис. 1. Випробувальний стенд LTE-R

Що стосується терміналів, то існують два типи: бортовий термінал і мобільний термінал [6]. Бортовий термінал розташований в кабіні кожного машиніста і виконує передачу і прийом сигналу через антену на даху поїзда. Він взаємодіє бортовими пристроями, такими як система телебачення із замкнутим контуром (ССТV) через панель радіокерування поїзда (ПРКП) і інтерфейсом керування поїзда (ІКП), відповідно. Слід зазначити, що архітектура мобільного терміналу аналогічна архітектурі комерційного мобільного терміналу, за винятком того, що є фізична кнопка для управління телефоном для послуги РТТ.

На рисунку 1 показаний огляд стенда LTE-R, побудованого на комерційній залізниці. Випробувальна ділянка проходила від станції Кванджу-Сонджонг до станції Іпро на лінії Хонам. На шляху довжиною 54,4 км розгорнуто Samsung Rel. 9 мережевих пристроїв LTE, які включали 51 РП, 7 ЦБ і 1 Evolved Packet Core (ЕРС). Кожний РП, що має спрямовані антени, розташовувався поряд з коліями, а ЦБ були розташовані для покриття РП. ЕРС був розташований на станції Нају і підключений до ЦБ по провідних лініях.

Таким чином, в перший етап проведеного дослідження показує можливість застосування технології LTE-R для побудови сучасних високопродуктивних, та високошвидкісних бездротових залізничних телекомунікаційних систем, що дозволить зменшити витрати на обслуговування та підтримку старих систем для операторів зв'язку. А також дасть можливість впровадити нові сервіси.

### Література

1. E. Dahlman, S. Parkvall, and J. Skold / 4G LTE, LTE-Advanced for Mobile Broadband // 2nd ed., Academic Press, 2014.
2. C.-X. Wang et al. / Cellular Architecture and Key Technologies for 5G Wireless Communication Networks // IEEE Commun. Mag., vol. 52, no. 2, Feb. 2014, pp. 186–95.
3. Banedanmark // Boundaries between ETCS and the GSM-R Network, 2008.
4. Banedanmark // Requirements on the GSM-R Network for ETCS support, 2009.
5. W. Luo, R. Zhang, and X. Fang, /A CoMP Soft Handover Scheme for LTE Systems in High Speed Railway // EURASIP J. Wireless Commun. and Net., vol. 2012, no. 1, June 2012, pp. 1–9.
6. A. Sniady and J. Soler / LTE for Railways: Impact on Performance of ETCS Railway Signaling // IEEE Vehic. Tech. Mag., vol. 9, no. 2, Apr. 2014, pp. 69–77.
7. A. Sniady et al. / LTE Micro-Cell Deployment for High-Density Railway Areas // Commun. Tech. Vehicles Proc., Springer, 2014, pp. 143–55.