

УДК 621.396:004.738

АНАЛІЗ FRONTHAUL У ЦЕНТРАЛІЗОВАНІЙ АРХІТЕКТУРІ МОБІЛЬНОЇ МЕРЕЖІ

Солоділов В.В.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Токар Л.О.

Харківський національний університет радіоелектроніки, кафедра ІКІ
ім В.В. Поповського,
м. Харків, Україна
e-mail: viktor.solodilov@nure.ua

It is proven that the construction of a mobile network based on a centralized architecture causes the organization of a more demanding and expensive transport network FH. The data transfer rate was analyzed to evaluate the centralized architecture of the mobile network. 4G and 5G networks are used. The difference between the maximum possible transfer rate and the actual rate at which the 5G network will increase the existing high FH requirements is shown. It has been proven that the requirements for networks will increase due to the increase in bandwidth.

Побудова мобільної мережі, заснованої на централізованій архітектурі, спрямована на зниження експлуатаційних та капітальних витрат; централізацію BBU (Battery Backup Unit), що значно полегшує реалізацію способів спільної обробки; досягнення в галузі процесорних технологій та віртуалізації, що дозволило реалізувати обробку основної смуги частот на процесорах загального призначення GPP (Green Power Processor) [1]. Однак такий підхід спричиняє організацію більш вимогливої та дорогої транспортної мережі FH (fronthaul).

Архітектура такої мобільної мережі передбачає обробку основної смуги частот на рівні PHY (Physical Layer) та MAC (Medium Access Control). Конвергенція пакетних даних виконується у хмарному центрі обробки, підключеному до ядра через BH (backhaul). Центр хмарної обробки обмінюється цифровими даними із BS (Base Station) FH з використанням стандарту CPRI (Common Public Radio Interface) [2]. FH поділено на мережу агрегації, яка збирає і розподіляє дані по багатьох BS, і так звану "останню милю", яка є кінцевим каналом зв'язку з BS [3].

Однак, переваги хмарної мережі досягаються ціною вимогливої транспортної мережі FH до пропускної здатності, низької затримки та джитера. Таким чином, дані обмінюються у FH та відповідають оцифрованому набору вибірок комплексного сигналу I/Q. Швидкість передачі даних, необхідну для такого централізованого варіанту побудови, розраховано за формулою:

$$R = 2 \cdot N_A \cdot N_Q \cdot f_s \cdot \gamma, \quad (1)$$

де N_A – кількість антен, f_s – частота дискретизації, N_Q – роздільна здатність квантувача в бітах. Коефіцієнт 2 враховує I і Q фази сигналу, а γ являє собою службові дані, що вносяться FH, або додаткові сигнали керування. У роботі проаналізовано швидкість передачі даних для оцінки централізованої архітектури мобільної мережі (табл. 1). Використовуються максимальні та робочі параметри мобільних мереж [4].

Таблиця 1 – Аналіз швидкостей передачі даних

Швидкість передачі даних	Мережа 5G _{max}	Мережа 5G _{real}	Мережа 4G _{max}	Мережа 4G _{real}
R, біт/с	$7\,182 \cdot 10^9$	$7\,182 \cdot 10^9$	$4\,902 \cdot 10^6$	$2\,451 \cdot 10^6$

У дослідженні показано мережу 4G та мережу 5G з використанням максимально можливих параметрів з робочими характеристиками.

Аналіз показав різницю між максимально можливою швидкістю передачі і реальною швидкістю, у якій мережа 5G підвищить існуючі високі вимоги до FH. Зокрема, використання масивних методів MIMO (Multiple Input Multiple Output) з великою кількістю антенних елементів лінійно збільшить швидкість передачі даних FH, при цьому фактична швидкість передачі даних збільшиться більш ніж на три порядки. Крім того, частота дискретизації залежить від загальної пропускну здатності і роздільна здатність квантувача повинна бути досить високою з урахуванням високої динаміки сигналу в часовій області 5G [5].

Таким чином, очікується, що вимоги до мереж збільшаться в основному за рахунок трьох покращень: впровадження масивної технології MIMO, використання більш високих носіїв та збільшення пропускну здатності.

Список використаних джерел

1. Aldhaibani O., AL-Jumaili M. H., Raschella A., Kolivand H, Preethi A. Peace a centralized architecture for autonomic quality of experience oriented handover in dense networks. *Computers & Electrical Engineering*. 2021. Vol. 94. P. 1–12.
2. Oliva A., Hernández J. A., Larrabeiti D., Azcorra A. An overview of the CPRI specification and its application to C-RAN based LTE scenarios. *IEEE Communications Magazine*. 2016. Vol. 54 (2). P. 152–159.
3. Do H. M., Gregory M. A., Li S. SDN-based wireless mobile backhaul architecture: Review and challenges, *Journal of Network and Computer Applications*. 2021. Vol. 189. P. 1–24.
4. Mohammed S. H. K., Rodriguez J. Backhauling/Fronthauling for future. *Wireless systems: John Wiley & Sons Ltd*, 2017. 218 p.