

ГІБРИДНА АРХІТЕКТУРА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ НАСТУПНОГО ПОКОЛІННЯ

Кременецька Я. А., Баришев Д.В., Дударєва Г. О.
Державний університет телекомунікацій, Україна
E-mail: ya.cremen@ukr.net

Hybrid architecture of telecommunication systems of next generation

The main approaches to improving the throughput of telecommunication systems, including using the hybrid network architecture and millimeter wave range, are considered. The advantages of integrating hybrid fiber-wireless technologies and their future research directions are highlighted.

Глобальний інформаційний трафік даних стрімко зростає. Як прогнозує, наприклад, Ericsson [1], щомісячний глобальний мобільний трафік може зрости до 2021 року до $30 \cdot 10^6$ Тбайт. Для вирішення проблем підвищення пропускної здатності телекомунікаційних мереж та систем ведуться дослідження в різних напрямках. Основні з них можна сформуувати в групи, які показані на рис.1. Крім того, об'єднання цих напрямків може ще значніше збільшити пропускну здатність телекомунікаційних систем.



Рис. 1. Основні методи для збільшення пропускної здатності телекомунікаційних мереж.

З рисунку 1 видно, що підходи до підвищення пропускної здатності пов'язані із застосуванням гібридних технологій, що працюють в різних частотних діапазонах, включаючи міліметровий діапазон довжин хвиль. Особливості застосування таких технологій пов'язані з особливостями формування сигналів, розповсюдження їх у відкритому та закритому просторі. Гібридні архітектура телекомунікаційних систем наступного покоління може включати наступні рішення: волоконно-ефірні (англ. Radio over fiber, RoF); гібридні гетерогенні мережі [2] (англ. Heterogenic Networks; HetNet); топології типу «точка - точка» або «точка - множина точок» для магістральних з'єднань або радіомостів; стратосферні комплекси зв'язку.

Сумісність та відмінність характеристик між гібридними технологіями необхідно враховувати для моделювання телекомунікаційних систем. Магістральні лінії на основі оптоволокна пропонуються в якості з'єднань базових станцій [3]. Також альтернативою оптоволокна (або в місцях, де неможлива прокладка оптоволокна), рішення останньої милі, радіомостів в ММД. В роботі [4] продемонстрована можливість передачі інформаційних сигналів на частоті 60 ГГц через оптичне волокно довжиною 20 км і бездротову лінію зв'язку довжиною 10 м із зниженням оптичної потужності 0,7 дБм. За технологією RoF можливо не тільки передавати конвертовані міліметрові радіосигнали через оптичне волокно на великі відстані (кілометри) до віддаленого сайту, а також мультиплексувати канали, використовуючи технологію спектрального ущільнення (англ. Wavelength Division Multiplexing, WDM). Приклад гібридної архітектури мереж наступного покоління з використанням міліметрового діапазону, гетерогенних мереж та інтеграції волоконно-ефірних технологій представлена на рис. 2.

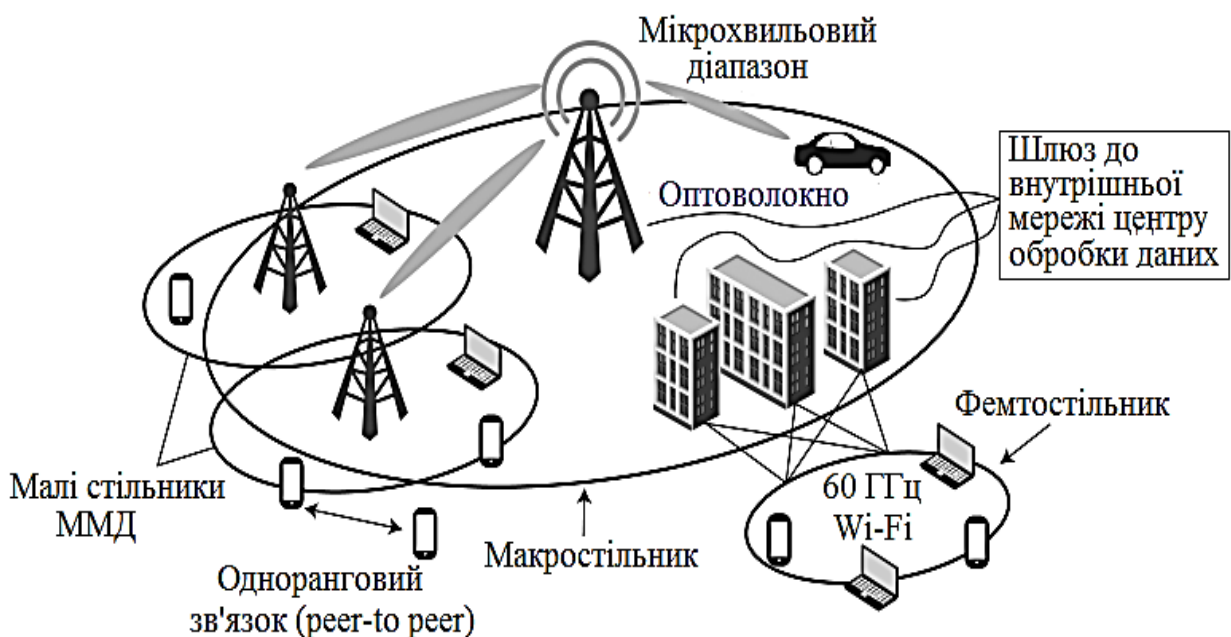


Рис. 2. Приклад гібридної архітектури інформаційно-телекомунікаційної системи.

За допомогою інтеграції гібридних волоконно-ефірних технологій можливо також реалізувати мультиплексування в ММД з поділом по поляризації, що ще більше може підвищити ефективність використання МІМО технологій.

Виділимо наступні основні переваги, які можна реалізувати за допомогою гібридних волоконно-ефірних технологій: формування та модуляція в форматі високого порядку сигналів у всіх радіочастотних діапазонах, включаючи перспективні смуги 18-27 ГГц, 33-50 ГГц, 57-64 ГГц, 71-76 ГГц, 81-86 ГГц, передача конвертованих радіосигналів по оптичному волокну на великі відстані і мультиплексування радіоканалів за технологією WDM; просторове мультиплексування, включаючи просторове мультиплексування з множинним вводом та виводом (МІМО); мультиплексування, що інтегроване з технікою оптичного поляризаційного мультиплексування.

Інтеграція гібридних оптоелектронних технологій може об'єднати переваги як оптичних так і бездротових систем. Завдяки більш широкій смузі пропускання оптичні системи здатні обробляти сигнали міліметрового діапазону та забезпечити високу пропускну здатність інформаційних систем. Гігабітні швидкості передачі інформації, які необхідні для майбутніх телекомунікаційних мереж, можливо реалізувати з'єднанням базових станцій і центрів обробки інформації по волоконним лініям, в яких можливо реалізувати конвертацію міліметрових радіоканалів в оптичний діапазон з використанням форматів модуляції високого порядку і мультиплексування WDM. Подальше дослідження конфігурації систем на основі гібридних технологій, методів їх моделювання є перспективними напрямками для знаходження рішень збільшення пропускну здатності інформаційно-телекомунікаційних систем.

Література

1. Ericsson Mobility Visualizer 2018 // – Режим доступу: <http://www.ericsson.com/TET/trafficView/>
2. Mehrpouyan H. Hybrid millimeter-wave systems: A novel paradigm for HetNets / H. Mehrpouyan, M. Matthaiou, R. Wang, G. K. Karagiannidis, and Y. Hua // IEEE Commun. Mag. - Jan. 2015. - №1 (53). - p. 216–221.
3. Rappaport T. S. Overview of millimeter wave communications for fifth-generation (5G) wireless networks (Invited Paper) / T. S. Rappaport, Y. Xing, G. R. MacCartney Jr., A. F. Molisch, E. Mellios, J Zhang // IEEE Transactions on Antennas and Propagation. - Dec. 2017. – №12 (65). - p. 6213-6230.
4. Da Silva R. N. GPON-based front-end architecture for 5G networks,” / R. N. Da Silva, M. S. B. Cunha, I. F. da Costa, S. Arismar Cerqueira// 2017 SBMO/IEEE MTT-S International Microwave and Optoelectronics Conference (IMOC). – Brazil. – 2017.6262639 Об'єднані Штати Америки, H01P 1/20, H01P 7/10, H01P 7/04. Bandpass filter with dielectric resonators/ Shu T.W., Yoo Y.Ch., Jang Ch.S., Ryu H.J., Seo S.D.; заявник, патентовласник “ACE Technology”. - № 6262639 B2; заявл. 27.05.1999; опубл. 17.08.2001.