

РАДІОІНТЕРФЕЙС ДОСТУПУ ДО ШВИДКІСНОЇ МЕРЕЖІ ДАНИХ 5G

Автор Поліщук Р. В.

(науковий керівник – д-р фіз.-мат. н., проф. Калюжний О. Я.)

Радіоінтерфейс доступу для 5G має відповідати на ряд різноманітних вимог, що виникають у зв'язку з новими послугами, такими, як масовий зв'язок машинного типу (mMTC) та надзвичайно надійний МТС (uMTC). Отже, рішення "єдиного розміру" для повітряного інтерфейсу, яке є поширеним у сьогоденних радіосистемах, не може бути вибором у майбутньому.

Ефективним шляхом вирішення проблеми символної інтерференції є частотно-селективні канали завмирання, які використовуються в OFDM. Ідея OFDM в тому, щоб трансформувати високошвидкісний потік даних в набір низько швидкісних потоків даних, що передаються паралельно з різними піднесучими частотами. З такою структурою частотно-селективні канали завмирання стають набором частотно-незалежних каналів. Точніше, OFDM розподіляє доступну смугу пропускання для ряду рівномірно розподілених піднесучих і несе частку інформації користувача на кожній піднесучій. OFDM можна розглядати як форму FDMA; однак, OFDM має важливу властивість - кожна піднесуча є ортогональною для кожної іншої піднесучої. OFDM дозволяє спектрам кожної піднесучої перетинатися, але тому, що вони ортогональні, вони не перешкоджають один одному. Завдяки тому, що піднесучі перекриваються, загальна кількість необхідного спектру зменшується, а отримана схема доступу забезпечує більшу пропускну здатність порівняно з FDMA.

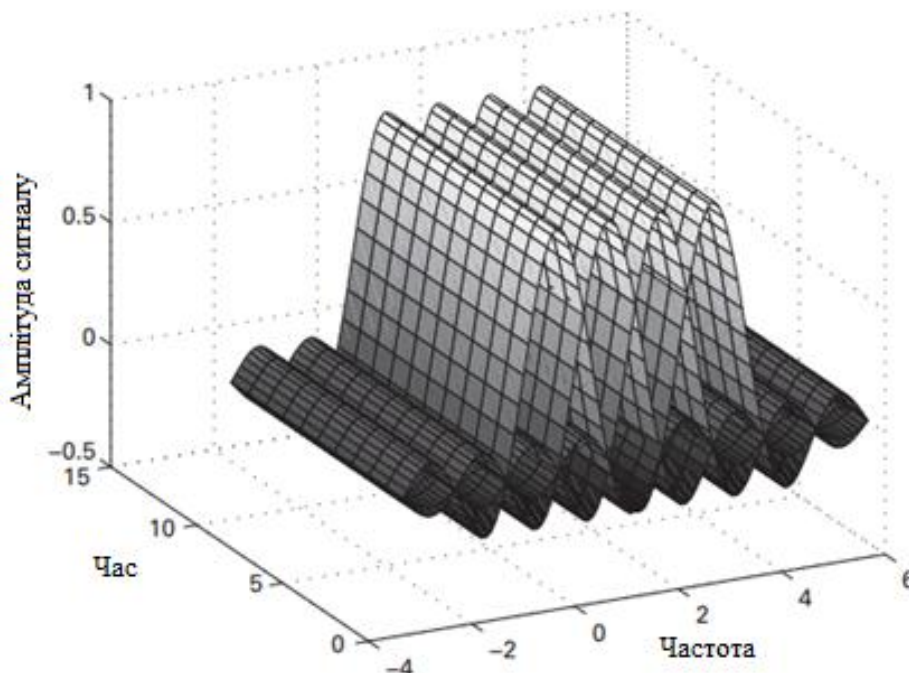


Рисунок 1. Частотно-часова діаграма сигналу з OFDM

Класичний сигнал OFDM з кількома несучими може бути розширений інтегрованим фільтровим компонентом, що забезпечує хороші спектральні захисні властивості передавальних сигналів. Це нова властивість сигналу дозволяє розділити спектр, доступний для мобільного радіопередачі, в незалежні піддіапазони, які можуть бути індивідуально налаштовані для оптимального пристосування до умов сигналу окремих користувацьких посилок або до вимог конкретної радіослужби. Це суперечить парадигмі, яка впливає з сьогоdnішнього дизайну системи, де вибір параметрів сигналу завжди виконується як "найкращий компроміс", що відповідає загальним потребам послуг в цілому та узгоджує всі умови сигналу зв'язку, які очікуються під час експлуатації системи. Наприклад, для OFDM-систем, цей найкращий компроміс, як правило, перекладається на фіксований інтервал між піднесучими та довжиною CP.

Може бути полегшено незалежну та некоординовану роботу різних служб в смузі передачі, і може бути включений асинхронний дизайн системи. Таким чином, сигнали з кількома несучими з фільтрами можна вважати ключовими можливостями для гнучкого дизайну повітряного інтерфейсу, який був визначений як один з ключових компонентів майбутніх систем 5G. Досліджуються два перспективних кандидата, а саме Filter Bank Multi-Carrier (FBMC) та OFDM з універсальним фільтром (UF-OFDM); останній також відомий під терміном Universal Filtered Multi-Carrier (UFMC). Хоча обидва кандидати ставлять за мету теж саме та можуть отримати вигоду від гнучкої конфігурації спектра, вони використовують різні засоби для їх досягнення. Таким чином, вони також відрізняються за своїми системними вимогами та аспектами реалізації. У UF-OFDM фільтруються піддіапазони, що складаються з мінімальної кількості піднесучих, що виконується для підтримки традиційної структури сигналів OFDM з міркувань сумісності. На відміну від цього, FBMC пропонує збільшені ступені свободи проектування системи завдяки індивідуальній фільтрації окремих піднесучих, що породжує певні зміни в структурі сигналу, що вимагає редизайну деяких процедур обробки сигналів.

Нові схеми багаторазового доступу дозволяють перевантажувати спектр шляхом мультиплексування користувачів по потужності та коду, що призводить до неортогонального доступу, де кількість одночасно обслуговуваних користувачів більше не пов'язана з кількістю ортогональних ресурсів. Цей підхід дозволяє збільшити кількість підключених пристроїв у 2-3 рази, а водночас - отримати прибутки користувачів та пропускну спроможність системи до 50%. Кандидатні схеми - це неортогональний багаторівневий доступ (NOMA), багаторазовий доступ за допомогою розрізнених кодів (SCMA) та багаторазовий доступ до міжрядкового підрозділу (IDMA). Всі схеми можуть бути добре поєднані з відкритими та замкнутими схемами MIMO, так що можна досягти збільшення просторової різноманітності MIMO. Якщо застосовуватись у контексті масового mMTC, SCMA та IDMA можуть

додатково зменшити накладні витрати на передачу сигналу за допомогою безмитних процедур доступу.

Розгортання малих сот може бути передбачено як можливе рішення для реалізації 5G екстремально-широкосмугового мобільного зв'язку (xMBB) з екстремальною потребою в передачі даних на кілька гігабіт на секунду. Швидкість поглинання забезпечує високу енергоефективність передачі даних через короткі та часто лінійно-радіальні радіозв'язки, меншу вихідну потужність та доступ до нового спектру. Високопотужне сигналоформування з великою кількістю елементів антени забезпечує додаткову енергоефективність та компенсує втрати на більш високих частотах. Одночасно зменшуються перешкоди інших каналів, що використовують однакові фізичні ресурси. Дублювання по часовому поділу (TDD) має можливість гнучко і динамічно розподіляти доступну смугу пропускання до будь-якого напрямку зв'язку. Крім того, TDD має менші витрати на радіокомпоненти, не вимагає дуплексних фільтрів, кількість доступної смуги пропускання більша, і це дає змогу використовувати взаємозв'язок у каналі. З цих причин TDD розглядається як більш привабливий метод дублювання ніж FDD для 5G xMBB.

Перелік посилань

1. ICT-317669 METIS project, “Simulation guidelines,” Deliverable D6.1, 2013, www.metis2020.com/documents/deliverables
2. Afif Osseiran 5G mobile and wireless communications technology / Afif Osseiran, Jose F. Monserrat, Patrick Marsch. New York : Cambridge University Press, 2016.

Анотація

В мережах 5G радіоінтерфейс доступу для 5G має відповідати на ряд різноманітних вимог, що виникають у зв'язку з новими послугами, такими, як масовий зв'язок машинного типу (mMTC) та надзвичайно надійний MTC (uMTC) та xMBB. В матеріалі указані нові схеми формування сигналу FBMC, UFMC та TDD, які мають переваги перед існуючими на сьогодні. Також, вказані схеми, які можуть бути добре поєднані з відкритими та замкнутими схемами MIMO, такі, як NOMA, SCMA та IDMA.

Ключові слова: OFDM, FBMC, UFMC, UF-OFDM, NOMA, MIMO

Abstract

In 5G networks, the 5G access control interface must meet a number of different requirements arising from new services such as mass-media connection type (mMTC) and extremely reliable MTC (uMTC) and xMBB. The material indicates new schemes for forming the signal FBMC, UFMC and TDD, which have advantages over existing ones today. Also, these schemes are well-integrated with open and closed MIMO schemes such as NOMA, SCMA and IDMA.

Keywords: OFDM, FBMC, UFMC, UF-OFDM, NOMA, MIMO