

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ OFDM ТЕХНОЛОГІЇ В УЛЬТРАКОРОТКОХВИЛЬОВОМУ ДІАПАЗОНІ

В умовах стрімкого технологічного прогресу широкого застосування набувають складні види радіопередач. Особливої уваги заслуговує впровадження OFDM модуляції в сучасні стандарти зв'язку.

OFDM (англ. Orthogonal frequency-division multiplexing - мультиплексування з ортогональним частотним розподіленням каналів) є цифровою схемою модуляції, яка використовує велику кількість близько розташованих ортогональних піднесучих. Кожна піднесуча модулюється за звичайною схемою (наприклад, квадратурна амплітудна модуляція) на низькій символній швидкості, зберігаючи загальну швидкість передачі даних, як і у звичайних схем модуляції на одній несучій в тій же смузі пропускання.

Особливості структури OFDM сигналу та специфіка його модуляції зумовлюють виникнення переваг та недоліків використання даного сигналу в порівнянні з іншими існуючими.

До недоліків відносяться:

1. чутливість до доплерівського зсуву та синхронізації частоти;
2. необхідність використання лінійної схеми передавача, що призводить до низької енергоефективності;
3. втрата ефективності, спричинена циклічним префіксом.

До переваг відносяться:

1. висока спектральна ефективність у порівнянні з іншими схемами модуляції подвійної бічної смуги, розширеного спектру тощо;
2. здатність адаптуватися до змінних умов в каналі;
3. стійкість до вузькосмугових перешкод суміжного каналу;
4. стійкість до міжсимвольної інтерференції та затухання, спричиненого багатопроменевим поширенням;
5. ефективна реалізація з використанням швидкого перетворення Фур'є;
6. відсутність необхідності налаштування підканалних фільтрів приймача (на відміну від звичайних FDM);
7. спрощення одночастотних мереж.

Не зважаючи на ряд недоліків наявність вагомих переваг забезпечує широке застосування OFDM сигналів в сучасних комунікаційних системах. Найкраще це відображається для систем, які функціонують в ультракороткохвильовому (УКХ) діапазоні. В основу роботи даних комунікаційних систем покладено поширені в більшості розвинутих країн світу перспективні стандарти зв'язку, такі як:

1. цифрове аудіомовлення (DAB, DAB+);
2. цифрове телебачення (DVB-T/T2 (ефірне), DVB-H (портативне), DVB-C2 (кабельне));
3. бездротова локальна мережа (IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n, IEEE 802.11ac та IEEE 802.11ad);
4. WiMAX;
5. LTE та LTE-розширені 4G мобільні мережі;
6. DECT.

Високі показники заводо захищеності, якості передачі даних та ефективності застосування OFDM сигналу в модемах цивільного призначення зумовили впровадження вищезазначених стандартів зв'язку в комунікаційних засобах силових підрозділів (в першу чергу, збройних сил) як України, так і інших провідних країн світу.

Протягом останніх років здійснюється модернізація наявних та створення нових систем управління та зв'язку, що працюють в УКХ діапазоні. Для передачі даних між абонентами в таких системах використовується бездротова локальна мережа, WiMAX та LTE-розширені 4G мобільні мережі. Так, обмін повідомленнями, забезпечення переговорів та ведення відео-конференцій здійснюють за допомогою бездротової локальної мережі та LTE-розширених 4G мобільних мереж. На основі технології WiMAX створюються системи управління наземною безпілотною технікою (ПАТ "АвтоКрАЗ" реалізувало проект безпілотного наземного засобу на базі армійського броньованого автомобіля КрАЗ-Спартан, зв'язок з яким здійснюється за допомогою WiMAX на відстані до 50 км). LTE-розширені 4G мобільні мережі широко впроваджуються в системи управління безпілотною авіаційною технікою як цивільного, так і військового призначення (військові підрозділи провідних країн світу під час ведення бойових дій використовують безпілотні літальні апарати з метою ведення розвідки противника, доставки вантажів та нанесення вогневого ураження). Широкий спектр застосування OFDM технології в УКХ діапазоні (в тому числі у системах управління та зв'язку військового призначення) свідчить про необхідність створення методів та алгоритмів автоматичного визначення параметрів OFDM сигналів та розробки на його основі програмно-апаратного комплексу виявлення, перехоплення та аналізу даних.