

УДК 621.396

МЕТОДИКА ПРОСТОРОВОГО АНАЛІЗУ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛОКАЛІЗАЦІЇ СИГНАЛУ В ЧАСТОТНО-ЧАСОВІЙ ПЛОЩИНІ

Максимюк Тарас

Національний університет Львівська політехніка, Україна

Анотація

В роботі проаналізовано властивості локалізації енергії сигналу в частотно-часовій області для прямокутної віконної функції. Розроблено методику просторового аналізу властивостей локалізації віконних функцій в частотно-часовій площині.

In this paper we have analysed the properties of energy localization in time-frequency plane for rectangular pulse shape. The technique of space analysis of time-frequency localization properties for pulse shapes was designed.

Вступ

Мережі мобільного зв'язку четвертого покоління в основному базуються на використанні технології OFDM. Сигнал, який передається в канал являє собою послідовність інформаційних пакетів сформованих у вигляді лінійної комбінації функцій класичного базису Вейля-Гейзенберга [1]. Важливим питанням при побудові мобільних мереж є вирішення проблеми багатопроменевого поширення хвиль, яка в свою чергу призводить до міжсимвольної інтерференції. При боротьбі з будь-якими завадами в радіоканалі, завжди актуальною задачею є пошук ефективних віконних функцій, які б забезпечили якнайкращу локалізацію сигналу в частотно-часовій площині.

Методика просторового аналізу віконних функцій

Для визначення характеристик локалізації віконних функцій розроблено методику 3D-аналізу їхніх частотних та часових властивостей, яка полягає в побудові поверхонь двомірної кореляційної функції, та визначення на їх основі параметрів розкиду досліджуваних віконних функцій. Максимальне значення двомірної кореляційної функції залежить від узгодження між $w(t)$ та $w^*(t)$ тобто від подібності часової та частотної форми імпульсу. Функція внаслідок цього використовується як індикатор подібності між віконною функцією та її частотно перетвореною версією.

Варто відмітити кілька важливих властивостей двомірної кореляційної функції [1]:

- це функція визначена в частотно часовій площині.
- є дійсним виразом у випадку рівномірності віконної функції $w(-t) = w(t)$.
- показує чутливість до часової затримки і Доплерівського зсуву.
- наочно демонструє стійкість до МКІ/МСІ.

Побудуємо просторове зображення частини ресурсного блоку системи LTE для прямокутної та просторово-локалізованої віконних функцій. На рис.1 показано блоки з 3 піднесучих частот та трьох часових інтервалів для вказаних вище функцій.

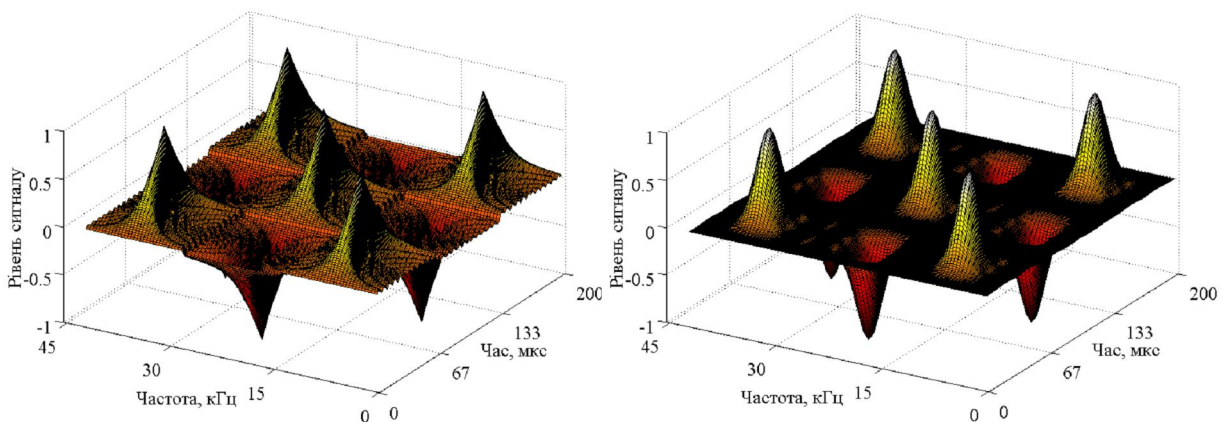


Рисунок 1 – Просторове представлення послідовності OFDM символів для прямокутної функції – зліва, та для функції ІОТА – справа.

Як видно з рисунку, для компактної віконної функції локалізація енергії значно краща, ніж для прямокутної. Для більш точного представлення зобразимо проекцію даної послідовності на

частотно-часовій площині (рис.2). Проведемо відрізок між крайніми точками двох сусідніх імпульсів, які відповідають 10 відсоткам від максимального рівня імпульсу, довжиною T_{int} . Отриманий часовий інтервал показує мінімальне запізнення наступного символу, при якому виникає міжсимвольна інтерференція.

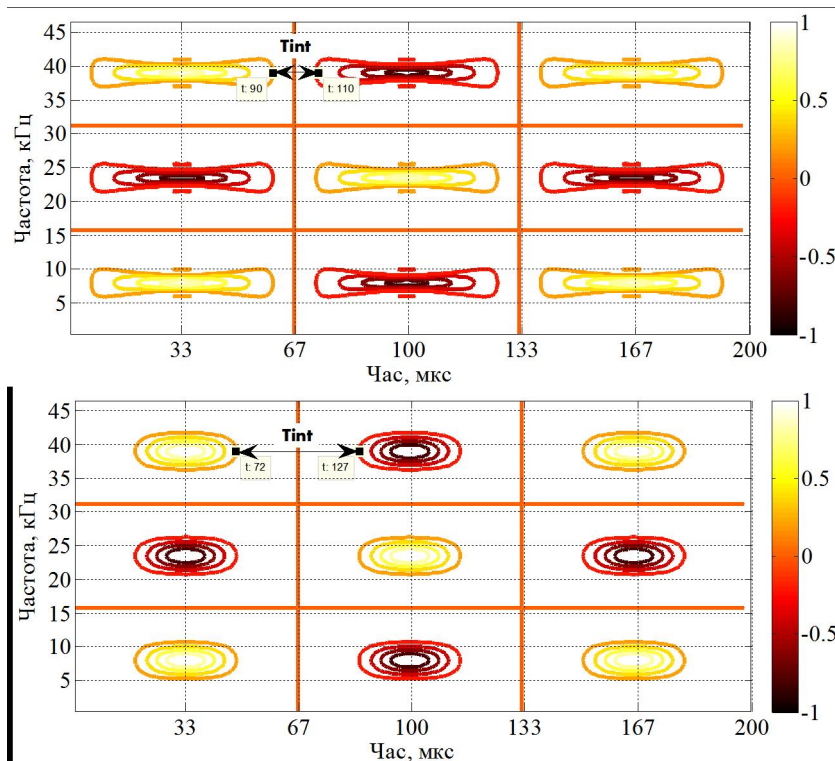


Рисунок 2 – Проекція послідовності OFDM символів для прямокутної функції – зверху, та для функції ІЮТА – знизу.

Чим більша величина T_{int} , тим вища стійкість до впливу міжсимвольної інтерференції. На основі побудованих проекцій було визначено, що для ІЮТА функції ця величина в 2.8 раз більша ніж для прямокутної функції. За рахунок цього можна обійтись без додаткових захисних інтервалів (циклічних префіксів) після кожного символу, оскільки їх тривалість приблизно рівна 20 відсоткам від тривалості символу.

Висновок

Проведені дослідження підтверджують, що властивості локалізації сигнальних конструкцій суттєво впливають на показники ефективності безпроводної системи. В роботі показано перевагу застосування віконних функцій з оптимальною частотно-часовою локалізацією на прикладі ІЮТА-функції. Було запропоновано методику просторового аналізу властивостей локалізації віконних функцій, та розроблено на її основі метод синтезу OFDM-сигналу на основі критеріїв компактності та ортогональності. Проведено аналіз інтерференційних загроз за допомогою побудови просторових зображень ресурсного блоку LTE та їх проекцій на площину. Визначено, що інтервал між символами при використанні компактною віконною функції, перевищує інтервал для прямокутної функції, навіть при додаванні в ній захисного інтервалу.

Список використаних джерел:

1. Du J., Signell S. Classic OFDM Systems and Pulse Shaping OFDM/OQAM Systems: report/ J.Du, S.Signell – Stockholm : Electronic, Computer, and Software Systems Information and Communication Technology, 2007.