РАДІОТЕХНІЧНІ ПРИСТРОЇ ТА СИСТЕМИ

ЗАЛЕЖНІСТЬ ЙМОВІРНОСТІ БІТОВОЇ ПОМИЛКИ ВІД СПІВВІДНОШЕННЯ СИГНАЛ/ШУМ ПРИ OFDM МОДУЛЯЦІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ РОЗНЕСЕНОГО ПРИЙОМУ

Вовк Д. В.
(Науковий керівник – к.т.н. Шпилька О.О.)

У каналах радіозв'язку діє широке різноманіття завад та спотворень. При проектуванні радіотехнічної системи у першу чергу, потрібно враховувати вплив багатопроменевості, частотно-селективне завмирання, здвиг частоти і фази несучої за рахунок ефекту Доплера, а також інтерференційні завади від сигналів інших користувачів. Завмирання в каналі призводить до погіршення якості сигналу, а, отже, і до втрати інформації. Головною проблемою цифрових систем при передачі через канал з невідомими характеристиками є адитивний шум та міжсимвольна інтерференція, яка виникає як у бездротових, так і в дротових телекомунікаційних системах. Міжсимвольної інтерференції виникає із-за прийому прямого і перевідбитого (затриманого) сигналів, що призводить до взаємного впливу одного символу на інший.

Одним із дієвих методів боротьби із багатопроменевістю являєтьсяя технологія OFDM (англ. Orthogonal Frequency-Division Multiplexing) – мультиплексування з ортогональним частотним розділенням каналів.

Головна перевага OFDM полягає в тому, що тривалість символу в піднесучих значно більша у порівнянні із затримкою поширення, ніж у традиційних схемах модуляції із однією несучою. Це дає змогу вводити міжсимвольні інтервали, які дозволяють запобігати виникненню міжсимвольної інтерференції. На практиці в якості інтервалів використовують частину корисного сигналу (рис. 1).

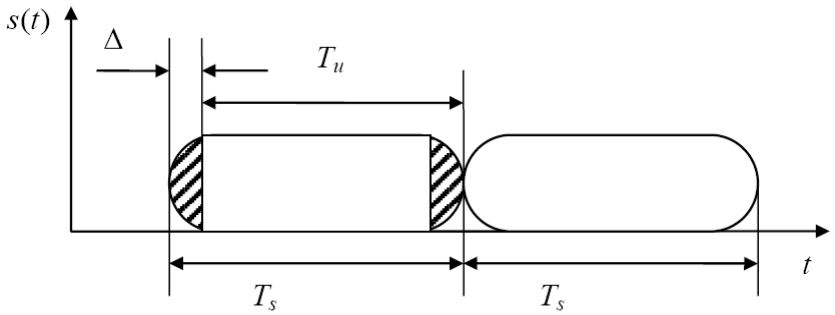


Рис. 1 Приклад формування циклічного префіксу при OFDM модуляції

Для боротьби з адитивним білим гаусівським шумом широко застосовувався інший метод підвищення завадозахищеності каналу, що має назву рознесений прийом.

Ідея використання рознесеного прийому для боротьби із завмиранням полягає в одночасному використанні на прийомній стороні декількох сигналів, що містять однакову інформацію, але прийшли різними шляхами. Рознесення має обиратися таким чином, щоб ймовірність одночасних завмирань всіх сигналів, що використовуються, була набагато меншою, ніж одне з них. Тобто ефективність рознесення росте із зменшення кореляції завмирання в різних каналах.

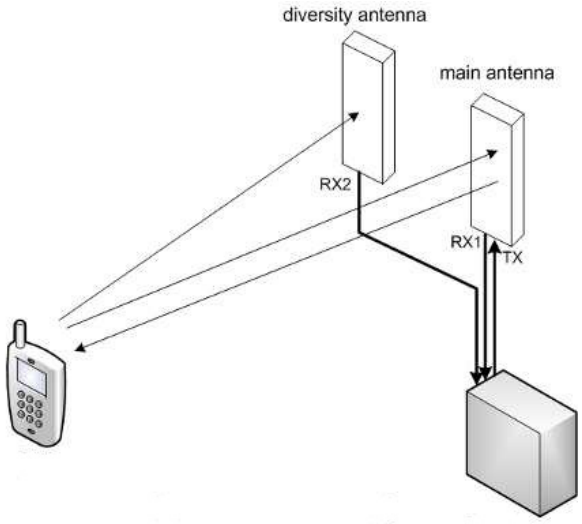


Рис. 2 Приклад рознесеного прийому

Основна задача рознесеного прийому полягає у когерентному об’єднанні незалежних сигналів із каналами із завмиранням таким чином, щоб звести до мінімуму даний ефект. Сигнал на виході пристрою об’єднання рівний початковому переданому сигналові $s(t)$, помножений на випадкову комплексну величину $a_\Sigma = \sum_i a_i r_i$. Це значення дає випадкову величину відношення сигнал/шум γ_Σ на виході пристрою об’єднання, причому розподілення величини γ_Σ залежить від кількості рознесених каналів, розподілу завмирань у кожному каналі і метода об’єднання.

При наявності завмирання, об’єднання незалежних сигналів із завмиранням дає краще розподілення γ_Σ , ніж у випадку з одним каналом. Об’єднання бувають:

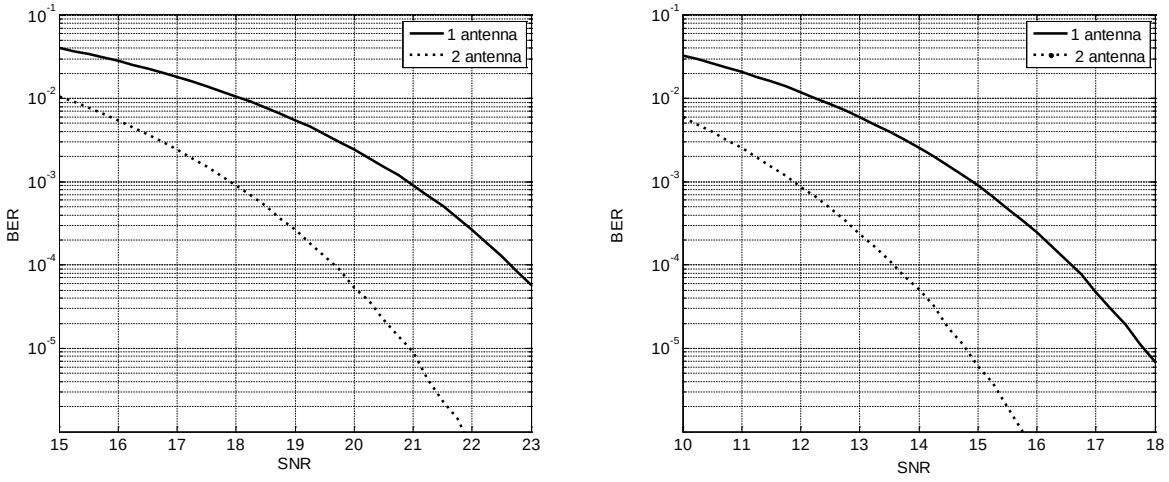
– селективне (пристрій об’єднання подає на вихід сигнал із каналу із найвищим відношенням сигнал/шум);

– порогове (послідовно скануються канали і на вихід подається перший сигнал, в якого відношення сигнал/шум буде вище заданого порогового значення γ_T);

– сумування диференційно-зважених сигналів (сигнал на виході дорівнює зваженій сумі сигналів усіх каналів);

– лінійне об'єднання сигналів рівної потужності (сигнали фазуються в і об'єднуються із рівними ваговими коефіцієнтами).

В середовищі Matlab, за допомогою статистичного моделювання було досліджено вплив використання рознесеного прийому на ймовірність виникнення бітової помилки при різних значеннях сигнал/шум з використанням OFDM модуляції. Для формуванні OFDM сигналу було використано наступні параметри: кількість підносійних у символі OFDM – 5616; захисний інтервал в частотній області – 1289/1287; захисний інтервал в часовій області – ¼; схема модуляції OFDM символу – QAM64. Рознесення застосовувалось на дві антени. В результаті було побудовано графічні залежності для двох видів модуляції піднесучих в системі з OFDM: рис 3.а – 64 QAM; рис. 3.б – 16 QAM. В результаті проведеного аналізу отриманих результатів можна зробити висновок, що використання технології рознесеного прийому дає змогу отримати енергетичний виграш в 3дБ.



а б

Рис. 3 Залежність ймовірності виникнення бітової помилки від співвідношення сигнал/шум при OFDM модуляції з використанням рознесеного прийому та без

Література

1. Seung Hee Han, Jae Lee. An Overview of Peak-to-Average Power Ratio Reduction Techniques for Multicarrier Transmission // IEEE Wireless Communication, 2005 – С 56-64.

2. Nee R., Wild A. Reducing the Peak-to-Average Power Ration of OFDM // IEEE Wire less Communication, 2004– С 56-64.

3. Tellado J. Peak to Average Power Reduction for Multicarrier Modulation, Ph.D. dissertation, Stanford Univ., 2000.