

МОДЕЛЮВАННЯ НАДШИРОКОСМУГОВИХ СИСТЕМ РАДІОДОСТУПУ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Розглянуто імітаційні моделі надширокосмугових радіосистем доступу для вдосконалення структурних схем НШС систем радіодоступу на основі поєднання технологій OFDM і кодового поділу абонентів.

Ключові слова: радіодоступ, система передавання, широкосмуговий сигнал, РЧС, OFDM

Abstract

Simulation models of ultra-wideband radio access systems for improvement of structural schemes of NSS of radio access systems on the basis of a combination of OFDM technologies and code division of subscribers are considered.

Keywords: radio access, radio communication system, broadband signal, RFS, OFDM

Вступ

Системи зв'язку характеризуються функціональними показниками, зокрема, діапазоном робочих частот, потужністю випромінювання, дальністю дії, швидкістю передачі та завадостійкістю. Значення деяких параметрів відомі і відповідають нормативним документам, також значення більшої частини з них можна отримати при розрахунку системи. Завадостійкість систем характеризується правильністю відтвореного приймачем надісланого повідомлення при наявності завад. Спотворення і перешкоди, які накладаються на переданий сигнал в каналі, визначають відмінність сигналу від ідеального і характеризуються чисельними значеннями. Якість прийнятого сигналу тісно пов'язано з відношенням сигнал / шум (ВСШ). Сучасні системи зв'язку характеризуються високою завадостійкістю, тобто низьким рівнем помилок при прийманні повідомлень. Зазвичай, критерієм порівняння систем зв'язку є частота бітових помилок, що дорівнює 10^{-3} . Дана частота помилок достатня для визначення критичної завадостійкості передачі даних [1].

Результати дослідження

Визначення завадостійкості носить імовірнісний характер, тому необхідно виконувати велику кількість випробувань. Метод Монте-Карло за допомогою комп'ютерних обчислень дозволяє провести велику кількість випробувань, тим самим забезпечити правильність оцінки ймовірності помилки при заданому відношенні сигнал / шум [2, 3]. Для більш точного визначення BER вибірка повинна перевищувати задану точність вимірювання.

Імовірність максимальної помилки для досліджуваної системи приймемо рівні 10^{-3} , яка є критичною для систем передачі даних; наприклад, для систем передачі мультимедійних повідомлень ця величина повинна бути знижена до 10^{-6} . Об'єм вибірки при цьому приймемо рівним 40000 реалізацій, що забезпечить заданий рівень точності при досягненні ймовірності максимальної помилки для даної системи, рівно 10^{-3} .

Комп'ютерна модель багаточастотної НШС системи із суміщенням технологій OFDM та кодового поділу абонентів повинна імітувати роботу реальної системи з врахуванням впливу каналу зв'язку на сигнал. Вхідними даними для моделювання є розраховані вище характеристики досліджуваної системи.

Моделювання системи проведено в програмному пакеті Matlab. Структурна схема моделі функціонально повторює структурну схему модельованого пристрою.

Всі функціональні блоки моделі сформовані з блоків стандартної бібліотеки MATLAB / Simulink і мають стандартні настройки. Стандартні моделі з бібліотеки середовища комп'ютерного імітаційного моделювання є підпрограмами, написаними розробниками середовища MATLAB / Simulink. Ці моделі функціонально імітують реальні частини приймача [6].

Моделювання багаточастотної НШС системи з суміщенням технологій OFDM і кодового поділу абонентів проводилося в програмному середовищі Matlab в пакеті Simulink. Метою моделювання є імітація роботи НШС системи в умовах багатопроменевого каналу з АБГШ. Результатами моделювання є графіки залежності бітрової помилки від значення відношення сигнал / шум.

Модель багаточастотної НШС системи з суміщенням технологій OFDM і кодового поділу абонентів має характеристики, представлені в таблиці 1.

Таблиця 1 -Характеристики моделі багаточастотної НШС системи з суміщенням технологій OFDM і кодового поділу абонентів

| Параметр | Значення |
|--|-------------------------------|
| Смуга, що виділяється для лінії передачі | 500 МГц |
| Спектрально-ефективна модуляція | OFDM |
| модуляція підносійної | QPSK |
| Сигнал/шум | {0, 20} дБ, с інтервалом 1 дБ |
| швидкість кодування | 5/8 |
| Середня частота системи | 5750 МГц |
| Число, піднесучих, що виділяються для передачі даних | 100 |
| Число пілот-підносійних | 12 |
| Число службових підносійних | 16 |
| Швидкість передачі даних | 200,05 Мбіт/с |
| нестабільність частоти | +5,85 Гц |

Дані характеристики відповідають вимогам [4], параметри моделі відповідають параметрам реальних систем зв'язку, що доводить адекватність моделі. На рисунку 1 представлена спектральна щільність сигналу, отриманого на виході передавача імітаційної моделі багаточастотної НШС системи із суміщенням технологій OFDM і кодового поділу абонентів. Сигнал на виході передавача розробленої імітаційної моделі багаточастотної НШС системи займає смугу 500 МГц.

Проаналізувавши якісні характеристики розробленої імітаційної моделі багаточастотної НШС системи з суміщенням технологій OFDM і кодового поділу абонентів, можна зробити наступні висновки. Передавальний і приймальний пристрій розробленої моделі системи реалізують принципи передачі та приймання в багаточастотній НШС системі. Розраховані значення параметрів розробленої імітаційної моделі, не суперечать вимогам [1]. Розроблена імітаційна модель багаточастотної НШС системи відповідає параметрам, описаним в стандартах НШС систем.

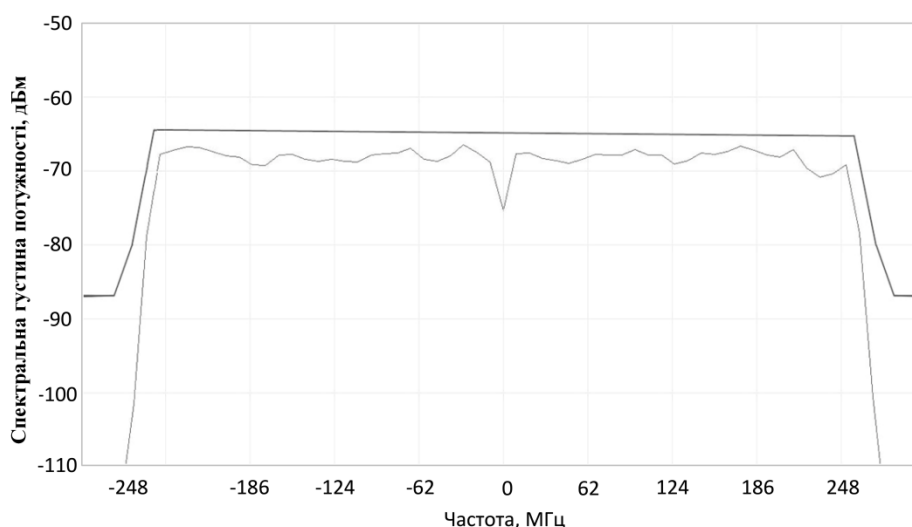


Рисунок 1 – Спектральна щільність потужності сигналу передавача імітаційної моделі багаточастотної НШС системи з суміщенням технологій OFDM і кодового поділу абонентів

Таким чином, можна говорити про високий ступінь достовірності отриманих результатів дослідження якісних характеристик системи. Розроблена імітаційна модель багаточастотної НШС системи з суміщенням технологій OFDM і кодового поділу абонентів дозволяє провести дослідження спільного використання РЧС досліджуваної НШС системи з відомими ВС та ШС системами радіодоступу.

Комп'ютерна модель багаточастотної НШС системи з дискретними частотними (ДЧ) сигналами, імітує роботу реальної системи з врахуванням впливу каналу зв'язку на радіосигнал.

Модель багаточастотної НШС системи зв'язку з ДЧ сигналами, представлена на рисунку 2.

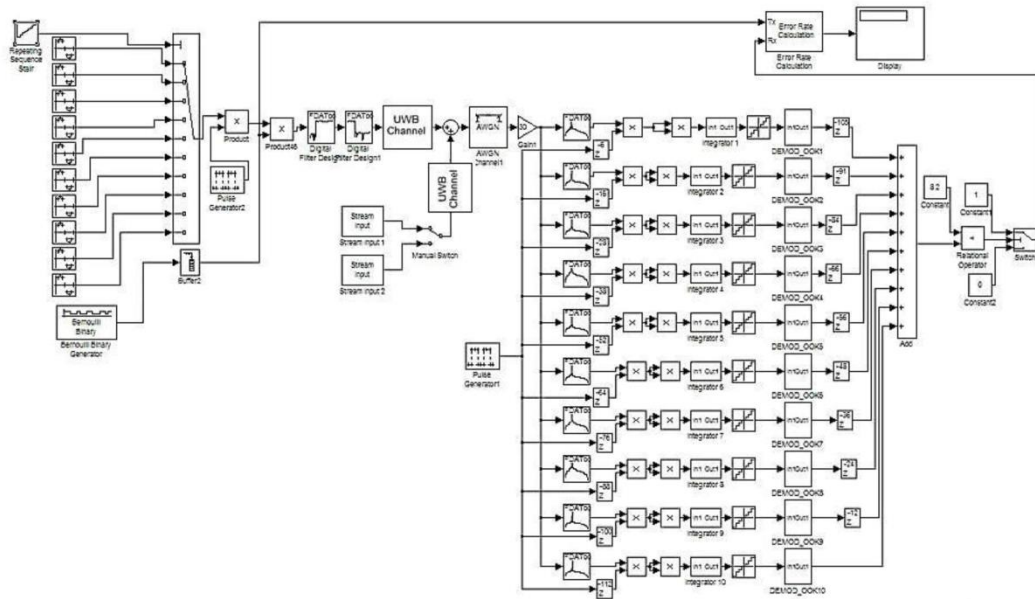


Рисунок 2 - Модель багаточастотної НШС системи з ДЧ сигналами

Метою моделювання є імітація роботи НШС системи в умовах багатопробеневого каналу з АБГШ і при наявності ВС та ШС перешкод. Модель багаточастотної НШС системи з ДЧ сигналами має наступні характеристики, представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 - Характеристики моделі багато частотної НШС системи з ДЧ сигналами

| Параметр | Значення |
|---|-------------------------------|
| Смуга, що виділяється для лінії передачі | 500 МГц |
| Сигнал/шум | {0, 20} дБ, с інтервалом 1 дБ |
| Середня частота системи | 5725 МГц |
| Число піднесучих, що виділяються для передачі даних | 10 |
| Швидкість передачі даних | 4,98 Мбіт/с |
| нестабільність частоти | +6,2 Гц |

Параметри моделі відповідають параметрам реальних систем зв'язку, що обумовлює адекватність моделі.

Проаналізувавши якісні характеристики розробленої імітаційної моделі багаточастотної НШС системи з ДЧ сигналами, можна зробити наступні висновки. Передавальний і приймальний пристрій розробленої моделі системи реалізують принципи передачі та приймання в багаточастотній НШС системі з ДЧ сигналами, в повній мірі. Значення параметрів розробленої імітаційної моделі

багаточастотної НШС системи з ДЧ сигналами, є чисельними значеннями параметрів розробленої комп'ютерної імітаційної моделі багаточастотної НШС системи з ДЧ сигналами. Розроблена імітаційна модель багаточастотної НШС системи з ДЧ сигналами відповідає розрахованим параметрам і досить точно імітує роботу досліджуваної системи, таким чином, можна говорити адекватності моделі реальній системі.

Розглянута модифікована модель каналу враховує умови заводової обстановки, тобто не тільки наявність багатопробеневого поширення, але і перешкоди від інших сучасних систем радіодоступу діапазону 5-6 ГГц. Особливістю розробленої моделі каналу є можливість дослідження спільного використання РЧС досліджуваних багаточастотних НШС систем радіодоступу з сучасними існуючими системами радіодоступу. Розроблені імітаційні комп'ютерні моделі багаточастотної НШС системи з суміщенням технологій OFDM і кодового поділу абонентів і багаточастотної НШС системи з ДЧ сигналами адекватно імітують роботу відповідних систем. При аналізі характеристик розроблених комп'ютерних моделей досліджуваних систем - багаточастотної НШС системи радіодоступу з суміщенням технологій OFDM і кодового поділу абонентів, а також багаточастотної НШС системи радіодоступу з ДЧ сигналами - отримані характеристики зазначених систем мають помилку вимірних параметрів, що не виходить за рамки довірчого інтервалу 0,999. Отже, розроблені комп'ютерні моделі досліджуваних багаточастотних НШС систем радіодоступу можна вважати досить точними, а результати, отримані за допомогою цих моделей, - достовірними.

Висновки

В результаті аналізу методів керування РЧС виявлено, що спільне використання спектра НШС систем з існуючими вузькосмуговими і широкосмуговими системами є одним з найбільш важливих напрямків досліджень. Найбільш актуальним діапазоном частот для дослідження можливості спільного використання спектра є діапазон 5 - 6 ГГц; основні ВС та ШС перешкоди для НШС систем в даному діапазоні частот створюються широко відомими системами радіодоступу. Найбільш актуальними багаточастотними НШС системами радіодоступу для спільного використання радіочастотного спектру є багаточастотна НШС система з суміщенням технології OFDM і кодового поділу абонентів і багаточастотна НШС система з ДЧ сигналами. Для вирішення завдань, поставлених в даній роботі, повинен використовуватися функціонал, який описує роботу розглянутих систем радіодоступу в одній смузі частот для розроблюваних радіопередавальних і радіоприймальних пристроїв, досліджуваних багаточастотних НШС систем радіодоступу. Для проведення комп'ютерного експерименту по виявленню можливості спільного використання РЧС, а також для дослідження вземного впливу сигналів багаточастотних НШС систем з ВС і ШС системами друг на друга при спільному використанні спектра з сучасними системами радіодоступу досліджені комп'ютерні моделі каналу зв'язку, що враховують вплив ВС та ШС перешкод, розглянуто комп'ютерну модель багаточастотної НШС системи радіодоступу з суміщенням технології OFDM і кодового поділу абонентів, а також модель багаточастотної НШС системи радіодоступу з ДЧ сигналами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Косичкина, Т. П. Исследование многочастотных НШС систем радиодоступа на основе совместного использования радиочастотного спектра / Т. П. Косичкина, В. С. Сперанский, А. А. Фролов и др. // Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения: Международная науч.-тех. конф. «INTERMATIC – 2018»: материалы конф. – М.: МГТУ МИРЭА - ИРЭН РАН. –2018. – Т. 18. – № 4. – С. 861-866.
2. Косичкина, Т. П. Перспективы развития сверхширокополосных систем связи в направлении когнитивного радио / Т. П. Косичкина, В. С. Сперанский, А. П. Спиринов, А. А. Фролов и др. // Системы синхронизации, формирования и обработки сигналов. – 2015. – Т. 6. – № 1. – С. 9-11.
3. Фролов, А. А. Влияние узкополосных и широкополосных помех на многочастотную импульсную НШС-систему радиодоступа / А. А. Фролов // Электросвязь. – 2014. – № 7. – С. 32-35.
4. Фролов, А. А. Исследование многочастотной сверхширокополосной системы радиодоступа с суммированием технологий OFDM и кодового разделения абонентов / А. А. Фролов // Радиоэлектронные устройства и системы инфокоммуникационных технологий: Международная научн.-техн. конф.: материалы конф. – М.: РНТОРЭС им. А.С. Попова. – 2017. – Выпуск :LXXII. – С. 77-83.

5. Антонюк Г.Л. Формування ортогонально-рознесених піднесучих при OFDM / В.С. Белов, О.С. Плуденко, Г. Л. Антонюк // XLVI Науково-технічна конференція факультету інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, 2017 р.

Антонюк Ганна Леонідівна— аспірант групи АС-20, кафедра ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annaantonuik@gmail.com

Полуденко Ольга Сергіївна - аспірант групи АС-19, кафедра ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: rtt13b.poludenko@gmail.com

Вовк Віктор Леонідович – аспірант групи АС-19, кафедра ТКСТБ, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annaantonuik@gmail.com

Науковий керівник: *Васильківський Микола Володимирович*— канд. техн. наук, доцент кафедри ТКСТБ, заступник декана факультету ІРЕН, Вінницький національний технічний університет

Antonuk Hanna L. — Department of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : annaantonuik@gmail.com

Poludenko Olha S. — Department of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : rtt13b.poludenko@gmail.com

Vovk Viktor L. — Department of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : annaantonuik@gmail.com

Supervisor: *VasytkivskyMykola V.*— Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication system and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia