

Ученому секретарю спеціалізованої
вченої ради Д 64.820.01
61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора Климаша Михайла Миколайовича
на дисертаційну роботу Індика Сергія Володимировича на тему
«Методи формування ансамблів складних сигналів для когнітивних
телекомунікаційних систем»,

представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

1. Актуальність теми дисертаційної роботи

Збільшення попиту на додаткову пропускну здатність з боку різних служб радіозв'язку в умовах обмеженості радіочастотного ресурсу призводить до ускладнення середовища управління використанням спектру. Для вирішення цих завдань необхідно застосовувати нові методи, що дозволять забезпечити ефективне використання служб, розподілених в смузі частот, в тому числі спільне використання обмеженого радіочастотного спектру. Застосування підходів на основі динамічного доступу до спектру може сприяти ефективному використанню радіочастотного ресурсу. Однак для його реалізації необхідно вирішити ряд нових складних завдань, основним з яких є впровадженням нових сигнально-кодових конструкцій. При вирішенні цих завдань доцільно використовувати інноваційні функціональні можливості радіосистем, в основі когнітивних технологій. В системах радіозв'язку на основі множинного доступу абонентські сигнали перекриваються по частоті і зсунуті один відносно одного у часі випадковим чином внаслідок чого виникають завади множинного доступу. Такі завади чинять значний вплив на якість зв'язку та кількість абонентів, що обслуговуються

одночасно і закладені в самих принципах побудови когнітивних телекомунікаційних систем. Для збільшення кількості одночасно обслуговуваних абонентів із забезпеченням високої якості зв'язку між ними доцільно розробляти нові методів формування ансамблів складних сигналів для когнітивних телекомунікаційних систем.

Таким чином, тема дисертаційної роботи Індика С.В. є актуальною і спрямована на розв'язання важливого науково-прикладного завдання: розробка методів формування ансамблів складних сигналів для когнітивних телекомунікаційних систем, які дозволяють збільшити об'єм ансамблів при забезпеченні низького рівня завад множинного доступу.

2. Загальна характеристика дисертаційної роботи

Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Обсяг дисертації складає 155 сторінок, у тому числі 114 сторінок основного тексту, 31 рисунок, 9 таблиць, список використаних джерел із 115 найменувань на 10 сторінках та 5 додатків на 31 сторінці.

У першому розділі проведено аналіз взаємокореляційних властивостей складних сигналів. Виявлено основні фактори, які впливають на величину завад множинного доступу та число абонентів, що обслуговуються в когнітивних телекомунікаційних мережах. Обґрунтовано необхідність розробки методів формування ансамблів складних сигналів для когнітивних телекомунікаційних систем з кодовим розділенням каналів на основі псевдовипадкових послідовностей з низькою взаємодією у часовій та частотній областях, дослідження їх ансамблевих та взаємокореляційних властивостей.

У другому розділі удосконалено метод формування ансамблів складних сигналів в часовій області із врахуванням взаємокореляційних властивостей, який відрізняється від вже відомих розбиттям послідовностей на часові інтервали з подальшими перестановками на основі центрованого ряду. Сформовані за таким методом сигнали мають низький рівень завад множинного доступу, який визначається значеннями максимальних викидів бічних пелюсток ФВК.

У третьому розділі розроблено метод перестановок частотних елементів сигналів шляхом повного перебору. Сигнали, утворені за таким методом, мають низький рівень взаємної кореляції за рахунок перестановки частотних елементів шляхом повного перебору з різних вихідних послідовностей в різних смугах частот і зміни ширини смуг фільтрації. При цьому об'єм ансамбля складних сигналів можна збільшити на величину, що дорівнює кількості частотних елементів.

У четвертому розділі визначений спосіб вибору параметрів сигналів, який дозволяє підібрати оптимальні значення для вихідних послідовностей на основі яких формують ансамблі сигналів збільшеного об'єму з заданими рівнями максимальних викидів бічних пелюсток ФВК. Проведено порівняльну характеристику взаємокореляційних властивостей сигналів.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертаційній роботі

Обґрунтованість основних положень дисертаційної роботи визначається аргументованою постановкою мети та завдань досліджень, точним визначенням об'єкту та предмету дослідження, що вказує на системний підхід автора до пошуку шляхів розв'язання сформульованого науково-прикладного завдання. Постановка і формалізація завдань досліджень виконана з урахуванням факторів, що вказують на коректність отриманих результатів дисертаційної роботи. Проведені дослідження в достатній мірі розкривають проблематику збільшення об'ємів ансамблів складних сигналів. Основні положення дисертаційної роботи є науково обґрунтованими та засновані на методах та фундаментальних аспектах методів теорії ймовірностей і випадкових процесів, статистичної теорії зв'язку, теорії математичного програмування, теорії оптимізації та числових методів обробки емпіричних даних. Обґрунтованість висновків та рекомендацій, представлених у дисертаційній роботі, обумовлена коректним формулюванням оптимізаційних задач, що, з математичної точки зору представляють завдання розробки методів формування ансамблів складних сигналів для когнітивних телекомуникаційних систем. Для підтвердження обґрунтованості наукових

результатів і висновків, а також отримання відповідних практичних результатів автором використано методи теорії алгоритмів, теорії ймовірності та методи математичного моделювання, математичного аналізу та синтезу. Отримані у дисертаційній роботі результати не суперечать фундаментальним положенням теорії телекомунікацій та теорії інформації.

4. Достовірність і новизна результатів дисертаційної роботи

Достовірність отриманих у дисертаційній роботі наукових результатів підтверджується збіжністю з числовими даними, які отримані у ході досліджень із використанням запропонованих методів формування ансамблів складних сигналів для когнітивних телекомунікаційних систем та порівнянням їх ефективності з існуючими методами. Для підтвердження достовірності сформульованих висновків автором проведений детальний аналіз відомих результатів та наукових досягнень у обраній предметній області.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у розробці методів формування ансамблів складних сигналів для когнітивних телекомунікаційних систем, які дозволяють збільшити об'єм ансамблів при забезпеченні низького рівня завад множинного доступу.

Найбільш цінними з точки зору новизни є такі наукові результати.

1. Вперше розроблено метод перестановок частотних елементів сигналів шляхом повного перебору, який дозволяє збільшити об'єм ансамблів складних сигналів за рахунок аналізу всіх можливих комбінацій частотних елементів з подальшим вибором оптимального варіанта перестановок.

2. Удосконалено метод формування ансамблів складних сигналів, які отримані шляхом перестановки часових інтервалів послідовностей, та відрізняється від відомих формуванням центрованого ряду на основі середнього значення максимальних викидів бічних пелюсток ФВК, застосування якого дозволяє знизити рівень завад множинного доступу і збільшити об'єм ансамбля.

3. Отримав подальший розвиток метод формування ансамблів складних сигналів на основі послідовностей з покращеними взаємокореляційними властивостями, які отримані шляхом смугової фільтрації з перестановками та

реалізований на основі виділенні із спектру послідовностей рівних смуг з наступним перенесенням в спільну область частот і подальшим застосуванням перестановок, що дозволяє збільшити об'єм ансамблів складних сигналів при заданому рівні завад множинного доступу.

На основі запропонованих методів формування ансамблів складних сигналів для когнітивних телекомунікаційних систем автором розроблено алгоритми, що лежать в основі їх програмної реалізації.

Результати дисертаційної роботи можуть бути використані для підвищення ефективності використання радіочастотного ресурсу як існуючих, так і перспективних когнітивних телекомунікаційних мереж на основі систем з кодовим розділенням каналів.

5. Повнота викладу наукових результатів дисертаційної роботи у опублікованих працях

Результати наукових досліджень відображені в 11 друкованих працях, зокрема в 6 статтях у наукових фахових виданнях України (з них 5 – у наукових фахових виданнях України, 1 – у журналі, внесеному до міжнародної наукометричної бази даних WEB OF SCIENCE), 5 публікацій в матеріалах міжнародних наукових конференцій.

6. Відповідність дисертаційної роботи встановленим вимогам

Дисертаційна робота написана грамотною науково-технічною мовою, матеріал викладено послідовно, структуровано та логічно. Структура та застосовані правила оформлення дисертації відповідають вимогам п.п. 9, 11–14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. (зі змінами та доповненнями), та Наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації», відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Зміст автoreферату, в частині основних положень і результатів, зроблених висновків та запропонованих рекомендацій достатньою мірою відображає зміст дисертації.

Стиль викладу матеріалів досліджень, наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечує доступність їх сприйняття.

7. Зауваження до дисертаційної роботи

За результатами аналізу дисертаційної роботи можна виділити такі недоліки.

1. Зважаючи на те, що у дисертаційній роботі запропоновано методи збільшення об'єму ансамблів складних сигналів доцільно привести визначення поняттю великого ансамбля сигналів, яке відсутнє.

2. У дисертації при моделюванні методу формування ансамблів складних сигналів на основі послідовностей з покращеними взаємокореляційними властивостями, які отримані шляхом смугової фільтрації з перестановками, відсутнє пояснення стосовно обраній кількості вхідних послідовностей.

3. В дисертаційній роботі широко розглянуті дослідження взаємокореляційних властивостей складних сигналів, які формуються на основі розроблених методів. Однак, доцільно було б провести більш детальне дослідження ймовірнісного розподілу максимальних значень бічних пелюсток функції взаємної кореляції.

4. Відсутнє техніко-економічне обґрунтування розроблених автором методів, таких як витрати на реалізацію методів формування ансамблів складних сигналів. Тому, інформація стосовно отриманого практичного виграту виглядає дещо неповною.

Слід зазначити, що вказані недоліки не знижують загального позитивного враження від дисертаційної роботи.

8. Висновки

Дисертаційна робота Індика Сергія Володимировича на тему: «Методи формування ансамблів складних сигналів для когнітивних телекомунікаційних систем» є завершеним дослідженням, в якому отримані нові науково обґрунтовані результати, що в сукупності розв'язують актуальне науково-прикладне завдання, яке полягає у розробці методів формування ансамблів складних сигналів для когнітивних телекомунікаційних систем.

Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Автореферат об'єктивно та з достатньою повнотою відображає зміст і основні положення дисертаційної роботи.

Результати дисертаційної роботи належним чином апробовані на конференціях та опубліковані у наукових періодичних виданнях (відповідно до положень чинного наказу №1112 МОН України від 17.10.2012, зокрема п. 2.1).

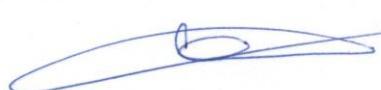
Дисертаційна робота відповідає п.п. 9, 11, 12–14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. (зі змінами та доповненнями), та Наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», а її автор – Індик Сергій Володимирович – заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі.

Завідувач кафедри телекомунікацій

Національного університету

"Львівська політехніка",

д.т.н., проф.



М. М. Климаш

Підпис професора Климаша М. М. засвідчує,

Вчений секретар

Національного університету

"Львівська політехніка"

Р. Б. Брилинський

