

Міністерство внутрішніх справ України
Національна академія Національної гвардії України
Національна академія Державної прикордонної служби України
імені Богдана Хмельницького

Міністерство оборони України
Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки



«Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил безпеки і оборони»

Збірник тез доповідей
Міжнародної науково-практичної конференції

17 березня 2026 року, м. Харків



Харків, 2026

Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил безпеки і оборони : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (17 березня 2026 р., м. Харків.). – Харків : Нац. акад. НГУ, 2026. – 550 с.

Видання містить тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції «Застосування інформаційних технологій у підготовці та діяльності сил безпеки і оборони», яка відбулася 17 березня 2026 року в Національній академії Національної гвардії України (м. Харків).

Організатори конференції:

Національна академія Національної гвардії України (м. Харків);

Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького (м. Хмельницький);

Військовий інститут танкових військ Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків);

Харківський національний університет радіоелектроніки (м. Харків).

Holeichuk L., Trubchaninova K.

METHOD FOR SELECTING THE LENGTH OF TIME SEGMENTS TO IMPROVE THE INTERFERENCE ROBUSTNESS OF COMPLEX SIGNAL ENSEMBLES

In modern telecommunication systems, particularly in cognitive radio environments, improving the interference robustness of signal transmission requires the formation of complex signal ensembles with controlled correlation and spectral characteristics. One promising approach is the use of time-domain permutations, which modify the correlation structure of signals without significantly affecting their energy properties. However, the effectiveness of such methods strongly depends on the parameters of time-domain segmentation, particularly the length of the time segments.

In most existing approaches, the segmentation length is predefined or selected empirically, without considering its influence on the correlation and structural-spectral properties of the signal ensemble. At the same time, excessively small segments provide stronger attenuation of mutual correlation between signals but may introduce undesirable spectral distortions. Conversely, large segmentation lengths preserve the spectral structure of the signals but limit the ability to reduce correlation relationships within the ensemble.

This study proposes a method for selecting the time-segment length for forming ensembles of complex signals based on a predictive-optimization approach. The method evaluates the correlation properties and spectral deviations of the ensemble as functions of the segmentation parameter and determines the optimal segment length using an integrated objective function.

The proposed algorithm includes stages of time-domain segmentation, permutation of signal segments, evaluation of correlation characteristics, estimation of spectral deviations, and optimization of the segmentation parameter using a weighted criterion that balances correlation reduction and spectral stability.

The scientific novelty of the study lies in the development of a predictive-optimization mechanism for algorithmic selection of the time-segment length, which ensures coordinated control of correlation and structural-spectral properties of complex signal ensembles and improves their interference robustness.

The obtained results confirm that the proposed method enables the algorithmic determination of an optimal segmentation length that provides a compromise between correlation attenuation and preservation of spectral characteristics, ensuring improved stability and efficiency of complex signal ensembles in telecommunication systems.

УДК 621.391.1

Жученко О. С., Індик С. В.

МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ АНСАМБЛІВ РІЗНОЕНЕРГЕТИЧНИХ СКЛАДНИХ СИГНАЛІВ У НАДШИРОКОСМУГОВИХ СИСТЕМАХ МНОЖИННОГО ДОСТУПУ З КОДОВИМ РОЗДІЛЕННЯМ

Розвиток сучасних телекомунікаційних систем характеризується постійним зростанням вимог до пропускної здатності, завадостійкості та ефективності використання радіочастотного ресурсу. Одним із перспективних напрямів забезпечення цих вимог є використання надширокосмугових систем множинного доступу з кодовим розділенням, у яких передавання інформації здійснюється за допомогою ансамблів складних сигналів. Ефективність функціонування таких систем значною мірою визначається властивостями сигналів, що застосовуються, а також характером їх енергетичного та структурного розподілу в межах ансамблю. Особливої актуальності

набуває проблема аналізу та синтезу ансамблів різноенергетичних складних сигналів, для яких традиційні підходи, орієнтовані переважно на рівноенергетичні структури, виявляються недостатньо ефективними.

У системах множинного доступу з кодовим розділенням каналів кожному користувачу відповідає окремий сигнал або кодова послідовність, що дозволяє здійснювати одночасну передачу інформації в межах спільного частотно-часового ресурсу. Якість розділення сигналів у приймальному пристрої значною мірою визначається кореляційними властивостями сигналів ансамблю. Низькі значення взаємної кореляції між сигналами сприяють зменшенню рівня внутрішньосистемних завад і забезпечують підвищення завадостійкості системи зв'язку [1]. Однак у практичних умовах експлуатації систем зв'язку сигнали користувачів нерідко характеризуються різними рівнями енергії, що може бути зумовлено відмінностями у відстанях до базової станції, умовами поширення сигналів або особливостями функціонування передавальних пристроїв.

Наявність різноенергетичних сигналів призводить до ускладнення процесів аналізу та оцінювання ефективності ансамблів сигналів. Традиційні методи оцінювання, які базуються на припущенні про рівність енергетичних параметрів сигналів, у таких випадках не завжди дозволяють отримати адекватні результати [2]. У зв'язку з цим виникає необхідність розроблення узагальнених підходів, що забезпечують можливість аналізу ансамблів сигналів з урахуванням нерівномірного розподілу енергії.

Одним із можливих напрямів розв'язання цієї задачі є використання узагальнених характеристик ансамблю сигналів, які дозволяють описувати їх властивості у зручній аналітичній формі. З цією метою доцільним є введення показників, що відображають особливості структурної організації сигналів та характер розподілу енергії між ними. Використання таких показників дозволяє здійснювати порівняльний аналіз різних ансамблів сигналів та оцінювати їх придатність для використання у системах множинного доступу [3].

Для характеристики властивостей ансамблю різноенергетичних сигналів доцільно використовувати поняття структурного еквівалентного об'єму ансамблю. Даний показник характеризує умовну кількість рівноенергетичних сигналів, яка є еквівалентною за сумарною енергією вихідному ансамблю сигналів із нерівномірним розподілом енергії. Значення цього параметра відображає ступінь концентрації енергії в окремих сигналах та дозволяє оцінити вплив енергетичної неоднорідності сигналів на рівень внутрішньосистемних завад. За рівномірного розподілу енергії між сигналами значення структурного еквівалентного об'єму збігається з кількістю сигналів ансамблю, тоді як за значної енергетичної нерівномірності воно зменшується.

Також для аналізу енергетичних характеристик ансамблю сигналів може бути використаний показник енергетичного еквівалентного об'єму, який характеризує рівень рівномірності розподілу енергії між сигналами. Використання цього показника дозволяє кількісно оцінити вплив енергетичної структури ансамблю сигналів на характеристики системи зв'язку та визначити умови, за яких досягається найбільш ефективне використання енергетичних ресурсів системи.

Комплексне використання структурного та енергетичного еквівалентних об'ємів створює передумови для формування узагальнених критеріїв оцінювання ефективності ансамблів сигналів. Такі критерії дозволяють враховувати як кореляційні властивості сигналів, так і характер розподілу їх енергії, що забезпечує більш повне уявлення про потенційні можливості ансамблю сигналів щодо забезпечення необхідного рівня завадостійкості системи множинного доступу.

Запропонований підхід може бути використаний під час аналізу та синтезу ансамблів складних сигналів для надширокосмугових систем зв'язку. Урахування структурних і енергетичних характеристик сигналів дозволяє підвищити обґрунтованість вибору сигналів для систем множинного доступу, а також сприяє

підвищенню ефективності використання радіочастотного ресурсу.

Таким чином, застосування узагальнених характеристик ансамблів різноенергетичних сигналів дозволяє розширити можливості аналізу сигналів у системах множинного доступу та забезпечує більш повне врахування факторів, що визначають ефективність функціонування сучасних телекомунікаційних систем. Отримані результати можуть бути використані під час розроблення та вдосконалення систем надширокопосмугового зв'язку з кодовим розділенням каналів.

Список використаних джерел

1. Indyk S. V., Lysechko V. P., Zhuchenko O. S., Kulagin D. O., Kovtun I. V. The study of the cross-correlation properties of complex signals ensembles obtained by filtered frequency elements permutations // *Radio Electronics, Computer Science, Control*. – 2022. – Issue 2(61). – P. 15–23.
2. Індик С. В., Жученко О. С., Перець К. Г., Прокопенко О. Є. Оптимізація параметрів ансамблів складних сигналів великого об'єму // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті : тези стендових доповідей та виступів учасників 36-ї Міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті» (Харків, 16–17 листоп. 2023 р.). – Харків, 2023. – № 3 (дод.). – С. 43–44.
3. Комар О., Лисечко В., Індик С., Шевченко О. Метод параметричної оптимізації ансамблів складних сигналів // *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*. – 2025. – № 4(84). – С. 362–369. DOI: <https://doi.org/10.31891/2219-9365-2025-84-43>.

УДК 621.391

Крощенко Д. О.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАВАДОСТІЙКИХ КОДІВ ЛАБІ ДЛЯ КАНАЛУ З АДИТИВНИМ БІЛИМ ГАУСОВИМ ШУМОМ

В реальних умовах прийом двійкових символів завжди відбувається з помилками, коли замість символу «1» приймається символ «0» і навпаки. Помилки можуть виникати через завади, що діють у каналі зв'язку, зміни у часі характеристик передачі каналу, зниження рівня передачі, нестабільності характеристик каналу і т. ін. Для боротьби із завадами в системах передавання даних застосовується завадостійке кодування. Воно дозволяє здійснити захист даних в пам'яті обчислювального пристрою, накопичувачах інформації. Тому, можливості підвищення завадостійкості передавання інформації каналами з завадами, за рахунок використання коректувальних кодів, обумовлюють їхнє широке застосування в телекомунікаційних системах різного призначення [1,2].

Коди Лабі були розроблені для каналів стирання і забезпечення надійного передавання даних. Особливістю даних кодів є використання спеціального закону розподілу імовірностей, на основі якого формуються кодові символи. Було проаналізовано можливість адаптації кодів на основі перетворення Лабі для каналу з адитивним білим гаусовим шумом. Розглянуто основні проблеми класичних кодів Лабі для даного каналу, а саме відсутність оптимізації під співвідношення сигнал/шум, надлишковість при низькому співвідношенні сигнал/шум, неефективність структури графа [3].

Було більш детально представлено особливості процесу оптимізації кодів Лабі для моделі каналу з адитивним білим гаусовим шумом. Запропоновано узагальнений алгоритм оптимізації завадостійких кодів Лабі для каналу з адитивним білим гаусовим шумом, який включає в себе оцінку співвідношення сигнал/шум, обмеження символів з високим ступенем, забезпечення рівномірного покриття, проведення чисельної

Наукове видання

**«Застосування інформаційних технологій
у підготовці та діяльності
сил безпеки і оборони»**

Збірник тез доповідей
Міжнародної науково-практичної конференції

Відповідальний за випуск *О. Ю. Іохов*

В авторській редакції

Комп'ютерне укладання і верстання: *О. О. Новикова*

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 34,38. Тираж 30 пр. Зам. № 339.

Видавець і виготовлювач Національна академія Національної гвардії України
Майдан Захисників України, 3, м. Харків, 61001.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4794 від. 24.11.2014 р.