

В.Ю. СЕМЕНОВ

Київський академічний університет, Київ, Україна,
e-mail: vasyl.delta@gmail.com.

Є.В. СЕМЕНОВА

Інститут математики НАН України, Київ, Україна;
Київський академічний університет, Київ, Україна,
e-mail: semenovaevgen@gmail.com.

МЕТОД СЛІПОГО РОЗДІЛЕННЯ СИГНАЛІВ З ФАЗОВОЮ МАНІПУЛЯЦІЄЮ НА ОСНОВІ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ

Анотація. Розглянуто задачу одноканального сліпого розділення двох сигналів з фазовою маніпуляцією та невідомими параметрами. Ця задача є особливо важливою для систем зв'язку, в яких два сигнали займають одну й ту саму частотну смугу. Показано, що задачу сліпого розділення можна звести до задачі багатокласової класифікації, яку можливо розв'язати за допомогою сучасних методів машинного навчання. Для розв'язання цієї задачі запропоновано застосування чотиришарової нейронної мережі. Ефективність такого методу перевірено на BPSK- та QPSK-сигналах за різних співвідношень амплітуд і за різних рівнів шуму. Також показано, що за відсутності одного з сигналів запропонований метод розділення ефективно виконує демодуляцію наявного сигналу.

Ключові слова: сліпе розділення, BPSK-сигнал, QPSK-сигнал, нейромережа.

DOI 10.34229/KCA2522-9664.26.4.13

ВСТУП

Стрімкий розвиток цифрового зв'язку потребує розроблення ефективніших методів використання частотного ресурсу. Хоча сучасні методи завадостійкого кодування дають змогу працювати на швидкостях, наближених до теоретичної межі Шеннона, ємність каналу можна суттєво збільшити, використовуючи технології «носії у носії» (також відомі як Paired-Carrier Multiple Access або Carrier-in-Carrier), у яких декілька сигналів займають одну і ту саму смугу частот [1]. Модеми з технологією «носії у носії» функціонують в одній смузі пропускання, використовуючи загальновідомі методи ехокомпенсації сигналів, оскільки свій власний сигнал є для них відомим. Проте в таких сферах застосування, як некооперативний зв'язок, завдання радіорозвідки та аналіз спектра виникає потреба у виконанні сліпого розділення двох (або більше) невідомих сигналів.

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Загальну постановку задачі сліпого розділення схематично наведено на рис. 1. Існує p джерел сигналів, які змішуються певною векторною функцією на фоні адитивного шуму. Використовуючи m сенсорів, алгоритм розділення має отримати оцінки сигналів від різних джерел.

Методи сліпого розділення сигналів інтенсивно розвиваються з 1990-х років і знаходять застосування у широкому колі телекомунікаційних задач. На сьогодні запропоновано велику кількість підходів до розв'язання задачі сліпого розділення. Більшість із них передбачає, що кількість сенсорів не менша за кількість джерел [2]. Проте на практиці частіше трапляється випадок, коли наявними є один сенсор та кілька джерел, тобто коли має місце «недовизначена» задача сліпого розділення [3–6]. Якщо кількість сенсорів менша за кількість джерел, то задача сліпого розділення виявляється надзвичайно складною для