

П.Ю. КОСТЕНКО

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна, e-mail: *kpyu@ukr.net*.

К.С. ВАСЮТА

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна, e-mail: *kohafish@ukr.net*.

В.В. СЛОБОДЯНЮК

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна, e-mail: *sloval@i.ua*.

Р.О. КАЧАЙЛО

Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, Україна, e-mail: *rkacajlo@gmail.com*.

**ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ЗМЕНШЕННЯ ШУМУ В СИГНАЛАХ
З АМПЛІТУДНОЮ ТА ФАЗОВОЮ МАНІПУЛЯЦІЄЮ
ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ATS-АЛГОРИТМУ**

Анотація. Досліджено якість відновлення спотвореного адитивним шумом сигналу з використанням ATS-алгоритму (Attractor Trajectory Surrogates), який зменшує вплив адитивного шуму в спостереженнях сигналів з ASK- та PSK-маніпуляціями їхніх параметрів. Для визначення числової міри якості відновлення сигналу запропоновано використання SG-статистики, яка дає змогу отримати відповідні числові значення індексу передбачуваності результатів спостереження сигналу та його відновлення. Отримано методичну похибку відновлення сигналу, яка виникає під час застосування ATS-алгоритму. Показано, що використання SG-статистики як міри похибки відновлення сигналу дає змогу визначити його ефективність. Отримано числові значення похибок відновлення сигналів та проаналізовано методичні похибки ATS-алгоритму для ASK- та PSK-сигналів, що маніпулювані «білими» та «кольоровими» повідомленнями. З'ясовано, що на похибку відновлення сигналу впливають параметри алгоритму. Надано рекомендації щодо параметрів ATS-алгоритму, які уможливають його кращу ефективність стосовно чутливості до рівня шумів та їхніх розподілів. Показано, що внесок методичної похибки у похибку відновлення сигналу зменшується щодо рівня шуму у разі його збільшення. У разі застосування запропонованого ATS-алгоритму отримуємо більші середні значення SG-статистики.

Ключові слова: SG-статистика, індекс передбачуваності, ATS-алгоритм, похибки відновлення, ASK- та PSK-сигнали.

ВСТУП. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

У сучасних дослідженнях методів зменшення шумів у спостереженні сигналів часто використовують методи та алгоритми нелінійної динаміки для оброблення сигналів. Існує декілька напрямків застосування таких алгоритмів для зменшення шуму в результатах спостереження сигналу, які ґрунтуються на технологіях сурогатних даних (ТСД). Аналізу методів ТСД присвячено роботи [1–9]. Ця технологія дає змогу розв'язувати проблему дефіциту виміральної інформації, яка виникає, коли неможливо отримати декілька незалежних реалізацій результатів спостереження або спостереження недостатньо інформативне (невеликий обсяг вибірки). Згідно з ТСД формується ансамбль сурогатних реалізацій, створених за результатом спостереження сигналу [1–4].

ТСД застосовано у роботах [5–7] для розв'язування задач спектрального аналізу, оброблення зображень та підвищення точності оцінки параметрів сигналу.

У роботі [8] запропоновано формування імітаційних перешкод для сигналів будь-якої форми шляхом застосування ТСД. Зокрема, було проаналізовано ATS-алгоритм, який використовують для створення сурогатних реалізацій для