

УДК 621.391

Воробкало Т.В., к.т.н., доцент

Воробкало О.К., студент

Черкаський державний технологічний університет

ОЦІНЮВАННЯ ІНФОРМАТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ РАДІОСИГНАЛУ У БАГАТОКАНАЛЬНИХ СИСТЕМАХ ЗА УМОВ НЕГАУСІВСЬКИХ ЗАВАД

В радіотехнічних системах інформація передається за допомогою фізичних параметрів радіосигналів. Параметри, які змінюються відповідно до переданої інформації, називаються інформативними параметрами. Вибір параметра визначає тип модуляції, можливу завадостійкість, смугу частот, енергетичну ефективність та складність приймально-передавальної апаратури. Одними з основних інформативних параметрів радіосигналів є частота, фаза та часові характеристики. Ці параметри зазвичай використовуються для визначення параметрів джерела сигналу та каналу передачі [1].

Оскільки радіосигнали надходять до приймача на фоні завад, процес визначення інформативних параметрів передбачає виконання процедур оцінювання цих параметрів. Одним з ефективних методів оцінювання параметрів випадкових величин є метод максимізації полінома [2], який дозволяє оптимально враховувати статистичні властивості негаусівських завад. Підвищити точність оцінювання інформативних параметрів радіосигналів, а отже – збільшити завадостійкість приймальної системи та покращити надійність її роботи, можна також шляхом використання багатоканальної обробки. Тому метою роботи є розроблення алгоритмів оцінювання інформативних параметрів радіосигналу в умовах негаусівських завад із використанням методу максимізації полінома та багатоканальної обробки, а також дослідження асимптотичних властивостей отриманих оцінок.

У роботі побудовано модель випадкової величини, що приймається багатоканальною системою і являє собою адитивну суміш радіосигналу та негаусівської завади. Для опису завади використано моментно-кумулянтний підхід. Невідомими інформаційними параметрами, що підлягають оцінюванню, є частота сигналу та час запізнення, які, відповідно, несуть інформацію про радіальну швидкість та просторове положення джерела випромінювання. Усі інші параметри радіосигналу та завади вважаються априорно відомими.

Відповідно до методу максимізації полінома у роботі розроблено алгоритми для знаходження оцінок частоти та часу запізнення радіосигналу при багатоканальному прийомі на фоні негауссівських завад при 1-му, 2-му та 3-му степенях поліному. Якщо невідомий лише один з параметрів, його оцінка визначається з розв'язку відповідного рівняння; якщо невідомі обидва параметри – виконується їх сумісне оцінювання шляхом розв'язку системи двох рівнянь.

Також у роботі досліджено точність алгоритмів оцінювання. При першому степені полінома отримується лінійна оцінка, яка не залежить від кумулянтних коефіцієнтів негауссівської завади. Дисперсії таких оцінок стандартно залежать від відношення сигнал/шум, кількості вибірових значень та числа приймальних пристроїв і не демонструють покращення точності, слугуючи базою для порівняння з нелінійною обробкою при використанні поліномів вищих степенів.

При другому та третьому степені стохастичного полінома отримано дисперсії оцінок частоти та часу запізнення радіосигналу, які при порівнянні з лінійною обробкою демонструють зменшення дисперсії оцінок завдяки врахуванню коефіцієнтів асиметрії та ексцесу завади. Введено коефіцієнт ефективності, який показує ступінь покращення точності порівняно з лінійною обробкою. Показано, що при ненульових значеннях асиметрії та ексцесу дисперсія оцінок із ростом степеня полінома зменшується та прямує до нуля при наближенні параметрів розподілу завади до граничних значень.

Для сумісного оцінювання двох інформаційних параметрів побудовано варіаційні матриці, з яких видно, що спільне оцінювання параметрів приводить до збільшення їх дисперсій порівняно з окремим оцінюванням але при цьому зберігається покращення точності завдяки врахуванню характеристик негауссівської завади.

Отже, використання методу максимізації полінома дозволяє отримати більш точні оцінки інформативних параметрів радіосигналу при багатоканальному прийомі в умовах негауссівських завад порівняно з традиційними методами, що ґрунтуються на припущенні гауссівського характеру завад. Розроблені алгоритми можуть бути покладені в основу високоточних пристроїв радіолокаційного визначення параметрів джерела сигналу у реальних заводових умовах.

Список використаних джерел:

1. Васильєв В. М. Радіонавігаційні системи: підручник / В. М. Васильєв. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023. – 338 с.
2. Kunchenko Y.P. Polynomial parameter estimation of close to Gaussian random variables. – Aachen: Shaker Verlag, 2002. – 396 p.