

УДК 621.391

СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ СИГНАЛІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЙОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ СКЛАДОВИМ ВЕКТОРНИМ ВИПАДКОВИМ ПРОЦЕСОМ

Репечінський О.В.

Науковий керівник – професор каф. ІМІ Тихонов В.А.

Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ІМІ,
м. Харків, Україна

тел. +38(096)-77-28-195 , e-mail: oleksandr.repechinskyi@nure.ua

The work investigates the SVRP model of the process vector, which consists of subvectors of shorter length, and its properties for the analysis and modeling of non-stationary data with trend and seasonal components. The change in the frequency of a single-mode signal with an increase in the length of the subvector was studied and formulas for its estimation were proposed. The use of the SVRP model and decimation as methods of long-term analysis are compared. It is shown that the use of a long-term model of the AR signal in the SVRP presentation allows to obtain an increase in resolution.

В роботі розглянуто можливості розробленого подання випадкового сигналу у вигляді складового векторного випадкового процесу (СВВП) для аналізу параметричної спектральної щільності потужності (СЩП). Досліджено застосування СВВП для синтезу та аналізу стаціонарних та нестационарних випадкових процесів, синтезу моделі авторегресії (АР) [1, 2]. Увагу приділено на вплив довжини підвектора СВВП на положення моди СЩП, роздільну здатність двох близько розташованих за частотою мод з використанням моделі АР. Актуальність роботи пов'язана із застосуванням СВВП [3] для вирішення типових завдань оцінки СЩП, підвищення роздільної здатності СЩП, синтезу випадкових процесів із заданими спектральними характеристиками, а також моделюванню та довгостроковому аналізу випадкових процесів. Мета роботи полягає у дослідженні основних потенційних можливостей уявлення випадкового процесу у вигляді СВВП для аналізу його СЩП [4]. Показано подібність та відмінність уявлення процесу СВВП з методом децимації при довгостроковому аналізі, що здійснюється шляхом зниження частоти дискретизації. Отримані спектральні оцінки підтверджуються оцінками СЩП з використанням СВВП процесів, та одержаних корелограмним методом. Процеси у статистичній радіотехніці можна уявити як вектор, координатами якого є його відліки. У ряді випадків цей вектор корисно представити як послідовність підвекторів меншої довжини, ніж сам вектор. Наприклад, для процесів із сезонною складовою, яка складається з середньомісячних температур, довжина підвектора становить 12 відліків. У роботі запроваджено та досліджено поняття моделі СВВП вектора процесу, що складається з підвекторів меншої довжини. Подано основні властивості такої моделі процесу, який має кореля-

ції підвекторів. Побудовано модель АР корельованого випадкового процесу у СВВП поданні. Для імітаційного моделювання випадкового процесу використовувався зв'язок коренів характеристичного рівняння та коефіцієнтів АР. Показано деякі аспекти використання моделі СВВП для аналізу та моделювання нестационарних даних, що містять трендову та сезонну складові. Використання моделі СВВП дозволяє аналізувати вид нестационарності, що враховує довгострокову зміну сезонної складової.

За допомогою запропонованої процедури порівняно просто формується процес АР в СВВП поданні за заданими частотами мод СЦП. Аналіз властивостей довгострокової СЦП вказує на подібність обробки сигналів на основі СВВП з процедурою децимації як методу довгострокового аналізу шляхом зниження частоти дискретизації. Проте ця схожість обмежена. При децимації більшість даних відкидається, а при використанні моделі СВВП враховуються всі дані при усередненні щоб одержати оцінки СЦП. Ця відмінність наочно демонструється під час аналізу довгострових змін температур, коли відкидання даних призводить до втрати інформації, і, зрештою, до спотворення СЦП.

У роботі досліджено зміну частоти одномодового сигналу зі зростанням довжини підвектора. Запропоновано формули для оцінки частоти, що зв'язують теоретичну частоту моди, що задається при синтезі формуючого фільтру, з отриманою оцінкою, при збільшенні довжини підвектора. Показано, що використання довгострокової моделі АР сигналу в СВВП поданні дозволяє отримати більше розрізнення мод СЦП.

Збільшення частоти моди зі зростанням довжини підвектора служить основою отримання високої роздільної здатності. Показано, що різниця частот положення мод у СЦП збільшується і роздільна здатність зростає зі збільшенням довжини підвектора. Цей ефект продемонстровано на двомодовому сигналі. Зі збільшенням довжини підвектора спостерігається зростання відстані між частотами мод. Це дозволяє сподіватися на підвищення розділу СЦП сигналу з близько розташованими частотами мод. Для підтвердження знайдених спектральних оцінок у СВВП представленні, отримані корелограмним методом оцінки двомодової СЦП в СВВП поданні. Практичний збіг отриманих оцінок частот мод підтверджує результати досліджень, що базуються на моделюванні АР.

Список використаних джерел. 1. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1974. – Вып.1. – 406 с. 2. Марпл.–мл. С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. – М.: Мир, 1990. – 584 с. 3. Тихонов В.А., Филь И.О. Статистическое моделирование составных векторных случайных процессов // Радиотехника. –2011 – №165 – С. 7-9. 4. V.A. Tikhonov, K.V. Natrebenko, and I.O. Fil. Correlation Analysis of Compound Vector Random Processes// Telecommunications and Radio Engineering, Begell House Inc., New York City, USA, 2015, Vol. 74, #13, pp. 1167 – 1173.