

МОДЕЛИ ЛИНЕЙНОГО ПРЕДСКАЗАНИЯ СОСТАВНЫХ ВЕКТОРНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

Филь И.О.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., проф. Тихонов В.А.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
(61166, Харьков, пр. Ленина,14, каф. РЭС тел. (057) 702-15-87),

The article considers a model of linear prediction composite vector stochastic process. Expressions are obtained parametric evaluation of power spectral density, moving average model, autoregressive difference equation.

Модели линейного предсказания используются в теории синтеза и анализа линейных систем. С их помощью строятся модели систем, наилучшим образом объясняющих наблюдения. К таким системам, в частности, относятся формирующие и обеляющие фильтры на основе линейного предсказания. Методом формирующего фильтра по моделям линейного предсказания можно получить составные векторные случайные процессы (СВСП), свойства которых рассматривались на имитационных процессах с заданными статистическими характеристиками спектра.

Разностное уравнение АР СВСП [1] имеет вид аналогичный [2]

$$\vec{x}_i = \sum_{s=1}^p \Phi^n[s] \vec{x}_{i-s} + \vec{a}_i, \quad (1)$$

где $\Phi^n[s]$ – коэффициенты АР СВСП, p – порядок модели АР СВСП, \vec{a}_i – векторы длиной n отсчетов белого шума. Для нахождения коэффициентов АР векторов процесса умножим (1) на подвектор \vec{x}_{i-j} и усредним. После несложных преобразований получим уравнения типа Юла – Уокера для расчета параметров модели АР СВСП

$$R^n[j] = \sum_{i=1}^p \Phi^n[i] R^n[i-j], \quad j = 1, 2, \dots, p.$$

Выражение для параметрической оценки СПМ имеет вид

$$P^n(f) = \frac{D_a^n}{\left| 1 - \sum_{i=1}^p \Phi^n[i] e^{-j2\pi f k T} \right|^2}.$$

Подобным образом можно получить выражения для модели СС СВСП.

Теоретические положения модели АР СВСП проверялись методами статистического моделирования [3, 4]. СВСП состоял из подвекторов длиной 3 отсчета. Характеристики спектра СВСП (частота пика и ширина полосы пика) выбирались следующими: $f_1 = 200$, $\Delta f_1 = 30$. Частота дискретизации составляла $F_d = 1/T = 1000$. Процесс был получен методом форми-

рующего фильтра с помощью порождающего белого гауссова шума.

Использование классических методов линейного предсказания для моделирования СВСП приводит к сложным моделям с высоким порядком, что влечет многомодовость параметрических оценок спектров. Применение разработанной теории модели АР СВСП, позволяет получить для имитационного процесса модель АР второго порядка с одномодовым параметрическим спектром (рис. 1а). Параметрический спектр, найденный по коэффициентам классической модели АР, показан на рис. 1б. Как видно из графика, он не позволяет выделить спектр колебаний подвекторов СВСП, теоретические характеристики которого составляют $f_1 = 200$, $\Delta f_1 = 30$.

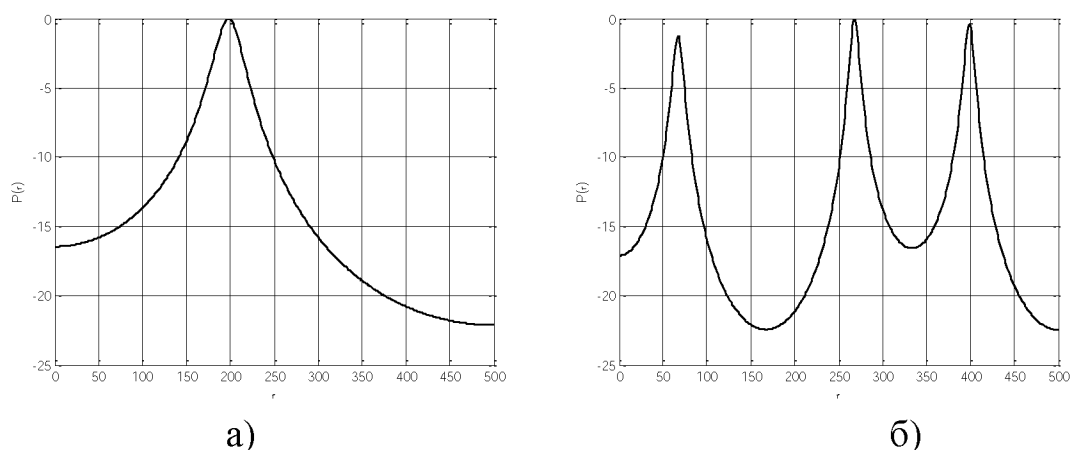


Рисунок 1 – Выборочные параметрические оценки спектра: а) по модели АР СВСП, б) по классической модели АР(10)

Анализ графиков показывает достаточно хорошее соответствие спектров заданным параметрам, что подтверждает точность выбранной модели АР СВСП.

Литература: 1. Тихонов В.А., Кудрявцева Н.В., Филь И.О. Математические модели составных векторных случайных процессов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011 – №2/4(50). – С. 17–20. 2. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1974. – Вып.1. – 406 с. 3. Тихонов В.А., Филь И.О. Статистическое моделирование составных векторных случайных процессов // Радиотехника. –2011 – №165 – С. 7-9. 4. Тихонов В.А., Кудрявцева Н.В., Филь И.О. Подавление помех фильтрами на основе аддитивных моделей линейного предсказания // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011 – №1/4(49). – С. 22–24.