

## ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ МЕТОДОМ СИНГУЛЯРНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА

*Н.М. ЧАПАРОВ, Е.А. ЯКИМОВ, А.И. ЯКИМОВ*

The software package for the study of time series by the singular spectrum analysis is presented in this article

Ключевые слова: программный модуль, сингулярный спектральный анализ, трендовая составляющая, гармоническая составляющая, шумовая составляющая

Сингулярный спектральный анализ (ССА) [1] является полезным инструментом, который может использоваться для того, чтобы решить следующие задачи: обнаружение тенденций в различных областях; сглаживание; извлечение (обнаружение) компонентов сезонности; одновременное извлечение (распознавание) циклов с маленькими и большими периодами и др.

Математической основой ССА-метода является сингулярное разложение. Для успешного применения ССА-метода следует последовательно пройти несколько шагов: вложение временного ряда в траекторную матрицу; сингулярное разложение с нахождением собственных чисел и ортонормированных собственных векторов; группировка элементарных матриц по принципу принадлежности к тренду, периодическим колебаниям или к шуму; диагональное усреднение с получением нескольких временных рядов: один описывает тренд исходного временного ряда, другой – периодические колебания, а третий – шумовые составляющие.

Для исследования временных рядов методом ССА разработан программный модуль BelSim2#.SSA, который предназначен для исследования числовых последовательностей данных и как специализированный инструмент для проведения исследований ССА. До разработки BelSim2#.SSA исследования проводились на основе комплекса информационных технологий, представленных табличным процессором MS Excel, математическим пакетом Mathcad и пакетом статистической обработки данных Statistica [2]. Такая методика является достаточно трудоемкой из-за значительного числа ручных операций.

В программном модуле BelSim2#.SSA на этапе группировки используются сингулярные вектора и лепестковые диаграммы (вкладка «Лепестковые диаграммы»), которые являются аналогом графика в полярной системе координат. По особенностям представления сингулярных векторов принимается решение о принадлежности их одной группе.

В программном коде для этого процесса написана специальная процедура:

*double[,] razlozheniye(double[,] A\_T, double[,] u, int n, int index, ref double[] T).*

После группировки составляющих в окне «Сингулярные вектора» в зависимости от index (0, 1, 2) процедура возвращает тренд, периодику и шум. На последнем шаге базового алгоритма каждая матрица сгруппированного разложения переводится в новый временной ряд.

Выходной файл, создаваемый программой, представляет собой текстовый файл и графические файлы. Выходной текстовый файл хранит в себе следующую информацию: исходный временной ряд; численные значения трендовой, периодической и шумовой составляющей. Выходные графические файлы содержат графики исходного ряда; сингулярных векторов; сингулярных чисел; лепестковые диаграммы левых и правых сингулярных векторов; трендовой, периодической и шумовой составляющей.

Программный модуль разработан на основе платформы .NET Framework 4.0 в среде программирования Microsoft Visual Studio 2008 с применением объектно-ориентированного языка программирования C#.

### Литература

1. Golyandina, N. Analysis of Time Series Structure: SSA and Related Techniques / N. Golyandina, V. Nekrutkin, A. Zhigljavsky. – Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2001. – 310 p.
2. Якимов, Е. А. Исследование SSA-метода на основе комплексного применения информационных технологий / Е. А. Якимов // Доклады БГУИР. – 2010. – № 2(48). – С. 77–83.