

Аппроксимация градуировочных характеристик измерительных каналов в условиях малой чувствительности к измеряемым параметрам

В.В. ТУЛУПОВА

Институт проблем управления сложными системами РАН, Самара
e-mail: tulupova@iccs.ru

При аппроксимации градуировочных характеристик измерительных каналов полиномиальными функциями нескольких переменных по методу наименьших квадратов возникает целый ряд реализационных трудностей из-за малой чувствительности к измеряемым параметрам и неточности экспериментальных данных, приводящих к потере состоятельности аппроксимирующей функции и невозможности достичь гарантированной точности. Рассматривается возможность использования метода интервального представления полиномиальных регрессий, в котором вводится понятие интервального образа аппроксимирующей функции, процедура оценки параметров которой сводится к приближенному вычислению чебышевского альтернанса методами линейной оптимизации. Проводятся сравнительные исследования характеристик аппроксимирующих функций обоих методов и формулируются практические рекомендации.

В работе [1] рассматривается задача аппроксимации градуировочных характеристик (ГХ) измерительных каналов полиномиальными функциями нескольких переменных по методу наименьших квадратов. Предполагается, что семейство ГХ является функцией трёх измеряемых координат (x, y, z) и температуры окружающей среды (Θ) . Тогда для его аппроксимации используется полиномиальная функция четырех переменных:

$$C = f(x, y, z, \Theta) = \sum_{i_1=0}^{I_1} \sum_{i_2=0}^{I_2} \sum_{i_3=0}^{I_3} \sum_{i_4=0}^{I_4} a_{i_1 i_2 i_3 i_4} x^{i_1} y^{i_2} z^{i_3} \Theta^{i_4}$$

где (x, y, z, Θ) — переменные, $a_{i_1 i_2 i_3 i_4}$ — коэффициенты, I_1, I_2, I_3, I_4 — степени полинома.

Использование этого подхода при решении ряда практических задач приводит к реализационным трудностям из-за неточных экспериментальных данных, измеряемых в процессе градуировки, существенной нелинейности аппроксимируемой функции и наличия области малой чувствительности к измеряемым параметрам в рабочем диапазоне измерения. Следует отметить, что в результате не только ухудшаются свойства аппроксимирующего полинома, но и возрастают трансформированные составляющие погрешностей при использовании ГХ в системе измерения, основанных на совокупных методах измерения координат [1].

Рассматривается возможность использования для решения этой задачи метода интервального представления полиномиальных регрессий, в котором вводится понятие интервального образа аппроксимирующей функции, процедура оценки параметров которой сводится к приближенному вычислению чебышевского альтернанса методами линейной оптимизации [2, 3].

В отличие от известных подходов к задаче аппроксимации экспериментальных данных [4], неопределенность экспериментальных данных учитывается в нулевом коэффициенте полинома. По аналогии с [2] вводится понятие интервального образа полинома (интервал-полинома)

$$[C] = [a_{0000}] + \sum_{i_1=1}^{I_1} \sum_{i_2=1}^{I_2} \sum_{i_3=1}^{I_3} \sum_{i_4=1}^{I_4} a_{i_1 i_2 i_3 i_4} x^{i_1} y^{i_2} z^{i_3} \Theta^{i_4}$$

Простота выбранной конструкции интервал-полинома диктуется требованиями системы измерения, функционирующей в "жестком" реальном времени.

В представляемой работе проводятся сравнительные исследования характеристик аппроксимирующих функций обоих методов на примерах экспериментальных семейств ГХ и формулируются выводы по их возможному использованию.

Список литературы

- [1] Тулупова В.В. Системы измерения многокоординатных смещений торцов лопаток компрессора и лопастей винтовентилятора: Дисс. . . канд. техн. наук. Самара, 2005. 200 с.
- [2] Подружко А.А., Подружко А.С. Интервальное представление полиномиальных регрессий. М.: Едиториал УРСС, 2003. 48 с.
- [3] L.B. BELEN'KIY, V.V, TULUPOVA. The approximation of experimental calibration characteristics for measuring channels by means the metod of interval representation of polynomial regressions // Modern problems of applied mathematics and information technologies — AL-KHOREZMIY 2009. Ташкент, 2009 г. С. 122-123.
- [4] Жилин С.И. Нестатистические модели и методы построения и анализа зависимостей. Дисс. . . канд. физ.-мат. наук. Барнаул, 2004. 119 с.