

Математическое моделирование линейных процессов по наблюдениям с интервальными ошибками

Ю. И. Ничкова, Н.М. Оскорбин

АлтГУ, г. Барнаул

Ключевые слова: методы анализа данных, интервальная система линейных алгебраических уравнений, управляемое множество решений ИСЛАУ, вычислительный эксперимент

Целью исследования является изучение возможностей прикладного интервального анализа в задачах моделирования процессов при ошибках наблюдения всех переменных и его сравнения с методом наименьших квадратов. Исследование проводится методами компьютерного моделирования и вычислительного эксперимента.

Задача математического моделирования процессов при условии достаточно точных наблюдений за входными переменными и выходной переменной формулируется следующим образом [1]: найти функцию $y_0 = F(x, a)$ и доверительный интервал $[\varepsilon_H, \varepsilon_V]$ для значений ε_y . Тогда на практике можно оценить ожидаемые значения выходной переменной при известных значениях вектора x : $y_0 + \varepsilon_H \leq y \leq y_0 + \varepsilon_V$.

Для моделирования процессов при ошибках наблюдения всех переменных используется подход, описанный в работе [2], в которой оценки параметров линейного процесса сводятся к решению интервальных систем линейных алгебраических уравнений (ИСЛАУ). В нашей работе мы проводим исследование управляемого множества решений ИСЛАУ, применимость которого в рассматриваемой задаче отмечена в [3].

В матричной форме ИСЛАУ записывается интервальной $(N \times n)$ матрицей \mathbf{A} коэффициентов и $(N \times 1)$ интервальным вектором правой части \mathbf{b} в следующем виде: $\mathbf{A}x = \mathbf{b}$, где элементы матриц заданы интервалами: $A^H \leq \mathbf{A} \leq A^V$ и $B^H \leq \mathbf{b} \leq B^V$. Размерности матриц определяются числом наблюдений N и числом оцениваемых

коэффициентов моделируемого процесса n . Матрицы A^H, A^V и векторы B^H, B^V при анализе данных записываются с использованием результатов наблюдений и оценок интервальных ошибок, как правило, симметричных относительно нулевого значения.

В работе [3] показано, что управляемое множество $\Xi_{ctl}(\mathbf{A}, \mathbf{b})$ решений ИСЛАУ в решения R_+^n является многогранным множеством и задается системой линейных неравенств в следующем виде: $\Xi_{ctl}(\mathbf{A}, \mathbf{b}) = \{x \in R_+^n / A^V x \geq B^V; A^H x \leq B^H\}$. Таким образом, задача моделирования линейных процессов с ошибками наблюдения всех переменных сводится к решению совокупности задач линейного программирования. Например, для оценивания точечных значений коэффициентов линейного процесса допустимо использования оценки метода центра неопределенности, вычислительные задачи которого описаны в работе [1].

Записанные задачи моделирования процессов реализованы в среде Excel и проведены сравнения точечных оценок параметров процесса прикладного интервального анализа с оценками метода наименьших квадратов. Вычислительные эксперименты показали, что при малых ошибках измерения переменных процесса оценки МНК оказываются более точными. Приведены примеры таблиц наблюдений, анализ которых методом центра неопределенности дает по сравнению с МНК лучшие результаты.

Библиографический список

1. Максимов А.В., Оскорбин Н.М. Многопользовательские информационные системы: основы теории и методы исследования : монография. – 2-е изд. испр. и доп. – Барнаул : Изд-во Алт. ун-та, 2013.
2. Шарый С.П. Решение интервальной линейной задачи о допусках // Автоматика и телемеханика, № 10, 2004.
3. Мадияров М.Н., Оскорбин Н.М., Суханов С.И. Примеры интервального анализа данных в задачах моделирования процессов // Изв. Алт. гос. ун-та. – 2018. – № 1.

Сведения об авторах:

Ничкова Юлия Игоревна Email: yulia_alekhina@mail.ru

Оскорбин Николай Михайлович Email: osk46@mail.ru