

Н. А. Баранов, А. И. Знобищев (Москва, ВЦ РАН, ВУНЦ ВВС ВВА). Алгоритм расчетно-экспериментального оценивания качества функционирования системы с учетом коррекции теоретической модели в ходе испытаний.

Рассматривается задача оценивания показателя качества $k(\omega)$ функционирования некоторой системы на множестве условий ее применения $\omega \in \Omega$ [1]. Предполагается, что известна теоретическая модель $M(\omega, \mathbf{a})$ для оценивания $k(\omega)$, зависящая от вектора параметров $\mathbf{a}(\omega)$, которые зависят от условий функционирования системы. Однако априорные значения $\mathbf{A}_0 = \{\mathbf{a}_0(\omega)\}_{\omega \in \Omega}$ параметров системы известны не точно.

Модель $M(\omega, \mathbf{a})$ при известных значениях параметров системы позволяет вычислить для заданных условий оценку показателя качества $\tilde{k}(\omega, \mathbf{a})$, а также некоторый вектор, характеризующий функционирование системы в этих условиях (фазовые координаты системы) $\tilde{\mathbf{X}}(\omega, \mathbf{a})$: $(\tilde{k}(\omega, \mathbf{a}), \tilde{\mathbf{X}}(\omega, \mathbf{a})) = M(\omega, \mathbf{a})$.

При помощи эксперимента можно вычислить те же характеристики: $(k(\omega), \mathbf{X}(\omega)) = F(\omega)$. На основе невязки расчетных и экспериментальных данных можно выполнить идентификацию параметров системы для заданных условий: $\mathbf{a}(\omega) = R(\mathbf{X}(\omega), \tilde{\mathbf{X}}(\omega))$ [2], а затем осуществить коррекцию параметров системы для всей области допустимых условий ее функционирования [1].

Алгоритм оценивания $k(\omega)$, $\omega \in \Omega$, с заданной точностью ε строится следующим образом.

1. Вычисляется $\tilde{k}_i(\omega) = \tilde{k}(\omega, \mathbf{A}_i)$.
2. Вычисляется $\omega_{i+1} = \arg \max_{\omega \in \Omega} \|\text{grad } \tilde{k}_i(\omega)\|$.
3. Проводится эксперимент в условиях ω_{i+1} и вычисляются $(k(\omega_{i+1}), \mathbf{X}(\omega_{i+1}))$, $(\tilde{k}(\omega_{i+1}), \mathbf{a}_i(\omega_{i+1}), \tilde{\mathbf{X}}(\omega_{i+1}, \mathbf{a}_i(\omega_{i+1}))) = M(\omega_{i+1}, \mathbf{a}_i(\omega_{i+1}))$.
4. Осуществляется идентификация параметров модели в условиях ω_{i+1} : $\mathbf{a}_{i+1}(\omega_{i+1}) = R(\mathbf{X}(\omega_{i+1}), \tilde{\mathbf{X}}(\omega_{i+1}, \mathbf{a}_i(\omega_{i+1})))$.
5. Осуществляется корректировка параметров модели на всем множестве условий функционирования системы с учетом вновь полученных данных экспериментальных данных $\mathbf{a}_{i+1}(\omega_{i+1})$: $\mathbf{A}_{i+1} = G(\mathbf{A}_i, \mathbf{a}_{i+1}(\omega_{i+1}))$.
6. Вычисляется $\tilde{k}_{i+1}(\omega) = \tilde{k}(\omega, \mathbf{A}_{i+1})$.
7. Проверяется условие $|\tilde{k}_{i+1}(\omega) - \tilde{k}_i(\omega)| \leq \varepsilon$.
8. Если условие 7 не выполнено, то алгоритм повторяется с шага 3. В противном случае предполагается, что достигнута требуемая точность математической модели и на ее основе можно проводить оценку характеристик функционирования системы.

Работа выполняется при финансовой поддержке РФФИ (проект № 10-07-00381) и программы фундаментальных исследований ОМН РАН № 3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баранов Н. А., Васильев И. В. Агрегирование экспериментальных и расчетных данных при оценке показателей качества функционирования системы. — Обозрение прикл. и промышл. матем., 2010, т. 17, в. 1, с. 99–100.
2. Баранов Н. А., Васильев И. В. Восстановление возмущающего воздействия для многомерных динамических систем. — Информационно-измерительные и управляющие системы, 2008, № 7, с. 40–46.