XXX Юбилейная Неделя науки СПбГТУ. Материалы межвузовской научной конференции. Ч. V:
С. 69-71, 2002.

УДК 629.7.05(075.8)

А.В.Аристов (4 курс, каф. ИСУ), А.А.Андреев, к.т.н., доц.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ СТАТИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕДАЧИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АПРИОРНЫХ ЗНАНИЙ О ФИНИТНОСТИ СПЕКТРА ВХОДНОГО СИГНАЛА

В настоящее время актуальной является задача контроля систем управления, входные сигналы которых являются ненаблюдаемыми. При этом все измерения поступают с датчиков, входные сигналы которых можно записать выражением

$$x(t) = s(t) +$$ 1)

где *s(t)* — случайный процесс с финитным спектром ($-\omega_0;\ \omega_0$), являющийся аналитическим; $\eta(t)$ — центрированный стационарный случайный процесс (шум) $\omega > \omega_0$.

Процесс *s(t)* на интервале наблюдения [0;T] можно представить в виде [1]

$$s(t) = \sum_{k=0}^{N} C_k$$ (2,а)

с относительной погрешностью

$$\varepsilon = e^{\delta} - \sum_{k=0}^{N}$$ (2,б)

где $\delta = T\omega_0$, C_k – случайные коэффициенты, $t \in [0;T]$.

Передаточная функция контролируемой линейной системы, в общем случае, может быть представлена выражением

$$W(p) = \frac{\sum_{l=0}^{L} b_l \cdot p^l}{\sum_{m=0}^{M} a_m \cdot p^m}, L$$ (3)

используя выражение (2,б), можно определить N для заданной величины относительной погрешности.

Импульсную переходную функцию системы с конечной памятью при $t \in [0;T]$, входной сигнал которой имеет вид (2.а), можно представить как[1]

$$K_T(t) = \sum_{n=0}^{N} A_n \cdot t^n,$$ (4)

где A_n — постоянные коэффициенты, T∈[0; T].

Согласно [1] системы, передаточная функция которых имеет вид (3), за исключением случая L=0, не могут являться системами с конечной памятью. Последовательным включением корректирующего звена с передаточной функцией вида

$$R1(p) = \frac{1}{\sum_{l=0}^{L} b_l} \tag{5}$$

система может быть приведена к классу инерционных статических систем.

Далее последовательным включением корректирующего звена с передаточной функцией

$$R(p) = \frac{K_1}{W_1} \tag{6}$$

Исходная система может быть переведена в класс систем с конечной памятью с передаточной функцией $W_1(p)=W(p)R_1(p)$. Подставим $W_1(p)$ в (6), получим выражение

$$R(p) = \frac{K_T(p)}{W_1(p)} = \left[\sum_{n=0}^{N} A_n \frac{1}{p^{n+1}} - e^{-pT} \sum_{k=0}^{N} B_k \frac{1}{p^{n+1}}\right] \cdot \sum_{m=0}^{M} a \tag{7}$$

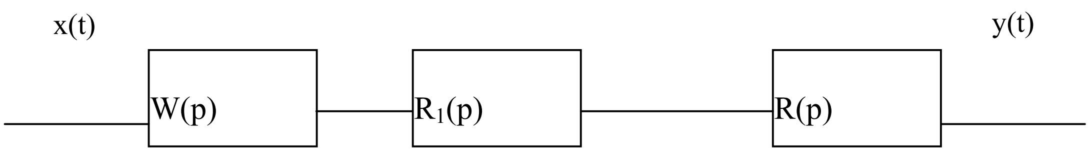
Раскрыв скобки, получим $R(p) = C(p) - e^{-pT} D(p),$ *где*

$$C(p) = \sum_{n=0}^{N} A_n \sum_{k=0}^{M} a_k p^{(k-n-1)}, \quad D(p) = \sum_{n=0}^{N} B_n \sum_{k=0}^{M} a_k p^{(} \tag{8}$$

$$B_n = \sum_{k=n}^{N} \binom{n}{k} T^{k-n} A_k. \tag{9}$$

где $K_T(p)=L\{K_T(t)\}-e^{-T\cdot p}L\{K_T(t+T)\}$, а $W_1(p) = W(p)R_1(p)$.

Структурная схема полученной системы с конечной памятью будет иметь следующий вид



Для реализации предложенного метода контроля параметров, будем синтезировать систему с конечной памятью как дифференцирующее звено N-ого порядка, что позволит погасить низкочастотную составляющую s(t) входного сигнала x(t) и оценить дисперсию сигнала y(t). Дисперсия y(t) будет являться постоянной с учётом погрешностей, определяемых принятыми математическими моделями. При изменении параметров передаточной функции W(p) память системы станет бесконечной, что приведёт к изменениям дисперсии сигнала y(t) во времени, отклонению её уровня за интервал допустимых значений. Варьируя параметры передаточных функций $R_1(p)$ и $R(p)$, используя, например, градиентный метод самонастройки, можно решать задачу идентификации параметров контролируемой системы.

При этом выражение для оценки дисперсии сигнала y(t) имеет вид

$$\mathrm{D}[y(t)] = \int_0^T\int_0^T K_T(\lambda)\cdot K_T(\tau)\cdot K_{SS}(t,\tau-\lambda)d\lambda d\tau + \int_0^T\int_0^T K_T(\lambda)\cdot K_T(\tau)\cdot K_{\eta\eta}(t,\tau-\lambda)(\qquad (10)$$

где $K_{SS}(t,\tau-\lambda)$ и $K_{\eta\eta}(t, \tau-\lambda)$ – автокорреляционные функции аналитической составляющей $s(t)$ и шума $\eta(t)$.

При изменении параметров b_i самонастройка параметров корректирующего звена позволит привести систему к классу статических инерционных систем с конечной памятью.

Предложенный метод оценки параметров линейных систем может быть использован для контроля параметров астатических систем управления с ненаблюдаемыми входами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Дуванов С.Г. Шекшня В.Л. Корректирующие устройства с конечной памятью в системах автоматического регулирования. М., Энергия, 1973

2. Пантелеев А.В. Якимова А.С. Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление в примерах и задачах: Уч. пособие.– М.:Высш. шк., 2001.– 445 с.

3. Андреев А.А., Киселёва Л.А., Потехина Е.В. Метод контроля параметров измерительных каналов в системах управления летательных аппаратов // Вычислительные, измерительные и управляющие системы: Сб. науч. трудов.- СПб.: СПбГТУ, 1993.- С. 56-59.

4. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Высш. шк., 1999.– 576 с.