XXX Юбилейная Неделя науки СПбГТУ. Материалы межвузовской научной конференции. Ч. V:
С. 73-75, 2002. 

**УДК 629.7.05(075.8)**

**М.П. Колесников (4 курс, каф. ИСУ), А.А.Андреев, к.т.н., доц.**

# КОНТРОЛЬ ДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ СВОЙСТВ ОПЕРАТОРОВ С КОНЕЧНОЙ ПАМЯТЬЮ

В настоящее время при проектировании систем управления сложными объектами, необходимо решать задачу контроля их параметров. Наблюдение за параметрами осуществляется системой контроля параметров, которая снимает и преобразует показания датчиков. В свою очередь отклонения параметров датчика вызывают появление погрешности на выходе, что может привести к значительным ошибкам в работе системы в целом. Большинство датчиков являются статическими инерционными объектами с медленно меняющимися во времени параметрами на интервале наблюдения. Динамические свойства такого рода датчиков могут быть описаны передаточной функцией следующего вида

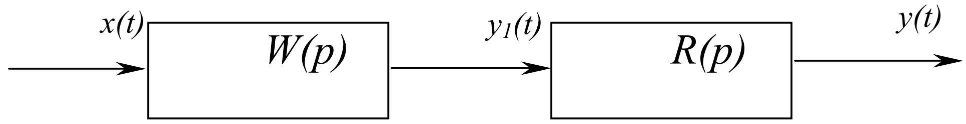
$$W(p) = \frac{K}{\sum_{m=0}^{M} a_m} \tag{1}$$

где K – статический коэффициент передачи, $a_m$ – постоянные коэффициенты, p – переменная преобразования Лапласа. Для решения этой задачи, предлагается метод контроля параметров $a_m$, где m=0,1,…,M линейных систем на основе свойств устройств с конечной памятью. Для реализации метода используется известная модель входного сигнала в виде [1]

$$x(t) = s(t) + \tag{2}$$

где $s(t)$ – случайный процесс с финитным спектром ($-\omega_0; \omega_0$), причём $s(t)$ – аналитическая, $\eta(t)$ – центрированный стационарный случайный процесс (шум) $\omega > \omega_0$.

Идея метода заключается в следующем. Для объектов с передаточной функцией вида (1) можно создать систему с конечной памятью с использованием последовательно включённого последовательно корректирующего звена [1].




Будем синтезировать передаточную функцию системы с конечной памятью, как дифференцирующее звено N-ого порядка, что позволит исключить низкочастотную составляющую s(t) входного сигнала x(t) и оценить дисперсию сигнала y(t). При этом дисперсия y(t) будет являться постоянной с учётом погрешностей, определяемых принятыми математическими моделями. При изменении динамических параметров передаточной функции W(p) память системы станет бесконечной, что приведёт к изменениям дисперсии сигнала y(t) во времени. То есть он станет случайным нестационарным процессом.

Рассмотрим процесс синтеза системы с конечной памятью. Аналитический случайный процесс с финитным спектром можно представить на интервале [0;T] в виде

$$s(t) = \sum_{k=0}^{N} C_k \qquad \varepsilon = e^{\delta} - \sum_{k=0}^{N} \quad (3.6$$

(3.а) с относительной погрешностью

где $\delta = T \cdot \omega_0$ , $C_k$ – случайные коэффициенты, $t \in [0;T]$. Задав таким образом относительную погрешность, можно найти N. Для сигнала вида (3.а) импульсную переходную характеристику системы с конечной памятью можно представить в виде

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

где $A_n$ – постоянные коэффициенты, $t \in [0;T]$.

Для случая дифференцирования N-ого порядка, с учётом того, что система имеет конечную память T, интеграл свёртки запишется в виде

$$\int_0^T K_T(\tau) s(t-\tau) d\tau = \xi \cdot s^{(} \tag{5}$$

где ξ - постоянный коэффициент.

Используя разложение s(t-τ) в ряд Тейлора и подставив выражение (4) можно перейти к системе линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных $A_n$, решив которую можно однозначно определить $K_T$(t).

При последовательном соединении передаточная функция корректирующего звена будет иметь следующий вид

$R(p) = \frac{K_1}{W}$ откуда следует, что $$R(p) = F(p) - e^{-pT} \;. \tag{6}$$

где $K_T(p)=\boldsymbol{L}\{K_T(t)\}-e^{-T\cdot p}\boldsymbol{L}\{K_T(t+T)\}$ – передаточная функция системы с конечной памятью T.

А дисперсия сигнала на выходе системы y(t)

$$\mathrm{D[y(t)]} = \int_0^T\int_0^T K_T(\lambda)\cdot K_T(\tau)\cdot K_{SS}(t,\tau-\lambda)d\lambda d\tau + \int_0^T\int_0^T K_T(\lambda)\cdot K_T(\tau)\cdot K_{\eta\eta}(t,\tau-\lambda)( \tag{7}$$

где $K_{SS}$(t,τ-λ) и $K_{\eta\eta}$ (t, τ-λ) – автокорреляционные функции аналитической случайной составляющей $s$(t) и шума $\eta$ (t) соответственно.

При вариации динамических параметров передаточная функция системы примет вид

$K_{T\,\mathrm{var}}(p) = W_{\mathrm{var}}(p)\cdot K$ (8.а) где $$W_{\mathrm{var}}(p) = \frac{\sum_{k=0}^{M} a_k \cdot p^k}{\sum_{m=0}^{M} (a_m + \delta a_m)} \tag{8.б}$$

где $\delta a_m$ – приращения динамических параметров

Передаточная функция (8.а) перейдёт в класс систем с бесконечной памятью, что приведёт к изменению дисперсии выходного сигнала системы y(t) во времени.

Таким образом, контролируя поведение дисперсии выходного сигнала системы y(t), можно принимать решение о достоверности её работы. Если значения дисперсии не попадают в заданный интервал, то можно говорить об отклонении динамических параметров от нормы. Предложенный метод может быть использован для контроля параметров динамических систем управления с ненаблюдаемыми входными сигналами.

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. А.А. Андреев, Л.А. Киселёва, Е.В. Потехина 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.