А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
А В Т О М Е Т Р И Я

№ 4 1975

Краткие сообщения

УДК 621.317+519.21

М. Г. ЗОТОВ

(Москва)

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕИЗВЕСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ РЕШЕНИИ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ОПЕРАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

В работе [1, 2] приведен операционный метод решения интегральных уравнений и систем уравнений Винера — Хопфа и Заде — Рагаццини. При решении таким способом необходимо было разыскивать постоянные параметры, входящие в полученное решение. Предлагалось два способа: либо из условия минимума величины среднеквадратичной ошибки, либо (только для уравнения Винера — Хопфа) из условия, что искомая передаточная функция имеет полюсы только слева от мнимой оси в плоскости комплексного переменного. Ниже предлагается другой универсальный метод определения этих постоянных.

Запишем решения интегральных уравнений Винера — Хопфа и Заде — Рагаццини для более общего случая, чем это сделано в [1]. Положим, что $R_1(\tau)$ может быть суммой четной и нечетной функций. Заметим, что существующими способами уравнение Заде — Рагаццини в этом случае не решается.

Если

$$R_1(\tau) = \begin{cases} \sum\limits_{j=1}^{k} a_j e^{\alpha_j \tau}, & \mathrm{Re}\,\alpha_j > 0 \quad \text{при} \quad \tau < 0; \\ b_0 \delta(t) + \sum\limits_{l=1}^{p} b_l e^{\beta_l \tau}, & \mathrm{Re}\,\beta_l < 0 \quad \text{при} \quad \tau > 0, \end{cases} \tag{1}$$

то спектральная плотность запишется как

$$S_1(s) = b_0 + \sum_{j=1}^{k} \frac{a_j}{\alpha_j - s} - \sum_{l=1}^{p} \frac{b_l}{\beta_l - s}. \tag{2}$$

Интегральное уравнение Винера — Хопфа вида

$$\int_0^\infty k(\lambda) R_1(\tau - \lambda)\, d\lambda = R_2(\tau) \quad \text{при} \quad \tau \geqslant 0 \tag{3}$$

после преобразований, аналогичных приведенным в [1], записывается таким образом:

$$K(s) S_1(s) - \sum_{j=1}^{k} \frac{a_j}{\alpha_j - s} K(\alpha_j) = \Lambda(s). \tag{4}$$

Здесь

$$K(s) = \int_0^\infty k(\lambda) e^{-\lambda s} d\lambda; \quad S_1(s) = \int_{-\infty}^{\infty} R_1(\tau) e^{-\tau s} d\tau;$$

$$S_2(s) = S_2(s)_- + S_2(s)_+ = \int_{-\infty}^{\infty} R_2(\tau) e^{-\tau s} d\tau; \tag{5}$$

$$\Lambda(s) = S_2(s)_+ = \int_0^\infty R_2(\tau) e^{-\tau s} d\tau; \quad K(\alpha_j) = \int_0^\infty k(\lambda) e^{-\alpha_j \lambda} d\lambda.$$

Интегральное уравнение Заде — Рагаццини вида

$$\int_0^T K(\lambda) R_1(\tau-\lambda)\,d\lambda = R_2(\tau) + \sum_{i=0}^{r} \gamma_i \tau^i, \quad 0 \leqslant \tau \leqslant T, \tag{6}$$

после аналогичных преобразований записывается так:

$$K(s) S_1(s) - \sum_{j=1}^{k} \frac{a_j}{\alpha_j - s} K(\alpha_j) + \sum_{l=1}^{p} \frac{b_l}{\beta_l - s} e^{(\beta_l - s)\tau} K(\beta_l) = \Lambda(s) +$$

$$+ \sum_{i=0}^{r} \gamma_i \left[\frac{i!}{s^{i+1}} - e^{-s\tau} \sum_{p=0}^{i} \frac{i!}{p!} \frac{T^p}{s^{i-p+1}} \right], \tag{7}$$

где

$$K(s) = \int_0^T k(\lambda) e^{-\lambda s} d\lambda; \quad \Lambda(s) = \int_0^T R_2(\tau) e^{-\tau s} d\tau;$$

$$K(\alpha_j) = \int_0^T k(\lambda) e^{-\alpha_j \lambda} d\lambda; \quad K(\beta_l) = \int_0^T k(\lambda) e^{-\beta_l \lambda} d\lambda. \tag{8}$$

Согласно теореме Парсеваля, последние из уравнений в (5) и (8) можно переписать в виде

$$K(a) = \int_0^T k(\lambda) e^{-a\lambda} d\lambda = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} K(s) \frac{1}{a-s} ds. \tag{9}$$

Предлагается следующий порядок решения интегральных уравнений.

По формулам (4) или (7) отыскивается оптимальное значение $K(s)$. В оптимальное значение $K(s)$ линейно входят неизвестные постоянные $K(\alpha_j)$ либо $K(\alpha_j)$; $K(\beta_l)$; γ_i. Далее, подставляют найденное значение $K(s)$ в систему уравнений:

для уравнения Винера — Хопфа

$$K(\alpha_j) = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} K(s) \frac{1}{\alpha_j - s} ds, \quad j = 1 \div k; \tag{10}$$

для уравнения Заде — Рагаццини

$$K(\alpha_j) = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} K(s) \frac{1}{\alpha_j - s} ds, \quad j = 1 \div k;$$

$$K(\beta_l) = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} K(s) \frac{1}{\beta_l - s} ds, \quad l = 1 \div p; \tag{11}$$

$$\mu_i = \frac{1}{2\pi j} \int_{-j\infty}^{j\infty} \frac{i!}{s^{i+1}} K(-s)\, ds, \quad i = 0 \div r.$$

Таким образом, мы получаем систему линейных относительно искомых параметров уравнений.

П р и м е р. Исходные данные

$$S_1(s) = \frac{4-s^2}{1-s^2} = 1 + \frac{3}{2}\frac{1}{1-s} + \frac{3}{2}\frac{1}{1+s}; \qquad S_2(s) = \frac{3}{1-s^2} = \frac{3}{2}\frac{1}{1-s} + \frac{3}{2}\frac{1}{1+s}.$$

Решение:

$$\Lambda(s) = S_2(s)_+ = \frac{3}{2}\frac{1}{1+s};$$

$$K(s)\frac{4-s^2}{1-s^2} - \frac{3}{2}\frac{1}{1-s} K(1) = \frac{3}{2}\frac{1}{1+s}.$$

Откуда

$$K(s) = \frac{3}{2}\frac{1-s^2}{4-s^2}\left[\frac{1}{1-s}K(1) + \frac{1}{1+s}\right].$$

Неизвестную постоянную $K(1)$ определим из уравнения

$$K(1)=\frac{1}{2\pi j}\int_{-j\infty}^{j\infty}\frac{3}{2}\,\frac{(1+s)K(1)+(1-s)}{4-s^2}\,\frac{1}{1-s}\,ds;$$

$$K(1)=-\frac{1}{8}K(1)+\frac{3}{2};\qquad K(1)=\frac{1}{3}.$$

Подставляя найденное значение $K(1)$ в значение $K(s)$, получим $K(s)=\frac{1}{2+s}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Г. Зотов. Решение интегральных уравнений Винера — Хопфа и Заде — Рагаццини операционным методом.— «Автометрия», 1972, № 1.
2. М. Г. Зотов. Решение систем интегральных уравнений при оптимальном синтезе многомерных систем.— «Автометрия», 1973, № 4.

Поступило в редакцию 12 июня 1974 г.

УДК 681.327.21

А. М. ИШУТИНОВ, В. Ф. ЛЫНЬКО, В. П. МАРЧЕНКО, И. Н. РУДОЙ, Н. А. ЯРМОШ

(Минск)

УСТРОЙСТВО ПОДГОТОВКИ ДАННЫХ В ПОДСИСТЕМЕ ВВОДА ЧЕРТЕЖНО-ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Задача автоматизации научных исследований связана с потребностью быстрого поиска, ввода и обработки чертежно-графической информации с помощью средств вычислительной техники, а также доставки этой информации или результатов ее обработки на место эксперимента. Известно, что чертежно-графическая информация состоит из графической части и описательной. Результатом запроса может быть как совокупность этих частей, так и отдельные части информации, размещенные или на устройстве отображения, или распечатанные, наряду с результатами обработки ЭВМ, на устройстве печати в виде алфавитно-цифрового массива.

С целью решения задач по обслуживанию запросов в информационно-поисковой системе организована подсистема ввода чертежно-графической информации в узкополосные каналы связи, которая включает, наряду с ЭВМ, хранилища диамикрокарт, автоматизированного устройства их изготовления, блоков считывания графической части информации, устройство подготовки данных (УПД).

Устройство подготовки данных выполняет две задачи:

1) ввод запрашиваемого чертежно-графического изображения в память ЭВМ для обработки введенной информации *;

2) отделение описательной информации от графической с занесением описательного массива в память ЭВМ. В дальнейшем на устройстве отображения эти части синтезируются.

В процессе работы УПД обеспечиваются:

совмещение во времени процессов заполнения кодировочных таблиц и подготовки носителей информации для ввода в ЭВМ;

автоматическое разделение массивов выходной информации на контрольном бланке печатающего устройства ПМ;

ввод описательных алфавитно-цифровых и служебных кодов, координат расположения символов описательной информации;

адресный поиск и отображение на экране видеонакопителя информационно-справочного микрофильмированного материала, необходимого в процессе кодирования;

---

* Для устройства подготовки данных в Институте технической кибернетики АН БССР разработан специализированный внутренний язык, позволяющий решать широкий класс задач по машиностроению.