

УДК 517.6

Ю.В. Сеньківський

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ СТРУКТУР ЕТАЛОННИХ МАСИВІВ САПР ЕМС

В роботі описані математичні моделі структур еталонних масивів систем автоматизованого проектування електромеханічних схем (САПР ЕМС) [1], вхідних дій і параметрів еталонних компонентів. Формалізацію здійснено в рамках алгебри впорядкувань [2,3].

У системі автоматизованого проектування електромеханічних схем розрізняють такі типи еталонних масивів: $T(I)$ — ідентифікаторів вхідних дій; $P(P)$ — типів параметрів ідентифікаторів вхідних дій; $T(N)$ — типів компонентів; $M(BL)$ — типів входів компонентів; $M(B2)$ — типів виходів компонентів.

Математична модель масиву еталонних типів ідентифікаторів вхідних дій описується виразом

$$\omega dt1; \dots \omega dt6; mit1; \dots mit6; nlob; ninc; nlpk; nlpc,$$

де $wdt1; \dots; wdt6$ — закони зміни кутової швидкості; $mit1; \dots; mit6$ — закони зміни моменту; $nlob$ — нелінійне обмеження вхідного сигналу; $nlpc$ — нелінійна нечутливість вхідного сигналу; $nlpk$ — релейне (кулонівське) тертя; $nlrc$ — релейне тертя з нечутливістю.

Математична модель масиву еталонних типів параметрів ідентифікаторів вхідних дій описується таким впорядкуванням:

$$\overline{wc; ab; c, d; e; g; mc; i; k; lm; n; p; r; y_0; q;}$$

$$a = \overline{wh; t}; \quad b = \overline{wl; t; tc}; \quad c = \overline{wc; wh; t}; \quad d = \overline{wg; wws; t};$$

$$e = \overline{wg; wws; t}; \quad g = \overline{wg; wc; t}; \quad mc; \quad i = \overline{mh; t};$$

$$k = \overline{ml; t; tc}; \quad l = \overline{mc; mh; t};$$

$$m = \overline{ms; w1; t}; \quad n = \overline{mg; w2; t}; \quad p = \overline{k0; x00; x10};$$

$$r = \overline{k0; x20}; \quad y_0; \quad q = \overline{x0; y10};$$

де wc — амплітуда постійної швидкості; t — стала часу; wh — коефіцієнт нахилу; wl — коефіцієнт тертя; tc — часткова стала часу; wg — амплітуда косинуса (0...1000); wws , wvc — кутова частота; mc — амплітуда моменту; mh — коефіцієнт нахилу моменту; ml — коефіцієнт тертя моменту; ms — амплітуда синуса (0...10000); $w1$ — кругова частота синуса (0...1000); mg — амплітуда косинуса (0,01...10000); $w2$ — кругова частота косинуса (0...10000); $k0$ — коефіцієнт передачі; $x00$ — вхідна змінна; $x0$; $x10$; $x20$ — коефіцієнти нелінійності.

Математична модель масиву числових значень параметрів ідентифікаторів вхідних дій описується впорядкуванням

$$\left[\begin{array}{l} \overline{wc_0; wc_m; \Delta wc}; \\ \overline{wh_0; wh_m; \Delta wh; t_0; t_m; \Delta t}; \\ \overline{wl_0; wl_m; \Delta wl; t_0; t_m; \Delta t; tc_0; tc_m; \Delta tc}; \\ \overline{wc_0; wc_m; \Delta wc; wh_0; wh_m; \Delta wh; t_0; t_m; \Delta t}; \\ \overline{wg_0; wg_m; \Delta wg; wws_0; wws_m; \Delta wws; t_0; t_m; \Delta t}; \\ \overline{wg_0; wg_m; \Delta wg; wws_0; wws_m; \Delta wws; t_0; t_m; \Delta t}; \end{array} \right]$$

$$\begin{array}{l}
 \overline{wg_0; wg_m; \Delta wg}; \overline{wwc_0; wwc_m; \Delta wwc}; \overline{t_0; t_m; \Delta t}; \\
 \overline{mc_0; mc_m; \Delta mc}; \\
 \overline{mh_0; mh_m; \Delta mh}; \overline{t_0; t_m; \Delta t}; \\
 \overline{ml_0; ml_m; \Delta ml}; \overline{t_0; t_m; \Delta t}; \overline{tc_0; tc_m; \Delta tc}; \\
 \\
 \overline{mc_0; mc_m; \Delta mc}; \overline{mh_0; mh_m; \Delta mh}; \overline{t_0; t_m; \Delta t}; \\
 \overline{ms_0; ms_m; \Delta ms_m}; \overline{wl_0; wl_m; \Delta wl}; \overline{t_0; t_m; \Delta t}; \\
 \overline{mg_0; mg_m; \Delta mg}; \overline{w2_0; w2_m; \Delta w2}; \overline{t_0; t_m; \Delta t}; \\
 \overline{k0_0; k0_m; \Delta k0}; \overline{x00_0; x00_m; \Delta x00}; \overline{x10_0; x10_m; \Delta x10}; \\
 \overline{y0_0; y0_m; \Delta y_0}; \\
 \overline{x0_0; x0_m; \Delta x0}; \overline{y10_0; y10_m; \Delta y10};
 \end{array}$$

де \emptyset — мінімально допустиме; m — максимально допустиме; Δ — крок зміни значення відповідного параметра.

Математична модель масиву еталонних типів компонентів описується таким впорядкуванням:

$$A; kll; fl; dfl; pl; pitnk; pitn; pit2nk; pit2n$$

$$A = \overline{pim; pitm; pit2m, dbo; dbi, im; pm, rm, cm, inf, apl},$$

де pim — пружність з інертністю; $pitm$ — пружність з інертністю і в'язким тертям; dbo — пружність з інертністю, в'язким і пружним тертям; dbo — двигун; dbi — двигун постійного струму; im — інертність; pm — пружність; rm — редукція; cm — суматор моментів; inl — суматор швидкості; apl — аперіодичність; kll — коливна ланка; fl — форсуюча ланка; dfl — диференціююча ланка; pl — підсилювач; $pitnk$ — пружність з інерційністю та кулонівським тертям; $pitn$ —

пружність з інерційністю та в'язким нелінійним тертям; *pit2nk* — пружність з інерційністю, пружним і кулонівським тертям; *pit2n* — пружність з інерційністю, пружним і в'язким нелінійним тертям.

Математична модель масиву типів параметрів еталонних компонентів описується впорядкуванням

$$\overline{a1; b1; c1; d1; e1; j2; c2; k2; znak; k; g1; i1; k1; l1; k; m1; n1; p1; r1},$$

де $a1 = \overline{j2; c2}; b1 = \overline{j2; c2}; d2; c1 = \overline{j2; c2}; d2; b2;$

$$d1 = \overline{j0; b0}; e1 = \overline{j0; cd}; tr, g1 = \overline{k; t}; i1 = \overline{k; t}; ksi;$$

$$k1 = \overline{k; t1}; t2; l1 = \overline{t1; t2}; m1 = \overline{j2; c2}; nk0;$$

$$n1 = \overline{j2; c2}; d2, mk0; p1 = \overline{j2; c2}; b2; mk0;$$

$$r = \overline{j2; c2}; b2; d2,$$

$j2, b0$ — момент інерції; $c2$ — коефіцієнт жорсткості; $d2, j0$ — коефіцієнт пропорційності; $b2$ — коефіцієнт жорсткості (0,1+1000); cd — стала двигуна; tr — стала часу якоря; $k2$ — коефіцієнт редуції; k — коефіцієнт передачі; $t, t1, t2$ — сталі часу; ksi — коефіцієнт передачі двигуна; $mk0$ — коефіцієнт нелінійності.

Математична модель числових значень параметрів еталонних компонентів описується впорядкуванням

$$\overline{j2_0; j2_m; \Delta j2; c2_0; c2_m; \Delta c2};$$

$$\overline{j2_0; j2_m; \Delta j2; c2_0; c2_m; \Delta c2; d2_0; d2_m; \Delta d2};$$

$$\overline{j2_0; j2_m; \Delta j2; c2_0; c2_m; \Delta c2; d2_0; d2_m; \Delta d2; b2_0; b2_m; \Delta b2};$$

$$\overline{j0_0; j0_m; \Delta j0; b0_0; b0_m; \Delta b0};$$

$$\overline{j0_0; j0_m; \Delta j0; cd0; cd_m; \Delta cd; tr_0; tr_m; \Delta tr};$$

$$\begin{aligned} & \overline{j2_0; j2_m; \Delta j2}; \\ & \overline{c2_0; c2_m; \Delta c2}; \\ & \overline{k2_0; k2_m; \Delta k2}; \\ & \overline{znak_0; znak_m; \Delta znak}; \\ & \overline{k_0; k_m; \Delta k2}; \\ & \overline{k_0; k_m; \Delta k}; \quad \overline{t_0; t_m; \Delta t}; \\ & \overline{k_0; k_m; \Delta k}; \quad \overline{t_0; t_m; \Delta t}; \quad \overline{ksi_0; ksi_m; \Delta ksi}; \\ & \overline{k_0; k_m; \Delta k}; \\ & \overline{j2_0; j2_m; \Delta j2; c2_0; c2_m; \Delta c2; mk0_0; mk0_m; \Delta mk0}; \\ & \overline{j2_0; j2_m; \Delta j2; c2_0; c2_m; \Delta c2; a_{\angle 0}; a_{\angle m}; \Delta a_{\angle}; mk0_0; mk0_m; \Delta mk0}; \\ & \overline{j2_0; j2_m; \Delta j2; c2_0; c2_m; \Delta c2; b2_0; b2_m; \Delta b2; mk0_0; mk0_m; \Delta mk0}; \\ & \overline{j2_0; j2_m; \Delta j2; c2_0; c2_m; \Delta c2; b2_0; b2_m; \Delta b2; d2_0; d2_m; \Delta d2; nk0_0; nk0_m; \Delta nk0}; \end{aligned}$$

де \emptyset — мінімально допустиме; m — максимально допустиме;
 Δ — крок зміни значення відповідного параметра.

Математична модель масиву типів входів компонентів описується впорядкуванням

$$\begin{aligned} & \vdots \\ & \overline{a2; b2; c2; d2; e2; i2; k2; l2; w1; w; w; w; w; w; w; w; m2; n2; p2; r2}, \end{aligned}$$

$$\text{де } a = \overline{w1; m2; m23}; \quad b_2 = \overline{w1; m2; m23}; \quad c_2 = \overline{w1; m2; n23};$$

$$a_2 = \overline{wd; m0; m01}; \quad e_2 = \overline{ep; m0; m01}; \quad i2 = \overline{m1; m2};$$

$$k_2 = \overline{w1; w2}; \quad l_2 = \overline{m1; m2}; \quad m_2 = \overline{w1; m2; m23};$$

$$n_2 = \overline{w1; m2; m23}; \quad p_2 = \overline{w1; m2; m23}; \quad r_2 = \overline{w1; m2; m23};$$

де w , $w1$ — кутова швидкість; $m2$ — вхідний момент; $m23$ — сумарний момент; $n23$ — сумарне навантаження; wd — задана кутова швидкість; $m0$, $m01$, $m1$ — рушійні моменти; lp — коефіцієнт навантаження.

Математична модель масиву типів виходів компонентів описується впорядкуванням

$$a_3; b_3; c_3; d_3; e_3; w_2; m1_2; w_2; m_3; w; w; w; w; w; w; g_3; i_3; k_3; l_3,$$

$$\text{де } a_3 = \overline{w1; w1_2}; \quad b_3 = \overline{w_2; m1_2}; \quad m2d; \quad c_3 = \overline{w_2; m1_2};$$

$$d_3 = \overline{w0; md}; \quad c_3 = \overline{w0; md}; \quad id; \quad g_3 = \overline{m_2; m1_2}; \quad mk_2;$$

$$i_3 = \overline{w_2; m1_2}; \quad md_2; \quad k_3 = \overline{w_2; m1_2}; \quad mk_2; \quad i_3 = \overline{w_2; m1_2}; \quad md_2,$$

де $w2$ — вихідна кутова швидкість; $w1_2$ — сумарна кутова швидкість; m_3 , $m1_2$ — сумарний момент; $m2d$ — момент вала двигуна; $w0$ — задана кутова швидкість; md — момент інерції; id — нелінійність інерційності; w — кутова швидкість; m_2 — вхідний момент; mk_2 , md_2 — коефіцієнти нелінійності.

1. Дунець Р.Б., Луцків М.М., Овсяк В.К. Розробка методів моделювання і аналіз електромеханічних систем з використанням ЕОМ // Тези доп. звітної наук.-техн. конф. 1992 р. Львів: Укр. поліграф. інс-т., 1993. С.9. 2. Овсяк В.К. Операції впорядкування символів // Обробка сигналів і зображень та розпізнавання образів. К., 1994. С. 48—51. 3. Овсяк В.К. Упорядочення. К., 1986.

Стаття надійшла до редколегії 24.01.97