

С.О. СИМОНЯН, А.Г. АВЕТИСЯН, О.С. КУЧАТЯН

К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ НАБЛЮДАЕМОСТИ ЛИНЕЙНЫХ НЕСТАЦИОНАРНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Предложен эффективный метод определения элементов матрицы усиления наблюдающего устройства полного порядка в линейных нестационарных системах управления на основе дифференциальных преобразований Г.Е. Пухова.

Ключевые слова: линейные нестационарные системы управления, наблюдающее устройство, ошибка оценивания, дифференциальные преобразования.

На рис.1 изображена структурная схема линейной нестационарной системы управления (ОУ-объект управления, а НУ- наблюдающее устройство), движение которой описывается соотношениями [1, 2]

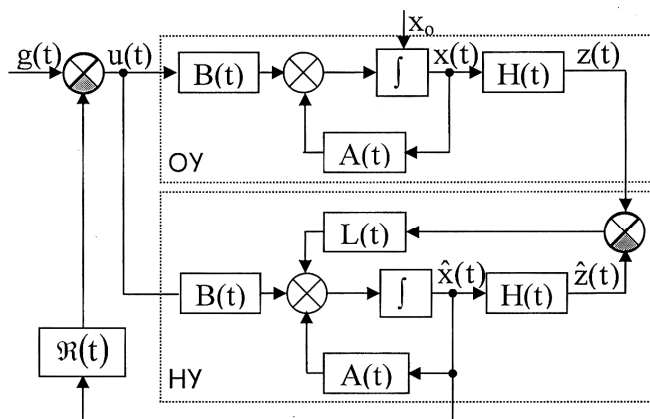


Рис.1. Структурная схема линейной нестационарной системы с наблюдателем полного порядка

$$\begin{cases} \dot{X}(t) = A(t) \cdot X(t) + B(t) \cdot U(t), & X(t_0) = fix, & (1) \\ \dot{\hat{X}}(t) = A(t) \cdot \hat{X}(t) + B(t) \cdot U(t) + L(t) \cdot H(t) \cdot (X(t) - \hat{X}(t)), & (2) \\ U(t) = -\mathcal{R}(t) \cdot \hat{X}(t), & (3) \end{cases}$$

где $X(t) = (x_1(t), \dots, x_n(t))^T$ – вектор переменных состояния, причем $X(t_0)$ – вектор начальных условий; $A(t) = (a_{ij}(t))$, $i, j = \overline{1, n}$ – матрица переменных состояния системы; $B(t) = (b_{j,k}(t))$, $j = \overline{1, n}$, $k = \overline{1, r}$ – матрица управляющих переменных $U(t) = (u_1(t), \dots, u_r(t))^T$, причем $r \leq n$; $\hat{X}(t) = (\hat{x}_1(t), \dots, \hat{x}_n(t))^T$ – оценка вектора $X(t)$; $L(t) = (l_{ij}(t))$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, p}$ – матрица коэффициентов усиления сигналов ошибок, вводимых на вход наблюдателя; $H(t) = (h_{jk}(t))$, $j = \overline{1, p}$, $k = \overline{1, n}$ – матрица выходных переменных $Z(t) = (z_1(t), \dots, z_n(t))^T$; $\mathfrak{R}(t) = (\mathfrak{R}_{k,i}(t))$, $k = \overline{1, r}$, $i = \overline{1, n}$ – матрица усиления обратной связи.

Введем ошибку оценивания:

$$E(t) = X(t) - \hat{X}(t). \quad (4)$$

Подставив $\hat{X}(t)$ из (4) в (3), получим

$$U(t) = -\mathfrak{R}(t) \cdot (X(t) - E(t)). \quad (5)$$

Далее из (1) с учетом (5) имеем

$$\begin{aligned} \dot{X}(t) &= A(t) \cdot X(t) - B(t) \cdot \mathfrak{R}(t) \cdot (X(t) - E(t)) = \\ &= [A(t) - B(t) \cdot \mathfrak{R}(t)] \cdot X(t) + B(t) \cdot \mathfrak{R}(t) \cdot E(t), \quad X(t_0) = \text{fix}. \end{aligned} \quad (6)$$

Выполнив дифференцирование (4) и подставляя (1) и (2) в полученное выражение, получим

$$\begin{aligned} \dot{E}(t) &= \dot{X}(t) - \dot{\hat{X}}(t) = A(t) \cdot (X(t) - \hat{X}(t)) - L(t) \cdot H(t) \cdot (X(t) - \hat{X}(t)) = \\ &= A(t) \cdot E(t) - L(t) \cdot H(t) \cdot E(t) = [A(t) - L(t) \cdot H(t)] \cdot E(t). \end{aligned} \quad (7)$$

Конечный результат соотношений (6) и (7) представим следующим образом:

$$\begin{cases} \dot{X}(t) = [A(t) - B(t) \cdot \mathfrak{R}(t)] \cdot X(t) + B(t) \cdot \mathfrak{R}(t) \cdot E(t), & X(t_0) = \text{fix}, \\ \dot{E}(t) = [A(t) - L(t) \cdot H(t)] \cdot E(t). \end{cases} \quad (8)$$

Для обеспечения наблюдаемости системы матрица $L(t)$ должна выбираться так, чтобы система (7) была устойчивой, т.е. $E(t) \rightarrow 0$ при $t \rightarrow \infty$. Тогда $\hat{X}(t) \rightarrow X(t)$ при $t \rightarrow \infty$, и, следовательно, наблюдатель (2) будет обеспечивать асимптотическое восстановление вектора состояния $X(t)$.

Характеристический полином системы (8) будет иметь вид

$$N(s) = N_y(s) \cdot N_H(s),$$

где $N_y(s) = \det[sI - A(t) + B(t) \cdot \mathcal{R}(t)]$ – характеристический полином объекта управления, а $N_H(s) = \det[sI - A(t) + L(t) \cdot H(t)]$ – характеристический полином наблюдающего устройства.

Таким образом, расчет матриц $\mathcal{R}(t)$ и $L(t)$ может выполняться раздельно, независимо друг от друга, за исключением этапа, связанного с назначением корней наблюдателя. Сначала вычисляется матрица $\mathcal{R}(t)$ [3], затем рассчитывается матрица $L(t)$ так, чтобы обеспечить заданные корни полинома $N_H(s)$. При этом корни $N_H(s)$ должны быть расположены в левой полуплоскости комплексной плоскости корней и находиться левее корней $N_y(s)$ для увеличения скорости оценивания.

После определения элементов матрицы $\mathcal{R}(t)$ на основе дифференциальных преобразований в соответствии с [3] перейдем к решению второй части задачи, а именно, к определению элементов матрицы $L(t)$ [2].

Потребуем, чтобы выполнялось следующее условие:

$$A(t) - L(t) \cdot H(t) = v(t) = \text{diag}(v_i(t)), \quad i = \overline{1, n}, \quad (9)$$

где $v_i(t)$, $i = \overline{1, n}$ – заранее заданные собственные значения наблюдающего устройства, которые определяют качественные характеристики последнего. При этом $v_i(t) < 0$, $|v_i(t)| > |\mu_j(t)|$, $\forall i, j = \overline{1, n}$ (здесь $\mu_j(t)$, $j = \overline{1, n}$ – корни полинома $N_y(s)$ и задаются заранее), а $v(t)$ – диагональная матрица с элементами $v_i(t)$, $i = \overline{1, n}$.

Предположив, что все элементы матриц $A(t)$, $L(t)$, $H(t)$ и $v(t)$ имеют частные производные бесконечного порядка ($K = \overline{0, \infty}$), переведем систему (9) из области оригиналов в область дифференциальных изображений при центре аппроксимации $t = t_v$ [4]. При этом имеем

$$A(K) - \sum_{m=0}^K L(m) \cdot H(K - m) = v(K), \quad K = \overline{0, \infty}, \quad (10)$$

откуда

$$A(K) - \sum_{m=0}^{K-1} L(m) \cdot H(K - m) - L(K) \cdot H(0) = v(K), \quad K = \overline{0, \infty}$$

или

$$L(K) \cdot H(0) = -v(K) + A(K) - \sum_{m=0}^{K-1} L(m) \cdot H(K-m), \quad K = \overline{0, \infty}. \quad (11)$$

Здесь возможны следующие случаи:

1. Если

$$p = n, \quad \text{rang } H(0) = n \Leftrightarrow \exists H^{-1}(0),$$

то

$$L(K) = \left[-v(K) + A(K) - \sum_{m=0}^{K-1} L(m) \cdot H(K-m) \right] \cdot H^{-1}(0). \quad (12)$$

2. Если

$$\left. \begin{array}{l} a) \quad p = n, \quad \text{rang } H(0) < n \Leftrightarrow \nexists H^{-1}(0), \exists H^{+}(0) \\ b) \quad p \neq n \end{array} \right\} \Leftrightarrow \exists H^{+}(0), \quad H(0)^+ \cdot H(0) = E,$$

то

$$L(K) = \left[-v(K) + A(K) - \sum_{m=0}^{K-1} L(m) \cdot H(K-m) \right] \cdot H^{+}(0). \quad (13)$$

3. Если

$$\left. \begin{array}{l} a) \quad p = n, \quad \text{rang } H(0) < n \Leftrightarrow \nexists H^{-1}(0), \exists H^{+}(0) \\ b) \quad p \neq n \end{array} \right\} \Leftrightarrow \exists H^{+}(0), \quad H(0)^+ \cdot H(0) \neq E,$$

то

$$L(K) = \left[-v(K) + A(K) - \sum_{m=0}^{K-1} L(m) \cdot H(K-m) \right] \cdot H^{+}(0) + \\ + [E - H^{+}(0) \cdot H(0)] \cdot Y(K), \quad (14)$$

где $Y(K)$ – произвольная матрица порядка $n \times p$ [5].

Таким образом, имея матричные дискретные $L(K)$, $K = \overline{0, \infty}$, легко можно восстановить матрицу $L(t)$ по какому-нибудь обратному дифференциальному преобразованию [4].

Пример. Пусть

$$A(t) = \begin{bmatrix} t^2 & -t+1 & 1 \\ t+1 & t & t^2 \\ 0 & 1 & t \end{bmatrix}, \quad B(t) = H(t) = \begin{bmatrix} t^2 & t & t+1 \\ t & t-1 & 0 \\ 1 & 0 & t \end{bmatrix},$$

$$e_1(t_0) = 7, \quad e_2(t_0) = -1, \quad e_3(t_0) = 4,$$

$$x_1(t_0) = 2, \quad x_2(t_0) = 5, \quad x_3(t_0) = -3, \quad t_0 = 0.$$

Аналитическое решение. Можно убедиться, что

$$B^{-1}(t) = B^{-1}(t) = \Delta^{-1} \begin{bmatrix} t(t-1) & -t^2 & 1-t^2 \\ -t^2 & t^3-t-1 & t(t+1) \\ 1-t & t & t^2(t-2) \end{bmatrix}.$$

Тогда, в частности, при выборе матрицы $\mu(t) = \text{diag}(-1-t-t^2)$,
 $\mu_i(t) = -1-t-t^2 < 0$, $i = \overline{1,3}$, $\forall t \in (-\infty, +\infty)$, $v(t) = \text{diag}(-3-t-t^2)$, $v_i(t) =$
 $= -3-t-t^2 < \mu_j(t)$, $i, j = \overline{1,3}$, $\forall t \in (-\infty, +\infty)$ матрица усиления обратной связи имеет вид

$$\mathcal{R}(t) = \Delta^{-1} \begin{bmatrix} t(2t^3-2t^2-t-1) & -t^4-3t^3-t+1 & -2t^4-2t^3+t^2+t+1 \\ -t^4-2t^2-2t-1 & t^5+2t^4+t^3-3t^2-2t-1 & t(t^4+t^3+2t^2+t+1) \\ -2t^3+2t^2+t+1 & 2t^3+t^2-t+1 & t^5-2t^3-2t^2-t+1 \end{bmatrix},$$

а матрица наблюдения:

$$L(t) = \Delta^{-1} \begin{bmatrix} (t-1)(2t^3+2t^2+3t-1) & -3t^4-2t^2+t-1 & -2t^4-t^3-3t^2+2t+3 \\ -t^4-2t^3-2t^2-t & t^5+2t^4+2t^3-4t^2-5t-3 & t^5-t^4+2t^3+4t^2+4t+1 \\ -t^3-2t^2-t+3 & 2t^3+2t^2+2t-1 & t(t^4-t^2-5t+1) \end{bmatrix},$$

где $\Delta = t^4 - 2t^3 - t^2 + 1 = (t - 0,7213) \cdot (t - 2,3486) \cdot (t + 0,5349 - j \cdot 0,5515) \times$
 $\times (t + 0,5349 + j \cdot 0,5515)$. При этом аналитическое решение задачи следующее:

$$e_1(t) = 7 \cdot \exp N(t), \quad e_2(t) = -\exp N(t), \quad e_3(t) = 4 \cdot \exp N(t),$$

$$x_1(t) = \left(-\exp(-2t) \left(7t^2 + 11t + \frac{21}{2} \right) + \frac{25}{2} \right) \cdot \exp M(t),$$

$$x_2(t) = \left(-\exp(-2t) \left(\frac{3}{2}t^2 + 4t + 5 \right) + 10 \right) \cdot \exp M(t),$$

$$x_3(t) = \left(-\exp(-2t) \left(2t^2 + 6t + \frac{9}{2} \right) + \frac{3}{2} \right) \cdot \exp M(t),$$

где $M(t) = \int_0^t \mu(\tau) \cdot d\tau = -t - 1/2 \cdot t^2 - 1/3 \cdot t^3$, $N(t) = \int_0^t v(\tau) \cdot d\tau = -3t - 1/2 \cdot t^2 - 1/3 \cdot t^3$.

Решение на основе дифференциальных преобразований

Возьмем $t_v = t_0 = 0$, при котором имеем

$$B[0] = H[0] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} = B^{-1}[0] = H^{-1}[0],$$

а также следующие матричные дискреты (табл. 1).

Таблица 1

K	A(K) · H ^{-K}	B(K) · H ^{-K}	H(K) · H ^{-K}	μ(K) · H ^{-K}	v(K) · H ^{-K}	ℳ(K) · H ^{-K}	L(K) · H ^{-K}
0	0 1 1	0 0 1	0 0 1	-1 0 0	-3 0 0	0 1 1	1 -1 3
	1 0 0	0 -1 0	0 -1 0	0 -1 0	0 -3 0	-1 -1 0	0 -3 1
	0 1 0	1 0 0	1 0 0	0 0 -1	0 0 -3	1 1 1	3 -1 0
1	0 -1 0	0 1 1	0 1 1	-1 0 0	-1 0 0	-1 -1 1	-4 1 2
	1 1 0	1 1 0	1 1 0	0 -1 0	0 -1 0	-2 -2 1	-1 -5 4
	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 -1	0 0 -1	1 -1 -1	-1 2 1
2	1 0 0	1 0 0	1 0 0	-1 0 0	-1 0 0	-1 1 2	2 -3 0
	0 0 1	0 0 0	0 0 0	0 -1 0	0 -1 0	-3 -4 1	-2 -7 5
	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 -1	0 0 -1	3 2 -1	1 1 -5
3	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	-3 -2 1	-2 -1 7
	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	-4 -3 3	-3 -9 8
	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	1 3 -1	4 2 0

С учетом этих матричных дискрет получены численные результаты по определению $\mathfrak{R}(t)$ и $L(t)$ с применением дифференциально-маклореновских (ДМ) и дифференциально-падеевских (ДП) преобразований [6, 7], а также численные результаты аналитического решения, которые почти полностью совпадают с решением, полученным ДП-преобразованиями. При ДМ-преобразованиях, естественно, было положено $t_v = 0$, а количество используемых дискрет равно 6. При ДП-преобразованиях также $t_v = 0$, а количество используемых дискрет равно 15. Кроме того, при этом, с целью нахождения решения по возможности с большой точностью и ослабления так называемого феномена Рунге [8], степени алгебраических многочленов числителя (m) и знаменателя (n) аппроксимирующего соотношения Паде были взяты равными друг другу, и, в частности, было положено $m=n=7$. С учетом этих результатов были построены временные характеристики для всех элементов матриц $\mathfrak{R}(t)$ и $L(t)$, которые представлены на рис.1-18.

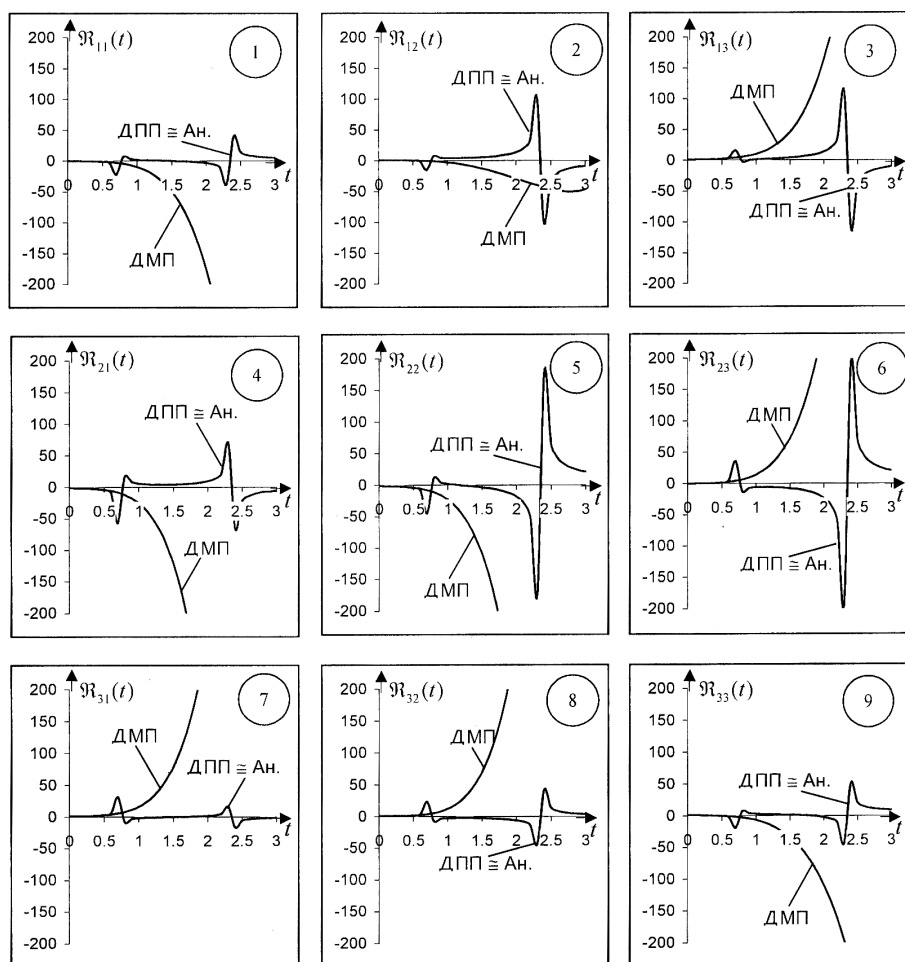


Рис.1-9. Временные характеристики элементов матрицы $\Re(t)$

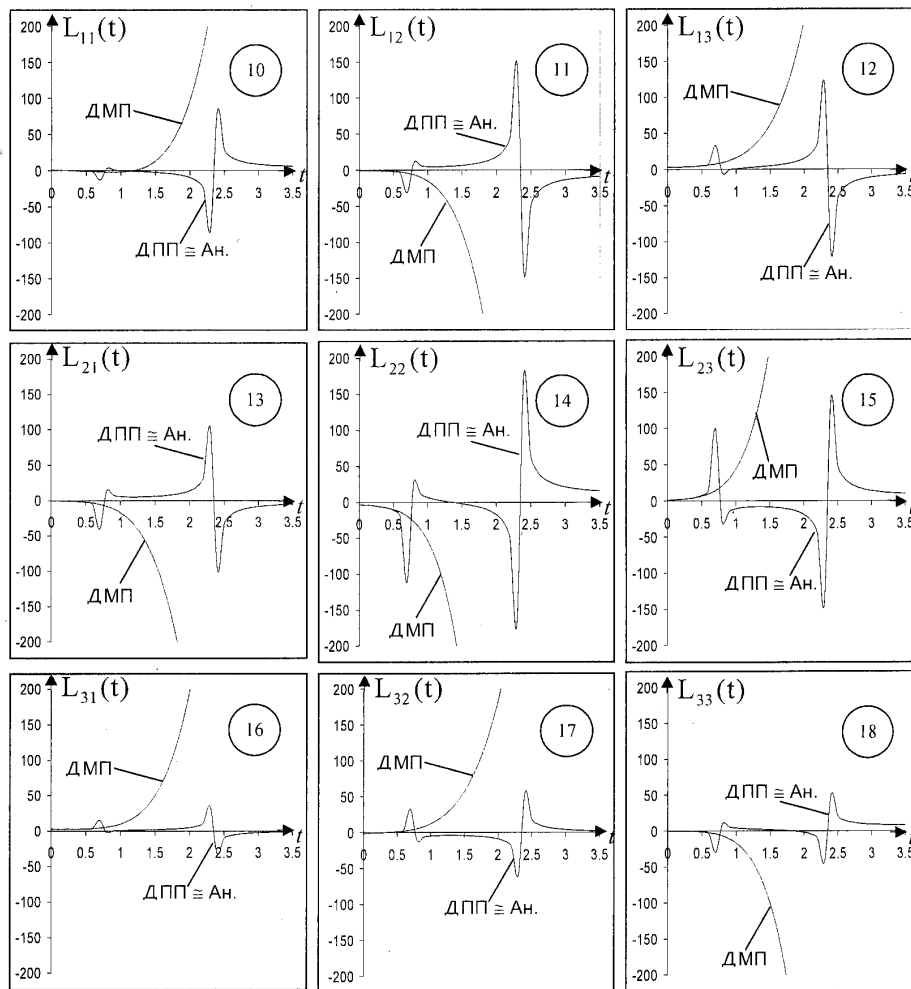


Рис.10-18. Временные характеристики элементов матрицы $L(t)$

Численные результаты аналитического решения для переменных ошибок $e_i(t)$, $i = \overline{1,3}$ и переменных состояния $x_i(t)$, $i = \overline{1,3}$, решения на основе ДДП при $\rho(t) = 0$, $q = -1$, $s = 4$ (при которых имеем табл. 2 для определения коэффициентов c_i , $i = \overline{1,4}$), а также решения на основе ДМП и ДПП представлены в табл. 3, а временные характеристики переменных $e_1(t)$, $e_2(t)$, $e_3(t)$, $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$ - на рис.19-24.

Таблица 2

c_i	E_1	E_2	E_3	X_1	X_2	X_3
c_1	-2,333	0,333	-1,333	6,667	1	5
c_2	3,499	-0,499	1,999	3,999	20,999	-14
c_3	7	-1	4	-12	-23,999	7
c_4	-1,167	0,1667	-0,667	3,333	6,999	-1

Таблица 3

t	E_1				X_1			
	ДПП	ДДП	Ан.	ДМП	ДПП	ДДП	Ан.	ДМП
0	7	7	7	7	2	2	2	2
1	0,151453	-0,05757	0,151462	0,15148	1,386279	2,457478	1,381832	1,38185
2	-0,0023	-0,23472	0,000163	29,6828	0,165506	0,946871	0,014498	7,86384
3	-0,00159	-0,10664	1,18E-09	221799,1	0,193205	0,340368	8,35E-07	218816,6
4	0,004085	-0,04152	7,84E-18	1,29E+08	0,106936	0,123373	4,15E-14	2,47E+08
5	0,006224	-0,01556	6,4E-30	1,82E+10	0,063109	0,045098	2,52E-25	5,26E+10
6	0,005617	-0,00576	8,74E-47	1,03E+12	0,046151	0,016549	2,54E-41	4,02E+12
7	0,004207	-0,00213	2,69E-69	3,15E+13	0,038159	0,006083	5,78E-63	1,54E+14
8	0,002907	-0,00078	2,54E-98	6,06E+14	0,03293	0,002237	4,03E-91	3,58E+15
9	0,001942	-0,00029	9,9E-135	8,23E+15	0,02872	0,000823	1,2E-126	5,69E+16
10	0,001287	-0,00011	2,2E-179	8,48E+16	0,025086	0,000303	1,9E-170	6,71E+17

t	E_2				X_2			
	ДПП	ДДП	Ан.	ДМП	ДПП	ДДП	Ан.	ДМП
0	-1	-1	-1	-1	5	5	5	5
1	-0,02164	0,008224	-0,02164	-0,02164	1,366541	2,143241	1,371605	1,37161
2	-0,00037	0,033531	-2,3E-05	-7,41528	0,445033	0,462822	0,012283	-36,3074
3	-0,00228	0,015234	-1,7E-10	-24702,6	0,268648	0,098922	6,77E-07	-272422
4	-0,00304	0,005931	-1,1E-18	-8080759	0,061939	0,025214	3,33E-14	-1,6E+08
5	-0,00256	0,002223	-9,1E-31	-7,3E+08	-0,02408	0,007684	2,01E-25	-2,1E+10
6	-0,00189	0,000823	-1,2E-47	-2,9E+10	-0,04624	0,002607	2,03E-41	-1,2E+12
7	-0,00136	0,000304	-3,8E-70	-6,4E+11	-0,0463	0,000929	4,63E-63	-3,6E+13
8	-0,00099	0,000112	-4E-99	-9,5E+12	-0,04028	0,000338	3,23E-91	-6,8E+14
9	-0,00073	0,000041	-1E-135	-1E+14	-0,03347	0,000124	9,3E-127	-9,1E+15
10	-0,00056	0,000015	-3E-180	-8,5E+14	-0,02742	0,000045	1,5E-170	-9,3E+16

t	E_3				X_3			
	ДПП	ДДП	Ан.	ДМП	ДПП	ДДП	Ан.	ДМП
0	4	4	4	4	-3	-3	-3	-3
1	0,086417	-0,0329	0,086549	0,08654	-0,02765	0,274897	-0,03065	-0,03064
2	0,005417	-0,13412	9,32E-05	-11,387	0,112647	0,437273	0,001338	13,64224
3	0,005695	-0,06094	6,77E-10	-57824,1	0,225042	0,215091	9,55E-08	74117,25
4	0,002951	-0,02373	4,48E-18	-2,6E+07	0,2059	0,086925	4,94E-15	32653235
5	0,001332	-0,00889	3,66E-30	-3,1E+09	0,156593	0,033056	3,01E-26	3,67E+09
6	0,000605	-0,00329	4,99E-47	-1,5E+11	0,115181	0,012308	3,05E-42	1,73E+11
7	0,000286	-0,00121	1,54E-69	-3,9E+12	0,085312	0,004548	6,94E-64	4,52E+12
8	0,000142	-0,00045	1,45E-98	-6,8E+13	0,064312	0,001676	4,84E-92	7,61E+13
9	0,000074	-0,00017	5,7E-135	-8,2E+14	0,049433	0,000617	1,4E-127	9,17E+14
10	0,00004	-6,1E-05	1,2E-179	-7,7E+15	0,038707	0,000227	2,3E-171	8,5E+15

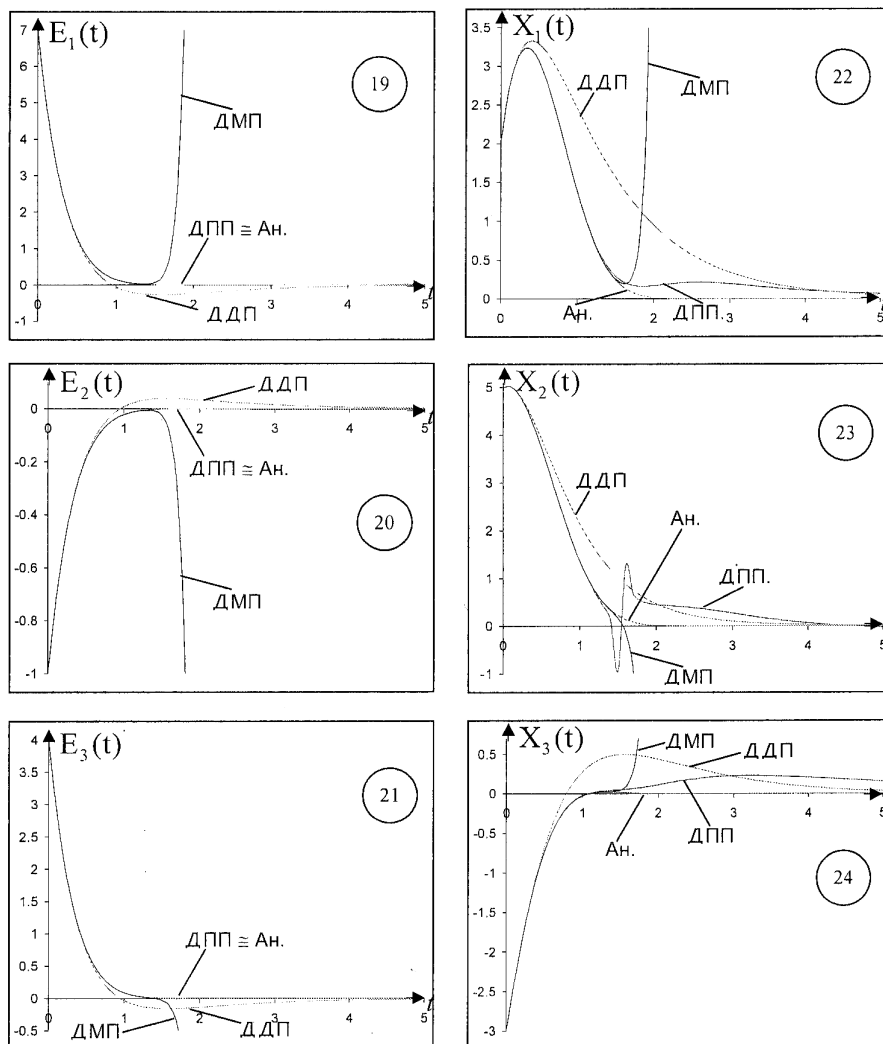


Рис.19-24. Временные характеристики элементов векторов $E(t)$ и $X(t)$

Высокая степень совпадения результатов аналитических решений задачи с результатами решений на основе предложенного метода говорит о высокой эффективности последнего.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теория автоматического управления / Под ред. В.Б. Яковлева - М.: Высшая школа, 2003.-567с.
2. Միսինյան Ս.Հ., Ավետիսյան Ա.Գ., Կուչատյան Օ.Ս. Գծային ոչ ավտոնոմ կառավարման համակարգերի դիտելիության պարզաբանման վերաբերյալ // ՀՊՃՀ տարեկան գիտաժողովի նյութեր. Հատոր 1.- 2006.- էջ 400-402:
3. Симонян С.О., Аветисян А.Г., Меликян А.В., Кучатян О.С. Стабилизация движений линейных нестационарных систем управления на основе дифференциальных преобразований (общий случай) // Вестник ГИУА. Серия "Моделирование, оптимизация, управление".- Ереван, 2006.-Вып. 9, т. 1.-С.135-152.
4. Пухов Г.Е. Дифференциальные спектры и модели.- Киев: Наукова думка, 1990.- 184 с.
5. Беклемишев Д.В. Дополнительные главы линейной алгебры.-М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1983.-336 с.
6. Симонян С.О., Аветисян А.Г., Асланян Л.М. Дифференциально-падеевская матрично-векторная модель решения систем линейных неавтономных уравнений //Моделирование, оптимизация, управление.-Ереван, 1998.-Вып. 1.-С. 65-71.
7. Симонян С.О., Аветисян А.Г., Кюрегян А.Л. Дифференциально-падеевская матрично-векторная модель решения систем нелинейных уравнений // Моделирование, оптимизация, управление.- Ереван, 2001.- Вып. 4. -С. 41-50.
8. Метьюз Дж. Г., Финк К.Д. Численные методы. Использование MATLAB.-М., Санкт-Петербург, Киев: Изд. дом Вильямс, 2001.-720 с.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 15.03.2007.

Ս.Հ. ՄԻՍԻՆՅԱՆ, Ա.Գ. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ, Օ.Ս. ԿՈՒՉԱՏՅԱՆ

ԳԾԱՅԻՆ ՈՉ ՍՏԱՑԻՈՆԱԼ ԿԱՌԱՎԱՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ԴԻՏԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ԽՆԴԻ ԼՈՒԾՈՒՄԸ ԴԻՖԵՐԵՆՑԻԱԼ ՁԵՎԱՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԻՄԱՆ ՎՐԱ

Առաջարկված է լրիվ կարգով դիտող սարքի ուժեղացման գործակիցների մատրիցի տարրերի որոշման արդյունավետ մեթոդ գծային ոչ ստացիոնար կառավարման համակարգերում՝ հիմնված Գ.Ե. Պուխովի դիֆերենցիալ ձևափոխությունների վրա:

Առանցքային բառեր. գծային ոչ ստացիոնար կառավարման համակարգեր, դիտող սարք, գնահատման սխալ, դիֆերենցիալ ձևափոխություններ:

S.H. SIMONYAN, A.G. AVETISSYAN, O.S. KUCHATYAN

DECISION OF OBSERVATION PROBLEM OF NON-AUTONOMOUS LINEAR CONTROL SYSTEMS BASED ON DIFFERENTIAL TRANSFORMATIONS

An effective method of full grade of amplification matrix elements definition observing object in non-autonomous linear control systems by applying differential-taylor transformations by G.E. Pukhov is proposed.

Keywords: non-autonomous linear control systems, observing object, error of estimation, differential transformations.