ISSN 0002-306X. Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН. 2004. Т. LVII, № 2.

УДК 62-501.7

АВТОМАТИЗАЦИЯ И
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

С.О. СИМОНЯН, Ф.П. ГРИГОРЯН

СИНТЕЗ МНОГОМЕРНЫХ УПРАВЛЕНИЙ С ЖЕЛАЕМЫМИ СПЕКТРАМИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

В [1] была рассмотрена задача построения скалярного управления с желаемым спектром в стационарной системе автоматического регулирования при скалярном входном сигнале регулятора. В настоящей работе рассматривается аналогичная задача построения многомерного управления.

Ключевые слова: стационарная система, синтез многомерного управления, желаемый спектр.

Задача 1. Пусть задана управляемая система

$$\dot{X}(t) = AX(t) + BU(t),$$

$$U(t) = \int_{-\infty}^{t} G(t-\tau)\nu(\tau)d\tau,$$

$$\nu(t) = bX(t)$$

или

$$\dot{X}(t) = AX(t) + B\int_{-\infty}^{t} G(t-\tau)bX(\tau)d(\tau), \tag{1}$$

где $X(t) = (x_1(t), x_2(t), \ldots, x_n(t))^T$ – вектор переменных состояния; $A = (a_{ij})$, $i, j = \overline{1, n}$ - невырожденная матрица переменных состояния;

$$B = (b_{jk}) = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1r} \\ b_{21} & b_{22} & \ldots & b_{2r} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ b_{n1} & b_{n2} & \ldots & b_{nr} \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} B_1 \\ B_2 \\ \vdots \\ B_n \end{pmatrix}, \; j = \overline{1, n}, \; k = \overline{1, r} -$$

(матрица управляющих переменных $U(t) = (u_1(t), u_2(t), \ldots, u_r(t))^T$ (выходной сигнал регулятора); $G(\cdot) = (g_1(\cdot), g_2(\cdot), \ldots, g_r(\cdot))^T$ (импульсная переходная функция регулятора; $\nu(t)$ (скалярный входной сигнал регулятора; $b = (b_1, b_2, \ldots, b_n)$(вектор-строка коэффициентов усиления обратной связи.

Требуется построить вектор-строку $b = (b_1, b_2, \ldots, b_n)$ и невырожденную матрицу

$$\tilde{K}=\left(\tilde{k}_{ij}\right)=\left[\begin{array}{c|c|c|c}\tilde{k}_{11} & \tilde{k}_{12} & \cdots & \tilde{k}_{1n}\\ \tilde{k}_{21} & \tilde{k}_{22} & \cdots & \tilde{k}_{2n}\\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots\\ \tilde{k}_{n1} & \tilde{k}_{n2} & \cdots & \tilde{k}_{nn}\end{array}\right]=\left(\tilde{K}_1 \mid \tilde{K}_2 \mid \cdots \mid \tilde{K}_n\right),\ i,j=\overline{1,n}$$

так, чтобы преобразование

$$X(t)=\tilde{K}\,Z(t)=\sum_{i=1}^{n}\tilde{K}_i z_i(t)$$

привело (1) к расщепленному виду, т.е.

$$\dot{Z}(t)=M\,Z(t), \tag{2}$$

где

$$M=\mathrm{diag}(\mu_1,\mu_2,\cdots,\mu_n)-$$

- диагональная матрица порядка n с наперед заданными желаемыми собственными числами μ_i, $i=\overline{1,n}$, удовлетворяющими следующим условиям:

- $\mu_i \neq \mu_j$, $i,j=\overline{1,n}$;

- $\mu_i \neq \lambda_j$, $i,j=\overline{1,n}$, где λ_j, $j=\overline{1,n}$ – собственные числа матрицы A,

причем $\lambda_i \neq \lambda_j$, $i \neq j$, $i,j=\overline{1,n}$;

- при матрице B и передаточной функции регулятора $W(\mu)=(W_1(\mu),W_2(\mu),\ldots,W_r(\mu))^T$ векторы $B_1W(\mu_i),B_2W(\mu_i),\cdots,B_nW(\mu_i),\forall i=\overline{1,n}$ -линейно независимы.

Решение задачи 1. Обозначим через

$$S=\left(s_{ij}\right)=\left[\begin{array}{c|c|c|c}s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n}\\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n}\\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots\\ s_{n1} & s_{n2} & \cdots & s_{nn}\end{array}\right]=\left(S_1 \mid S_2 \mid \cdots \mid S_n\right),\ i,j=\overline{1,n}$$

матрицу собственных векторов S_i, $i=\overline{1,n}$ матрицы A и выполним преобразование подобия [2,3]:

$$X(t)=S\,Y(t),$$

при котором

$$\dot{Y}(t)=\Lambda Y(t)+B_0\int_{-\infty}^{t}G(t-\tau)q\,Y(\tau)d\tau, \tag{3}$$

причем

$$\Lambda=S^{-1}AS=\mathrm{diag}(\lambda_1,\lambda_2,...,\lambda_n),$$

$$B_0=S^{-1}B=\left[\begin{array}{cccc}h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1r}\\ \hline h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2r}\\ \hline \cdots & \cdots & \cdots & \cdots\\ \hline h_{n1} & h_{n2} & \cdots & h_{nr}\end{array}\right]=\left(\begin{array}{c}h_1\\ \hline h_2\\ \hline \vdots\\ \hline h_n\end{array}\right)=\left(h_{jk}\right),\ j=\overline{1,n},\ k=\overline{1,r}-$$

- преобразованная матрица управляющих переменных;

$$q=b\,S=(q_1,\quad q_2,\quad \cdots,\quad q_n)-$$

-преобразованная вектор-строка коэффициентов усиления обратной связи.

Произведем в (3) замену переменных

$$Y(t) = K\,Z(t) = \sum_{i=1}^{n} K_i z_i(t),$$

где

$$K = (k_{ij}) = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & \cdots & k_{1n} \\ k_{21} & k_{22} & \cdots & k_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ k_{n1} & k_{n2} & \cdots & k_{nn} \end{bmatrix} = (K_1 \mid K_2 \mid \cdots \mid K_n) \;\; i, j = \overline{1, n} -$$

- некоторая невырожденная матрица. При этом

$$\sum_{i=1}^{n} K_i\, \mu_i\, z_i(t) = \Lambda \sum_{i=1}^{n} K_i\, z_i(t) + B_0 \int_{-\infty}^{t} G(t-\tau) q \sum_{i=1}^{n} K_i\, z_i(\tau) d\tau. \qquad (4)$$

Выбор векторов K_i и $b = (b_1,\ b_2,\ \cdots,\ b_n)$ ограничим требованием равенств [4], порожденных соотношением (4):

$$K_i \mu_i z_i(t) = \Lambda K_i z_i(t) + B_0 \int_{-\infty}^{t} G(t-\tau) q K_i z_i(\tau) d\tau, \qquad i = \overline{1, n}. \qquad (5)$$

С учетом решения системы (2)

$$z_i(t) = C_i\, \exp(\mu_i t),\ i = \overline{1, n},$$

где $C_i, i = \overline{1, n}$ – постоянные интегрирования (начальные условия), из (5) имеем

$$K_i \mu_i C_i \exp(\mu_i t) = \Lambda K_i C_i \cdot \exp(\mu_i t) + B_0 \int_{-\infty}^{t} G(t-\tau) q K_i C_i \exp(\mu_i \tau) d\tau, i = \overline{1, n},$$

откуда легко получить, что

$$K_i \mu_i = \Lambda K_i + B_0 \int_{-\infty}^{t} G(t-\tau) q K_i \exp[\mu_i(\tau - t)] d\tau, i = \overline{1, n}. \qquad (6)$$

Замена $t - \tau = s$ уравнения (6) приводит к виду

$$K_i \mu_i = \Lambda K_i + B_0 \int_{0}^{\infty} G(s) \exp(-\mu_i s) ds\, q\, K_i,\ i = \overline{1, n}. \qquad (7)$$

Обозначив

$$W(\mu_i) = \int_{0}^{\infty} G(s) \exp(-\mu_i s) ds = (W_1(\mu_i),\ \ W_2(\mu_i),\ \ \cdots,\ \ W_r(\mu_i))^T,\ i = \overline{1, n},$$

с учетом (7) имеем

$$\mu_i K_i = [\Lambda K_i + B_0 W(\mu_i) q] K_i = U(\mu_i) K_i,\ i = \overline{1, n}. \qquad (8)$$

Соотношение (8) показывает, что столбцы $K_i, i = \overline{1, n}$ матрицы K являются собственными векторами матрицы

$$U(\mu_i)=\begin{bmatrix}(\lambda_1+p_1(\mu_i)q_1) & p_1(\mu_i)q_2 & \cdots & p_1(\mu_i)q_n\\ p_2(\mu_i)q_1 & (\lambda_2+p_2(\mu_i)q_2) & \cdots & p_2(\mu_i)q_n\\ \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots & \cdots\cdots\\ p_n(\mu_i)q_1 & p_n(\mu_i)q_2 & \cdots & (\lambda_n+p_n(\mu_i)q_n)\end{bmatrix},\ i=\overline{1,n}, \qquad (9)$$

где

$$p_j(\mu_i)=\sum_{k=1}^{r}h_{jk}W_k(\mu_i),\ \ i,j=\overline{1,n}.$$

Характеристический многочлен [5] матрицы (9) имеет вид

$$|U(\mu_i)-\mu E|=\left[1+\sum_{j=1}^{n}\frac{p_j(\mu_i)q_j}{\lambda_j-\mu}\right]\prod_{i=1}^{n}(\lambda_i-\mu)=$$

$$=\prod_{i=1}^{n}(\lambda_i-\mu)+\sum_{j=1}^{n}p_j(\mu_i)q_j\prod_{i=1}^{n}(\lambda_i-\mu)=$$

$$=\delta(\mu)+\sum_{j=1}^{n}p_j(\mu_i)q_j\,\delta_j(\mu). \qquad (10)$$

Благодаря второму условию задачи имеем

$$\delta_j(\mu_i)\neq 0,\ i,j=\overline{1,n},$$

с учетом которых при $\mu=\mu_i$, $i=\overline{1,n}$ из (10) имеем следующую линейную относительно неизвестных $q_1,q_2,\cdots,q_n$ неоднородную алгебраическую систему порядка n:

$$\begin{cases}p_1(\mu_1)\delta_1(\mu_1)q_1+ & p_2(\mu_1)\delta_2(\mu_1)q_2+ & \cdots & +p_n(\mu_1)\delta_n(\mu_1)q_n & =-\delta(\mu_1),\\ p_1(\mu_2)\delta_1(\mu_2)q_1+ & p_2(\mu_2)\delta_2(\mu_2)q_2+ & \cdots & +p_n(\mu_2)\delta_n(\mu_2)q_n & =-\delta(\mu_2),\\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots\\ p_1(\mu_n)\delta_1(\mu_n)q_1+ & p_2(\mu_n)\delta_2(\mu_n)q_2+ & \cdots & +p_n(\mu_n)\delta_n(\mu_n)q_n & =-\delta(\mu_n),\end{cases}$$

или в компактной записи:

$$\Im\left(p_i(\mu_j)\,\delta_i(\mu_j)\right)q^T=-\delta(\mu_j),\ \ i,j=\overline{1,n}.$$

Из третьего условия задачи имеем

$$\det\Im\left(p_i(\mu_j)\delta_i(\mu_j)\right)\neq 0$$

и, следовательно,

$$q=-\delta^T(\mu_j)\left[\Im^{-1}\left(p_i(\mu_j)\,\delta_i(\mu_j)\right)\right]^T.$$

Наконец, для искомых вектор-строки коэффициентов усиления обратной связи b и матрицы преобразования $\tilde{K}$ имеем

$$b=-\delta^T(\mu_j)\left[\Im^{-1}\left(p_i(\mu_j)\,\delta_i(\mu_j)\right)\right]^T\cdot S^{-1}, \qquad (11)$$

$$\tilde{K} = SK.$$

При этом решение задачи имеет вид

$$x(t) = S\,K\exp(M\,t)C, \tag{12}$$

где C - n-мерный вектор произвольных постоянных.

Задача 2 (синтез управления по заданным граничным условиям). Построим управление

$$U(t) = \int_{-\infty}^{t} G(t-\tau)\,b\,x(\tau)\,d\tau \tag{13}$$

так, чтобы движение замкнутой системы (1), начинающееся в точке X_0 в момент $t = t_0$, достигло заданного конечного состояния X_1 в заданный момент $t_1 > t_0$.

Решение задачи 2. В соответствии с (12) имеем

$$X_0 = S\,K\exp(M\,t_0)C,$$
$$X_1 = S\,K\exp(M\,t_1)C,$$

откуда

$$[S\,K\exp(M\,t_0)]^{-1}X_0 = [S\,K\exp(M\,t_1)]^{-1}X_1$$

и, следовательно,

$$\exp(-M\,t_0)[S\,K]^{-1}X_0 = \exp(-M\,t_1)[S\,K]^{-1}X_1$$

или

$$\exp(M(t_1 - t_0))[S\,K]^{-1}X_0 = [S\,K]^{-1}X_1.$$

Последнее соотношение является системой трансцендентных уравнений n-го порядка относительно неизвестных собственных чисел μ_i, $i = \overline{1,n}$ матрицы M. Если эта система имеет решение (или решения), то управление (управления) вида (13), обеспечивающее (обеспечивающие) переход системы (1) из точки (X_0, t_0) в точку (X_1, t_1), строится (строятся) согласно (11).

Пример. Рассмотрим систему (1) [6], где

$$\begin{cases} A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\omega^2 & 0 \end{bmatrix},\ X(t) = \begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{pmatrix},\ B = \left[\begin{array}{c:c} b_{11} & b_{12} \\ \hdashline b_{21} & b_{22} \end{array}\right] = \begin{bmatrix} 0 & 0{,}5 \\ 0{,}5 & 0 \end{bmatrix}, \\ U(t) = \begin{pmatrix} u_1(t) \\ u_2(t) \end{pmatrix},\quad G(t-\tau) = \begin{pmatrix} g_1(t-\tau) \\ g_2(t-\tau) \end{pmatrix},\quad b = (b_1, b_2). \end{cases} \tag{14}$$

Требуется построить $b = (b_1, b_2)$ так, чтобы имели место соотношения

$$\dot{X}(t) = \tilde{K}Y(t) = \tilde{K}_1 y_1(t) + \tilde{K}_2 y_2(t),\ \tilde{K} = (\tilde{K}_1, \tilde{K}_2) = \left[\begin{array}{c:c} \tilde{k}_{11} & \tilde{k}_{12} \\ \tilde{k}_{21} & \tilde{k}_{22} \end{array}\right],\ \dot{y}_i(t) = \mu_i y_i(t),\ \ i = \overline{1,\ 2},\ \text{где}$$

$$\mu_1 = -1,\quad \mu_2 = -2,\quad W(\mu) = \begin{pmatrix} W_1(\mu) \\ W_2(\mu) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dfrac{1}{\mu - 1} \\ \dfrac{1}{\mu - 2} \end{pmatrix},\quad \omega \approx 0{,}0013\ \ \textit{1/c.} \tag{15}$$

Решение. Имеем

$$|A-\lambda E| = \begin{vmatrix} -\lambda & 1 \\ -\omega^2 & -\lambda \end{vmatrix} = \lambda^2+\omega^2, \quad \lambda_1 = i\omega,\ \lambda_2 = -i\omega.$$

Определим собственные векторы матрицы A из условий

$$AS_1 = \lambda_1 S_1, \qquad AS_2 = \lambda_2 S_2.$$

Тогда

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -\omega^2 & 0 \end{bmatrix}\begin{pmatrix} s_{11} \\ s_{21} \end{pmatrix} = i\omega\begin{pmatrix} s_{11} \\ s_{21} \end{pmatrix} \Rightarrow S_1 = \begin{pmatrix} s_{11} \\ s_{21} \end{pmatrix} = \gamma_1\begin{pmatrix} \frac{1}{i\omega} \\ 1 \end{pmatrix}, \quad \gamma_1 \neq 0 -$$

- произвольное постоянное число. Таким же путем получаем

$$S_2 = \begin{pmatrix} s_{11} \\ s_{21} \end{pmatrix} = \gamma_2\begin{pmatrix} -\frac{1}{i\omega} \\ 1 \end{pmatrix}, \quad \gamma_2 \neq 0.$$

Следовательно,

$$S = (S_1 \mid S_2) = \begin{bmatrix} \frac{\gamma_1}{i\omega} & -\frac{\gamma_2}{i\omega} \\ \gamma_1 & \gamma_2 \end{bmatrix}, \qquad |S| = \frac{2}{i\omega}\gamma_1\gamma_2 \neq 0, \qquad S^{-1} = \frac{i\omega}{2}\begin{bmatrix} \frac{1}{\gamma_1} & \frac{1}{i\omega\gamma_1} \\ -\frac{1}{\gamma_2} & \frac{1}{i\omega\gamma_2} \end{bmatrix}. \tag{16}$$

На основе (15) находим

$$W(\mu) = \begin{pmatrix} \frac{1}{\mu-1} \\ \frac{1}{\mu-2} \end{pmatrix}, \qquad W(-1) = \begin{pmatrix} W_1(-1) \\ W_2(-1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1/2 \\ -1/3 \end{pmatrix}, \qquad W(-2) = \begin{pmatrix} W_1(-2) \\ W_2(-2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1/3 \\ -1/4 \end{pmatrix}. \tag{17}$$

Из (14) и (16) следует

$$B_0 = S^{-1}B = S^{-1}\left[\begin{array}{c|c} b_{11} & b_{12} \\ \hline b_{21} & b_{22} \end{array}\right] = \frac{i\omega}{2}\begin{bmatrix} \frac{1}{\gamma_1} & \frac{1}{i\omega\gamma_1} \\ -\frac{1}{\gamma_2} & \frac{1}{i\omega\gamma_2} \end{bmatrix}\cdot\begin{bmatrix} 0 & 0.5 \\ 0.5 & 0 \end{bmatrix} = \frac{i\omega}{2}\begin{bmatrix} \frac{0.5}{i\omega\gamma_1} & \frac{0.5}{\gamma_1} \\ \frac{1}{i\omega\gamma_2} & -\frac{0.5}{\gamma_2} \end{bmatrix} =$$

$$= \left[\begin{array}{c|c} h_{11} & h_{12} \\ \hline h_{21} & h_{22} \end{array}\right] = \left(\begin{array}{c} h_1 \\ \hline h_2 \end{array}\right),$$

откуда

$$\begin{cases} h_1 = \frac{i\omega}{4}\left(\frac{1}{i\omega\gamma_1}, \frac{1}{\gamma_1}\right), \\ h_2 = \frac{i\omega}{2}\left(\frac{1}{i\omega\gamma_2}, -\frac{0.5}{\gamma_2}\right). \end{cases} \tag{18}$$

Согласно (9), (17) и (18), находим

$$\begin{pmatrix} p_1(\lambda_1) \\ p_2(\lambda_1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_1 W(\lambda_1) \\ h_2 W(\lambda_1) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_1\begin{pmatrix} W_1(\lambda_1) \\ W_2(\lambda_1) \end{pmatrix} \\ h_2\begin{pmatrix} W_1(\lambda_1) \\ W_2(\lambda_1) \end{pmatrix} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\frac{3+2i\omega}{24c_1} \\ -\frac{3+i\omega}{12c_2} \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} p_1(\lambda_2) \\ p_2(\lambda_2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_1 W(\lambda_2) \\ h_2 W(\lambda_2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_1 \begin{pmatrix} W_1(\lambda_2) \\ W_2(\lambda_2) \end{pmatrix} \\ h_2 \begin{pmatrix} W_1(\lambda_2) \\ W_2(\lambda_2) \end{pmatrix} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\dfrac{4+3i\omega}{48c_1} \\ -\dfrac{8+3i\omega}{48c_2} \end{pmatrix}.$$

Далее имеем

$$\delta(\mu) = (\lambda_1 - \mu)(\lambda_2 - \mu), \qquad \delta_0 = \begin{pmatrix} \delta(\mu_1) \\ \delta(\mu_2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \delta(-1) \\ \delta(-2) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1+\omega^2 \\ 4+\omega^2 \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} 1 \\ 4 \end{pmatrix},$$

$$\delta_1(\mu) = \lambda_2 - \mu, \qquad \delta_1(\mu_1) = \delta_1(-1) = i\omega + 1, \qquad \delta_1(\mu_2) = \delta_1(-2) = -i\omega + 2,$$

$$\delta_2(\mu) = \lambda_1 - \mu, \qquad \delta_2(\mu_1) = \delta_2(-1) = i\omega + 1, \qquad \delta_2(\mu_2) = \delta_2(-2) = i\omega + 2,$$

$$\Im(\cdot) = \begin{bmatrix} p_1(\mu_1)\delta_1(\mu_1) & p_2(\mu_1)\delta_2(\mu_1) \\ p_1(\mu_2)\delta_1(\mu_2) & p_2(\mu_2)\delta_2(\mu_2) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\dfrac{3+2i\omega}{24c_1}(-i\omega+1) & \dfrac{-3+i\omega}{12c_2}(i\omega+1) \\ -\dfrac{4+3i\omega}{48c_1}(-i\omega+2) & \dfrac{-8+2i\omega}{48c_2}(i\omega+2) \end{bmatrix}.$$

Имея в виду, что $\omega = 0{,}0013 \ \ 1/\text{ск}$, для $\Im(\cdot)$ можно принять

$$\Im(\cdot) \approx -\frac{1}{12} \begin{bmatrix} \dfrac{3-i\omega}{2c_1} & \dfrac{3+2i\omega}{c_2} \\ \dfrac{4+i\omega}{2c_1} & \dfrac{8+i\omega}{2c_2} \end{bmatrix}.$$

Следовательно,

$$|\Im(\cdot)| = \frac{3-4i\omega}{36c_1c_2}, \qquad \Im(\cdot)^{-1} = -\frac{3c_1c_2}{3-4i\omega} \begin{bmatrix} \dfrac{8+i\omega}{2c_2} & -\dfrac{3+2i\omega}{c_2} \\ -\dfrac{4+i\omega}{2c_1} & \dfrac{3-i\omega}{2c_1} \end{bmatrix}. \qquad (19)$$

Из (11), (16) и (19) окончательно получаем

$$(b_1, b_2) = 2/3\ (13i\omega;\ 3).$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Григорян Ф.П.** Синтез управлений с желаемым спектром в системе автоматического регулирования// Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.- 2002.- Т. 55, N1.- С.121-127.
2. **Гантмахер Ф.Р.** Теория матриц. – М. : Наука, 1967.- 576 с.
3. **Симонян С.О.** К упрощению вычислительных процедур расщепления линейных динамических систем на основе дифференциально-тейлоровских преобразований // Изв. НАН РА и ГИУА. Сер. ТН.- 2000.-Т. 53, N3.- С. 389-393.
4. **Абгарян К. А.** Матричные и асимптотические методы в теории линейных систем. - М. : Наука, 1973.- 431с.
5. **Гальперин Е.** А. Синтез линейных управлений в стационарной системе// Изв. АН СССР. Техническая кибернетика. -1968. - N4. –С. 130 –136.
6. **Пономарев В. М.** Теория управления движением космических аппаратов. – М.: Наука. 1965.- 456 с.

ГИУА. Материал поступил в редакцию 10.10.2003.

Ս.Հ. ՍԻՄՈՆՅԱՆ, Ֆ.Պ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ

ՑԱՆԿԱԼԻ ՏԱՐՐԱՊԱՏԿԵՐՈՎ ԲԱԶՄԱՉԱՓ ԿԱՌԱՎԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ՍԻՆԹԵԶԸ ԱՎՏՈՄԱՏ ԿԱՐԳԱՎՈՐՄԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐՈՒՄ

Դիտարկվել է [1] ցանկալի տարրապատկերով սկալյար կառավարման կառուցման խնդիրը ավտոմատ կարգավորման ստացիոնար համակարգում, կարգավորիչի սկալյար մուտքային ազդանշանի դեպքում: Դիտարկվում է բազմաչափ կառավարման կառուցման նմանատիպ խնդիր:

S.H. SIMONYAN, F.P. GRIGORYAN

MULTIDIMENSIONAL CONTROL SYNTHESIS WITH DESIRED SPECTRA IN AUTOMATICALLY REGULATED SYSTEMS

The problem of building scalar control with desired spectrum in automatically regulated autonomous systems with scalar input signal has been discussed in [1]. A similiar problem of building a multidimensional control is discussed.