

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ГРУБЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Введение. Информационно-управляющую систему (ИУС) будем называть грубой, если случайное изменение ее параметров и параметров объекта управления (ОУ) не приводит к изменению динамических свойств замкнутой системы. Для проектирования грубых ИУС используют аппарат теории чувствительности [1,2]. Основные задачи, рассматриваемые теорией чувствительности, состоят в анализе влияния малых отклонений конструктивных параметров ОУ и ИУС на динамические характеристики замкнутой системы автоматического управления (САУ), а также в разработке методов синтеза ИУС, обеспечивающих малочувствительность (грубость) замкнутых САУ к случайным изменениям этих параметров от их номинальных значений. Таким образом, если в классической постановке задач синтеза ИУС основным требованием является устойчивость и качество замкнутых САУ, то применение методов чувствительности позволяет синтезировать ИУС, доставляющие замкнутым САУ еще одно важное свойство – малое реагирование на неизбежные изменения конструктивных параметров замкнутой САУ.

Вместе с тем, методы синтеза грубых ИУС, изложенные в работах основоположников общей теории чувствительности Е.Н. Розенвассера и Р.М. Юсупова [1], Р. Томовича и М. Вукобратовича [2], в их практической реализации оказываются чрезвычайно сложными. Если математическая модель возмущенного движения замкнутой САУ имеет порядок n , а число нестабильных параметров составляет l , то число функций чувствительности составляет $n \times l$, а порядок расширенной математической модели замкнутой САУ, используемой для решения задачи синтеза грубой ИУС, равен $n \times (l + 1)$. Такой высокий порядок математической модели исключает получение решения задачи синтеза грубой ИУС в аналитической форме, а практическая реализация ИУС становится трудноосуществимой.

Целью настоящей работы является разработка упрощенного метода синтеза грубой ИУС, практическая реализация которой не встречает практических затруднений.

Основная часть. Пусть возмущенное движение ОУ описывается линейным векторно-матричным дифференциальным уравнением

$$\dot{X}(t) = A(\alpha)X(t) + BU(\gamma, t), \quad (1)$$

где $X(t)$ – n -мерный вектор состояния; $U(\gamma, t)$, – m -мерный вектор управления, причем

$$U(\gamma, t) = K(\gamma)X(t); \quad (2)$$

α – нестабильный параметр объекта; γ – l -мерный вектор варьируемых параметров (ИУС). Требуется отыскать вектор $\gamma \in G_\gamma$, доставляющий минимум интегральному квадратичному функционалу

$$J = \int_0^T \langle \dot{X}(t), PX(t) \rangle \quad (3)$$

и обеспечивающий свойство «грубости» замкнутой системы (1), (2) к случайному изменению параметра α .

Подставляя (2) в (1), получаем дифференциальное уравнение возмущенного движения замкнутой ИУС

$$\dot{X}(t) = [A(\alpha) + BK(\gamma)]X(t). \quad (4)$$

В работе [3] показано, что значение функционала (3), вычисленное на решениях замкнутой системы (4), составляет

$$J(\alpha, \gamma) = \langle X(0), R(\alpha, \gamma)X(0) \rangle, \quad (5)$$

где квадратная симметрическая матрица $R(\alpha, \gamma)$ удовлетворяет матричному алгебраическому уравнению

$$R(\alpha, \gamma)[A(\alpha) + BK(\gamma)] + [A(\alpha) + BK(\gamma)]^T R(\alpha, \gamma) + P = 0. \quad (6)$$

В соответствии с работой [4] выделим в замкнутой системе (4) «главную координату» $x_i(t, \alpha)$. Тогда значение функционала (5) приближенно можно оценить соотношением

$$J(\alpha, \gamma) = r_{ii}(\alpha, \gamma)x_i^2(0), \quad (7)$$

где $r_{ii}(\alpha, \gamma)$ – i -тый диагональный элемент матрицы $R(\alpha, \gamma)$. В связи с тем, что точка минимума функционала (7) не изменяется при умножении функционала на постоянную величину, соотношение (7) может быть записано в виде

$$J(\alpha, \gamma) = r_{ii}(\alpha, \gamma). \quad (8)$$

Чувствительность функционала (8) к случайной вариации параметра α может быть оценена величиной [5]

$$S(\alpha_0, \gamma) = \left| \frac{\partial r_{ii}(\alpha, \gamma)}{\partial \alpha} \right|_{\alpha=\alpha_0}, \quad (9)$$

где α_0 – номинальное значение параметра $\alpha \in G_\alpha$; G_α – область допустимых изменений параметра α .

Тогда искомый вектор $\gamma \in G_\gamma$ должен доставлять минимум аддитивному функционалу

$$J(\alpha_0, \gamma) = \beta_1^2 r_{ii}(\alpha_0, \gamma) + \beta_2^2 \left| \frac{\partial r_{ii}(\alpha, \gamma)}{\partial \alpha} \right|_{\alpha=\alpha_0}, \quad (10)$$

где весовые коэффициенты β_1 и β_2 вычисляются в соответствии с методикой,

изложенной в работах [6,7] и составляют

$$\beta_1 = \frac{S^*}{J^* + S^*}; \quad \beta_2 = \frac{S^*}{J^* + S^*}; \quad (11)$$

причем J^* и S^* – минимальные значения функций (8) и (9), вычисленные при минимизации каждой из них по $\gamma \in G_\gamma$, причем в качестве множества G_γ допустимых значений вектора γ рекомендуется выбирать область устойчивости замкнутой системы (4) при $\alpha = \alpha_0$.

Пример. Рассмотрим задачу параметрического синтеза стабилизатора танковой пушки. Математическая модель замкнутой САУ в этом случае имеет вид [8]:

$$\begin{aligned} \ddot{\varphi}(t) &= -\frac{k_M k_D}{J_n} \beta(t); \\ \ddot{\beta}(t) &= -\frac{1}{T_1^2} \beta(t) - \frac{T_2}{T_1^2} \dot{\beta}(t) + \frac{k_E k_Y}{C T_1^2} k_\varphi \varphi(t) + \frac{k_E k_Y}{C T_1^2} k_C k_{\dot{\varphi}} \dot{\varphi}(t), \end{aligned} \quad (12)$$

где $\varphi(t)$ – угол поворота оси канала ствола танковой пушки относительно оси цапф; $\beta(t)$ – угол поворота якоря электромагнита (ЭМ) электрогидравлического усилителя (ЭГУ); T_1, T_2 – постоянные времени ЭМ управления, причем T_1 определяет инерционные свойства якоря ЭМ, а T_2 определяет его демпфирующие свойства; J_n – момент инерции танковой пушки относительно оси цапф; C – коэффициент жесткости фиксирующей пружины якоря ЭМ; k_M, k_D, k_E, k_Y, k_C – коэффициенты пропорциональности; $k_\varphi, k_{\dot{\varphi}}$ – варьируемые параметры стабилизатора, подлежащие выбору.

Допустимый температурный диапазон функционирования стабилизатора танковой пушки составляет $(-40 \div +50)^\circ \text{C}$. В этом диапазоне коэффициент вязкости рабочей жидкости ЭГУ изменяется в широких пределах, что приводит к отклонениям постоянной времени T_2 от ее номинального значения T_{20} . Тогда задача параметрического синтеза грубой системы наведения и стабилизации танковой пушки может быть сформулирована в следующем виде. Требуется отыскать значения варьируемых параметров стабилизатора k_φ и $k_{\dot{\varphi}}$, обеспечивающие высокую точность стабилизации оси канала ствола танковой пушки относительно направления на цель и малую чувствительность количественного показателя точности стабилизации к изменению значения неустойчивого параметра стабилизатора T_2 от ее номинального значения T_{20} .

Математическую модель возмущенного движения замкнутой САУ (12) представим в нормальной форме, производя замену переменных

$$x_1(t) = \varphi(t); \quad x_2(t) = \dot{\varphi}(t); \quad x_3(t) = \beta(t); \quad x_4(t) = \dot{\beta}(t):$$

$$\begin{aligned}
 \dot{x}_1(t) &= x_2(t); \\
 \dot{x}_2(t) &= -\frac{k_M k_D}{J_n} x_3(t); \\
 \dot{x}_3(t) &= x_4(t); \\
 \dot{x}_4(t) &= \frac{k_E k_Y}{CT_1^2} k_\phi x_1(t) + \frac{k_E k_Y}{CT_1^2} k_C k_\phi x_2(t) - \frac{1}{T_1^2} x_3(t) - \frac{T_2}{T_1^2} x_4(t).
 \end{aligned} \tag{13}$$

Собственная матрица системы (13) и ее характеристическое уравнение записываются

$$C(T_2, k_\phi, k_\phi) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{k_M k_D}{J_n} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ \frac{k_E k_Y}{CT_1^2} k_\phi & \frac{k_E k_Y}{CT_1^2} k_C k_\phi & -\frac{1}{T_1^2} & -\frac{T_2}{T_1^2} \end{bmatrix} \tag{14}$$

$$\begin{aligned}
 \det[C(T_2, k_\phi, k_\phi) - ES] &= S^4 + \frac{T_2}{T_1^2} S^3 + \frac{1}{T_1^2} S^2 + \\
 &+ \frac{k_M k_D k_E k_Y}{CJ_n T_1^2} k_C k_\phi S + \frac{k_M k_D k_E k_Y}{CJ_n T_1^2} k_\phi = 0.
 \end{aligned} \tag{15}$$

Значение параметров танковой пушки с ЭГУ примем равными $J_n = 736,9 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$; $T_1 = 10^{-2} \text{ с}$; $T_{20} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$; $C = 100 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $k_C = 0,2 \text{ с}^2$; $k_M = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{Па}^{-1}$; $k_D = 1,228 \cdot 10^7 \text{ Па}$; $k_E = 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м} \cdot \text{А}^{-1}$; $k_Y = 0,1 \cdot 10^{-1} \text{ Ом}$. Тогда матрица (14) и характеристическое уравнение (15) могут быть записаны в виде

$$C(T_2, k_\phi, k_\phi) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -10 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 10^3 k_\phi & 0,2 \cdot 10^3 k_\phi & -10^4 & -10^4 T_2 \end{bmatrix}; \tag{16}$$

$$S^4 + 10^4 T_2 S^3 + 10^4 S^2 + 0,2 \cdot 10^4 k_\phi S + 10^4 k_\phi = 0. \tag{17}$$

Упрощенный метод параметрического синтеза стабилизатора танковой пушки без учета требования грубости к изменению параметра T_2 рассмотрен в работе [4], где предполагается в матрице (16) и уравнении (17) $T_2 = T_{20}$. Затем в уравнении (17) полагают $S = \beta + j\omega$ и, в соответствии с работой [9], в плоскости варьируемых

параметров $(k_\varphi, k_{\dot{\varphi}})$ строят линии равной степени устойчивости при различных $\beta < 0$. При $\beta = -1,25$ кривые равной степени устойчивости стягиваются в отрезок прямой, параллельной оси k_φ при $k_{\dot{\varphi}}^* = 12,5$, расположенный внутри области устойчивости замкнутой системы (13).

Далее в системе (13) выделяется так называемая «главная координата», наиболее полно характеризующая динамические свойства замкнутой САУ. Вполне естественно для системы (13) главной координатой считать $x_1(t) = \varphi(t)$, представляющей собой угол рассогласования оси канала ствола танковой пушки от направления на цель, а точность стабилизации оценивать функционалом

$$J(k_\varphi, k_{\dot{\varphi}}) = \int_0^\infty x_1^2(t) dt,$$

вычисленном на решениях замкнутой системы (13) при $T_2 = T_{20}$ и начальных условиях $x_1(0) \neq 0$; $x_2(0) = x_3(0) = x_4(0) = 0$. При выбранных начальных условиях значение функционала (3) в соответствии с формулами (5), (7) и (8) составляет

$$J(k_\varphi, k_{\dot{\varphi}}) = r_{11}(k_\varphi, k_{\dot{\varphi}}), \quad (18)$$

где $r_{11}(k_\varphi, k_{\dot{\varphi}})$ – первый диагональный элемент матрицы $R(k_\varphi, k_{\dot{\varphi}})$, удовлетворяющий уравнению

$$R(k_\varphi, k_{\dot{\varphi}})C(T_{20}, k_\varphi, k_{\dot{\varphi}}) + C^T(T_{20}, k_\varphi, k_{\dot{\varphi}})R(k_\varphi, k_{\dot{\varphi}}) + P = 0, \quad (19)$$

причем матрица P в соответствии с (3) и (18) равна

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}.$$

В работе [4] показано, что

$$r_{11}(k_\varphi, k_{\dot{\varphi}}) = \frac{k_{\dot{\varphi}}}{k_\varphi} + \frac{10^3 k_{\dot{\varphi}} + 2,5 k_\varphi - 25 \cdot 10^3}{40 k_{\dot{\varphi}}^2 - 10^3 k_{\dot{\varphi}} + 2,5 k_\varphi}. \quad (19)$$

Положим в (19) $k_{\dot{\varphi}} = k_{\dot{\varphi}}^* = 12,5$. В результате получаем

$$r_{11}(k_\varphi, k_{\dot{\varphi}}^*) = \frac{12,5}{k_\varphi} + \frac{2,5 k_\varphi - 12,5 \cdot 10^3}{2,5 k_\varphi - 6,25 \cdot 10^3}. \quad (20)$$

Для отыскания минимума функции (20) продифференцируем правую часть соотношения (20) по k_φ и результат дифференцирования приравняем к нулю.

В результате получаем квадратное уравнение

$$k_{\varphi}^2 + 25,1k_{\varphi} - 3 \cdot 10^4 = 0. \quad (21)$$

Решение уравнения (21) позволяет получить значение $k_{\varphi}^* = 161,11$, доставляющее минимум функционалу (18), являющемуся количественной оценкой точности стабилизации оси канала ствола танковой пушки при максимальном запасе устойчивости замкнутой системы (13).

Перейдем к рассмотрению задачи параметрического синтеза стабилизатора танковой пушки с учетом требования грубости замкнутой САУ к изменению неустойчивого параметра T_2 . В этом случае матрица $R(T_2, k_{\varphi}, k_{\dot{\varphi}})$ удовлетворяет матричному уравнению

$$R(T_2, k_{\varphi}, k_{\dot{\varphi}})C(T_2, k_{\varphi}, k_{\dot{\varphi}}) + C^T(T_2, k_{\varphi}, k_{\dot{\varphi}})R(T_2, k_{\varphi}, k_{\dot{\varphi}}) + P = 0. \quad (22)$$

Матричное уравнение (22) эквивалентно 10 скалярным алгебраическим уравнениям относительно неизвестных элементов симметрической матрицы $R(T_2, k_{\varphi}, k_{\dot{\varphi}})$:

$$\begin{aligned} 2 \cdot 10^3 k_{\varphi} r_{14} + 1 &= 0; \\ r_{11} + 0,2 \cdot 10^3 k_{\dot{\varphi}} r_{14} + 10^3 k_{\varphi} r_{24} &= 0; \\ -10 r_{12} - 10^4 r_{14} + 10^3 k_{\varphi} r_{34} &= 0; \\ r_{13} - 10^4 T_2 r_{14} + 10^3 k_{\varphi} r_{44} &= 0; \\ r_{12} + 0,2 \cdot 10^3 k_{\dot{\varphi}} r_{24} &= 0; \\ -10 r_{22} - 10^4 r_{24} + r_{13} + 0,2 \cdot 10^3 k_{\dot{\varphi}} r_{34} &= 0; \\ r_{23} - 10^4 T_2 r_{24} + r_{14} + 0,2 \cdot 10^3 k_{\dot{\varphi}} r_{44} &= 0; \\ -10 r_{23} - 10^4 r_{34} &= 0; \\ r_{33} - 10^4 T_2 r_{34} - 10 r_{24} - 10^4 r_{44} &= 0; \\ r_{34} - 10^4 T_2 r_{44} &= 0. \end{aligned} \quad (23)$$

Из системы алгебраических уравнений (23) находим первый диагональный элемент матрицы $R(T_2, k_{\varphi}, k_{\dot{\varphi}})$

$$r_{11}(T_2, k_{\varphi}, k_{\dot{\varphi}}) = \frac{k_{\dot{\varphi}}}{k_{\varphi}} + \frac{10^3 k_{\dot{\varphi}} + 0,5 \cdot 10^4 T_2 k_{\varphi} - 5 \cdot 10^7 T_2}{40 k_{\dot{\varphi}}^2 - 0,2 \cdot 10^7 T_2 k_{\dot{\varphi}} + 10^7 T_2^2 k_{\varphi}}. \quad (24)$$

Если в соотношение (24) подставить $T_2 = T_{20} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ с}$, то из (24) получим соотношение (19).

Чувствительность функционала (24) к изменению неустойчивого параметра T_2 будем оценивать функцией чувствительности (9)

$$S(T_2, k_\varphi, k_{\dot{\varphi}}) = \left| \frac{\partial r_{11}(T_2, k_\varphi, k_{\dot{\varphi}})}{\partial T_2} \right|. \quad (25)$$

Подставляя (24) в (25) и подставляя в полученное соотношение $T_2 = T_{20} = 0,5 \cdot 10^{-3}$ и $k_{\dot{\varphi}} = k_{\dot{\varphi}}^* = 12,5$, получаем

$$S(T_{20}, k_\varphi, k_{\dot{\varphi}}^*) = \left| \frac{-1,25 \cdot 10^4 k_\varphi^2 + 3,125 \cdot 10^7 k_\varphi}{(2,5k_\varphi - 6,25 \cdot 10^3)^2} \right|. \quad (26)$$

В интервале $0 < k_\varphi < 2,5 \cdot 10^3$ функция под знаком модуля является положительной, поэтому этот знак можно в дальнейшем опустить.

С учетом формулы (10) составим аддитивный функционал

$$J(T_{20}, k_\varphi, k_{\dot{\varphi}}^*) = \beta_1^2 r_{11}(T_{20}, k_\varphi, k_{\dot{\varphi}}^*) + \beta_2^2 S(T_{20}, k_\varphi, k_{\dot{\varphi}}^*), \quad (27)$$

где весовые коэффициенты β_1 и β_2 определяются соотношениями (11). Минимальные значения функционалов (20) и (26) в точке $k_\varphi^* = 161,11$ составляют $J^* = 2,147$ и $S^* = 137,766$, следовательно значения весовых коэффициентов β_1 и β_2 равны $\beta_1 = 0,985$; $\beta_2 = 0,015$. Тогда $\beta_1^2 = 0,97$; $\beta_2^2 = 0,225 \cdot 10^{-3}$, а аддитивный функционал (27) принимает вид

$$\begin{aligned} J(T_{20}, k_\varphi, k_{\dot{\varphi}}^*) = & 0,97 \left(\frac{12,5}{k_\varphi} + \frac{2,5k_\varphi - 12,5 \cdot 10^3}{2,5k_\varphi - 6,25 \cdot 10^3} \right) + \\ & + 0,225 \cdot 10^{-3} \frac{(-1,25 \cdot 10^4 k_\varphi^2 + 3,125 \cdot 10^7 k_\varphi)}{(2,5k_\varphi - 6,25 \cdot 10^3)^2}. \end{aligned} \quad (28)$$

Для отыскания минимума функции (28) продифференцируем ее по k_φ и результат дифференцирования приравняем к нулю. В результате получим квадратное уравнение

$$k_\varphi^2 + 23,94k_\varphi - 2,855 \cdot 10^4 = 0,$$

решение которого определяет точку минимума функции (28) $k_\varphi^* = 157,42$.

Вывод. Стабилизатор танковой пушки со значениями варьируемых параметров $k_\varphi^* = 157,42$; $k_{\dot{\varphi}}^* = 12,5$ обеспечивает максимальный запас устойчивости замкнутой системы стабилизации, ее высокую точность и малую чувствительность к изменению параметра T_2 .

Литература: 1. Розенвассер Е.Н. Чувствительность систем автоматического управления / Е.Н. Розенвассер, Р.М. Юсупов. – Л.: Энергия, 1971. – 292с. 2. Томович Р. Общая теория чувствительности / Р. Томович, М. Вукобратович. – М.: Советское радио, 1972. –

240с. 3. Александров Е.Е. Автоматизированное проектирование динамических систем с помощью функций Ляпунова / Е.Е. Александров, М.В. Бех. – Х.: Основа, 1993. – 113с. 4. Александрова Т.Е. О единственности решения задачи параметрического синтеза линейной динамической системы с интегральным квадратичным критерием оптимальности / Т.Е. Александрова // Системы обработки информации. – 2013. – Вып.7. – С. 116-120. 5. Александрова Т.Е. Параметрический синтез оптимальных робастных стабилизаторов подвижных объектов / Т.Е. Александрова // Радиоэлектроника. Информатика. Управление. – 2012. – №1. – С. 141-143. 6. Александрова Т.Е. К задаче параметрического синтеза динамических систем / Т.Е. Александрова // Автоматизация производственных процессов. – 2001. – №2. – С. 139-140. 7. Александров Е.Е. Выбор оптимизируемого функционала в задачах параметрического синтеза систем стабилизации / Е.Е. Александров, Т.Е. Александрова // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2004. – №2. – С. 23-26. 8. Александрова Т.Е. Параметрический синтез оптимального стабилизатора танковой пушки / Т.Е. Александрова, И.В. Костяник, А.Е. Истомин // Механика та машинобудування. – 2012. – №2. – С. 203-209. 9. Орурк И.А. Новые методы синтеза линейных и некоторых нелинейных динамических систем / И.А. Орурк. – М. – Л.: Наука, 1965. – 207с.

Bibliography (transliterated): 1. Rozenvasser E.N. Chuvstvitelnost system avtomaticheskogo upravleniya / E.N. Rozenvasser, R.M. Yusupov. - Leningrad: Energiya, 1971. - 292s. 2. Tomovych R. Obshaya teoriya chuvstvitelnosti / R. Tomovych, M. Vukobratovych. - M.: Sovetskoe radio, 1972. – 240s. 3. Aleksandrov E.E. Avtomatizirovannoe proectirovanie dinamicheskikh sistem s pomoshchju funktsiy Lyapunova / E.E. Aleksandrov, M.V. Bech. - H.: Osnova, 1993. - 113s. 4. Aleksandrova T.E. O edinstvennosti resheniya zadachi parametricheskogo sinteza lineynoy dynamicheskoy sistemy s integralnym kvadrachnym kriteriem optimalnosti / T.E. Aleksandrova // Sistemy obrobki informatsii. - 2013. - Vip. 7. - S. 116-120. 5. Aleksandrova T.E. Parametricheskiy sintes optimalnykh robastnykh stabilizatorov podvizhnykh obiectov / T.E. Aleksandrova // Radioelectronica.. Informatica. Upravlinnya. - 2012. - № 1. - S. 141-143. 6. Aleksandrova T.E. K zadache parametricheskogo sintesa dinamicheskikh sistem / T.E. Aleksandrova // Avtomatizatsia virobnychih protsesiv. - 2001. - № 2. - S. 139-140. 7. Aleksandrov E.E. Vybory optymizyruemogo funktsionala v zadachah parametricheskogo syntesa system stabilizatsii / E.E. Aleksandrov, T.E. Aleksandrova // Artylleriyskoe and Strelkovoe vooruzhenie. - 2004. - № 2. - S. 23-26. 8. Aleksandrova T.E. Parametricheskiy syntes optimalnogo stabilizatora tankovoy pushki / T.E. Aleksandrova, I.V. Kostyanik, A.E. Istomin // Mehanika ta Mashinobuduvannia. - 2012. - № 2. - S. 203-209. 9. Orurk I. A. Novie metody sinteza lineinykh i nekotorykh nelineinykh dinamicheskikh sistem / I.A. Orurk. – M. – L.: Nauka, 1965. - 207s.

Александрова Т.Е.

ПАРАМЕТРИЧНИЙ СИНТЕЗ НЕЧУТЛИВИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ

Розглядається задача вибору варіюваних параметрів інформаційно-керуючої системи, які забезпечують властивість нечутливості до випадкової зміни параметрів об'єкту керування.

Александрова Т.Е.

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ГРУБЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Рассматривается задача выбора варьируемых параметров информационно-управляющей системы, обеспечивающих свойство «грубости» системы к случайному изменению параметров объекта управления.

Alexandrova T. Ye.

PARAMETRIC SYNTHESIS GROSS INFORMATION CONTROL SYSTEMS

Consider the problem of the choice of variable parameters information control system to ensure the property "coarseness" of the system to random changes in the parameters of the control object.