ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ
ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Տեխնիկական գիտութ. սերիա XX, № 4, 1967 Серия технических наук

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

В. В. КАЗАКЕВИЧ, Р. С. РАФАЕЛЯН, Л. Р. АМИЯН

# ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ШАГОВОГО ТИПА С ПРЕДВЫЧИСЛЕНИЕМ УСТАНОВИВШЕГОСЯ ЗНАЧЕНИЯ ПРИ НАЛИЧИИ ПОМЕХ

Исследуется часто встречающаяся в технике шаговая система экстремального регулирования с объектом, представляемым последовательным соединением экстремального звена, звена чистого запаздывания и следующей за ними цепочки из двух апериодических звеньев первого порядка. Структурная схема показана на рис. 1; $y^* = f(x)$

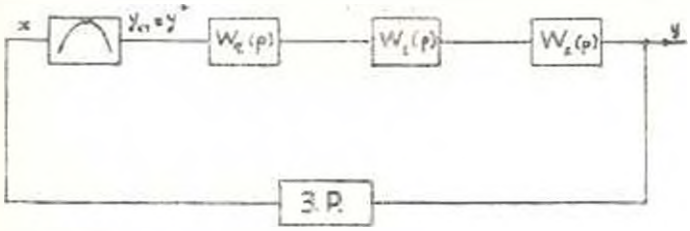


Рис. 1.

представляет собой экстремальную характеристику, аналитическое выражение которой неизвестно, но известно, что она имеет только один экстремум, не имеет точек разрыва и допускает разрывы непрерывности $f'(x)$ второго рода. $W_0(p) = e^{-p\tau_0}$, где $\tau_0$ — время чистого запаздывания

$$W_i(p) = \frac{1}{T_i p + 1}; \quad i = 1, 2.$$

В работах [1, 2, 3] получены алгоритмы наибыстрейшего поиска экстремума в шаговых идеализированных системах экстремального регулирования (ШСЭР) второго, третьего и $n$-го порядков. Делалось допущение, что измерения свободны от ошибок, за счет чего получали точное решение системы уравнения. В настоящей работе учитывается влияние помех для системы 2-го порядка.

Связь между динамическим выходом $y$ и статическим выходом $f(x)$ данной системы представляется уравнением:

$$e^{p\tau_0}(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)\, y = f(x). \qquad (1)$$

Допустим в начальный момент времени $t = 0$, $x = x_0$ и

$$y = y_0,\ y' = y_0' \tag{2}$$

(в общем случае $y_0 \neq f(x_0)$) и затем в момент $t = +0$ совершено мгновенное смещение входа $\Delta x$, $|\Delta x| = k = \text{const}$. В течение времени чистого запаздывания $0 \leqslant t \leqslant \tau_3$ переходный процесс определяется начальными условиями (2) и возмущением $f(x_0) - y_0$, а начиная с момента $t = \tau_3$, переходный процесс будет определяться другими начальными условиями и новым значением возмущения $f(x_0 + \Delta x) - y_1$, где $y_1$ — решение уравнения (1) при $t = \tau_3$ с начальными условиями (2). Во временном интервале $[0, \tau_3]$ переходный процесс в координатах $\Delta = y - y_0$, $t$ будет описываться уравнением:

$$(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)\Delta = a_0, \tag{3}$$

где $a_0 = f(x_0) - y_0$ — возмущение.

В новой системе координат начальные условия примут вид:

$$\Delta(0) = 0;\quad \Delta'(0) = \Delta_0'. \tag{4}$$

Решение уравнения (3) при начальных условиях (4) имеет вид:

$$\Delta(t) = a_0\left(1 - \frac{T_1}{T_1 - T_2}e^{-\frac{t}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1 - T_2}e^{-\frac{t}{T_2}}\right) + \frac{\Delta_0' T_1 T_2}{T_1 - T_2}\left(e^{-\frac{t}{T_1}} - e^{-\frac{t}{T_2}}\right). \tag{5}$$

На рис. 2 кривые $y = f(x)$ и $\Delta = \Delta(t)$ условно изображены вместе. Начиная с момента $t = \tau_3$, динамика объекта описывается уравнением

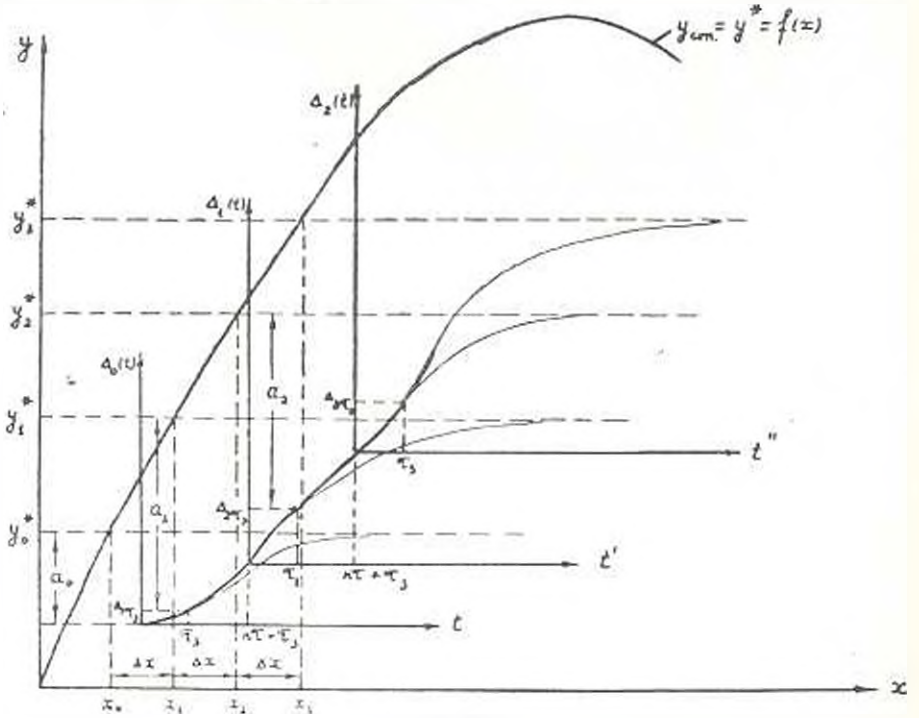


Рис. 2.

$$\Delta_1(t) = \Delta_{1\tau_3} + a_1\left(1 - \frac{T_1}{T_1-T_2}e^{-\frac{t-\tau_3}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1-T_2}e^{-\frac{t-\tau_3}{T_2}}\right) + \frac{\Delta_1' T_1 T_2}{T_1-T_2}\left(e^{-\frac{t-\tau_3}{T_1}} - e^{-\frac{t-\tau_3}{T_2}}\right), \qquad (6)$$

где $a_1 = f(x_0 + \Delta x) - y_0$, а $\Delta_{1\tau_3}$ — значение функции $\Delta(t)$ в момент времени $t = \tau_3$.

Итак, переменные $\Delta_{1\tau_3}$, $a_1$, $\Delta_1'$ и $\Delta_1(t)$ связаны функциональной зависимостью (6), математический закон которой известен, но сами эти величины неизвестны. Если сделано три исходных измерения, то определение их есть задача, требующая решения системы трех уравнений с 3-я неизвестными. Если мы произведем $n$ измерений ($n > 3$) через равные интервалы времени $\tau$, то получим систему уравнений с большим числом уравнений, чем число неизвестных. Если бы измерения были свободны от ошибок, то мы отбросили бы „лишние" уравнения. Но так как измерения неточны, то каждое новое измерение добавляет некоторую новую информацию. Применим в этом случае для определения неизвестных параметров метод наименьших квадратов. Полученная в результате $n$ ($n > 3$) измерений система в общем случае несовместных уравнений с тремя неизвестными будет иметь вид

$$\left.\begin{aligned}
\Delta_{11} &= \Delta_{1\tau_3} + a_1\left(1 - \frac{T_1}{T_1-T_2}e^{-\frac{\tau}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1-T_2}e^{-\frac{\tau}{T_2}}\right) + \frac{\Delta_1' T_1 T_2}{T_1-T_2}\left(e^{-\frac{\tau}{T_1}} - e^{-\frac{\tau}{T_2}}\right),\\
\Delta_{12} &= \Delta_{1\tau_3} + a_1\left(1 - \frac{T_1}{T_1-T_2}e^{-\frac{2\tau}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1-T_2}e^{-\frac{2\tau}{T_2}}\right) + \frac{\Delta_1' T_1 T_2}{T_1-T_2}\left(e^{-\frac{2\tau}{T_1}} - e^{-\frac{2\tau}{T_2}}\right),\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
\Delta_{1n} &= \Delta_{1\tau_3} + a_1\left(1 - \frac{T_1}{T_1-T_2}e^{-\frac{n\tau}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1-T_2}e^{-\frac{n\tau}{T_2}}\right) + \frac{\Delta_0' T_1 T_2}{T_1-T_2}\left(e^{-\frac{n\tau}{T_1}} - e^{-\frac{n\tau}{T_2}}\right),
\end{aligned}\right\} \qquad (7)$$

где $\Delta_{1i} = \Delta(\tau_3 + i\tau)$, $i = 1, 2, \cdots, n$.

Введем обозначения

$$\left.\begin{aligned}
&1 - \frac{T_1}{T_1-T_2}e^{-\frac{i\tau}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1-T_2}e^{-\frac{i\tau}{T_2}} = A_i,\\
&\frac{T_1T_2}{T_1-T_2}\left(e^{-\frac{i\tau}{T_1}} - e^{-\frac{i\tau}{T_2}}\right) = B_i.
\end{aligned}\right\} \qquad (8)$$

С учетом обозначений (8) получаем следующую систему из несовместных уравнений:

$$\left.\begin{aligned} &\Delta_{1\,2} + a_1 A_1 + \Delta_1' B_1 - \Delta_{11} = 0,\\ &\Delta_{1\,2} + a_1 A_2 + \Delta_1' B_2 - \Delta_{12} = 0,\\ &\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\ &\Delta_{1\,2} + a_1 A_n + \Delta_1' B_n - \Delta_{1n} = 0. \end{aligned}\right| \qquad (9)$$

Если в систему (9) поставить какую-нибудь систему значений $\Delta_{1\,2}$, $a_1$, $\Delta_1'$, то левые части уравнений (9) в общем случае будут равны не нулю, а соответственно $\varepsilon_1$, $\varepsilon_2$, ..., $\varepsilon_n$.

Определим систему значений $\Delta_{1\,2}$, $a_1$, $\Delta_1'$ таким образом, чтобы сумма

$$E = \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^{n} (\Delta_{1\,2} + a_1 A_i + \Delta_1' B_i - \Delta_{1i})^2$$

была минимальна. Отсюда получается система:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{1}{2}\frac{\partial E}{\partial \Delta_{1\,2}} = n\Delta_{1\,2} + a_1 \sum_{i=1}^{n} A_i + \Delta_1' \sum_{i=1}^{n} B_i - \sum_{i=1}^{n} \Delta_{1i} = 0,\\ &\frac{1}{2}\frac{\partial E}{\partial a_1} = \Delta_{1\,2} \sum_{i=1}^{n} A_i + a_1 \sum_{i=1}^{n} A_i^2 + \Delta_1' \sum_{i=1}^{n} A_i B_i - \sum_{i=1}^{n} \Delta_{1i} A_i = 0,\\ &\frac{1}{2}\frac{\partial E}{\partial \Delta_1'} = \Delta_{1\,2} \sum_{i=1}^{n} B_i + a_1 \sum_{i=1}^{n} A_i B_i + \Delta_1' \sum_{i=1}^{n} B_i^2 - \sum_{i=1}^{n} \Delta_{1i} B_i = 0. \end{aligned}\right| \qquad (10)$$

На основании (10) получим

$$a_1 = \frac{\begin{vmatrix} n & \sum \Delta_{1i} & \sum B_i \\ \sum A_i & \sum \Delta_{1i} A_i & \sum A_i B_i \\ \sum B_i & \sum \Delta_{1i} B_i & \sum B_i^2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} n & \sum A_i & \sum B_i \\ \sum A_i & \sum A_i^2 & \sum A_i B_i \\ \sum B_i & \sum A_i B_i & \sum B_i^2 \end{vmatrix}}$$

$$\Delta_{1,2} = \frac{\begin{vmatrix} \sum_{i=1}^{n} \Delta_{1i}, & \sum_{i=1}^{n} A_i, & \sum_{i=1}^{n} B_i \\ \sum_{i=1}^{n} \Delta_{1i} A_i, & \sum_{i=1}^{n} A_i^2, & \sum_{i=1}^{n} A_i B_i \\ \sum_{i=1}^{n} \Delta_{1i} B_i, & \sum_{i=1}^{n} A_i B_i, & \sum_{i=1}^{n} B_i^2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} n, & \sum_{i=1}^{n} A_i, & \sum_{i=1}^{n} B_i \\ \sum_{i=1}^{n} A_i, & \sum_{i=1}^{n} A_i^2, & \sum_{i=1}^{n} A_i B_i \\ \sum_{i=1}^{n} B_i, & \sum_{i=1}^{n} A_i B_i, & \sum_{i=1}^{n} B_i^2 \end{vmatrix}}$$

Отсюда можно определить

$$y_1^* = y_0 + \Delta_{1,2} + a_1.$$

В [1] доказывается, что, поступая аналогичным образом, в интервале между двумя последовательными смещениями входа можно прогнозировать за короткий промежуток времени значение переходного процесса, вызванного смещением входа при произвольном $k$-м шаге при бесконечно большом $t$.

Причем, каждый следующий шаг делается после определения

$$\varepsilon_k = y_{k+1}^* - y_k^*$$

по признаку

$$\Delta x_{k+1} = k \cdot \operatorname{sign}(\varepsilon_k \cdot \Delta x_k),$$

где

$$y_k^* = y_0 + \sum_{i=1}^{k-1} \Delta_{1i}^* + \Delta_{k,k+1} + a_k,$$

при этом

$$a_k = \frac{\begin{vmatrix} n, & \sum_{i=1}^{n} \Delta_{ki}, & \sum_{i=1}^{n} B_i \\ \sum_{i=1}^{n} A_i, & \sum_{i=1}^{n} \Delta_{ki} A_i, & \sum_{i=1}^{n} A_i B_i \\ \sum_{i=1}^{n} B_i, & \sum_{i=1}^{n} \Delta_{ki} B_i, & \sum_{i=1}^{n} B_i^2 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} n, & \sum_{i=1}^{n} A_i, & \sum_{i=1}^{n} B_i \\ \sum_{i=1}^{n} A_i, & \sum_{i=1}^{n} A_i^2, & \sum_{i=1}^{n} A_i B_i \\ \sum_{i=1}^{n} B_i, & \sum_{i=1}^{n} A_i B_i, & \sum_{i=1}^{n} B_i^2 \end{vmatrix}}$$

а $\Delta_{in}^{*}$ вычисляется из уравнения

$$\Delta_{in}^{*} = \Delta_{i-1} + a_i \left( 1 - \frac{T_1}{T_1 - T_2} e^{-\frac{\tau}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1 - T_2} e^{-\frac{\tau}{T_2}} \right) + \frac{\Delta_i^{*} T_1 T_2}{T_1 - T_2} \left( e^{-\frac{\tau}{T_1}} - e^{-\frac{\tau}{T_2}} \right),$$

где $\Delta_{i-1}^{*}$, $a_i$ и $\Delta_{i-1}$ значения, полученные из критерия наименьших квадратов.

Следовательно,

$$\delta_k = y_{k+1}^{*} - y_k^{*} = (\Delta_{kn}^{*} - \Delta_{k-1}^{*}) - \Delta_{(k+1)-1} = (a_{k+1} - a_k). \qquad (12)$$

В общем случае для $(k+1)$-го шага имеем:

$$\Delta x_{k+1} = k \cdot \operatorname{sign} \{ [(\Delta_{kn}^{*} - \Delta_{k-1}^{*}) + \Delta_{(k-1)-1}] \cdot (a_{k-1} - a_k) \} \cdot \Delta x_k \}. \qquad (13)$$

Выражением (13) определяется стратегия ШСЭР в случае объекта, представляемого звеном чистого запаздывания и двумя инерционными звеньями. Данная стратегия обеспечивает более быстрый поиск экстремума по сравнению с обычными ШСЭР.

Рассмотрим важный случай, когда $\tau_3 = 0$, т. е. имеется объект, представляемый двумя апериодическими звеньями первого порядка, следующими за звеном с экстремальной характеристикой. При этом переходный процесс, вызванный $k$-м шагом, будет определяться уравнением:

$$\Delta_k(t) = a_k \left( 1 - \frac{T_1}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_1}} + \frac{T_2}{T_1 - T_2} e^{-\frac{t}{T_2}} \right) + \frac{\Delta_k' T_1 T_2}{T_1 - T_2} \left( e^{-\frac{t}{T_1}} - e^{-\frac{t}{T_2}} \right). \qquad (14)$$

Из $\tau_3 = 0$ следует, что $\Delta_{k-1} = \Delta_{(k-1)-1} = 0$ и (12) получает вид:

$$\delta_k = \Delta_{kn}^{*} + (a_{k+1} - a_k)$$

и для $(k+1)$-го шага получаем алгоритм:

$$\Delta x_{k+1} = k \cdot \operatorname{sign} \{ [\Delta_{kn}^{*} + (a_{k+1} - a_k)] \cdot \Delta x_k \}. \qquad (15)$$

Часто в процессе работы объект меняет некоторые из своих параметров. Так, например, постоянные времени $T_1$ и $T_2$ могут колебаться под влиянием различных факторов в некоторых пределах. При этом применение выведенного алгоритма поиска экстремума может вызвать ошибочное изменение входного параметра. Следовательно, не всегда можно считать заданными постоянными $T_1$ и $T_2$ уравнения (14). Считая $T_1$ и $T_2$ неизвестными параметрами объекта, определим алгоритм поиска экстремума.

Сделав $n$ ($n > 4$) измерений значений переходного процесса через равные промежутки времени $\tau$, получим следующую систему уравнений:

$$\left.\begin{aligned}
\Delta_{k1} &= a_k\left(1-\frac{T_1}{T_1-T_2}e^{-\frac{t}{T_1}}+\frac{T_2}{T_1-T_2}e^{-\frac{t}{T_2}}\right)-\\
&\quad+\frac{\Delta_k' T_1 T_2}{T_1-T_2}\left(e^{-\frac{t}{T_1}}-e^{-\frac{t}{T_2}}\right),\\
\Delta_{k2} &= a_k\left(1-\frac{T_1}{T_1-T_2}e^{-\frac{t}{T_1}}+\frac{T_2}{T_1-T_2}e^{-\frac{t}{T_2}}\right)+\\
&\quad+\frac{\Delta_k' T_1 T_2}{T_1-T_2}\left(e^{-\frac{t}{T_1}}-e^{-\frac{t}{T_2}}\right),\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
\Delta_{kn} &= a_k\left(1-\frac{T_1}{T_1-T_2}e^{-\frac{nt}{T_1}}+\frac{T_2}{T_1-T_2}e^{-\frac{nt}{T_2}}\right)+\\
&\quad+\frac{\Delta_k' T_1 T_2}{T_1-T_2}\left(e^{-\frac{nt}{T_1}}-e^{-\frac{nt}{T_2}}\right).
\end{aligned}\right\} \qquad (16)$$

Положив

$$\frac{\Delta_k' T_1 T_2 - T_1}{T_1-T_2} = C_k,\ e^{-\frac{t}{T_1}} = U_1,$$

$$\frac{\Delta_k' T_1 T_2 - T_2}{T_1-T_2} = D_k,\ e^{-\frac{t}{T_2}} = U_2$$

и сделав соответствующие преобразования в уравнениях системы (16), получим:

$$\left.\begin{aligned}
\Delta_{k1} &= a_k - C_k U_1 + D_k U_2,\\
\Delta_{k2} &= a_k + C_k U_1^2 - D_k U_2^2,\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
\Delta_{kn} &= a_k + C_k U_1^n - D_k U_2^n.
\end{aligned}\right\} \qquad (17)$$

Составив первые разности уравнений системы (17), определим $C_k$ и $D_k$ из двух уравнений новой системы и подставив в оставшиеся уравнения системы, получим

$$\left.\begin{aligned}
&b_{k1}U_1U_2 - b_{k2}(U_1+U_2) + b_{k3} = 0,\\
&b_{k2}U_1U_2 - b_{k3}(U_1+U_2) + b_{k4} = 0,\\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\\
&b_{k(n-3)}U_1U_2 - b_{k(n-2)}(U_1+U_2) + b_{k(n-1)} = 0.
\end{aligned}\right\} \qquad (18)$$

Если в систему (18) подставить какую-нибудь систему значений $\{U_1, U_2\}$, то $(n-3)$ результаты подстановки в общем случае будут равны $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_{n-3}$. Определим $\{U_1, U_2\}$ таким образом, чтобы сумма квадратов ошибок была минимальной.

Из этого условия получается следующая система двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{1}{2}\frac{\partial E}{\partial (U_1 U_2)} = -U_1 U_2 \sum_{i=1}^{n-3} b_{i1}^2 - (U_1 + U_2) \sum_{i=1}^{n-3} b_{i1} b_{i(1+2)} + \\
&\qquad + \sum_{i=1}^{n-3} b_{i1} b_{i(1+2)} = 0, \\
&\frac{1}{2}\frac{\partial E}{\partial (-U_1 - U_2)} = U_1 U_2 \sum_{i=1}^{n-3} b_{i1} b_{i(1+1)} - (U_1 - U_2) \sum_{i=1}^{n-3} b_{i(1+1)} b_{i(1+2)} + \\
&\qquad + \sum_{i=1}^{n-3} b_{i(1+1)} b_{i(1+2)} = 0,
\end{aligned}\right| \qquad (19)$$

Пусть $(U_1^*, U_2^*)$ — решение системы (19), не противоречащее физическому смыслу задачи. Тогда, так как

$$U_1^* = e^{-\frac{\tau}{T_1^*}}, \quad U_2^* = e^{-\frac{\tau}{T_2^*}},$$

то получим:

$$T_1^* = -\frac{\tau}{\ln U_1^*} \quad \text{и} \quad T_2^* = -\frac{\tau}{\ln U_2^*}.$$

Следовательно, система уравнений (16) запишется в виде

$$\begin{aligned}
\Delta_{k1} &= a_k E_{k1} + \Delta_k^* D_{k1}, \\
\Delta_{k2} &= a_k E_{k2} + \Delta_k^* D_{k2}, \\
&\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\
\Delta_{kn} &= a_k E_{kn} + \Delta_k^* D_{kn},
\end{aligned}$$

где

$$E_{ki} = \frac{T_1^*}{T_1^* - T_2^*} e^{-\frac{t_i}{T_1^*}} + \frac{T_2^*}{T_1^* - T_2^*} e^{-\frac{t_i}{T_2^*}};$$

$$D_{ki} = e^{-\frac{t_i}{T_1^*}} - e^{-\frac{t_i}{T_2^*}}.$$

Таким образом получили в общем случае несовместную систему из $n$ уравнений с неизвестными $a_k$, $\Delta_k^*$.

Тогда сумма квадратов ошибок

$$E = \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^{n} (a_k E_{ki} + \Delta_k^* D_{ki} - \Delta_{ki})^2.$$

Из условия минимума $E$ получаем

$$\begin{aligned}
&\frac{1}{2}\frac{\partial E}{\partial a_k} = a_k \sum_{i=1}^{n} E_{ki}^2 + \Delta_k^* \sum_{i=1}^{n} D_{ki} E_{ki} - \sum_{i=1}^{n} \Delta_{ki} E_{ki} = 0, \\
&\frac{1}{2}\frac{\partial E}{\partial \Delta_{k-1}^*} = a_k \sum_{i=1}^{n} E_{ki} D_{ki} + \Delta_{k-1}^* \sum_{i=1}^{n} D_{ki}^2 - \sum_{i=1}^{n} \Delta_{ki} D_{ki} = 0.
\end{aligned}$$

Откуда

$$a_k = \frac{|\Delta_{a_k}|}{|\Delta|}.$$

Подставляя полученное значение $a_k$ в (14), получим для системы экстремального регулирования второго порядка постоянные времени, $T_1$ и $T_2$ которых неизвестны, алгоритм быстрого поиска экстремума с попутным определением $T_1$ и $T_2$ в интервале между двумя последовательными смещениями входа.

Московский полиграфический
институт

Поступило 20.IV.1967.

Վ. Վ. ԿԱԶԱԿԵՎԻՉ, Ռ. Ս. ՌԱՖԱՅԵԼՅԱՆ, Լ. Ռ. ԱՐՅԱՆ

## ՆԱԽՆԱԿԱՆ ՀԱՇՎԱՐԿՈՒՄՈՎ ՔԱՅԼԱՅԻՆ ՏԻՊԻ ԷՔՍՏՐԵՄԱԼ ԿԱՐԳԱՎՈՐՄԱՆ ՍԻՍՏԵՄՆԵՐԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ԽԱՆԳԱՐՈՒՄՆԵՐԻ ԱՌԿԱՅՈՒԹՅԱՄԲ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

*Հետազոտվում են բարձր հաճախականության խանգարումների ազդեցության տակ գտնվող 2-րդ կարգի քայլային տիպի իներցիոն էքստրեմալ սիստեմները։ Գտնված է այդպիսի սիստեմների էքստրեմալ կառավարման ստրատեգիան, որը թույլ է տալիս կարճ ժամանակում (համեմատած եղած ստրատեգիաների հետ) գտնել էքստրեմումը։ Միաժամանակ այդ ստրատեգիան փոքրացնում է խարուսիկ քայլերի հավանականությունը։*

*Տվյալ ստրատեգիայի առավելություններից է նաև այն, որ պետք չէ անպայման իմանալ օբյեկտի բոլոր պարամետրերը։*

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Казакевич В. В.* О процессе экстремального регулирования инерционных объектов при наличии возмущений. Тр. I международного конгресса ИФАК, том II, изд. АН СССР, 1961.
2. *Казакевич В. В.* Об алгоритме наибыстрейшего поиска в импульсных системах экстремального регулирования. Автоматика и телемеханика, № 12, 1966.
3. *Казакевич В. В., Рафаелян Р. С.* Об алгоритме наибыстрейшего поиска экстремума в инерционных системах $n$-го порядка. Труды III Всесоюзного симпозиума (в печати).