

УДК 62-50

Ա.Ա.ԳՈՒԿԱՅԱՆ, Ա.Ա.ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

О ГАРАНТИРОВАННОМ УПРАВЛЕНИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ ПРИ НЕПОЛНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Исследуется задача управления материальной точки, когда положение целевой точки известно с точностью некоторого множества и по мере приближения уточняется дискретно. С применением гарантированного подхода решена задача синтеза, оптимального по времени приведения на эллипс и отрезок.

1. Введение. В настоящее время в теории управления широко используется гарантированный подход к решению задач управления и оценивания [1–3]. Обычно динамика управляемой системы с функционалом записывается в виде

$$\begin{aligned}\dot{x} &= f(x, u, t), \quad u \in U, \quad t_0 \leq t \leq T, \\ x(t_0) &= x^0, \quad x(T) = x^1, \quad J = J[u] \rightarrow \min.\end{aligned}\tag{1.1}$$

Здесь $x \in R^n$ – фазовый вектор; u, U – вектор управления и множество его допустимых значений; x^0, x^1 – начальное и конечное значения фазового вектора. На практике не редки ситуации, когда в соотношениях (1.1) возникает неопределенность, описываемая некоторыми параметрами v , находящимися вне компетенции управляющей стороны. Эти параметры могут описывать, во-первых, неточность задания динамической модели объекта, т.е. функции f или множества U . Правую часть уравнений движения при этом обычно можно представить в виде $f(x, u, v, t)$, $v \in V \subset R^m$, где параметр v трактуется как постоянно действующая, изменяющаяся во времени помеха (возмущение). Во-вторых, могут быть неточно заданы точки x^0 или x^1 , относительно которых известно лишь, что $x^0 \in D_0$, $x^1 \in D_1$, где D_i ($i = 0, 1$) – заданные множества. Здесь в роли параметров v оказываются координаты векторов x^0, x^1 , напр., $x^1 = v$, $v \in D_1$. Параметры v могут формироваться в процессе движения под действием неопределенных, случайных факторов или другой активной действующей управляющей стороны. Одним из возможных и нередко используемых на практике подходов в этих условиях является гарантированный метод. При этом строятся управление u^* , называемое оптимальным гарантирующим, и соответствующее значение функционала J_* , такие, что в паре с любой реализацией v управление u^*

обеспечивает значение функционала, не превышающее J_* . Математически величины u^* , J_* удовлетворяют экстремальным соотношениям [3]:

$$J_* = \max_v \min_u J[u, v] = \max_v J[u^*, v]. \quad (1.2)$$

Здесь рассматривается задача оптимального быстрогодействия материальной точки с неопределенностью целевого положения x^1 , которая в процессе движения может уточняться дискретно и скачкообразно. В данном случае гарантированным временем приведения является величина $T_* = \max_{x^1} \min_u T$.

2. Задача гарантированного времени приведения на эллипс. Рассмотрим задачу гарантированного оптимального по времени приведения материальной точки на эллипс G (рис.1), движение которого описывается уравнениями

$$\dot{x}_1 = x_2, \quad \dot{x}_2 = u, \quad |u| \leq 1, \quad (2.1)$$

$$G = \{(x_1^2/R_1^2) + (x_2^2/R_2^2) \leq 1\}, \quad \Gamma_G = \{(x_1^2/R_1^2) + (x_2^2/R_2^2) = 1\}.$$

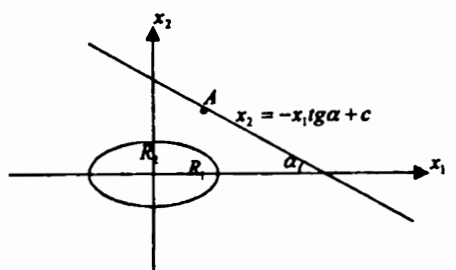


Рис. 1.

Пусть уточнение положения точки во время движения определяется по закону

$$h = \begin{cases} G, & x_2 > -x_1 \operatorname{tg} \alpha + c, \\ 0, & x_2 \leq -x_1 \operatorname{tg} \alpha + c, \end{cases} \quad (2.2)$$

где h — информационная функция [4].

Из принципа максимума [5] следует, что оптимально управляющая функция имеет релейный вид $u = \pm 1$, а фазовыми кривыми являются дуги парабол семейства

$$\begin{aligned} u = +1: & x_1 = (1/2)x_2^2 + s_1 \quad (s_1 = \text{const}), \\ u = -1: & x_1 = -(1/2)x_2^2 + s_2 \quad (s_2 = \text{const}). \end{aligned} \quad (2.3)$$

Оптимально гарантированное время приведения на эллипс зависит от начальной позиции. Предполагается, что точкой пересечения семейства парабол (2.3) с линией является точка A с координатами $A(a, b)$, где $b = -a \operatorname{tg} \alpha + c$ (рис.1). Здесь возможны следующие случаи:

$$1) x_1(L) \leq x_1(M), \text{ где } x_1(L) = (R_1^2/2R_2^2) + (R_2^2/2), \quad x_1(M) = c/\operatorname{tg} \alpha.$$

$$a) x_1(M) \leq a \leq x_1(N), \text{ где } x_1(N) = \left(1 + c \operatorname{tg} \alpha + \sqrt{1 + 2c \operatorname{tg} \alpha - 2R_1 \operatorname{tg}^2 \alpha}\right) / \operatorname{tg}^2 \alpha.$$

В этом случае синтез оптимального приведения в любую точку $x(x_1, x_2)$ эллипса имеет вид (рис.2)

$$u(x_1, x_2) = \begin{cases} -1, & FAB, \\ +1, & Bx. \end{cases} \quad (2.4)$$

Время приведения в целевую точку, после простых вычислений будет

$$T_a(A, x) = 2\sqrt{a + (1/2)b^2 + (1/2)x_2^2 - x_1} + b + x_2. \quad (2.5)$$

Гарантированным временем приведения на эллипс в случае а) является

$$\max_{x \in G} T_a(A, x) = 2\sqrt{a + (1/2)b^2 + (1/2)(x_2^*)^2 - x_1^* + b + x_2^*} = T_*(A, x^*),$$

т. е. время приведения в точку x^* . $T_a(A, x)$ является гладкой функцией относительно x_1, x_2 . Из этого следует что максимум достигается на границе эллипса, т. е.

$$\max_{x \in G} T_a(A, x) = \max_{x \in \Gamma_G} T_a(A, x). \quad (2.6)$$

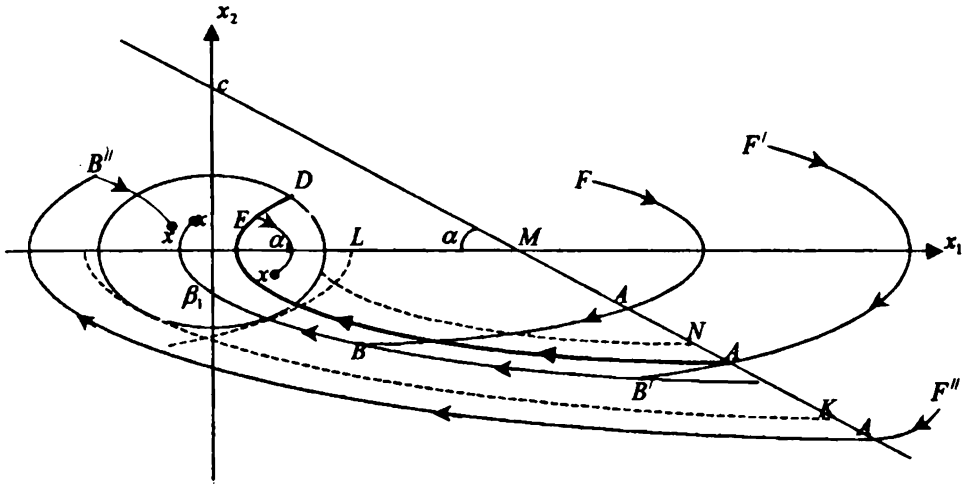


Рис. 2.

Применяя метод неопределенных коэффициентов Лагранжа, для решения задачи условного экстремума (2.6) получим уравнение четвертой степени относительно x_1 , решение которого имеет вид [6]:

$$x_1 = \left(\sqrt{2\alpha_0} - \sqrt{-2\alpha_0 - 2p - (q\sqrt{2\alpha_0}/\alpha_0) - (R_1/R_2)^2} \right) / 2, \quad (2.7)$$

$$\alpha_0 = \beta_0 - (p/3),$$

$$\text{где } \beta_0 = \sqrt[3]{-(n/2) + \sqrt{(n^2/4) + (k^3/27)}} + \sqrt[3]{-(n/2) - \sqrt{(n^2/4) + (k^3/27)}}, \quad (2.8)$$

$$n = -(p^3/108) + (pr/3) - (q^2/8), k = -(p^2/12) - r,$$

$$p = (1/2)(R_1/R_2)^4 + (R_1/R_2)^2(b^2 + 2a) - R_1^2,$$

$$q = -(R_1/R_2)^6 - 3(R_1^4/R_2^2) - (R_1/R_2)^4(b^2 + 2a),$$

$$r = (5/16)(R_1/R_2)^8 - (1/4)(R_1/R_2)^6(b^2 + 2a) - (1/4)(R_1^6/R_2^4).$$

Целевое положение материальной точки при гарантированном управлении будет

$$x_1^* = \begin{cases} -R_1, & x_1 \leq -R_1, \\ x_1, & x_1 > -R_1; \end{cases} \quad (2.9)$$

$$x_2^* = \sqrt{R_2^2 - (R_2/R_1)^2(x_1^*)^2}.$$

$$\text{б) } x_1(K) \leq a < \infty,$$

$$\text{где } x_1(K) = \begin{cases} \left(1 + ctg\alpha + \sqrt{1 + 2ctg\alpha + 2R_1 tg^2\alpha} \right) / tg^2\alpha, & R_1 \geq R_2^2, \\ \left(1 + ctg\alpha + \sqrt{1 + 2ctg\alpha + tg^2\alpha (R_2^2 + (R_1/R_2)^2)} \right) / tg^2\alpha, & R_1 < R_2^2. \end{cases}$$

Синтез оптимального приведения в любую точку $x(x_1, x_2)$ эллипса имеет вид (рис. 2)

$$u(x_1, x_2) = \begin{cases} -1, & F''A, \\ +1, & AB'', \\ -1, & B''x. \end{cases} \quad (2.10)$$

Время приведения в целевую точку будет

$$T_b(A, x) = 2\sqrt{x_1 + (1/2)x_2^2 + (1/2)b^2 - a - b - x_2}. \quad (2.11)$$

Гарантированным временем приведения на эллипс в случае б) является

$$\max_{x \in G} T_b(A, x) = \max_{x \in I_G} T_b(A, x) = 2\sqrt{x_1^* + (1/2)(x_2^*)^2 + (1/2)b^2 - a - b - x_2^*} = T_*(A, x^*).$$

Решая задачу условного экстремума, получим

$$x_1 = \left(-\sqrt{2\alpha_0} + \sqrt{-2\alpha_0 - 2p + (q\sqrt{2\alpha_0}/\alpha_0) + (R_1/R_2)^2} \right) / 2, \quad (2.12)$$

где α_0, β_0, n, k определяются из (2.8), а

$$p = (1/2)(R_1/R_2)^4 + (R_1/R_2)^2(b^2 - 2a) - R_1^2,$$

$$q = (R_1/R_2)^6 + 3(R_1^4/R_2^2) + (R_1/R_2)^4(b^2 - 2a),$$

$$r = (5/16)(R_1/R_2)^8 + (1/4)(R_1/R_2)^6(b^2 - 2a) - (1/4)(R_1^6/R_2^4).$$

Целевое положение материальной точки при гарантированном управлении будет

$$x_1^* = \begin{cases} R_1, & x_1 \geq R_1, \\ x_1, & x_1 < R_1; \end{cases} \quad (2.13)$$

$$x_2^* = -\sqrt{R_2^2 - (R_2/R_1)^2(x_1^*)^2}.$$

в) $x_1(N) \leq a \leq x_1(K)$.

Синтез оптимального управления в случае в) является

$$u_1(x_1, x_2) = \begin{cases} -1, & F'A \\ +1, & AE \\ -1, & Ex \end{cases} \quad x \in \alpha_1, \quad (2.14)$$

$$u_2(x_1, x_2) = \begin{cases} -1, & F'AB' \\ +1, & B'x \end{cases} \quad x \in \beta_1, \quad (2.15)$$

где (рис.2)

$$\alpha_1 = \left\{ (x_1, x_2); (x_1^2/R_1^2) + (x_2^2/R_2^2) \leq 1; |x_2| < \sqrt{2x_1 - 2a + b^2} \right\},$$

$$\beta_1 = \left\{ (x_1, x_2); (x_1^2/R_1^2) + (x_2^2/R_2^2) \leq 1; |x_2| \geq \sqrt{2x_1 - 2a + b^2} \right\}.$$

В случаях (2.14), (2.15) время приведения в целевую точку соответственно определяется из выражений

$$T^{(1)}(A, x) = T_b(A, x), \quad (x \in \alpha_1), \quad T^{(2)}(A, x) = T_u(A, x), \quad (x \in \beta_1);$$

$T_b(A, x)$, $T_a(A, x)$ – соответственно из (2.11), (2.5).

Гарантированное время приведения в целевую точку определяется следующим образом:

$$\begin{aligned} T_*^{(1)} &= \max_{x \in \alpha_1} T^{(1)}(A, x) = T^{(1)}(A, x^{*(1)}) ; \\ x_1^{*(1)} &= \begin{cases} R_1, & x_1 \geq R_1, \\ x_1, & x_1(D) < x_1 < R_1, \\ x_1(D), & x_1 \leq x_1(D) \end{cases} \\ x_2^{*(1)} &= -\sqrt{R_2^2 - (R_2/R_1)^2 (x_1^{*(1)})^2}, \end{aligned} \quad (2.16)$$

где x_1 определяется из (2.12), а

$$\begin{aligned} x_1(D) &= \left(-1 + \sqrt{1 - (R_2/R_1)^2 (b^2 - 2a - R_2^2)} \right) / (R_2/R_1)^2 ; \\ T_*^{(2)} &= \max_{x \in \beta_1} T^{(2)}(A, x) = T^{(2)}(A, x^{*(2)}) ; \\ x_1^{*(2)} &= \begin{cases} -R_1, & x_1 \leq -R_1, \\ x_1, & -R_1 < x_1 < x_1(D), \\ x_1(D), & x_1 \geq x_1(D) \end{cases} \\ x_2^{*(2)} &= \sqrt{R_2^2 - (R_2/R_1)^2 (x_1^{*(2)})^2}, \end{aligned} \quad (2.17)$$

где x_1 определяется из (2.7). Гарантированное оптимальное время будет $T_* = \max \{T_*^{(1)}, T_*^{(2)}\}$.

$$2) \quad x_1(M) \leq x_1(P) \leq x_1(N), \quad x_1(M) \leq a \leq x_1(P),$$

$$\text{где } x_1(P) = \left(\text{ctg} \alpha - 1 + \sqrt{1 - 2 \text{ctg} \alpha + \text{tg}^2 \alpha ((R_1/R_2)^2 + R_2^2)} \right) / \text{tg}^2 \alpha.$$

Синтез оптимального управления будет (рис.3)

$$u_1(x_1, x_2) = \begin{cases} -1, & FAB' \\ +1, & B'x \end{cases} \quad x \in \alpha_*, \quad (2.18)$$

$$u_2(x_1, x_2) = \begin{cases} -1, & FA \\ +1, & AB \\ -1, & Bx \end{cases} \quad x \in \beta_*, \quad (2.19)$$

где

$$\begin{aligned} \alpha_* &= \left\{ (x_1, x_2) : (x_1^2/R_1^2) + (x_2^2/R_2^2) \leq 1; x_2 \geq -\sqrt{2a + b^2 - 2x_1} \right\}, \\ \beta_* &= \left\{ (x_1, x_2) : (x_1^2/R_1^2) + (x_2^2/R_2^2) \leq 1; x_2 < -\sqrt{2a + b^2 - 2x_1} \right\}. \end{aligned}$$

Время приведения в целевую точку соответственно определяется из выражений $T^{(1)}(A, x) = T_a(A, x)$, ($x \in \alpha_*$), $T^{(2)}(A, x) = T_b(A, x)$, ($x \in \beta_*$), $T_a(A, x)$, $T_b(A, x)$ – из (2.5), (2.11).

Гарантированное время приведения –

$$\begin{aligned} T_*^{(1)} &= \max_{x \in \alpha_*} T^{(1)}(A, x) = T^{(1)}(A, x^{*(1)}), \\ x_1^{*(1)} &= x_1, \quad x_2^{*(1)} = \sqrt{R_2^2 - (R_2/R_1)^2 (x_1^{*(1)})^2}, \end{aligned} \quad (2.20)$$

где x_1 определяется из (2.7);

$$T_*^{(2)} = \max_{x \in \beta_*} T^{(2)}(A, x) = T^{(2)}(A, x^{*(2)}),$$

$$x_1^{*(2)} = x_1, \quad x_2^{*(2)} = -\sqrt{R_2^2 - (R_2/R_1)^2 (x_1^{*(2)})^2}, \quad (2.21)$$

где x_1 определяется из (2.12).

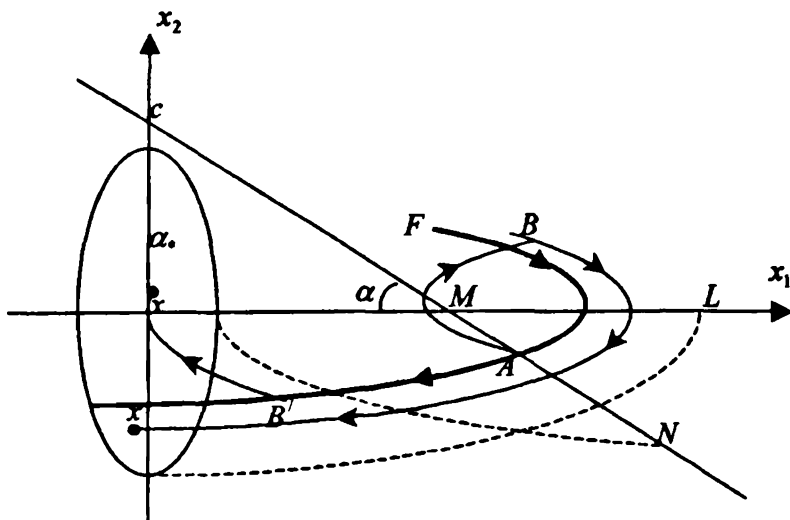


Рис. 3.

Гарантированное оптимальное время $T_* = \max\{T_*^{(1)}, T_*^{(2)}\}$. Оптимальное гарантированное управление будет

$$u^* = u(x_1^*, x_2^*). \quad (2.22)$$

Остальные случаи приводятся к исследуемым.

3. Задача гарантированного времени приведения на отрезок. Рассмотрим задачу гарантированного оптимального по времени приведения точки (2.1) на отрезок, где информационная функция h в различии [4] изменяется по закону

$$h = \begin{cases} |A_1 B_1|, & x_1 > d_1, \\ |A_2 B_2|, & d_2 < x_1 \leq d_1, \\ 0, & x_1 \leq d_2, \end{cases} \quad (3.1)$$

$$(A_1(-a, 0), B_1(a, 0), A_2(b, 0), B_2(c, 0)), \quad -a \leq b \leq c \leq a.$$

Управляющая функция имеет релейный вид, а фазовыми кривыми являются дуги парабол (2.3). Точкой пересечения семейства парабол (2.3) с линией $x_1 = d_1$ является точка D_1 с координатами $D_1(d_1, \sigma_1)$, а с линией $x_1 = d_2$ — точка $D_2(d_2, \sigma_2)$ (рис.4). Здесь возможны следующие случаи:

$$1) \sigma_2 \geq x_2(N), \text{ где } x_2(N) = -\sqrt{2(d_2 - a)}.$$

Синтез оптимального приведения в любую точку x^1 (рис.4) отрезка $|A_1 B_1|$ имеет вид

$$u(x_1, x_2) = \begin{cases} -1, & F_1 D_2 P_1, \\ +1, & P_1 x^1. \end{cases} \quad (3.2)$$

Гарантированным временем приведения будет

$$\begin{aligned} \max_{b \leq x^1 \leq c} T(D_1, x^1) &= \max_{b \leq x^1 \leq c} \left(2\sqrt{d_1 + (1/2)\sigma_1^2 - x^1} + \sigma_1 \right) = \\ &= 2\sqrt{d_1 + (1/2)\sigma_1^2 - b} + \sigma_1 = T(D_1, A_2), \end{aligned} \quad (3.3)$$

т. е. время приведения в точку A_2 .

2) $x_2(E) \leq \sigma_2 \leq x_2(N)$, где $x_2(E) = -\sqrt{2(d_2 + a)}$.

а) $x_2(M) \leq \sigma_2 \leq x_2(N)$, где $x_2(M) = -\sqrt{2(d_2 - c)}$.

Синтез оптимального управления имеет вид

$$u(x_1, x_2) = \begin{cases} -1, & F_2 D_2 P_2, \\ +1, & P_2 x^1. \end{cases} \quad (3.4)$$

Гарантированное оптимальное время приведения имеет вид (3.3).

б) $x_2(K) \leq \sigma_2 \leq x_2(M)$, где $x_2(K) = -\sqrt{2(d_2 - b)}$.

Синтез оптимального управления в случае б) является

$$u_1(x_1, x_2) = \begin{cases} -1, & F_3 D_2 \\ +1, & D_2 Q P_3 \\ -1, & P_3 x^1 \end{cases} \quad \left(d_2 - (1/2)\sigma_2^2 \leq x^1 \leq c \right), \quad (3.5)$$

$$u_2(x_1, x_2) = \begin{cases} -1, & F_3 D_2 P_4 \\ +1, & P_4 x^1 \end{cases} \quad \left(b \leq x^1 \leq d_2 - (1/2)\sigma_2^2 \right). \quad (3.6)$$

Точка Q имеет следующие координаты: $Q(d_2 - (1/2)\sigma_2^2, 0)$.

В случаях (3.5), (3.6) время приведения в целевую точку соответственно определяется из выражений

$$T^{(1)}(D_1, x^1) = \sigma_1 - 2\sigma_2 + 2\sqrt{x^1 - d_2 + (1/2)\sigma_2^2} \quad \left(d_2 - (1/2)\sigma_2^2 \leq x^1 \leq c \right),$$

$$T^{(2)}(D_1, x^1) = 2\sqrt{d_1 + (1/2)\sigma_1^2 - x^1} + \sigma_1 \quad \left(b \leq x^1 \leq d_2 - (1/2)\sigma_2^2 \right).$$

Гарантированное оптимальное время приведения в целевую точку определяется следующим образом:

$$T_*^{(1)} = \max_{d_2 - (1/2)\sigma_2^2 \leq x^1 \leq c} T^{(1)}(D_1, x^1) = \sigma_1 - 2\sigma_2 + 2\sqrt{c - d_2 + (1/2)\sigma_2^2}, \quad (3.7)$$

т. е. в точку B_2 ;

$$T_*^{(2)} = \max_{b \leq x^1 \leq d_2 - (1/2)\sigma_2^2} T^{(2)}(D_1, x^1) = 2\sqrt{d_1 + (1/2)\sigma_1^2 - b} + \sigma_1, \quad (3.8)$$

т. е. в точку A_2 .

Так как $\sigma_1 = -\sqrt{2d_2 - 2d_1 + \sigma_2^2}$, то $T(\sigma_2) = T_*^{(1)} - T_*^{(2)}$ является непрерывной функцией от σ_2 , которая на концах интервала $[x_2(K), x_2(M)]$

изменяет знак. Следовательно, существует точка $\sigma_0 \in [x_2(K), x_2(M)]$, где $T(\sigma_0) = 0$. То есть время оптимального приведения из точки

$$D_0 \left(d_1, -\sqrt{2d_2 - 2d_1 + \sigma_0^2} \right) \in [l : (x_1 = d_1)] \quad (3.9)$$

в точки A_2 и B_2 одинаково.

$$в) \ x_2(E) \leq \sigma_2 \leq x_2(K).$$

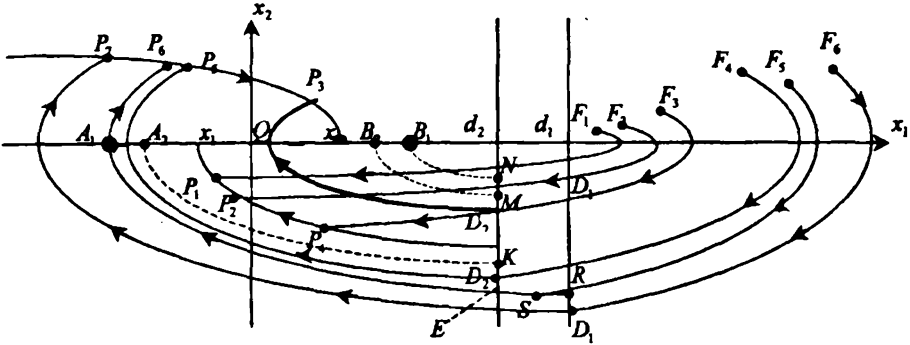


Рис. 4.

Синтез оптимального управления имеет вид

$$u(x_1, x_2) = \begin{cases} -1, & F_4 D_2, \\ +1, & D_2 P_5, \\ -1, & P_5 x^1, \end{cases} \quad (3.10)$$

а время приведения в целевую точку –

$$T(D_1, x^1) = \sigma_1 - 2\sigma_2 + 2\sqrt{x^1 - d_2 + (1/2)\sigma_2^2}.$$

Гарантированное оптимальное время приведения равно

$$\max_{b \leq x^1 \leq c} T(D_1, x^1) = T(D_1, B_2) = \sigma_1 - 2\sigma_2 + 2\sqrt{c - d_2 + (1/2)\sigma_2^2},$$

т. е. равно времени приведения в точку B_2 (рис.3).

$$3) \ \sigma_1 \geq x_2(R), \ \sigma_2 \leq x_2(E), \text{ где } x_2(R) = -\sqrt{2(d_1 + a)}.$$

Синтез оптимального приведения в любую точку x^1 (рис.4) отрезка имеет вид

$$u(x_1, x_2) = \begin{cases} -1, & F_5 D_1 S, \\ +1, & S A_1 P_6, \\ -1, & P_6 x^1. \end{cases} \quad (3.11)$$

Гарантированным временем приведения будет

$$\begin{aligned} \max_{b \leq x^1 \leq c} T(D_1, x^1) &= \max_{b \leq x^1 \leq c} \left(\sigma_1 + 2\sqrt{d_1 + a + (1/2)\sigma_1^2} + 2\sqrt{a + x^1} \right) = \\ &= \sigma_1 + 2\sqrt{d_1 + a + (1/2)\sigma_1^2} + 2\sqrt{a + c} = T(D_1, B_2), \end{aligned}$$

т. е. время приведения в точку B_2 .

$$4) \sigma_1 \leq x_2(R).$$

Синтез оптимального управления имеет вид

$$u(x_1, x_2) = \begin{cases} -1, & F_6 D_1, \\ +1, & D_1 P_7, \\ -1, & P_7 x^1, \end{cases} \quad (3.12)$$

а время приведения в целевую точку –

$$T(D_1, x^1) = 2\sqrt{x^1 - d_1 + (1/2)\sigma_1^2} - \sigma_1.$$

Гарантированное оптимальное время приведения в случае 4) равно

$$\max_{b \leq x^1 \leq c} T(D_1, x^1) = T(D_1, B_2) = 2\sqrt{c - d_1 + (1/2)\sigma_1^2} - \sigma_1,$$

т. е. равно времени приведения в точку B_2 (рис.4).

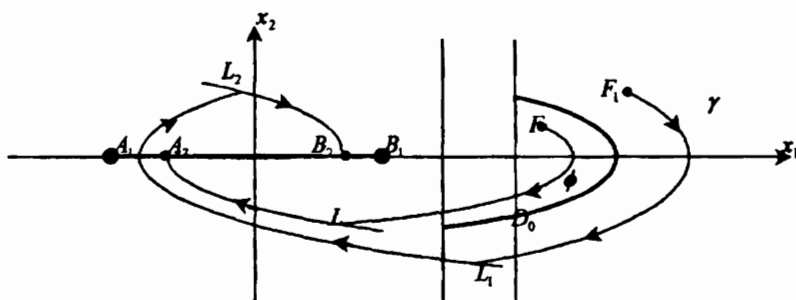


Рис. 5.

Итак, парабола семейства (2.3), проходящая через точку D_0 из (3.9), разделяет полуплоскость пассивного управления (наблюдения) $x_1 > d_1$ на две области ϕ и γ (рис.5). Если начальная позиция $(x_1^0, x_2^0) \in \beta$, то оптимальным гарантированным временем приведения материальной точки является время приведения в точку A_2 , а если $(x_1^0, x_2^0) \in \gamma$, то – в точку B_2 .

Синтез управления, обеспечивающий гарантированный результат по быстродействию, имеет вид

$$u_1^* = \begin{cases} -1, & FL \\ +1, & LA_2 \end{cases} \quad x^0 \in \phi, \quad u_2^* = \begin{cases} -1, & F_1 L_1 \\ +1, & L_1 L_2 \\ -1, & L_2 B_2 \end{cases} \quad x^0 \in \gamma.$$

На рис.5 приведены качественные картины фазовых кривых и линий переключения управляющих функций, обеспечивающих решение задачи гарантированного управления на отрезке.

ЛИТЕРАТУРА

1. Черноусько Ф.Л., Меликян А.А. Игровые задачи управления и поиска. М.: Наука, 1978, 272 с.
2. Черноусько Ф.Л. – Изв. АН СССР, ПММ, 1980, т.44, вып. 1.
3. Меликян А.А. – Изв. АН СССР, Техническая кибернетика, 1989, N2, с. 111–118.
4. Гукасян А.А., Казарян В.С. – Изв. НАН РА, Механика, 1996, N2, с. 42–50.
5. Болтянский В.Г. Математические методы оптимального управления. М.: Наука, 1966, 307 с.
6. Курош А.Г. Алгебраические уравнения произвольных степеней. М.: Наука, 1975, вып. 7, 320 с.

Ա.Ա. ԴՈՒԿԱՍՅԱՆ, Ա.Ա. ՄԱՆՈՒԿՅԱՆ

ՆՅՈՒԹԱԿԱՆ ԿԵՏԻ ԵՐԱՇԽԱՎՈՐՎԱԾ ԴԵԿԱՎԱՐՄԱՆ ՄԱՍԻՆ ՈՉ ԼՐԻՎ ԻՆՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ ԴԵՊԵՌՈՒՄ

Ամփոփում

Հետազոտվում է նյութական կետի ղեկավարման խնդիր, երբ կետի նպատակային դիրքը հայտնի է որևէ բազմության ճշտությամբ և դիսկրետ ձևով ճշգրտվում է նպատակային դիրքին մոտենալուն զուգընթաց: Երաշխավորված մեթոդի կիրառությամբ լուծված է ըստ ժամանակի օպտիմալ ղեկավարման խնդիրը, երբ նպատակային կետի դիրքը հայտնի է էլիպսի կամ հատվածի տեսքով:

A.A. GHUKASIAN, A.A. MANUKIAN

ABOUT GUARANTEED CONTROL MATERIAL POINTS AT THE INCOMPLETE INFORMATION

Summary

The problem of control of a material point when position of a target point is known with accuracy of some set is investigated and in process of approach is specified discretely. With application of the guaranteed approach the problem of synthesis, optimum reduction time for an ellipse and a piece is solved.