# BIR O'YINDA QOCHIB KETISH MASALASI YECHILISHI UCHUN YETARLI SHARTLAR

10.70728/tech.v2.i03.040

**Umrzaqov N.M.**
Andijon Davlat Universiteti 1- bosqich magistranti
**No'monova R.M.**
Andijon Davlat Universiteti 1- bosqich magistranti
E-mail: umrzaqov2010@mail.ru

**Annotatsiya:** Ushbu ishda ishtirokchilarni dinamik imkoniyati teng bo'lgan, o'zaro konflikt boshqarilayotgan obektlar o'rtasida chiziqli nostatatsionar masalasi ko'rib chiqilgan. Bu o'yinda $n$ ta quvuvchi va $m$ ta qochuvchi ishtirok etadi. Quvuvchlarning maqsadi barcha qochuvchilarni tutib olish, qochuvchilarning maqsadi ulardan kamida bittasi qo'lga olinmasligidir. Statsionar holatda bu masala tadqiqot ishida o'rganilgan. Bu yerda lokal qochib ketish masalasi yechilishi uchun yetarli shartlar olingan.

**Kalit so'zlar:** qismto'plami, differensiallanuvchilik, lemma, indeks, interval, elementlar, transversallik, funksiya, lokal, statsionar, nostatatsionar, dinamik,

$R^k$ $(k \geq 2)$ fazoda $n+m$ ishtirokchili $\Gamma$ o'yinni qaraymiz: $n$ ta quvuvchi va $m$ ta qochuvchi. Har bir $P_i, i = 1,2,\dots,n$ quvuvchining harakati quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$\dot{x}_i(t) = A(t)x_i(t) + u_i(t), \quad x_i(t_0) = x_i^0, \quad u_i \in U.$$

Har bir $E_j, j = 1,2,\dots,m$ qochuvchining harakati esa quyidagi tenglama orqali ifodalanadi:

$$\dot{y}_j(t) = A(t)y_j(t) + v_j(t), \quad y_j(t_0) = x_j^0, \quad v_j \in U,$$

bunda barcha $i,j$ larda $x_i^0 \neq y_j^0, x_i, y_j, u_i, v_j \in R^k$, $U \subset R^k -$ qavariq kompakt, $A(t) -$ tartibi $k$ ga teng haqiqiy kvadrat matritsa va u butun $t$ o'qida o'lovli, uning $\|A(t)\|$ normasi $t$ o'qining ixtiyoriy kompakt qismto'plamida integrallanuvchi. O'yin ishtirokchilarining $u_i(t), v_j(t)$ boshqaruvlari $t \geq 0$ da qiymatlarini $U$ to'plamdan qabul qiluvchi o'lchovli funksiyalar.

**Ta'rif**. Agar qochuvchilarning shunday $v_1(t), \dots, v_m(t)$ boshqaruvlari mavjud bo'lsaki, taqib qiluvchilarning ixtiyoriy $u_1(t), \dots, u_n(t)$ boshqaruvlari olinganda ham barcha $i \in \{1, \dots, n\}$ va ixtiyoriy $t \geq t_0$ lar uchun $y_s(t) \neq x_i(t)$ munosabatni qanoatlantiruvchi $s \in \{1, \dots, m\}$ nomer topilsa, u xolda $\Gamma$ differensial o'yinda $z^0 = (x_1^0, \dots, x_n^0, y_1^0, \dots, y_m^0)$ nuqtadan $[t_0, +\infty)$ yarimcheksiz intervalda lokal qochib ketish masalasi yechiladi deymiz

$R^n$ fazoning bo'sh bo'lmagan $G$ qismto'plami berilgan bo'lsin.

$$x(t) = \left(x_1(t), \dots, x_\nu(t)\right), \quad y(t) = \left(y_1(t), \dots, y_\mu(t)\right)$$

deb olaylik va quyidagi indekslar to‘plamini aniqlab olamiz:

$$I(x(t), G) = \{i| \ i \in \{1, \dots, \nu\}, \ \ x_i(t) \in G\},$$

$$J(y(t), G) = \{j| \ j \in \{1, \dots, \mu\}, \ \ y_j(t) \in G\},$$

shu bilan birga agar $y_{j_1}(t) = y_{j_2}(t) = \ \dots = y_{j_s}(t)$ tengliklarni qanoatlantiruvchi $j_l \in J(y(t), \partial G)$, $l = 1, \dots, s$, $s > 1$, $j_1 < j_2 < \ \dots < j_s$ indekslar mavjud bo‘lsa, u xolda $l = 2, \dots, s$ uchun $j_l \notin J(y(t), \partial G)$ deb xisoblaymiz. $|I|$ orqali chekli $I$ to‘plam elementlarining sonini belgilaylik.

$G$ $-$ qavariq kompakt to‘plam bo’lsin.

$$\dot{\psi}(t) = -A^*(t)\psi(t), \qquad (1)$$

Qo‘shma sistemaning $\psi_j(t_0) = p_j$ boshlang‘ich shartga mos yechimini $\psi_j(t)$ orqali belgilaylik, bu yerda $p_j -$ $G$ to‘plamga $y_j^0$, $j \in J(y(t_0), \partial G)$ chegaraviy nuqtasida o‘tkazilgan birlik urinma vektor.

**Teorema**. Agar shunday $G$ qavariq kompakt to‘plam majud bo‘lsaki u

$$|J(y(t_0), \partial G)| > |I(x(t_0), R^n \backslash G)|$$

tengsizlikni qanoatlantirsa va ixtiyoriy $j \in J(y(t_0), \partial G)$ olinganda ham (1) sistemaning deyarli barcha $t \geq t_0$ lar uchun $\psi_j(t)$ traektoriyalari ustida $C\left(U, \psi_j\right)$ tayanch funksiya $\psi_j$ bo‘yicha differensiallanuvchi bo‘lsa, u xolda $\Gamma$ differensial o‘yinda $z^0$ nuqtadan lokal qochib ketish masalasi yechiladi.

**Isbot**. $E_j$, $j \in J(y(t_0), \partial G)$ qochuvchilarning $v_j(t) \in U, t \geq t_0$, boshqaruvini

$$\left(v_j(t), \psi_j(t)\right) = C\left(U; \psi_j(t)\right), \ \ t \geq t_0 \qquad (2)$$

shartdan tanlaymiz. Teoremadagi tayanch funksiyaning deyarli barcha $t \geq t_0$ lar uchun $\psi_j(t)$ traektoriyalari ustida differensiallanuvchi bo‘lish shartiga ko‘ra $U$ to‘plam deyarli barcha $t \geq t_0$ lar uchun har bir $\psi_j(t)$ yo‘nalishlarning har birida qatiiy qavariqdir va (2) ifodada maksimumga yagona $v_j(t) = v_j\left(\psi_j(t)\right)$ element ustida erishiladi, bunda $v_j$ o‘zgaruvchi $\psi_j$ ning uzluksiz funksiyasi. $\psi_j(t)$ absolyut uzluksizligidan $v_j\left(\psi_j(t)\right)$ ikkita deyarli uzluksiz funksiyalarning (murakkab funksiyasi) superpozitsiyasi sifatida deyarli barcha $t \geq t_0$ lar uchun vaqtning uzluksiz funksiyasi bo‘ladi va demakki o‘lchovli bo‘ladi. Qolgan $E_j$, $j \notin J(y(t_0), \partial G)$ qochuvchilarning boshqaruvlari ixtiyoriy joiz holatda olinadi.

$P_i, i \in I(x(t_0), G)$ quvuvchi hech bir $E_j, j \in J(y(t_0), \partial G)$ qochuvchini tuta olmasligini ko‘rsatamiz. Dastlab $i \in I(x(t_0), \operatorname{Int} G)$ xolatni qaraymiz. [4] dagi 1-, 2-lemmalarga ko‘ra, ixtiyoriy $u_i(\tau),\ \tau \in [t_0, t],\ u_i(\tau) \in U$ boshqaruv olinganda ham

$$x_i(t) \notin \partial X(t; t_0, G, U)$$

munosabat o‘rinli va bir vaqtda ixtiyoriy $j \in J(y(t_0), \partial G)$ uchun

$$y_j(t) \in \partial X(t; t_0, G, U)$$

munosabat bajariladi. O‘z navbatida $t \geq t_0$ vaqtlarda ixtiyoriy $j \in J(y(t_0), \partial G)$ uchun $x_i(t) \neq y_j(t)$ munosabat o’rinli.

Endi vaqtning biror $t_1$ momentida biror $i$ indeks uchun $x_i(t_1) \in \partial X(t_1; t_0, G, U)$ va $x_i(t_1) \neq y_j(t_1),\ j \in J(y(t_0), \partial G)$ munosabatlar bajarilsa, u xolda $t > 0$ vaqtlarda $x_i(t_1 + t) \neq y_j(t_1 + t)$ munosabat o‘rinli bo‘lishini ko‘rsatamiz.

Teskari faraz yuritaylik, ya’ni shunday $t_2 > 0$ moment va $u_i(\tau),\ \tau \in [t_1, t_1 + t_2]$ boshqaruv mavjudki, ular uchun $x_i(t_1 + t_2) = y_j(t_1 + t_2)$ tenglik o’rinli bo‘lsin. U xolda $y_j(t) \in \partial X(t; t_0, G, U),\ t \geq 0$ munosabatni xisobga olsak

$$x_i(t_1 + t_2) \in \partial X(t_1 + t_2; t_0, G, U) = \partial X(t_2; t_1, \partial X(t_1; t_0, G, U), U)$$

munosabatni xosil qilamiz.

U xolda $(u_i(t), x_i(t))$ juftlik $[t_1, t_1 + t_2]$ kesmada maksimum shartini va $X(t_1; t_0, G, U)$ to‘plamda transversallik shartini qanoatlantiradi. Shuningdek $\left(v_j(t), y_j(t)\right)$ juftlik $[t_1, t_1 + t_2]$ kesmada maksimum shartini va $X(t_1; t_0, G, U)$ to‘plamda transversallik shartini qanoatlantiradi. Deyarli barcha $t \in [t_1, t_1 + t_2]$ lar uchun $\psi_j(t)$ traektoriyalari ustida $C(U, \psi_j)$ tayanch funksiya $\psi_j$ bo‘yicha differensiallanuvchiligiga va dagi 3-lemmaga ko‘ra $x_i(t_1 + t_2) \neq y_j(t_1 + t_2)$ ziddiyatni xosil qilamiz. Bundan, agarda $i \in I(x(t_0), \partial G)$ bo‘lsa u xolda barcha $j \in J(y(t_0), \partial G)$, $t \geq t_0$ lar uchun $x_i(t) \neq y_i(t)$ munosabat bajarilishi kelib chiqadi.

$P_i, i \in I(x(t_0), R^n \backslash G)$ quvuvchi $E_j,\ j \in J(y(t_0), \partial G)$ qochuvchilardan birortasini ham tuta olmaydi. Haqiqatdan ham 3-lemmaga ko‘ra ixtiyoriy $j_0, j_1 \in J(y(t_0), \partial G),\ j_0 \neq j_1, t \geq t_0$ lar uchun

$$y_{j_0}(t) \neq y_{j_1}(t) \qquad (3)$$

muosabat o‘rinli, u xolda $P_i, i \in I(x(t_0), R^n \backslash G)$ quvuvchi tomonidan bir vaqtning o‘zida ikkita

$$E_{j_0}, E_{j_1},\ \ j_0, j_1 \in J(y(t_0), \partial G)$$

qochuvchini tutib olish imkonsiz.

Faraz qilaylik $t_1 > t_0$ momentda $P_i, i \in I(x(t_0), R^n \backslash G)$ quvuvchi $E_{j_0}$, $j_0 \in J(y(t_0), \partial G)$ qochuvchini tutib olsin, u xolda $x_i(t_1) = y_{j_0}(t_1)$ tenglik bajariladi. (2), (3) munosabatlardan barcha $j_1 \in J(y(t_0), \partial G) \backslash \{j_0\}$, $t > 0$ lar uchun $x_i(t_1 + t) \neq y_{j_1}(t_1 + t)$ munosabatni xosil qilamiz. Demak quvuvchilar soni $|I(x(t_0), \partial G)|$ sondan ko‘p bo’lmagan $E_j$, $j \in J(y(t_0), \partial G)$ quvuvchilarni tutishi mumkin. O‘z navbatida teorema shartidagi

$$|J(y(t_0), \partial G)| > |I(x(t_0), R^n \backslash G)|$$

tengsizlik teoremani isbotlaydi.

Shunga o‘xshash mulohazlar yuritib quyidagi teoremani ham isbotlash mumkin.

**2-Teorema.** $U -$ silliq chegarali qatiiy qavariq kompakt to‘plam bo‘lsin. Agar shunday $G_1, G_2$ qavaariq to‘plamlar mavjud bo‘lsaki, ixtiyoriy $i \in \{1, \ldots, \nu\}$ uchun $x_i^0 \in G_1 \cup G_2$ va

$$|I(x(t_0), G_1 \backslash G_2)| < \left|J\left(y(t_0), R^n \backslash (G_1 \cup G_2)\right)\right| + |J(y(t_0), \partial G_2)|$$

tengsizlik bajarilsa u xolda Г differensial o‘yinda $z^0$ boshlang‘ich nuqtadan lokal qochib ketish masalasi yechiladi.

**Foydalanilgan adabiyotlar:**

1. Благодатских В.И. Введение в оптимальное управление (линейная теория). М.: Высшая школа, 2001. 240 с

2. Ли Э.Б., Маркус Л. Основы теории оптимального управления. М.: Наука, 1972. 576 с.

3. Чикрий А.А. Конфликтно управляемые процессы. Киев: Наук. думка, 1992. 384 с.

4. Umrzaqov N.M., No’monova R.M. Erishuvchanlik to‘plamining geometrik xossalari. Aniq fanlarni o‘qitishda innovatsion texnologiyalarni qo‘llash. Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. Andijon 22-may 2024-yil.