CHIZIQLI UZLUKSIZ TIZIMLAR TURG'UNLIGINING ZARURIY SHARTI

Latipov Shahriyor Baxtiyorovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti,
Oliy matematika va axborot texnologiyalari kafedrasi dotsenti v.b.

Annotatsiya: *Ushbu maqolada chiziqli uzluksiz dinamik tizimlarning turg'unligi uchun zaruriy shart ko'rib chiqiladi. Tizimning turg'unligi holat matritsasining o'ziga xos qiymatlarining kopleks tekislikdagi o'rni bilan belgilanadi. Turg'unligi tahlilining asosiy usullari, jumladan, spektral tahlil, Gurvits mezoni va Lyapunov usuli ham ko'rib chiqiladi.*

Kalit so'zlar: *chiziqli uzluksiz dinamik tizim, tizimning turg'unligi, holat matritsasi, xos qiymat, kopleks tekislik, turg'unlikni matematik mezonlari.*

Abstract: *This article considers a necessary condition for the stability of linear continuous dynamical systems. The stability of the system is determined by the location of the eigenvalues of the state matrix in the complex plane. The main methods of stability analysis, including spectral analysis, the Hurwitz criterion, and the Lyapunov method, are also considered.*

Keywords: *linear continuous dynamical system, stability of the system, state matrix, eigenvalue, complex plane, mathematical criteria for stability.*

Turg'unlik avtomatik boshqarish nazariyasining asosiy tushunchalaridan biridir. Tizimning tashqi ta'sirlar va dastlabki og'ishlar ta'sirida o'z muvozanatini saqlab turish qobiliyati barqarorlikka bog'liq. Chiziqli uzluksiz tizimlar kontekstida turg'unlikni matematik mezonlar yordamida qat'iy tavsiflash mumkin. Ushbu maqolada bunday tizimlarning barqarorligi uchun zarur shartlar, shuningdek, uni tahlil qilishning asosiy usullari ko'rib chiqiladi[1-4].

Holat tenglamalar bilan tavsiflangan tizimlar uchun ushbu xususiyatni qanday baholash mumkinligini ko'rib chiqamiz.

$$\begin{cases} \dot{x} = Ax + Bu, & x \in R^n, u \in R^m, \\ y = Cx, & y \in R^m, n \geq m. \end{cases} \qquad (1)$$

Chiziqli tizimning turg'unligi uchun A matritsasining barcha xos qiymatlarining haqiqiy qismi (xarakteristik tenglamaning ildizlari) manfiy bo'lishi zarur va yetarli, ya'ni.

$$\mathrm{Re}(\lambda_i) < 0,\ i = \overline{1,n} \qquad (2)$$

Tizimning xarakteristik tenglamasini yozish orqali ushbu (1) fikrning to'g'riligini ko'rsatamiz

$$A(p) = \det(pI - A) = p^n + a_n p^{n-1} + \cdots + a_2 p + a_1 = 0 \qquad (3)$$

va uning λ_i, $i = \overline{1,n}$ ildizlarini topamiz. Modal tasvirdan foydalanib, tizimdagi to'liq jarayonni aniqlaymiz, bu eksponentalar yig'indisiga teng.

$$x(t) = \sum_{i=1}^{n} C_i e^{\lambda_i t} x_i(0) \qquad (4)$$

Ko'rib turganimizdek, vaqtinchalik jarayonlarning sifati λ_i ildizlarining qiymatlari bilan to'liq aniqlanadi. Ularning hammasi real va manfiy bo'lsa, (2) shart bajarilganda ifodaning har bir komponenti (4) so'nuvchi xususiyatga ega bo'ladi. Binobarin, ularning yig'indisi ham so'nuvchi xarakteriga ega bo'ladi, ya'ni vaqt o'tishi bilan u nolga intiladi.

Bunday shart (3) xarakteristik tenglamaning barcha koeffitsientlarining musbatligi hisoblanadi. Agar ma'lum ildizlar λ_i bilan $A(p)$ xarakteristik polinomni ko'paytma sifatida ifodalasak, buni tekshirish mumkin.

$$A(p) = (p - \lambda_1) \ldots (p - \lambda_n).$$

Barcha ildizlarλ_i, $i = \overline{1, n}$, haqiqiy $(\lambda_i = -\alpha_i, \alpha_i > 0)$, bo'lsa, xarakteristik tenglama quyidagi ko'rinishni oladi.

$$A(p) = (p + \alpha_1) \ldots (p + \alpha_n) = 0.$$

Qavslarni ochib, (3) kabi tenglamani olamiz, bu yerda barcha α_i koeffitsientlari musbat bo'ladi. Agar λ_i ildizlari manfiy haqiqiy qism bilan murakkab bog'langan bo'lsa, shunga o'xshash natija olinishini tekshirish mumkin[5-8].

Shunday qilib, turg'un tizimning xarakteristik tenglamasining (3) koeffitsientlari doimo musbat bo'ladi. Agar kamida bitta koeffitsient manfiy bo'lsa, tizim noturg'un bo'ladi, bunga qo'shimcha tadqiqotlar talab qilinmaydi. Shu bilan birga, xarakteristik tenglamaning barcha koeffitsientlarining musbatligi tizimning turg'unigini kafolatlamaydi, qo'shimcha tekshirishlar zarur.

Quyidagi ikkinchi tartibli tizimning turg'unligini tekshiring

$$W(p) = \frac{k}{T^2p^2 + 2dTp + 1}$$

Uning xarakteristik tenglamasini yozamiz

$$T^2p^2 + 2dTp + 1 = 0$$

va ildizlarini topamiz

$$\lambda_{1,2} = \frac{-d}{T} \pm \frac{\sqrt{d^2 - 1}}{T}$$

Agar shartlar bir vaqtning o'zida bajarilsa, ular manfiy haqiqiy qismga ega bo'ladi.

$$T > 0, d > 0.$$

Demak, ikkinchi tartibli sistema uchun xarakteristik tenglama koeffitsientlarining musbatligi ham turg'unlikning zarur va yetarli shartidir.

Shunday qilib, chiziqli uzluksiz tizimlarning turg'unligi holat matritsasining xos qiymatlarini tartibga solish bilan chambarchas bog'liq. Chiziqli uzluksiz tizimlar uchun turg'unlikni ta'minlovchi zaruriy shart - bu tizim matritsasining barcha xos qiymatlarining haqiqiy qismlari manfiy bo'lishidir. Ushbu shart turg'unlikni tahlil qilishda eng sodda va samarali usullardan biri hisoblanadi. Turg'un tizimlarni loyihalash va tahlil qilishda ushbu shartdan keng foydalaniladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Максимова Н.Н. Исследование математических моделей кинетики химических реакций. Вестник Амурского государственного университета. Серия: Естественные и экономические науки, 2022, 97, С. 6-12.

2. Ким, Д. П. Теория автоматического управлення. Линейные системы: учебпик и практикум для академического бакалавриата / Д. П. Ким, - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Издателство Юрайт, 2017.

3. Коповалов; Б. И. Теория автоматического управления / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - СПб: Лань, 2010.

4. Мирошник И. В. Теория автоматического управления. Линейные системы / И. В. Мирошник, - СПб.: Питер, 2005.

5. Востриков А. С. Экетремальные и оптималыне системы автоматического управления: учеб. пособие / А. С. Востриков, Г. А. Французова. - Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001.

6. Yusupbekov N.R., Nurmuhamedov, H.S. Zokirov S.G., "Kimyoviy texnologiya asosiy jarayon va qurilmalari" T : "Sharq" - 2023.-608 bet.

7. Теория автоматического управления : учебник для вузов/ / под ред. В. Б. Яковлева, - М, : Высшая школа, 2009.

8. Филипс, Ч. Системы управления с обратной связью/ Ч. Филипс, Р. Харбор. - М.: Лаборатория базовых знаний, 2001.