AYRIM DINAMIK TIZIMLARNING SIFATIY TAHLILI HAQIDA

Ubaydullayev Muhammadali Anvarjon o'g'li

Buxoro davlat universteti magistri

ubaydullayevmuhammadali2002@gmail.com

Annotatsiya. Dinamik tizimlar bir holatdan boshqa holatga o'tish jarayonini ifodalaydi. Dinamik tizimlar, asosan, fizika, biologiya, iqtisod va muhandislik, shuningdek, raqamli modellashtirish va astronomiya kabi sohalarda qo'llaniladi. Ushbu maqola dinamik tizimlarning umumiy xususiyatlarini ko'rib chiqadi va ularning O'zbekiston va global miqyosdagi qo'llanilishi haqida ma'lumot beradi. Shu tariqa, maqolada operatsion samaradorlikni oshirish va barqaror rivojlanishni ta'minlashda dinamik tizimlarning potensial imkoniyatlari ko'rsatib beriladi.

Kalit so'zlar: dinamik tizim, diskret va uzluksiz vaqtli dinamik tizim, turg'un nuqta, integral chiziqlar, fazali portretlar.

ON THE QUALITATIVE ANALYSIS OF SOME DYNAMICAL SYSTEMS

Annotation. Dynamic systems express the transition process from one state to another. Dynamic systems are primarily applied in fields such as physics, biology, economics, and engineering, as well as in digital modeling and astronomy. This article examines the general characteristics of dynamic systems and provides information about their applications in Uzbekistan and on a global scale. Thus, the article illustrates the potential capabilities of dynamic systems in enhancing operational efficiency and ensuring sustainable development.

Key words: dynamic systems, discrete and continuous dynamic systems, equilibrium points, integral curves, phase portraits.

KIRISH. Dinamik tizimlar - bu haqiqiy jarayonlar, ob'ektlar yoki hodisalarning matematik modellarini ifodalovchi konsepsiyalardir. Ular alohida holatlarni tasvirlaydigan tizimlar sifatida qabul qilinadi. Dinamik tizimlar jarayonning bir holatdan boshqa holatga o'tishini tasvirlaydi, bu esa ularning harakatini namoyon etadi. Boshqacha qilib aytganda, dinamik tizimlar haqiqiy jarayonlar, masalan, fizik, biologik va iqtisodiy jarayonlarning matematik modellaridir, va har bir vaqtda tizimning holati uning dastlabki holati bilan bog'liqdir. Ushbu tushuncha mexanik tizimlarning harakatlarini dinamik qonunlar orqali tavsiflash darajasidagi nazariyaga asoslanadi. Zamonaviy ilm-fanda dinamik tizimlar tushunchasi deyarli har xil sohalardagi tizimlarni o'z ichiga oladi - fizika, kimyo, biotexnologiya, iqtisodiyot va ijtimoiy sohalar. Dinamik tizimlar nazariyasining asoschilari A. Puankare va A. M. Lyapunov bo'lib, ular 19-asr oxiri va 20-asr boshlarida osmon mexanikasi va aylanuvchi suyuqliklar nazariyasi kabi masalalarni o'rganish chog'ida oddiy differensial tenglamalar tizimsining echimlarini topishga harakat qilishgan. Ular o'z ishlarida oddiy differensial tenglamalar tizimsi echimlarining ma'lum bir vaqtdagi chiziqlarini o'rganishdan ko'ra, jarayonning barcha variantlariga mos keladigan yechimlarni aniqlashga e'tibor berishgan [1-15]:

$$\begin{cases} x' = v + a(yu - xv), \\ y' = u - a(yu - xv), \\ u' = y - b(yu - xv), \\ v' = x + b(yu - xv), \end{cases}$$

Bir qator hisoblashlardan so‘ng quyidagilarni topamiz:

$$\begin{cases} x = c_1\, e^{-2t} + c_2 - y, \\ u = c_2 - c_1\, e^{-2t} - v. \end{cases}$$

Ushbu topilganlarni tenglamaga keltirib qo’yamiz ва yshbu tenglinglik soddalashtirib mana bu natijani olamiz:

$$-u' = u(bc_1\, e^{-2t} + bc_2 + 1) + b(c_1\, e^{-2t})^2 - bc_2^2$$

Ushbu tenglikdan biz ikki noma'lumli differensiaal tenglamalar sistemasini hosil qildik:

$$\begin{cases} -y' = u(ac_1\, e^{-2t} + \ ac_2 - 1) + a(c_1\, e^{-2t})^2 - \mathrm{a}c_2^2, \\ -u' = u(bc_1\, e^{-2t} + bc_2 + 1) + b(c_1\, e^{-2t})^2 - bc_2^2. \end{cases}$$

Bu differensial tenglamalar sistemasining yechimi topish uchun belgilash kiritamiz:

$$c_1\, e^{-2t} + c_2 = A \text{ va} c_1\, e^{-2t} - c_2 = B$$

$$\begin{cases} -y' = u(aA - 1) + aAB \\ -u' = u(bA + 1) + bAB \end{cases}$$

$$A = c_1\, e^{-2t} + c_2$$

$$B = c_1\, e^{-2t} - c_2$$

$$\begin{cases} y' = -u(aA - 1) - aAB \\ u' = -u(bA + 1) - bAB \end{cases}$$

Bu differensial tenglamalar sistemasini qo'shib yuboramiz:

$$y' + u' = -u(aA - 1) + y(aB - 1) - aAB - u(bA + 1) + y(bB + 1) - bAB,$$

$$y' + u' = -Au(a + b) + By(a + b) - AB(a + b),$$

$$y' + u' = (a + b)(-Au + By - AB)$$

tenglikga ega bo'lamiz.

Endi yuqoridagi tenglamalar sistemasini ayirib yuboramiz:

$$y' - u' = (b - a)(Au - By + AB) + 2(u - y),$$

$$y' - u' = (a - b)(By - Au - AB) + 2(u - y).$$

$$\begin{cases} y' + u' = (a + b)(By - Au - AB), \\ y' - u^{j'} = (a - b)(By - Au - AB) + 2(u - y). \end{cases}$$

$$(By - Au - AB) = \frac{y' + u'}{(a + b)}.$$

Tenglikni differensial tenglamalar sistemasining ikkinchi tenglamasiga qoyamiz:

$$y' - u' = \frac{(a - b)(y' + u')}{(a + b)} + (u - y)$$

tenglikka ega bo'lamiz.

$$(y'-u')-\frac{(a-b)(y'+u')}{(a+b)}=2(u-y)$$

Bu tenglikka umumiy maxraj berib soddalashtirib olamiz.

$$\frac{(y'-u')(a+b)-(a-b)(y'+u')}{a+b}=2(u-y)$$

$$\frac{ay'+by'-au'-bu'-(ay'+au'-by'-bu')}{a+b}=2(u-y)$$

Qavslarni ochib chiqib soddalashtiramiz:

$$\frac{2by'-2au'+\left((a-b)(y'+u')\right)}{a+b}=2(u-y).$$

So'ngra bir koeffisientli hadlarni bir tomonga olib o'tamiz.

$$by'-bu+by=au'+au-ay+(a-b)(y'+u'),$$

$$b(y'-u+y)=a(u'+u-y)+(a-b)(y'+u'),$$

ko'rinishida yozib olamiz.Ko'rinib turganidek qavs ichi noma'lum ifodalar hosil bo'ladi.

Bu yerda $y'-u+y=a$ va $u'+u-y=b$ teng bo'ladigan xususiy holni qaraymiz.

$$\begin{cases}y'-u+y+(a-b)(y'+u')=a,\\ u'+u-y+(a+b)(y'+u')=b.\end{cases}$$

Hosil bo'lgan diffirensial tenglamalar sistemasini ayirib yuboramiz.

$$(y'-u')+2(y-u)=a-b$$

ko'rinishidagi tenglikka ega bo'lamiz.

Belgilash kiritamiz $y-u=k$ deb olsak $y'-u'=k'$ tenglikni yoza olamiz. Endi kiritgan belgilashlarimiz orqali tenglikni yozamiz:

$$k'+2k=a-b,$$

$$k'+2k=a-b,$$

differensial tenglamani variatsiyalash usulida topamiz.

$$k'+2k=0,\frac{dk}{dt}+2k=0,\frac{dk}{dt}=-2k,\frac{dk}{k}=-2dt$$

tenglikning ikki tomonini ham integrallab yuboramiz.

$$\ln k = -2t$$

dan

$$k = ce^{-2t}$$

bo'ladi.

$$k = c(t)e^{-2t} \Rightarrow$$

$$k' = c'^{(t)e^{-2t}} - 2c(t)e^{-2t},$$

$$k' + 2k = a - b$$

tenglamaga topgan natijala etib qo'yamiz:

$$c'(t)e^{-2t} - 2c(t)e^{-2t} + 2\,c(t)e^{-2t} = a - b$$

$$c'(t)e^{-2t} = a - b$$

$$c'(t) = \frac{a-b}{e^{-2t}} \Longrightarrow c'(t) = (a-b)e^{2t} \Longrightarrow c(t) = \frac{(a-b)}{2}e^{2t} + c_0$$

Yechim:

$$k = \left(\frac{a-b}{2}e^{2t} + c_0\right)e^{-2t} = \frac{(a-b)}{2} + c_0e^{-2t}$$

$$y - u = k$$

ifodaga topilgan k ni etib qoyamiz.

$$y - u = \frac{(a-b)}{2} + c_0e^{-2t}$$

bu tenglikdan y noma'lumni topib olamiz.

$$y = \frac{(a-b)}{2} + c_0e^{-2t} + u$$

tenglikka ega bo'lamiz.

Yuqoridagi ifodadan

$$u' + u - y = b$$

tenglikdan u' ni topamiz.

$$u' = b + (y - u)$$

tenglikka ega bo'lamiz.

$$u' = b + \left(\frac{(a-b)}{2} + c_0 e^{-2t}\right)$$

Qavslarni ochib chiqsak .

$$u' = b + \frac{(a-b)}{2} + c_0 e^{-2t} + \frac{dk}{dt} + 2k = \frac{(a+b)}{2} + c_0 e^{-2t}$$

$u' = \frac{(a+b)}{2} + c_0 e^{-2t}$ ekanligi kelib chiqadi.Bu tenglikni ikkala tomonini ham integrallab yuborsak

$$u = \frac{(a+b)}{2} t - \frac{c_0 e^{-2t}}{2} + \frac{dk}{dt} + 2k$$

ni topamiz.

$$y' = a - (y - u)$$

$$y - u = k$$

teng ekanligidan k ni ifodasini joyiga keltirib qo'yamiz.

$$y' = a - \left(\frac{(a-b)}{2} + c_0 e^{-2t}\right) + \frac{dk}{dt} + 2k,$$

$$y' = \frac{(a+b)}{2} - c_0 e^{-2t}$$

ga ega bo'lamiz.

Tenglikni ikkala ta'rafini ham integrallab yuborsak

$$y = \frac{(a+b)}{2} t + \frac{c_0 e^{-2t}}{2}$$

tenglik hosil bo'ladi.

Tenglamalar sistemasidagi dastlabki mana bu tengliklar asosida qolgan ikki noma'lumni topamiz.

Javoblar quyidagi ko'rinishda

$$x = c_1 e^{-2t} + c_2 - \frac{(a+b)}{2} t - \frac{c_0 e^{-2t}}{2};$$

$$y = \frac{(a+b)}{2} t + \frac{c_0 e^{-2t}}{2};$$

$$u = \frac{(a+b)}{2}t - \frac{c_0 e^{-2t}}{2};$$

va

$$v = e^{-2t}c_2 - c_1 - \frac{(a+b)}{2}t + \frac{c_0 e^{-2t}}{2}.$$

XULOSA. Matematika zamonaviy ta'limda muhim ahamiyatga ega bo‘lib, kelajak avlodlarni tarbiyalashda keng imkoniyatlar yaratadi. U o‘quvchilarning tafakkurini, mantiqiy fikrlash qobiliyatini va muammolarni hal qilish ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

Dinamik tizimlar esa turli sohalarda qo‘llanilib, real jarayonlarni aniqlash va tushunishga yordam beradi. Ularning yordamida fizika, muhandislik, biologiya, ekologiya va iqtisodiyot kabi sohalarda dinamik hodisalarni aniqlab, nazorat qilish va optimallashtirish mumkin. Tabiat va inson faoliyatining asosiy qonuniyatlarini o‘rganish, shuningdek, doimiy ravishda o‘zgarayotgan muhitni nazorat qilish va yaxshilashda dinamik tizimlar nihoyatda muhimdir. Ular kompleks jarayonlarni tushunishga, ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirishga va texnologik yangiliklarni joriy etishga katta yordam beradi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO`YXATI (REFERENCES)

1. Расулов Х.Р. Аналог задачи Трикоми для квазилинейного уравнения смешанного типа с двумя линиями вырождения // Вестн. Сам. гос. техн. ун-та. Сер. Физ.-мат. науки, 2022. Т. 26, № 4.

2. Rasulov X.R. Qualitative analysis of strictly non-Volterra quadratic dynamical systems with continuous time // Communications in Mathematics, 30 (2022), no. 1, pp. 239-250.

3. Rasulov X. R. On a Volterra dynamical system of a two-sex population, Lobachevskii Journal of Mathematics, 45(8), 3975-3985 pp., 2024.

4. Xaydar Raupovich Rasulov. Boundary value problem in a domain with deviation from the characteristics for one nonlinear equation with mixed type. AIP Conf. Proc. 2781, 020016 (2023)

5. Расулов Х.Р. О некоторых символах математического анализа // Science and Education, scientific journal, 2:11 (2021), p.66-77.

6. Расулов Х.Р. О понятие асимптотического разложения и ее некоторые применения // Science and Education, scientific journal, 2:11 (2021), pp.77-88.

7. Xaydar R. Rasulov. On the solvability of a boundary value problem for a quasilinear equation of mixed type with two degeneration lines // Journal of Physics: Conference Series 2070 012002 (2021), pp.1–11.

8. Rasulov Kh.R. (2018). On a continuous time F - quadratic dynamical system // Uzbek Mathematical Journal, №4, pp.126-131.

9. Расулов Х.Р., Раупова М.Х. Роль математики в биологических науках // Проблемы педагогики, № 53:2 (2021), с. 7-10.

10. Расулов Х.Р., Раупова М.Х. Математические модели и законы в биологии // Scientific progress, 2:2 (2021), p.870-879.

11. Расулов Х.Р. (1996). Задача Дирихле для квазилинейного уравнения эллиптического типа с двумя линиями вырождения // ДАН Республики Узбекистан, №12, с.12-16.

12. Салохитдинов М.С., Расулов Х.Р. (1996). Задача Коши для одного квазилинейного вырождающегося уравнения гиперболического типа // ДАН Республики Узбекистан, №4, с.3-7.

13. Расулов Х.Р. Об одной нелокальной задаче для уравнения гиперболического типа // XXX Крымская Осенняя Математическая Школа-симпозиум по спектральным и эволюционным задачам. Сборник материалов международной конференции КРОМШ-2019, с. 197-199.

14. Rasulov X. R. On a Volterra dynamical system of a two-sex population, Lobachevskii Journal of Mathematics, 45(8), 3975-3985 pp., 2024.

15. Расулов Х.Р. О качественном анализе одного класса вольтеровских квадратично-стохастических операторов с непрерывным временем. Математические заметки, 2024, том 116, выпуск 5, стр. 792–808.