INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL OF BIRUNI
ISSN (E) 2181-2993
Volume 4, Issue 1. (2025)

IKKI O‘LCHOVLI DINAMIK TIZIMLARDA FAZOVIY PORTRETLAR VA ULARNING GRAFIK ASOSDA TAHLILI

KUTLIMURATOV Ravshanbek Rozboyevich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti o’qituvchisi
rqutlimurotov@tsue.uz
ISMAILOV Asqar Jaxangirovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti o’qituvchisi
aismoilov@tsue.uz
ISLAMOVA Mavluda Ikrambayevna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti o’qituvchisi
m.islamova@tsue.uz

ANNOTATSIYA

Mazkur maqolada ikki o‘lchovli dinamik tizimlarning xatti-harakatini tahlil qilishda fazoviy portretlardan foydalanishning nazariy asoslari va amaliy ahamiyati yoritilgan. Dinamik tizimlarning holatlarini grafik ko‘rinishda ifodalash, ularning barqarorlik holatlarini aniqlash hamda uzun muddatli xatti-harakatlarini bashorat qilish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan.

Kalit so’zlar: *dinamik tizim, fazali portret, nuqtaning harakatini, traektoriy, ishlab chiqarish.*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются теоретические основы и практическое значение использования пространственных портретов при анализе поведения двумерных динамических систем. Рассмотрены возможности графического представления состояний динамических систем, определения их состояний устойчивости и прогнозирования их долгосрочного поведения.

Ключевые слова: *динамическая система, фазовый портрет, движение точки, траектория, производство.*

ABSTRACT

This article discusses the theoretical foundations and practical importance of using spatial portraits in analyzing the behavior of two-dimensional dynamical systems. The possibilities of graphically representing the states of dynamical systems, determining their stability states, and predicting their long-term behavior are considered.

Key words: *dynamic system, phase portrait, point movement, trajectory, production.*

KIRISH

Zamonaviy ilm-fanda dinamik tizimlar tushunchasi turli sohalarda – fizika, biologiya, iqtisodiyot, muhandislik va boshqalarda keng qoʻllanilmoqda. Ayniqsa, tizim holatining vaqtga bogʻliq oʻzgarishlarini matematik modellashtirish va grafik ifodalash, ularning rivojlanish trayektoriyalarini tahlil qilish dolzarb masalalardan biridir. Ikki oʻlchovli dinamik tizimlarda bu jarayon odatda fazoviy portretlar orqali amalga oshiriladi.

Dinamik tizimlar va ularning turlari

Dinamik tizimlar bu – holati vaqtga bogʻliq holda oʻzgaruvchi matematik modellar hisoblanadi. Ular diskret (vaqt boʻyicha uzlukli) va uzluksiz (doimiy vaqtli) boʻlishi mumkin. Ikki oʻlchovli dinamik tizimlar odatda ikkita holat oʻzgaruvchidan tashkil topgan boʻlib, quyidagicha ifodalanadi:

$$\begin{cases} \dfrac{dx}{dt} = f(x,y) \\ \dfrac{dy}{dt} = g(x,y) \end{cases}$$

Bu tenglamalar tizimning vaqt boʻyicha bosqichma bosqich o’zgarishini tasvirlaydi.

Fazoviy portretlar tushunchasi.

Fazoviy portret – bu dinamik tizimdagi har bir boshlangʻich holat uchun holat oʻzgaruvchilarning (x, y) koordinatalaridagi trayektoriyasini fazoviy tekislikda tasvirlovchi grafikdir. U tizimning umumiy xatti-harakatini, muvozanat nuqtalarini, limit sikllarini va gʻalayonli (xaotik) harakatlarni aniqlashga yordam beradi.

Muvozanat nuqtalari va ularning barqarorligi.

Muvozanat nuqtalari (yoki statsionar nuqtalar) – bu holat oʻzgaruvchilarning oʻzgarmas qiymatlari boʻlib, u yerda:

$$f(x,y) = 0$$
$$g(x,y) = 0$$

Barqarorlik tahlili uchun Jacobiy matritsasi yordamida ushbu nuqtalarning barqaror yoki beqaror ekanligi aniqlanadi. Fazoviy portretlarda barqaror nuqtalar trayektoriyalarning ichkariga qarab yoʻnalishi bilan ajralib turadi.

Grafik tahlilning ahamiyati.

Fazoviy portretlarning grafik tahlili quyidagilarni aniqlash imkonini beradi:

- Tizimdagi muvozanat holatlari va ularning tabiatini
- Limit sikllarning mavjudligi
- Harakat trayektoriyalarining vaqt oʻtishi bilan qanday oʻzgarishini
- Tizimda mavjud boʻlishi mumkin boʻlgan xaotik xatti-harakatlarni

Grafik yondashuv, ayniqsa, analitik yechim topish qiyin bo‘lgan hollarda juda qulay va intuitiv tahlil vositasidir.

MUHOKAMA

Bizga berilgan ikki o’lchovli ixtiyoriy akslantirish $Q_{c_1c_2} = \begin{cases} x' = f_1(x,y,c_1) \\ y' = f_2(x,y,c_2) \end{cases}$ uchun grafik analiz metodini kiritamiz. Grafik analiz metodi deganda tekislikda olingan ixtiyoriy nuqtani $Q_{c_1c_2}$ orqali akslantirsak berilgan nuqtaning orbitasi qanday bo’lishini grafik usulda tekshirishni tushunamiz. Masalan bir o’lchovli dinamik sistema uchun Kyonigsa – Lameraya diagrammasi nomli [Sharkovski] grafik analiz metodi mavjud. Ikki o’lchovli ixtiyoriy akslantirish $Q_{c_1c_2}$ uchun grafik analiz metodini quyidagicha kiritamiz. XOY tekislikda ixtiyoriy (a,b) berilgan nuqtaning $Q_{c_1c_2}$ akslantirishda orbitasi haqida nima deya olamiz? Bitta koordinatalar sistemasida XOY tekisligida $x = f_1(x,y,c_1)$ va $y = f_2(x,y,c_2)$ funksiyalarning grafigini chizamiz. (a,b) nuqtadan $x = f_1(x,y,c_1)$ funksiyaning grafigi bilan kesishguncha OX o’qiga parallel chiziq chizamiz va shu kesishish nuqtasidan OY o’qiga parallel vertikal chiziq chizib uni V_1 orqali belgilaymiz. Keyin (a,b) nuqtadan $y = f_2(x,y,c_2)$ funksiyaning grafigi bilan kesishguncha OY o’qiga parallel chiziq chizamiz va shu kesishish nuqtasidan OX o’qiga parallel gorizantal chiziq chizib uni G_1 orqali belgilaymiz. V_1 va G_1 chiziqlarning kesishish nuqtasi (a,b) nuqtaning tasviri bo’ladi va uni (a_1,b_1) orqali belgilaymiz. Keyin (a_1,b_1) nuqta uchun huddi shunday amal bajarib V_2 va G_2 chiziqlarni chizib ularning kesishish nuqtasi ya’ni (a_1,b_1) nuqtaning tasviri bo’lgan (a_2,b_2) nuqtani topamiz va hokazo… .

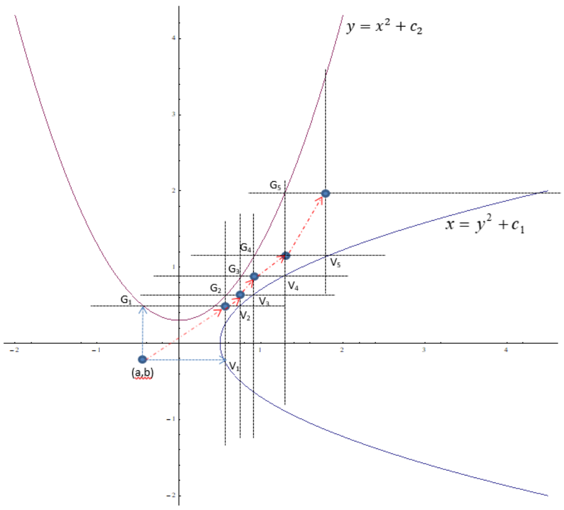
NATIJA

Bu usulda bajarilgan grafik analiz metodiga bitta misol keltiraylik

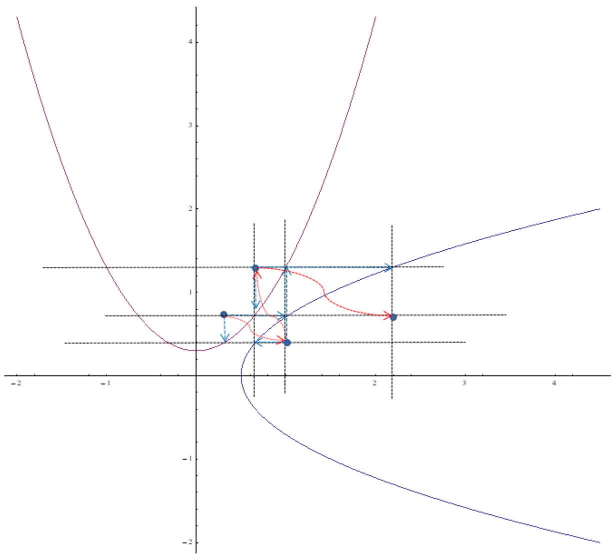
$$Q_{c_1c_2} = \begin{cases} x' = y^2 + c_1 \\ y' = x^2 + c_2 \end{cases}$$

Bitta koordinatalar sistemasida XOY tekisligida $x = y^2 + c_1$ va $y = x^2 + c_2$ funksiyalarning grafigini chizamiz. Tekislikdagi ixtiyoriy (a,b) nuqtadan $x = y^2 + c_1$ parabola bilan kesishguncha OX o’qiga parallel chiziq chizamiz va shu kesishish nuqtasidan OY o’qiga parallel vertikal chiziq chizib uni V_1 orqali belgilaymiz. Keyin (a,b) nuqtadan $y = x^2 + c_2$ parabola bilan kesishguncha OY o’qiga parallel chiziq chizamiz va shu kesishish nuqtasidan OX o’qiga parallel gorizantal chiziq chizib uni

G_1 orqali belgilaymiz. V_1 va G_1 chiziqlarning kesishish nuqtasi (a,b) nuqtaning tasviri bo'ladi va uni (a_1,b_1) orqali belgilaymiz. Keyin (a_1,b_1) nuqta uchun huddi shunday amal bajarib V_2 va G_2 chiziqlarni chizib ularning kesishish nuqtasi ya'ni (a_1,b_1) nuqtaning tasviri bo'lgan (a_2,b_2) nuqtani topamiz va hokazo…Agar (a,b) nuqta $y=x^2+c_2$ parabolada bo'lsa, (a_1,b_1) nuqta $x=y^2+c_1$ parabolada , (a_2,b_2) nuqta esa $y=x^2+c_2$ parabola va hokazo…



Agar (a,b) nuqtaning proobrazini topmoqchi bo'lsak u holda grafik analiz metodini teskarisini bajaramiz. $Q_{c_1c_2}=\begin{cases}x'=y^2+c_1\\ y'=x^2+c_2\end{cases}$ akslantirish uchun (a,b) nuqtaning proobrazi bitta yoki ikkita yoki to'rtta nuqtadan iborat bo'lishi ham mumkin.

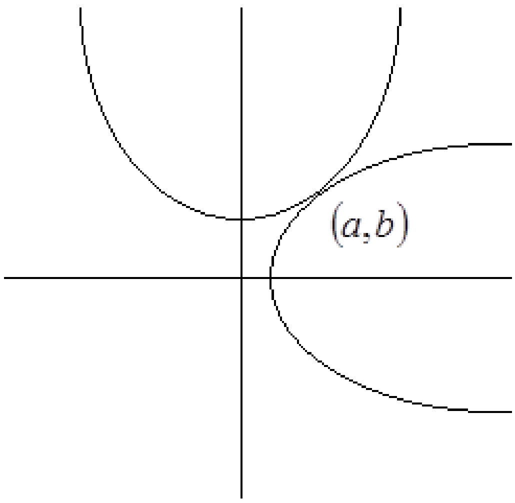


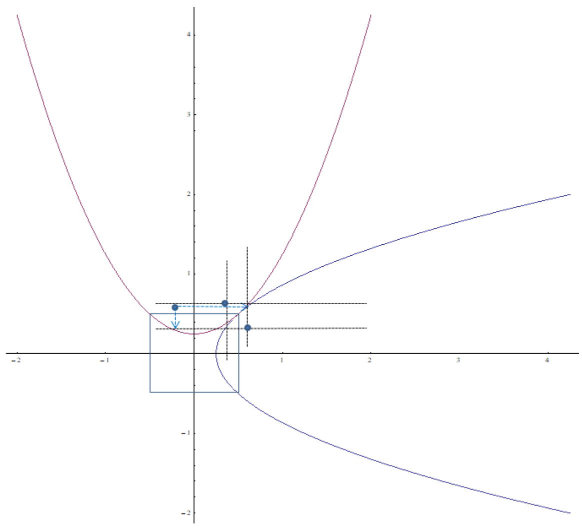
Grafik analiz metodi yordamida $Q_{c_1c_2} = \begin{cases} x' = y^2 + c_1 \\ y' = x^2 + c_2 \end{cases}$ akslantirish orqali tekislikda uchlari (a, b_1) va (a, b_2) nuqtalarda bo'lgan gorizantal kesma uchlari $(b_1^2 + c_1, a^2 + c_2)$ va $(b_2^2 + c_1, a^2 + c_2)$ nuqtalarda bo'lgan vertikal kesmaga akslanadi va uzunliga $(b_1 + b_2)$ marta o'zgaradi. Lekin gorizantal kesmaning proobrazi bitta yoki ikkita yoki to'rta vertikal kesma bo'ladi, bitta vertikal kesmaning proobrazi esa bitta yoki ikkita yoki to'rta gorizantal kesma bo'ladi.

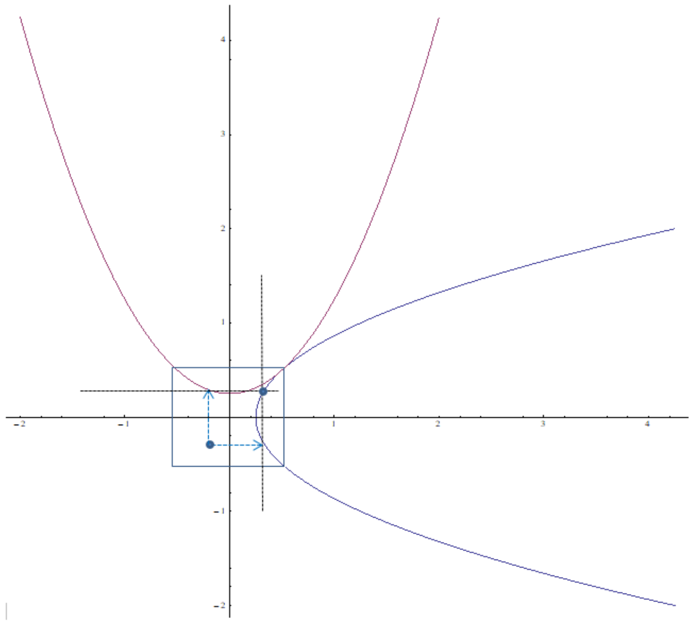
Huddi shuningdek tomonlari koordinata o'qlariga parallel bo'lgan to'gri to'rtburchakning tasviri ham yana tomonlari koordinata o'qlariga parallel bo'lgan to'gri to'rtburchak bo'ladi, tomonlari qizqarishi yoki uzayishi mumkin.

Lekin to'gri to'rtburchakning proobrazi bitta yoki ikkita yoki to'rtta to'gri to'rtburchakdan iborat bo'ladi.

Grafik analiz metodidan ko'rinadiki agar $y = x^2 + c_2$ va $x = y^2 + c_1$ parabolalar umumiy nuqtaga ega bo'lmasa, tekislikdan olingan ixtiyoriy nuqta $Q_{c_1c_2} = \begin{cases} x' = y^2 + c_1 \\ y' = x^2 + c_2 \end{cases}$ akslantirish orqali cheksizlikka intiladi. Keling $y = x^2 + c_2$ va $x = y^2 + c_1$ parabolalar bitta umumiy nuqtaga ega bo'lgan holda grafik analiz metodini tekshirib ko'ramiz. Parabolalarning urinish nuqtasi (a, b) bo'lsin u holda bu nuqta $Q_{c_1c_2}$ akslantirish uchun qo'zga'mas nuqta bo'ladi.







XULOSA

Xulosa qilib aytganda bugungi kunga kelib dunyoda aniq fanlar, axborot, matematik iqtisodiyot, internet va raqamlashtirish kabi zamonaviy sohalar izchil rivojlanmoqda. Tabiiyki zamon bilan hamnafas holda, iqtisodiyotimizning ravnaqi va yuksalishi yo’lida yuqoridagi sohalar rivojini yurtimizda ham taminlashimiz zarur. Zero bu bilan mamlakatimiz iqtisodiyoti rivoji uchun o’z hissamizni qo’shibgina qolmay, aholi farovonligi, yurtimiz osoyishtaligida ham naf keltirgan hisoblanamiz. Endi siz “Ikki o'lchovli dinamik tizimlarda grafik tahlil va fazali portret” haqida yaxshiroq tushunganingizdan so’ng, ularni iqtisodiy faoliyhatingizda qo’llash imkoniyatiga egasiz.

REFERENCES

1. Ganikhodzhayev R.N., Narziyev N.B., Seytov Sh.J. Multi-dimensional case of the problem of Von Neumann- Ulam. Uzbek Mathematical Journal Vol. 3, Issue 1, 11-23 (2015).
2. Devaney R. L. An Introduction to Chaotic Dynamical Systems. New York, (1989).
3. Seytov Sh. J., Ganikhodzhayev R.N. The method of graphical analysis for some two dimensional dynamical systems. Bulletin of the Institute of Mathematics. Vol 2. Issue 4, 22-26 (2020.)

4. Seytov, Sh.J., Narziyev, N.B., Eshniyozov, A.I., Nishonov, S.N. The algorithms for developing computer programs for the sets of Julia and Mandelbrot. *AIP Conference Proceedings* 2023, 2789, 050021.
5. Seytov, S.J., Eshniyozov, A.I., Narziyev, N.B. Bifurcation Diagram for Two Dimensional Logistic Mapping. *AIP Conference Proceedings*, 2023, 2781, 020076.
6. Seytov, S.J., Nishonov, S.N., Narziyev, N.B. Dynamics of the Populations Depend on Previous Two Steps. *AIP Conference Proceedings*., 2023, 2781, 020071.
7. Seytov, S.J., Sayfullayev, B.Sh., Anorbayev, M.M. Separating a Finite System of Points from each Other in Real Euclidean Space. *AIP Conference Proceedings*., 2023, 2781, 020043.
8. Seytov, S.J., Eshmamatova, D.B. Discrete Dynamical Systems of Lotka–Volterra and Their Applications on the Modeling of the Biogen Cycle in Ecosystem. *Lobachevskii Journal of Mathematics*., 2023, 44(4), страницы 1471–1485.
9. Eshmamatova, D.B., Seytov, S.J., Narziev, N.B. Basins of Fixed Points for Composition of the Lotka–Volterra Mappings and Their Classification. *Lobachevskii Journal of Mathematics*., 2023, 44(2), страницы 558–569.
10. Ganikhodzhaev, R.N., Seytov, S.H.J. Coexistence chaotic behavior on the evolution of populations of the biological systems modeling by three dimensional quadratic mappings. *Global and Stochastic Analysis*., 2021, 8(3), страницы 41–45.
11. Ganikhodzhayev, R., Seytov, S. An analytical description of mandelbrot and Julia sets for some multi-dimensional cubic mappings. *AIP Conference Proceedings*., 2021, 2365, 050006.