



BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI

Научный вестник Бухарского государственного университета
Scientific reports of Bukhara State University

3/2024

E-ISSN 2181-1466

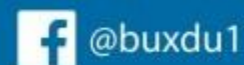


9 772181 146004

ISSN 2181-6875



9 772181 687004



3/2024

<https://buxdu.uz>



BUXORO DAVLAT UNIVERSITETI ILMIY AXBOROTI
SCIENTIFIC REPORTS OF BUKHARA STATE UNIVERSITY
НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК БУХАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ilmiy-nazariy jurnal
2024, № 3, mart

Jurnal 2003-yildan boshlab **filologiya** fanlari bo'yicha, 2015-yildan boshlab **fizika-matematika** fanlari bo'yicha, 2018-yildan boshlab **siyosiy** fanlar bo'yicha, **tarix** fanlari bo'yicha 2023 yil 29 avgustdan boshlab O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar Vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiya ishlari natijalari yuzasidan ilmiy maqolalar chop etilishi lozim bo'lgan zaruriy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Jurnal 2000-yilda tashkil etilgan.

Jurnal 1 yilda 12 marta chiqadi.

Jurnal O'zbekiston matbuot va axborot agentligi Buxoro viloyat matbuot va axborot boshqarmasi tomonidan 2020-yil 24-avgust № 1103-sonli guvohnoma bilan ro'yxatga olingan.

Muassis: Buxoro davlat universiteti

Tahririyat manzili: 200117, O'zbekiston Respublikasi, Buxoro shahri Muhammad Iqbol ko'chasi, 11-uy.

Elektron manzil: nashriyot_buxdu@buxdu.uz

TAHRIR HAY'ATI:

Bosh muharrir: Xamidov Obidjon Xafizovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Bosh muharrir o'rinbosari: Rasulov To'liqin Husenovich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor

Mas'ul kotib: Shirinova Mexrigiyo Shokirovna, filologiya fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

Kuzmichev Nikolay Dmitriyevich, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), professor (N.P. Ogaryov nomidagi Mordova milliy tadqiqot davlat universiteti, Rossiya)

Danova M., filologiya fanlari doktori, professor (Bolgariya)

Margianti S.E., iqtisodiyot fanlari doktori, professor (Indoneziya)

Minin V.V., kimyo fanlari doktori (Rossiya)

Tashqarayev R.A., texnika fanlari doktori (Qozog'iston)

Mo'minov M.E., fizika-matematika fanlari nomzodi (Malayziya)

Mengliyev Baxtiyor Rajabovich, filologiya fanlari doktori, professor

Adizov Baxtiyor Rahmonovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Abuzalova Mexriniso Kadirovna, filologiya fanlari doktori, professor

Amonov Muxtor Raxmatovich, texnika fanlari doktori, professor

Barotov Sharif Ramazonovich, psixologiya fanlari doktori, professor, xalqaro psixologiya fanlari akademiyasining haqiqiy a'zosi (akademigi)

Baqoyeva Muhabbat Qayumovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bo'riyev Sulaymon Bo'riyevich, biologiya fanlari doktori, professor

Jumayev Rustam G'aniyevich, siyosiy fanlar nomzodi, dotsent

Djurayev Davron Raxmonovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Durdiyev Durdimurod Qalandarovich, fizika-matematika fanlari doktori, professor

Olimov Shirinboy Sharofovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Qahhorov Siddiq Qahhorovich, pedagogika fanlari doktori, professor

Umarov Baqo Bafoyevich, kimyo fanlari doktori, professor

Murodov G'ayrat Nekovich, filologiya fanlari doktori, professor

O'rayeva Darmonoy Saidjonovna, filologiya fanlari doktori, professor

Navro'z-zoda Baxtiyor Nigmatovich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Hayitov Shodmon Ahmadovich, tarix fanlari doktori, professor

To'rayev Halim Hojiyevich, tarix fanlari doktori, professor

Rasulov Baxtiyor Mamajonovich, tarix fanlari doktori, professor

Eshtayev Alisher Abdug'aniyevich, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Quvvatova Dilrabo Habibovna, filologiya fanlari doktori, professor

Axmedova Shoira Nematovna, filologiya fanlari doktori, professor

Bekova Nazora Jo'rayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), professor

Amonova Zilola Qodirovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Hamroyeva Shahlo Mirjonovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Nigmatova Lola Xamidovna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Boboyev Feruz Sayfullayevich, tarix fanlari doktori

Jo'rayev Narzulla Qosimovich, siyosiy fanlar doktori, professor

Xolliyev Askar Ergashovich, biologiya fanlari doktori, professor

Artikova Hafiza To'ymurodovna, biologiya fanlari doktori, professor

Hayitov Shavkat Ahmadovich, filologiya fanlari doktori, professor

Qurbonova Gulnoz Negmatovna, pedagogika fanlari doktori (DSc), professor

Ixtiyarova Gulnora Akmalovna, kimyo fanlari doktori, professor

Rasulov Zubaydullo Izomovich, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

Mirzayev Shavkat Mustaqimovich, texnika fanlari doktori, professor

Samiyev Kamoliddin A'zamovich, texnika fanlari doktori, dotsent

Esanov Husniddin Qurbonovich, biologiya fanlari doktori, dotsent

Zaripov Gulmurot Toxirovich, texnika fanlari nomzodi, professor

Jumayev Jura, fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent

Klichev Oybek Abdurasulovich, tarix fanlari doktori, dotsent

G'aybulayeva Nafisa Izattullayevna, filologiya fanlari doktori (DSc), dotsent

MUNDARIJA *** СОДЕРЖАНИЕ *** CONTENTS		
МАТЕМАТИКА *** MATHEMATICS *** МАТЕМАТИКА		
Болтаев З.И., Собиров С.Ж., Рузиева М.А.	Не осесимметричные задачи стационарного напряжённого состояния в соосных вязкоупругих оболочках с жидкостью между ними	3
Xudayarov S.S., Ergashov O.H.	Simpleksni saqlovchi kvadratik operator qo'zg'almas nuqtalarning tipini aniqlash usullari haqida	11
Жураева У.Ю.	О некоторой теореме для бигармонических функций	16
Jamolov Sh.J., Rahmonov E.S.	Kvadratik stoxastik operatorlar	21
Ro'ziyeva N.K.	Kvadrat funksiyani yechish usullari	26
Ergashov O.H.	Bir nostoxastik kvadratik operator qo'zg'almas nuqtalari haqida	32
Almuratov F.M., Pardabaev M.A., Bobonazarova A.U.	Expansion of eigenvalues of Schrödinger-type operators on two dimensional lattices	37
Eshbekov R.Kh., Tashaeva M.G., Usmonova Sh.B.	On the complex modified Korteweg-de Vries equation with finite density	45
Сипатдинова Б.К.	Об одной периодической краевой задаче для трёхмерного уравнения смешанного типа второго рода второго порядка в неограниченном параллелепипеде	54
Imonova Sh.M., Amonova N.A.	Chekli elementlar usullari	73
FIZIKA *** PHYSICS *** ФИЗИКА		
Элманов А.Б., Кенгбоев С.А.	Увеличение срока службы детали для промышленных хлопкоочистительных машин	82
Abdullayev J.Sh., Sapaev I.B.	The effects of temperature on the intrinsic electrophysical parameters of Ge, Si, and Gaas	86
Turayev A.A., Kamolova O.A.	Polikristall yarimo'tkazgich olishning ahamiyati	91

SIMPLEKSNI SAQLOVCHI KVADRATIK OPERATOR QO‘ZG‘ALMAS
NUQTALARNING TIPINI ANIQLASH USULLARI HAQIDA

Xudayarov San‘at Samadovich

Buxoro davlat universiteti

Matematik analiz kafedrası dotsenti, f.-m.f.f.d.,(PhD)

s.s.xudayarov.buxdu.uz

Ergashov Ozodbek Hotam o‘g‘li,

Buxoro davlat universiteti talabasi

ozodbekergashov2202@gmail.com

Annotatsiya. Hozirda jahonda olib borilayotgan ko‘plab amaliy ishlar aksariyat hollarda stoxastik va nostoxastik kubik matritsalar orqali aniqlangan evalyutsion operatorlar dinamikasini aniqlashda samarali qo‘llanilmoqda. Kubik matritsalarining vaqtga bog‘liq oilasi biologiya va fizika masalalarini matematik modelini ifodalashda foydalaniladi. Shu sababli kubik matritsalar yordamida qurilgan operatorlar va simpleksni saqlovchi stoxastik va nostoxastik kubik matritsalar yordamida qurilgan nohiziqli operatorlar dinamikasi muhim masalalaridan biri bo‘lib qolmoqda.

Dunyoda xaotik dinamik sistema hosil qiluvchi stoxastik va nostoxastik kvadratlik operatorlar hamda kvadratlik nostoxastik operatorlar hosil qilgan dinamik sistemalarni aniqlashga doir ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

Ushbu maqolada biz ikki o‘lchovli (2D) simpleksda kvadratlik stoxastik bo‘lmagan operatorni ko‘rib chiqamiz. Bu berilgan operatorning barcha qo‘zg‘almas nuqtalarini topib hamda bu qo‘zg‘almas nuqtalarning tipini aniqlaymiz.

Kalit so‘zlar: simpleks, kvadratlik stoxastik operator, kvadratlik nostoxastik operator, qo‘zg‘almas nuqta, tortuvchi, itaruvchi, egar.

О МЕТОДАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТИПА НЕПОДВИЖНЫХ ТОЧЕК СИМПЛЕКСНО
СОХРАНЯЮЩЕГО КВАДРАТИЧНОГО СТОХАСТИЧЕСКОГО ОПЕРАТОРА

Аннотация. Многие практические работы в мире эффективно используются для определения динамики эволюционных операторов, определяемых стохастическими и нестохастическими кубическими матрицами. Зависящее от времени семейство кубических матриц используется для представления математических моделей задач биологии и физики. Поэтому динамика операторов, построенных с использованием кубических матриц, и нелинейных операторов, построенных с использованием сохраняющих симплекс стохастических и нестохастических кубических матриц, остаётся одной из важных проблем.

В мире проводятся научные исследования по определению динамических систем, образованных стохастическим и нестохастическим квадратичным оператором и квадратичным нестохастическим оператором.

В данной статье мы рассматриваем квадратичный нестохастический оператор в двумерном (2D) симплексе. Находим все неподвижные точки данного оператора и определяем тип этих неподвижных точек.

Ключевые слова: симплекс; квадратичный стохастический оператор, квадратичный нестохастический оператор, неподвижная точка, отталкивающий, притягивающей, седловой.

ON THE METHODS OF DETERMINING THE TYPE OF FIXED POINTS OF SIMPLEX-
PRESERVING QUADRATIC STOCHASTIC OPERATOR

Abstract. Many practical works in the world are effectively used to determine the dynamics of evolutionary operators defined by stochastic and non-stochastic cubic matrices. The time-dependent family of cubic matrices is used to represent mathematical models of problems in biology and physics. Therefore, the dynamics of operators constructed using cubic matrices and nonlinear operators constructed using simplex-preserving stochastic and non-stochastic cubic matrices remains one of the important issues.

In the world, scientific research is being conducted to determine the dynamic systems formed by stochastic and non-stochastic quadratic operators and quadratic non-stochastic operators.

In this paper, we consider a quadratic non-stochastic operator in a two-dimensional (2D) simplex. We find all fixed points of a given operator and determine the type of these fixed points.

Keywords: simplex; quadratic stochastic operator, quadratic non-stochastic operator, fixed point, repelling, attracting, saddle.

Kirish va muammo bayoni. J.M.Kasas, M.Ladra va U.A.Rozikovlar tomonidan kubik stoxastik matritsalarining Markov jarayoni kiritildi, bu jarayon kvadratik stoxastik jarayon (KSJ) deb ham ataladi. KSJ uzluksiz vaqtli dinamik sistemalarning xususiy holi bo'lib, Kolmogorov-Chapman tenglamasining (KChT) analogini qanoatlantiradigan stoxastik kubik matritsalar yordamida hosil qilinadi. Kubik matritsalar o'rtasida ko'paytirishning bir nechta turlari mavjud bo'lganligi sababli, dastavval kubik matritsalar uchun ko'paytirish amalini kiritish lozim, so'ngra belgilangan ko'paytirish amaliga nisbatan KChTni qanoatlantiruvchi matritsalar oilasini ajratish lozim. J.M.Kasas, M.Ladra, U.A.Rozikovlar maqolalarida KSJ ni qurish uchun maxsus tanlangan ikkita turdagi stoxastik kubik matritsalar qaralib, bunday matritsalar uchun ikki turdagi ko'paytma amali (Maksimov ko'paytmasi sifatida ma'lum bo'lgan) qaralgan. KSJlarning keng sinfi va vaqtga bog'liq bo'lgan bunday jarayonlarning ba'zi holatlari berilgan. Bundan tashqari, egizaklar tug'ilishi mumkin bo'lgan populyatsiyaning vaqtinchalik hatti-harakatlarini (dinamikasini) tavsiflovchi KSJni biologiyaga qo'llanilishiga doir misollar keltirilgan [1-4]

U.A.Rozikov va Sh.N.Murodov ishlarida ikki o'lchovli evolyutsion algebralarni zanjirlariga 25 ta turdagi misollar qurilgan. Qurilgan 25 ta zanjirlarning barchasini barik xususiyati, absolyut nilpotent elementlar to'plami va idempotent elementlar to'plamining vaqt funksiyasi sifatida dinamikasi o'rganilgan.

R.N.G'anixo'jaevning ishlarida Volterra tipidagi kvadratik stoxastik operatorlar nazariyasi o'rganilgan. Keyinchalik chiziqli va nochiziqli stoxastik operatorlar U.A.Rozikov, X.Akin, U.U.Jamilov, A.Zada, O.N.Hakimov, F.M.Muhamedov, A.Yu.Hamrayev, F.A.Shahidi, N.N.G'anixo'jaev, J.P.Tian, S.K.Shoyimardonov, M.V.Velasco, R.Varrolarning ilmiy ishlarida o'rganilgan.

Ushbu to'plamga

$$S^{m-1} = \{x = (x_1, x_2, \dots, x_m) \in R^m; x_i \geq 0, \sum_{i=1}^m x_i = 1\} \quad (1)$$

$(m - 1)$ o'lchovli simpliks deyiladi.

Kvadratik stoxastik operator quyidagi ko'rinishda aniqlanadi

$$V: x'_k = \sum_{i,j=1}^m P_{ij,k} x_i x_j, \quad k = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

bu yerda $P_{ij,k}$ koeffitsiyentlar

$$P_{ij,k} \geq 0, P_{ij,k} = P_{ji,k}, \sum_{k=1}^m P_{ij,k} = 1, \quad i, j, k = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

shartlarni qanoatlantiradi

$V(x, y, z) = (x, y, z)$ tenglikni qanoatlantiruvchi nuqtalarga V operatorning qo'zg'almas nuqtalari deyiladi.

Ta'rif [1]: Agar V operatorning yakobiani x^* qo'zg'almas nuqtada birlik doirada xos qiymatga ega bo'lmasa, u holda x^* nuqta giperbolik qo'zg'almas nuqta deyiladi.

Ta'rif [1]: x^* giperbolik qo'zg'almas nuqta bo'lsin:

- i) x^* qo'zg'almas nuqta tortuvchi deyiladi, agar $J(x^*)$ yakob matritsasining barcha xos qiymatlari absolyut qiymat jihatdan birdan kichik bo'lsa,
- ii) x^* qo'zg'almas nuqta itaruvchi deyiladi, agar $J(x^*)$ yakob matritsasining barcha xos qiymatlari absolyut qiymat jihatdan birdan katta bo'lsa,
- iii) Qolgan barcha hollarda eger deyiladi.

Endi bir nechta misollar ko'rib o'tamiz.

Misol. Ikki o'lchamli S^2 simpleksda aniqlangan nostoxastik kvadratik operatorga misol qaraymiz:

$$V_0: \begin{cases} x' = \frac{1}{2} (z - y)^2 + \frac{3}{2} x(y + z) \\ y' = \frac{1}{2} (x - z)^2 + \frac{3}{2} y(x + z) \\ z' = \frac{1}{2} (y - x)^2 + \frac{3}{2} z(y + x) \end{cases} \quad (4)$$

Endi shu operatorni qo'zg'almas nuqtalarini topamiz va tipini aniqlaymiz. Dastavval V_0 operatorni qo'zg'almas nuqtalarini topamiz, buning uchun ushbu

$$\begin{cases} x = \frac{1}{2}(z - y)^2 + \frac{3}{2}x(y + z) \\ y = \frac{1}{2}(x - z)^2 + \frac{3}{2}y(x + z) \\ z = \frac{1}{2}(y - x)^2 + \frac{3}{2}z(y + x) \end{cases} \quad (5)$$

Tenglamalar sistemasini yechamiz. Simpleksning aniqlanishiga ko'ra $x + y + z = 1$ ekanligidan inobatga olsak, u holda (5) tenglamalar sistemasi

$$\begin{cases} \frac{1}{2}(z - y)^2 + \frac{3}{2}x(y + z - \frac{2}{3}) = 0 \\ \frac{1}{2}(x - z)^2 + \frac{3}{2}y(x + z - \frac{2}{3}) = 0 \\ \frac{1}{2}(y - x)^2 + \frac{3}{2}z(y + x - \frac{2}{3}) = 0 \end{cases} \quad (6)$$

ko'rinishga keladi. (1) dan quyidagilarni aniqlab olamiz $x + y + z = 1$ ekanligini inobatga olsak (6) tenglamalar sistemasi quyidagi ko'rinishga keladi.

$$\begin{cases} (z - y)^2 + 3x(\frac{1}{3} - x) = 0 \\ (x - z)^2 + 3y(\frac{1}{3} - y) = 0 \\ (y - x)^2 + 3z(\frac{1}{3} - z) = 0 \end{cases} \quad (7)$$

Endi (7) tenglamalar sistemasidagi ikkinchi tenglamadan birinchi tenglamani ayiramiz. Natijada

$$\begin{aligned} (x - z)^2 + 3y(\frac{1}{3} - y) - ((z - y)^2 + 3x(\frac{1}{3} - x)) &= 0 \\ (x - y)(x + y - 2z) + (y - x) + 3x^2 - 3y^2 &= 0 \\ (x - y)(x + y - 2z) - (x - y) + 3(x - y)(x + y) &= 0 \\ 3(x - y)(1 - 2z) &= 0 \end{aligned} \quad (8)$$

(8) tenglamadan, 1) $x - y = 0$, 2) $1 - 2z = 0$ hollarni qarab chiqamiz.

1-hol uchun ya'ni $x = y$ dan foydalanib tenglamalar sistemasidagi 3-tenglamaga qo'ysak,

$$\begin{aligned} (y - x)^2 + 3z(\frac{1}{3} - z) &= 0 \\ z(\frac{1}{3} - z) &= 0 \end{aligned}$$

Bundan ko'rinib turibdiki $z_1 = 0$, $z_2 = \frac{1}{3}$. Simpleksni aniqlanishidan $x_1 = y_1 = \frac{1}{2}$ va $x_2 = y_2 = \frac{1}{3}$ ekanligi kelib chiqadi

1-hol uchun 2 ta qo'zg'almas nuqta hosil bo'ldi

$$a_1 = (\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0), a_2 = (\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3})$$

2-holda $z = \frac{1}{2}$. Bu qiymatni tenglamalar sistemasidagi 3-tenglamaga etib qoyamiz. Natijada

$$\begin{aligned} (y - x)^2 &= \frac{1}{4} \\ y - x &= \pm \frac{1}{2} \end{aligned}$$

Demak, quyidagi ikkita tenglamalar sistemasi hosil bo'ladi.

$$\begin{cases} x + y = \frac{1}{2} \\ y - x = \frac{1}{2} \end{cases} \quad \text{va} \quad \begin{cases} x + y = \frac{1}{2} \\ y - x = -\frac{1}{2} \end{cases}$$

Birinchi sistemani yechimlari $y_3 = \frac{1}{2}$, $x_3 = 0$, ikkinchi sistemani yechimlari $x_4 = \frac{1}{2}$, $y_4 = 0$. Bundan ko'rinadiki $a_3 = (0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2})$, $a_4 = (\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2})$.

Demak (4) berilgan operatorning qo'zg'almas nuqtalari to'rtta ekan.

$$a_1 = (\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0), a_2 = (\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}), a_3 = (0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}), a_4 = (\frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2})$$

Endi ushbu maqolaning asosiy qismiga o'tamiz, ya'ni qo'zg'almas nuqtalarning tipini aniqlaymiz. Buning uchun yakobi matritsasini aniqlab olamiz.

$$J(x, y, z) = \begin{vmatrix} \frac{\partial x'}{\partial x} & \frac{\partial x'}{\partial y} & \frac{\partial x'}{\partial z} \\ \frac{\partial y'}{\partial x} & \frac{\partial y'}{\partial y} & \frac{\partial y'}{\partial z} \\ \frac{\partial z'}{\partial x} & \frac{\partial z'}{\partial y} & \frac{\partial z'}{\partial z} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \frac{3}{2}(y+z) & y-z+\frac{3}{2}x & z-y+\frac{3}{2}x \\ x-z+\frac{3}{2}y & \frac{3}{2}(x+z) & z-x+\frac{3}{2}y \\ x-y+\frac{3}{2}z & y-x+\frac{3}{2}z & \frac{3}{2}(x+y) \end{vmatrix} \quad (8)$$

a) $J(a_1)$ matritsaning xos qiymatlarini aniqlaymiz. Ya'ni

$$\begin{vmatrix} \frac{3}{4}-\lambda & \frac{5}{4} & \frac{1}{4} \\ \frac{5}{4} & \frac{3}{4}-\lambda & \frac{1}{4} \\ 0 & 0 & \frac{3}{2}-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

Bu determinantni hisoblab

$$\left(\frac{3}{2}-\lambda\right)\left(\lambda+\frac{1}{2}\right)(\lambda-2) = 0$$

Teglamani hosil qilamiz. Natijada

$$\lambda_1 = \frac{3}{2}, \lambda_2 = -\frac{1}{2}, \lambda_3 = 2.$$

Demak, yuqoridagi ta'rifga ko'ra a_1 qo'zg'almas nuqta egar nuqta ekan.

b) $J(a_2)$ matritsaning xos qiymatlarini aniqlaymiz.

$$\begin{vmatrix} 1-\lambda & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & 1-\lambda & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

bundan oddiy algebraik hisoblashlarni ishlatib,

$$(2\lambda-1)^2(\lambda-2) = 0$$

ekanligini ko'ramiz.

$$\lambda_{1,2} = \frac{1}{2}, \lambda_3 = 2$$

Demak, yuqoridagi ta'rifga ko'ra a_1 qo'zg'almas egar nuqta ekan.

c) $J(a_3)$ matritsaning xos qiymatlarini aniqlaymiz. Ya'ni

$$\begin{vmatrix} \frac{3}{2}-\lambda & 0 & 0 \\ \frac{1}{4} & \frac{3}{4}-\lambda & \frac{5}{4} \\ \frac{1}{4} & \frac{5}{4} & \frac{3}{4}-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$\left(\frac{3}{2}-\lambda\right)\left(\lambda+\frac{1}{2}\right)(\lambda-2) = 0$$

kubik tenglammani yechimlari quyidagicha bo'ladi.

$$\lambda_1 = \frac{3}{2}, \lambda_2 = -\frac{1}{2}, \lambda_3 = 2$$

Yuqoridagi ta'rifga a_3 nuqta egar nuqta bo'ldi.

d) $J(a_4)$ matritsaning xos qiymatlarini aniqlaymiz. Ya'ni

$$\begin{vmatrix} \frac{3}{4}-\lambda & \frac{1}{4} & \frac{5}{4} \\ 0 & \frac{3}{2}-\lambda & 0 \\ \frac{5}{4} & \frac{1}{4} & \frac{3}{4}-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

$$\left(\frac{3}{2}-\lambda\right)\left(\lambda+\frac{1}{2}\right)(\lambda-2) = 0$$

kubik tenglamani yechimlari quyidagicha bo'ldi.

$$\lambda_1 = \frac{3}{2}, \quad \lambda_2 = -\frac{1}{2}, \quad \lambda_3 = 2$$

Yuqoridagi ta'rifga ko'ra a_4 nuqta egar nuqta bo'ldi.

Demak biz (4) operatorning barcha qo'zg'almas nuqtalari topildi va bu qo'zg'almas nuqtalar tipi aniqlandi.

Quyidagi operatorni qo'zgalmas nuqtalari va qo'zg'almas nuqtalari tipini aniqlashni talabalarga qoldiramiz.

$$V: \begin{cases} x'_1 = \alpha x_2^2 + cx_3^2 + 2x_2x_3 \\ x'_2 = ax_1^2 + dx_3^2 + 2x_1x_3 \\ x'_3 = bx_1^2 + \beta x_2^2 + 2x_1x_2 \end{cases}$$

Xulosa. Ushbu maqolada ikki o'lchovli (2D) simpleksda kvadratik stoxastik bo'lmagan operatorni ko'rib chiqildi hamda qo'zga'lmas nuqta tipi aniqlandi.

ADABIYOTLAR:

1. Devaney R. L. *An introduction to chaotic dynamical system*, Westview Press, 2003.
2. Rozikov U.A. *Population dynamics: algebraic and probabilistic approach*. World Sci. Publ. Singapore. 2020, 460 pp.
3. Rozikov U.A, Xudayarov S.S. *Quadratic non-stochastic operators: examples of splitted chaos // Annals of Functional Analysis*. 13:17 (2022). — P. 1-17.
4. Casas J. M., Ladra M., Rozikov U.A. *Markov processes of cubic stochastic matrices: Quadratic stochastic processes*. *Linear Algebra Appl.* 575 (2019), 273–298.