ISSN: 2181-1601

AYRIM DINAMIK SISTEMALARNING TAHLILI HAQIDA

Xaydar Raupovich Rasulov
Buxoro davlat universiteti Fizika-matematika fakulteti Matematik analiz kafedrasi dotsenti

Shohzoda Rahmat qizi Qamariddinova
Buxoro davlat universiteti Fizika-matematika fakulteti Matematik analiz kafedrasi magistri

ANNOTATSIYA

Maqolada kvadratik stoxastik operatorlar sinfi va tavsifi keltirilgan. Dinamik sistemalar orqali ifodalanuvchi jarayonlarning tasniflari, ya’ni dinamik sistemalarni to‘liq klassifikatsiyasi keltirilgan. O‘rganilgan uzluksiz vaqtli kvadratik stoxastik operator bilan diskret vaqtli kvadratik stoxastik operatorlarning qiyosiy tahlili keltirilib, sonli usullar natijalari bilan nazariy natijalar ustma-ust tushishi ko‘rsatilgan.

Kalit so’zlar: kvadratik stoxastik operator, klassifikatsiya, ehtimollik taqsimoti, sonli yechimlar.

ABOUT ANALYSIS OF SOME DYNAMIC SYSTEMS

Khaydar Raupovich Rasulov
Bukhara State University, Faculty of Physics and Mathematics, Associate Professor of Mathematical Analysis

Shohzoda Rahmat kizi Kamariddinova
Master of Mathematical Analysis, Faculty of Physics and Mathematics, Bukhara State University

ABSTRACT

The article presents a class and description of quadratic stochastic operators. Classifications of processes represented by dynamic systems, ie a complete classification of dynamic systems are given. A comparative analysis of discrete time quadratic stochastic operators with the studied continuous time quadratic stochastic operator is presented, and it is shown that the theoretical results overlap with the results of numerical methods.

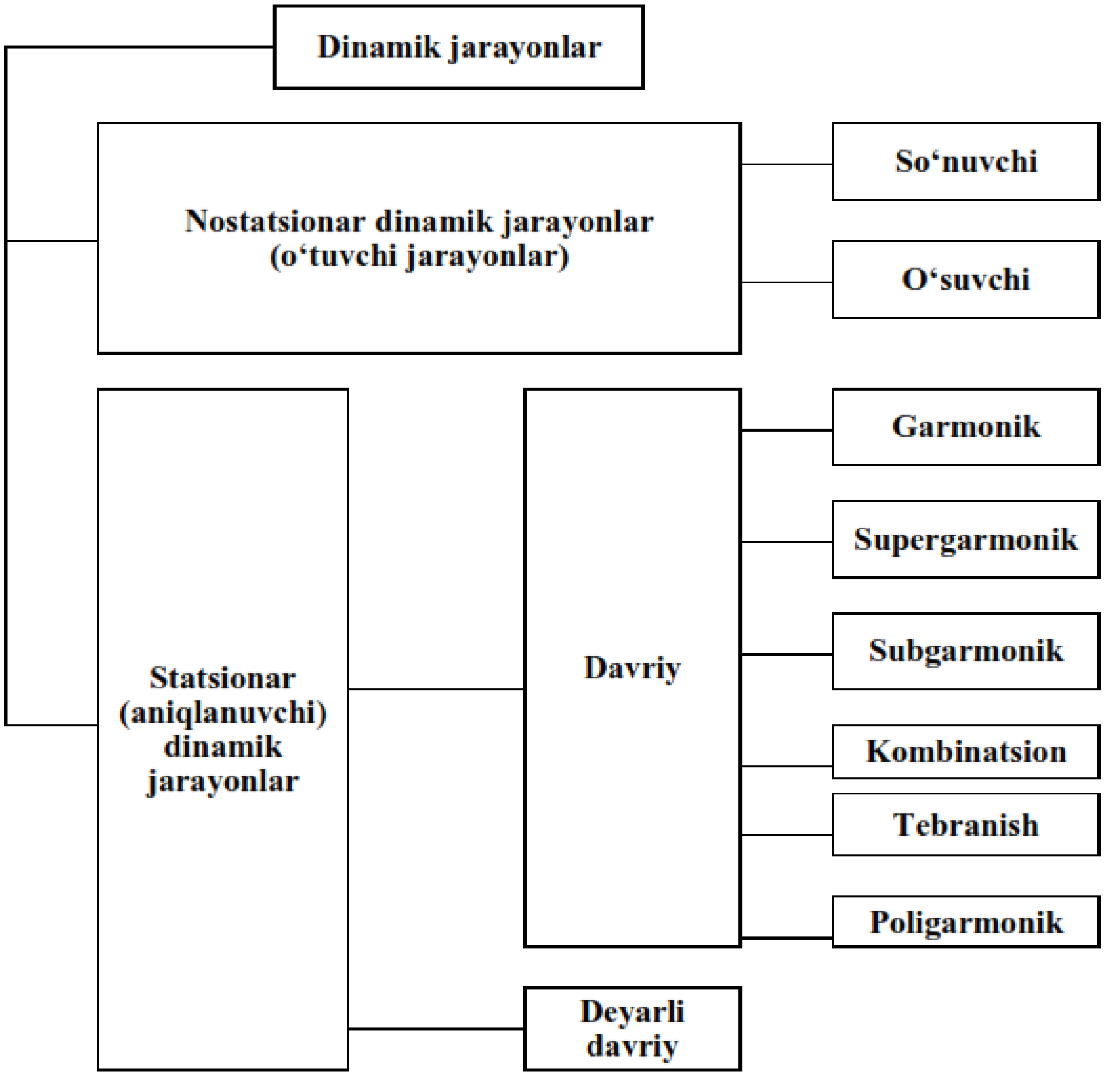
Keywords: quadratic stochastic operator, classification, probability distribution, numerical solutions.

KIRISH

Fizika, biologiya, ximiya, informatika va iqtisodiyotdagi jarayonlarning matematik modellari dinamik sistemalar orqali ifodalanadi. Dinamik sistemalar chiziqli (nochiziqli) avtonom (avtonom bo‘lmagan) differensial tenglamalar sistemalari orqali berilishi mumkin.

Dastlab, dinamik sistemalar texnik va tabiiy-ilmiy masalalarni matematik modellarini o‘rganishda qo‘llanilgan. Keyinchalik bu kabi qonuniyatlarni meteorologik, iqtisodiy, moliyaviy va ijtimoiy sistemalarni holatini aniqlashda ham foydalanilishi mumkinligi aniqlangan. Murakkab xo‘jalik sistemalar ushbu aytib o‘tilgan barcha yo‘nalishlarni qamrab oladi. Masalan, energetika apparatlarini dinamik holati ularning texnik jihatlarini, energiya uzatish sistemasini, meteorologik vaziyatni o‘zaro bog‘likligini o‘z ichiga oladi. Agarda vaziyatni o‘rganishda xatolikka yo‘l qo‘yilsa, ijtimoiy muhitdagi turg‘unlikni yo‘qolishiga olib kelishi mumkin.

Dinamik sistemalar turli tasniflarga bo‘linadi. Turli dinamik sistemalar va ularga mos keluvchi oddiy differensial tenglamalar sistemalari asosidagi matematik modellarni ko‘rib chiqamiz. Dinamik sistemalar orqali ifodalanuvchi jarayonlarning turli xil klassifikatsiyalari mavjud. Mavjud variantlarni ko‘rib chiqamiz.



Aniqlashtirilgan (determinirovanniy) model deb, barcha o‘zgaruvchilari aniq bo‘lgan modelga aytiladi; funksiyalar o‘zlarining argumentlari orqali aniqlashtirilgan bo‘ladi. Tabiiyki, bu kabi modellarda aniqlashtirilgan funksiyalar qatnashadi. Juda ko‘p hollarda shunday bo‘lsada, ayrim nochiziqli sistemalarning echimlari ma’lum bir sharoitlarda o‘zini tasodifiy funksiyalar kabi tutadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Tashqi ta’sir va parametlari tasodifiy funksiyalardan iborat bo‘lgan dinamik sistemalar stoxastik modellar deb aytiladi.

Dinamik sistemalar dinamik jarayonlarga qo‘shiladigan o‘zgaruvchilar soniga qarab bir darajali erkin, ko‘p darajali erkin va cheksiz darajali (kontinual) erkin sistemalarga bo‘linadi. Quyida mumkin bo‘lgan modellar tasnifini keltiramiz:

DINAMIK SISTEMALAR MODELLARINI KLASSIFIKATSIYASI

Nochiziqlilik xarakteriga ko‘ra	chiziqli kvazichiziqli chiziqsiz
Modellashtiriluvchi jarayonlarning xarakteriga ko‘ra	o‘tuvchi jarayon siklik jarayon majburiy tebranish avtotebranish parametrli tebranish aralash xarakterdagi tebranish
Erkinlik darajasi soniga ko‘ra	bir darajali erkin ko‘p darajali erkin cheksiz darajali (kontinual) erkin
Sistemani energiyani saqlash alomatiga ko‘ra	konservativ nokonservativ avtotebratuvchi dissipativ
Stoxastik alomatiga ko‘ra	aniqlashtirilgan stoxastik
O‘rab turuvchi muhit bilan o‘zaro ta’siriga ko‘ra	avtonom avtonom bo‘lmagan

Yuqorida aytib o‘tilganidek, turli evolyutsion jarayonlar dinamik sistemalar orqali matematik modellashtiriladi. Xususan, biologiyada populyatsiya evolyutsiyasining matematik modeli kvadratik stoxastik operatorlar orqali ifodalanadi [1].

MUHOKAMA

Biologik sistema evolyutsiyasi jarayonida har xil tipdagi individlarning chegaralangan taqsimotini topish muammosi kvadratik stoxastik operatorning asimptotik xususiyatlarini o‘rganilishiga tengdir. Bundan tashqari, kvadratik stoxastik operatorlar nazariyasida oddiy va nostandart masalalar hamda echilmagan masalalarning ko‘pligi matematik nuqtai-nazardan katta qiziqish uyg‘otadi.

Kvadratik stoxastik operatorlar matematik genetikaning ko’plab sohalarida tez-tez uchrab turadi [1]. Umumiy holda

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

simpleksni o’ziga-o’zini aks ettirgan operator

$$V \colon x'_k = \sum_{i,j=1}^{m} p_{ij,k} x_i x_j, k = 1, \dots, m, \qquad (1)$$

kvadratik stoxastik operator deb aytiladi, bu yerda $p_{ij,k}$ − irsiylik koeffitsiyenti va

$$p_{ij,k} \geq 0, \sum_{k=1}^{m} p_{ij,k} = 1, i, j, k = 1, \dots, m.$$

Har bir $x \in S^{m-1}$ element $E = \{1, \dots, m\}$ da ehtimollik taqsimoti bo’lib hisoblanadi.

Matematik biologiyadagi asosiy muammo traektoriyani asimptotik holatini aniqlashdan iboratdir. $p_{ij,k} = 0$, agarda $k \overline{\in} \{i, j\}$ bo‘lgan hol chuqur o‘rganilgan.

[1] da $p_{ij,k} = 0$, agarda $k \in \{i, j\}$ bo‘lgan hol uchun (1) kvadratik stoxastik operator o‘rganilgan. Bu tipga tegishli bo‘lgan operatorlarni qat’iy novolterra operatori deb belgilangan. Volterra bo’lmagan bunday kvadratik stoxastik operator F-KSO deb ataladi. Har qanday F-KSO volterra bo’lmagan kvadratik stoxastik operatordir. [1] maqolada quyidagi kvadratik stoxastik operator o’rganilgan:

$$V \colon x = (x_1, \dots, x_m) \in S^{m-1} \to V(x) = x' = (x'_1, \dots, x'_m) \in S^{m-1}$$

quyidagi umumiy formula berilgan:

$$x'_k = x_k \left(1 + \sum_{i=1}^{m} a_{ki} x_i\right),$$

bu yerda $a_{ki} = 2p_{ik,k} - 1$ uchun $i \neq k$ va $a_{kk} = 0, a_{ki} = -a_{ik}$ va $|a_{ki}| \leq 1$.

Ushbu maqolada $m = 2$ bo’lgan holni qaraymiz, ya’ni $E_0 = \{0,1,2\}$. $M = \{1\}$ va $F = \{2\}$ deb olamiz. Shunda, volterra bo’lmagan kvadratik stoxastik operatorning uzluksiz vaqtli analogi

$$\begin{cases} \dot{x}_0 = 1 - 2(1 - a)2x_1x_2 - x_0, \\ \dot{x}_1 = 2bx_1x_2 - x_1, \\ \dot{x}_2 = 2cx_1x_2 - x_2. \end{cases} \qquad (2)$$

ko’rinishga ega bo’ladi.

Dinamik sistemalar orqali ifodalanuvchi jarayonlarning turli xil klassifikatsiyalari, xususan dinamik sistemalar modellarini klassifikatsiyasi tahlil qilinganda, (1) (uning uzluksiz vaqtli analogi (2)) chiziqsiz, parametrli tebranishli, ko‘p darajali erkin, stoxastik va kvadratik stoxastik operatorlar sinfiga kiradi. O‘z navbatida (2) chiziqsiz, avtonom oddiy differensial tenglamalar sinfiga tegishlidir.

NATIJA

Ushbu ishda matematik redaktor MathCAD yordamida *a,b,c* larning turli qiymatlarida sistemaning sonli yechimlari topilgan. $t \geq 4$ bo’lganda (1) sistemaning sonli yechimlari $(x_0(t), x_1(t), x_2(t))$ qo’zg’almas nuqtaga intilishi ko’rsatilgan [2-3].

Berilgan (1) sistema uchun asosiy masalalardan biri sistema holati evolyutsiyasini o’rganishdir. Odatda, sistema holati ayrim qonunlar bilan ta’riflanadi. Shu munosabat bilan ushbu ishda o’rganilgan uzluksiz vaqtli kvadratik stoxastik operatorini oson tahlil qilish uchun diskret vaqtli volterra bo’lmagan operatorlar bilan taqqosladik. Ma’lumki, diskret dinamik sistemaning dinamikasi boshlang’ich nuqtalarga bog’liq bo’ladi. Agar boshlang’ich nuqtani simpleksidan yoki qirrasidan olsak, bunga qaramasdan butun trayektoriya qo’zg’almas nuqtaga intiladi.

(2) sistemani 100 dan ortiq sonli yechimlari tahlil qilinganda, olingan natijalar [1] dagi nazariy natijalar bilan juda katta aniqlikda yaqinlashishi aniqlandi. Bundan kelib chiqadiki, sistema (2)ning sonli yechimlari ham *t* ortishi bilan qo’zg’almas nuqtaga intiladi [2-3].

XULOSA

Diskret vaqtli kvadratik stoxastik operatorlarning uzluksiz vaqtli holi o’rganilganda, ular asosan chiziqsiz differensial tenglamalar uchun turli chegaraviy masalalarga keltiriladi. [4-15] maqolalarda uzluksiz vaqtli kvadratik stoxastik operatorlar o’rganilgan. [16] maqolada biologik jarayonlarni ifodalovchi matematik modellar, ya’ni bir qator kvadratik stoxastik operatorlarning ko‘rinishlari va ularning biologiya bilan bog‘liqligi ko‘rsatib o‘tilgan. [17-26] maqolalarda esa bir qator diskret vaqtli kvadratik stoxastik operatorlar o‘rganilgan, qo‘zg‘almas nuqtalari topilgan va traektoriyalarining holati cheksizlikda o‘zini qanday tutishi tahlil qilingan.

REFERENCES

1. Розиков У.А., Жамилов У.У. F-квадратичные стохастические операторы // Математические заметки, 83:4 (2008), с. 606-612.
2. Джуракулова Ф.М. О численных решениях непрерывного аналога строго невольтерровского квадратичного стохастического оператора // Вестник науки и образования, 102:24-3 (2020), с.6-9.
3. Расулов Х.Р., Джуракулова Ф.М. Об одной динамической системе с непрерывным временем // Наука, техника и образование, 72:2-2 (2021) с.19-22.

4. Rasulov Kh.R. KD problem for a quasilinear equation of an elliptic type with two lines of degeneration // Journal of Global Research in Mathematical Archives. 6:10, (2019), p.35-38.
5. Расулов Х.Р., Яшиева Ф.Ю. О некоторых вольтерровских квадратичных стохастических операторах двуполой популяции с непрерывным временем // Наука, техника и образование, 72:2-2 (2021), с.23-26.
6. Rasulov Kh.R. On a continuous time F - quadratic dynamical system // Uzbek mathematical journal, 4 (2018), p.126-131.
7. 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.
8. Расулов Х.Р., Рашидов А.Ш. О существовании обобщенного решения краевой задачи для нелинейного уравнения смешанного типа //Вестник науки и образования, 97:19-1 (2020), С. 6-9.
9. Расулов Х.Р., Яшиева Ф.Ю. Об одном квадратично стохастическом операторе снепрерывным временем // «The XXI Century Skills for Professional Activity» International Scientific-Practical Conference,Tashkent, mart 2021 y., p.145-146.
10. Расулов Х.Р. и др. О разрешимости задачи Коши для вырождающегося квазилинейного уравнения гиперболического типа // Ученый XXI века, 53:6 (2019), С.16-18.
11. Расулов Х.Р., Камариддинова Ш.Р. Об анализе некоторых невольтерровских динамических систем с непрерывным временем // Наука, техника и образование, 72:2-2 (2021) с.27-30.
12. РасуловХ.Р., Камариддинова Ш.Р. Об одной динамической системес непрерывным временем // «The XXI Century Skillsfor Professional Activity» International Scientific-Practical Conference,Tashkent, mart 2021 y., p.115-116.
13. Расулов Х.Р. Об одной краевой задаче для уравнения гиперболического типа // «Комплексный анализ, математическая физика и нелинейные уравнения» Международная научная конференция, Сборник тезисов Башкортостан РФ (оз. Банное, 18 – 22 марта 2019 г.), с.65-66
14. Rasulov Kh.R. KD problem for a quasilinear equation of an elliptic type with two lines of degeneration // Journal of Global Research in Mathematical Archives. 6:10 (2019), p.35-38.
15. Расулов Х.Р., Рашидов А.Ш. Организация практического занятия на основе инновационных технологий на уроках математики // Наука, техника и образование, 72:8 (2020) с.29-32.
16. Расулов Х.Р., Раупова М.Х. Роль математики в биологических науках //Проблемы педагогики, 53:2 (2021), с. 7-10.

17. Мамуров Б., Сохибов Д. О неподвижных точек одного квадратичного сто-хастического оператора. Наука, техника и образование. 77:2-2 (2021), c.10-15.
18. Мамуров Б.Ж., Жураева Н.О. О роли элементов истории математики в преподавании математики. Abstracts of X International Scientific and Practical Conference Liverpool, United Kingdom 27-29 May, 2020. С. 701-702.
19. Мамуров Б.Ж. Неравномерной оценки скорости сходимости в центральной предельной теореме для симметрично зависимых случайных величин. Молодой учёный. **197**:11 (2018). с. 3-5.
20. Мамуров Б.Ж., Бобокулова С. Теорема сходимости для последовательности симметрично зависимых случайных величин. Academy. **55**:4 (2020). p. 13-16.
21. Mamurov B.J., Rozikov U.A. On cubic stochastic operators and processes. Journal of Physics: Conferense Series. **697** (2016), 012017.
22. Mamurov B.J., Rozikov U.A., Xudayarov S.S. Quadratic stochastic processes of type $(\sigma|\mu)$. arXiv: 2004.01702 [math.D.S]. Pp. 1-14.
23. Мамуров Б.Ж. О кубических стохастических процессов.Тезисы докладов межн. конфер. CODS-2009. с.72.
24. Mamurov B.J. A central limit theorem for quadratic chains with finite genotypes. Scientific reports of Bukhara State University. 1:5 (2018), p. 18-21.
25. Mamurov B.J., Rozikov U.A. and Xudayarov S.S. Quadratic Stochastic Processes of Type $(\sigma|\mu)$. Markov Processes Relat. Fields 26 (2020) p. 915-933
26. Мамуров Б.Ж. Эволюционные уравнения для конечномерных однородных кубических стохастических процессов. Bulletin of Institute of Mathematics 6 (2019), p.35-39.