

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR
VAZIRLIGI**

**MIRZO ULUG‘BEK NOMIDAGI O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETINING
JIZZAX FILIALI**



**RAQAMLI JAMIYATDA FAN VA TA’LIMNING INTEGRATSIYALALASHUVI:
MATEMATIKA, IQTISOD, PEDAGOGIKA VA PSIXOLOGIYANING YANGI
YONDASHUVLARI**
mavzusidagi Respublika ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami
(2026-yil 20-21-aprel)

JIZZAX-2026

Raqamli jamiyatda fan va ta’limning integratsiyalalashuvi: matematika, iqtisod, pedagogika va psixologiyaning yangi yondashuvlari. Respublika ilmiy-texnik anjuman materiallari to’plami – Jizzax: O‘zMU Jizzax filiali Amaliy matematika kafedrası, 2026-yil 20-21-aprel 505-bet.

Respublika miqyosidagi ilmiy-texnik anjuman materiallarida zamonaviy kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari sohasidagi innovatsion tadqiqotlar aks etgan.

Globallashuv sharoitida davlatimizni yanada barqaror va jadal sur’atlar bilan rivojlantirish bo’yicha amalga oshirilayotgan islohotlar samarasini yaxshilash sohasidagi ilmiy-tadqiqot ishlariga alohida e’tibor qaratilgan. Zero iqtisodiyotning, ijtimoiy sohalarini qamrab olgan modernizatsiya jarayonlari, hayotning barcha sohalarini liberallashtirishni talab qilmoqda.

Ushbu ilmiy ma’ruza tezislari to’plamida mamlakatimiz va xorijlik turli yo’nalishlarda faoliyat olib borayotgan mutaxassislar, olimlar, professor-o’qituvchilar, ilmiy tadqiqot institutlari va markazlarining ilmiy xodimlari, tadqiqotchilari, magistr va talabalarning ilmiy-tadqiqot ishlari natijalari mujassamlashgan.

Mas’ul muharrirlar: DSc.prof. Turakulov O.X., t.f.n., dots. Baboyev A.M.

Tahrir hay’ati a’zolari: p.f.d.(DSc), prof. Turakulov O.X., t.f.n., dots. Tovboyev, t.f.n., dots. Baboyev A.M., t.f.f.d.(PhD), prof. Abduraxmanov R.A., p.f.f.d.(PhD) Eshankulov B.S., p.f.n., dots. Alimov N.N., p.f.f.d.(PhD), dots. Alibayev S.X., t.f.f.d.(PhD), dots. Abdumalikov A.A, p.f.f.d.(PhD) Hafizov E.A., f.f.f.d.(PhD), dots. Sindorov L.K., t.f.f.d.(PhD), dots. Nasirov B.U., b.f.f.d. (PhD) O’ralov A.I., p.f.n., dots. Aliqulov S.T., t.f.f.d.(PhD) Kuvandikov J.T., i.f.n., dots. Tsoy M.P., Sharipova S.F., Jo’rayev M.M.

Mazkur to’plamga kiritilgan ma’ruza tezislarning mazmuni, undagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to’g’riligi hamda tanqidiy fikr-mulohazalar, keltirilgan takliflarga mualliflarning o’zlari mas’uldirlar.

X to‘plamning chekli sondagi $M_0, \dots, M_s$ qism to‘plamlari har bir $i=1, \dots, s$ uchun $M_{i-1} \cap M_i \neq \emptyset$ munosabatni qanotalantirsa, $M_0, \dots, M_s$ ketma-ketlik zanjir deyiladi. Agar har qanday $M, M' \subset X$ to‘plamlarni olganda ham ω sistemada shunday zanjir mavjud bo‘lib, bu zanjirning birinchi elementi M bilan, oxirgi elementi esa M' bilan ustma-ust tushsa, u holda ω zanjirlangan sistema deyiladi. ω sistemaning maksimal zanjirlangan qismsistemalariga ω ning zanjirlanganlik komponentlari (yoki komponentalari) deyiladi. Agar X fazoning ochiq qoplamasining barcha zanjirlangan komponentalari chekli bo‘lsa, u holda bu qoplama chekli komponentali qoplama deyiladi. [2]

Agar ω sistemaning xar bir elementi ω ning sanoqlidan ko‘p bo‘lmagan elementlari bilan kesishsa, u holda ω yulduzli-chekli sistema deyiladi.

X fazo, uning A qismfazosi, A qismfazoning λ (ochiq) qoplamasi va $x \in X \setminus A$ nuqta uchun $x \notin \bigcup [\lambda]_x$ bo‘lsa, u holda A qismfazoning λ qoplamasi x nuqtani X fazodan ajratib oladi deyiladi. [3, 4]

Agar fazoning ixtiyoriy ochiq qoplamasiga chekli komponentali qoplama ichki chizish mumkin bo‘lsa, u holda bu fazo superparakompaktli fazo deyiladi.

Ta’rif. [1] Agar fazoda har qanday sanoqli sondagi zich ochiq to‘plamlar kesishmasi yana zich bo‘lsa, bu fazo Ber fazosi deyiladi.

Natural sonlar to‘plami $\mathbb{N}$ diskret topologiya bilan qaraladi. $\mathbb{N}$ esa ushbu diskret fazolarning sanoqli ko‘paytmisidan iborat.

$\mathbb{N}$, Ber fazosi — Tixonov topologiyasiga ega bo‘lgan barcha cheksiz natural sonlar ketma-ketliklari to‘plamidir.

1-Teorema. Agar X superparakompakt fazo bo‘lsa, u holda har qanday C kompakt metrik fazo uchun $X \times C$ superparakompakt bo‘ladi.

2-Teorema. Agar X superparakompakt fazo bo‘lsa, u holda $X \times \mathbb{N}$ fazo superparakompakt bo‘ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Энгелькинг Р. Общая топология. — М.: Мир, 1986. — 752 с.
2. Zaitov A. A., Jumaev D. I. Hyperspaces of superparacompact spaces and continuous maps //Universal journal of Mathematics and Applications. — 2019. — 2, 2. — P. 65–69.
3. Zaitov A. A., Jumaev D. I. Hyperspaces of the Π – complete spaces and continuous maps //Eurasian Mathematical Journal. 2021, Vol. 12, Issue 2, P. 104–110. DOI: 10.32523/2077-9879-2021-12-2-104-110.
4. Мусаев Д. К., Жумаев Д. И, Кардинальные инварианты и метризации суперпаракомпактных пространств и групп. //Узбекский Математический Журнал. 2010, № 4, стр. 142–151.

KO‘P BOSQICHLI SERTIFIKATLASH JARAYONINING MARKOV ZANJIRI MODEL

f.-m.f.f.d.(PhD) Abduxakimov Saidaxmat Xazratkulovich

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti Jizzax filiali Amaliy matematika kafedrasi o‘qituvchisi asaidahmat@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu ishda ko‘p bosqichli sertifikatlash jarayoni chekli holatlar fazosiga ega diskret vaqtli Markov zanjiri sifatida modellashiriladi. Holatlar fazosi $S = \{0, A_1, A_2, B_1, B_2\}$ orqali aniqlanib, o‘tish ehtimollari matritsasining strukturaviy xossalari asoslanadi. Yutuvchi holatlar mavjud bo‘lgan model uchun fundamental matritsa usuli qo‘llanilib, yakuniy sertifikat holatlariga yutilish ehtimollari, yutilishgacha bo‘lgan o‘rtacha vaqt va uning dispersiyasi uchun aniq formulalar hosil qilinadi hamda qat’iy isbotlanadi.

Kalit so‘zlar: Markov zanjiri, yutuvchi holatlar, fundamental matritsa, yutilish ehtimoli, o‘rtacha vaqt, dispersiya, stokastik model, sertifikatlash tizimi.

Abstract. In this work, a multi-stage certification process is modeled as a discrete-time Markov chain with a finite state space. The state space is defined by the set $S = \{0, A_1, A_2, B_1, B_2\}$, and the structural properties of the transition probability matrix are established. For the model with absorbing states, the fundamental matrix method is applied to derive and rigorously prove explicit formulas for the absorption probabilities into final certification states, the expected time to absorption, and its variance.

Keywords: Markov chain, absorbing states, fundamental matrix, absorption probability, expected time, variance, stochastic model, certification system.

Аннотация. В данной работе процесс многоэтапной сертификации моделируется как дискретная цепь Маркова с конечным пространством состояний. Пространство состояний задаётся множеством $S = \{0, A_1, A_2, B_1, B_2\}$, и обосновываются структурные свойства матрицы переходных вероятностей. Для модели с поглощающими состояниями применяется метод фундаментальной матрицы, с помощью которого получены и строго доказаны явные формулы для вероятностей поглощения в конечные сертификационные состояния, среднего времени до поглощения и его дисперсии.

Ключевые слова: Цепь Маркова, поглощающие состояния, фундаментальная матрица, вероятность поглощения, среднее время, дисперсия, стохастическая модель, система сертификации.

Zamonaviy ta’lim tizimlarida sertifikatlash jarayonlari ko‘p bosqichli va ehtimolliiy xarakterga ega. Shu sababli ularni matematik modellashirish muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu ishda sertifikatlash jarayoni chekli holatlar fazosiga ega diskret vaqtli Markov zanjiri sifatida qaraladi. Yutuvchi holatlarga ega model uchun fundamental matritsa usuli qo‘llanilib, yutilish ehtimollari, yutilishgacha bo‘lgan o‘rtacha vaqt va uning dispersiyasi aniqlanadi. Olingan natijalar sertifikatlash jarayonlarini tahlil qilish va baholashda qo‘llanishi mumkin. Zamonaviy ta’lim tizimlarida sertifikatlash jarayonlari ko‘p bosqichli va ehtimolliiy xarakterga ega. Shu sababli ularni matematik modellashirish muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu ishda sertifikatlash jarayoni chekli holatlar fazosiga ega diskret vaqtli Markov zanjiri sifatida qaraladi. Yutuvchi holatlarga ega model uchun fundamental matritsa usuli qo‘llanilib, yutilish ehtimollari, yutilishgacha bo‘lgan o‘rtacha vaqt va uning dispersiyasi aniqlanadi. Olingan natijalar sertifikatlash jarayonlarini tahlil qilish va baholashda qo‘llanishi mumkin.

Sertifikatlash jarayonini matematik jihatdan formal ifodalash uchun avvalo ehtimollik fazosini kiritamiz: (Ω, F, P) bu yerda Ω elementar hodisalar fazosi, F σ – algebra, P esa F da aniqlangan ehtimollik o‘lchovidir.

Sertifikat olish jarayonining holatlar fazosi quyidagicha beriladi: $S = \{0, A_1, A_2, B_1, B_2\}$. Bu yerda: 0 boshlang‘ich holat, ya’ni talabgor hali hech qanday sertifikatga ega emas; A_1, A_2 A

yo‘nalishidagi birinchi va ikkinchi bosqichlar; B_1, B_2 B yo‘nalishidagi birinchi va ikkinchi bosqichlar.

Endi $X_n : \Omega \rightarrow S, n = 0, 1, 2, \dots$ tasodifiy miqdorlar ketma-ketligini qaraymiz. Bu yerda $X_n(\omega) - \omega \in \Omega$ elementar hodisa ro‘y berganda, n – bosqichdagi sertifikatlash holatini bildiradi. Demak, $\{X_n\}_{n \geq 0}$ diskret vaqtli, chekli holatlar fazosiga ega tasodifiy jarayondir.

Mazkur jarayon uchun quyidagi Markov xossasi bajariladi:

$$P(X_{n+1} = j | X_n = i, X_{n-1} = i_{n-1}, \dots, X_0 = i_0) = P(X_{n+1} = j, | X_n = i),$$

bu yerda $i, j, i_0, \dots, i_{n-1} \in S$.

Bu tenglikdan ko‘rinadiki, jarayonning kelajakdagi holati faqat joriy holatga bog‘liq bo‘lib, oldingi tarixga bog‘liq emas. Shuning uchun bir qadamli o‘tish ehtimollari

$$p_{ij} = P(X_{n+1} = j, | X_n = i), i, j \in S,$$

ko‘rinishda aniqlanadi. Agar jarayon vaqt bo‘yicha bir jinsli bo‘lsa, u holda p_{ij} lar n ga bog‘liq bo‘lmaydi va $P = (p_{ij})_{i,j \in S}$ o‘tish ehtimollari matritsasi hosil bo‘ladi. Har bir $i \in S$ uchun

$$p_{ij} \geq 0, \sum_{j \in S} p_{ij} = 1 \text{ shartlar bajariladi.}$$

Sertifikatlash jarayonining mantiqiy ketma-ketligidan kelib chiqib, barcha o‘tishlar mumkin emas. Masalan, boshlang‘ich holatdan bevosita yakuniy sertifikat bosqichiga o‘tish tabiiy emas. Shu sababli model uchun strukturaviy o‘tish matritsasi quyidagicha tanlanadi:

$$P = \begin{pmatrix} p_{00} & p_{0A_1} & 0 & p_{0B_1} & 0 \\ 0 & p_{A_1A_1} & p_{A_1A_2} & p_{A_1B_1} & 0 \\ 0 & 0 & p_{A_2A_2} & 0 & p_{A_2B_2} \\ 0 & p_{B_1A_1} & 0 & p_{B_1B_1} & p_{B_1B_2} \\ 0 & 0 & p_{B_2A_2} & 0 & p_{B_2B_2} \end{pmatrix}$$

Bu matritsadagi nol elementlar mumkin bo‘lmagan o‘tishlarni ifodalaydi. Xususan:

$0 \rightarrow A_1, 0 \rightarrow B_1$ boshlang‘ich tayyorgarlik bosqichiga kirishni bildiradi;

$A_1 \rightarrow A_2, B_1 \rightarrow B_2$ mos ravishda sertifikatlashning keyingi bosqichiga o‘tishni ifodalaydi; $A_1 \rightarrow B_1, B_1 \rightarrow A_1$ esa talabgorning alternativ yo‘nalishga o‘tish imkoniyatini ko‘rsatadi. Agar A_2 va B_2 yakuniy sertifikat holatlari deb qaralsa, u holda ular yutuvchi holatlar sifatida olinadi: $p_{A_2A_2} = 1, p_{B_2B_2} = 1$. Bu holda jarayon oxir-oqibat ushbu yakuniy holatlardan biriga tushishini o‘rganish mumkin bo‘ladi.

Agar A_2 va B_2 yutuvchi holatlar bo‘lsa, o‘tish matritsasini blok ko‘rinishda yozish mumkin: $P = \begin{pmatrix} Q & R \\ 0 & I \end{pmatrix}$ bu yerda Q – yutuvchi bo‘lmagan holatlar orasidagi o‘tishlarni, R – esa yutuvchi holatlarga o‘tish ehtimollarini ifodalaydi.

Bu holda fundamental matritsa $N = (I - Q)^{-1}$ ko‘rinishda aniqlanadi. Fundamental matritsaning elementlari yutuvchi holatga tushgunga qadar jarayonning mos holatlarda o‘rtacha necha marta bo‘lishini ifodalaydi. Yutish ehtimollari esa $B = NR$ formula yordamida topiladi. Bu yerda B matritsaning har bir elementi boshlang‘ich yutuvchi bo‘lmagan holatdan qaysi yakuniy sertifikat holatiga tushish ehtimolini ko‘rsatadi.

Faraz qilaylik, $\{X_n\}_{n \geq 0}$ – chekli holatlar fazosiga ega, vaqt bo‘yicha bir jinsli Markov zanjiri bo‘lib, holatlar fazosi $S = T \cup A$ ko‘rinishda ajratilgan bo‘lsin. Bu yerda $A \neq \emptyset$ – yutuvchi holatlar to‘plami, $T \neq \emptyset$ – esa yutuvchi bo‘lmagan holatlar to‘plami bo‘lsin. Holatlar mos ravishda tartiblanganda o‘tish matritsasi $P = \begin{pmatrix} Q & R \\ 0 & I \end{pmatrix}$ kanonik ko‘rinishga ega bo‘lsin; bu yerda $Q - T$ to‘plamidagi holatlar orasidagi o‘tish matritsasi.

Markov modelida yutilish ehtimollari uchun asosiy teoremlardan birini keltiramiz.

1-teorema. Faraz qilaylik, Markov zanjirining holatlar fazosi $S = \{0, A_1, A_2, B_1, B_2\}$ bo‘lib, $A = \{A_2, B_2\}$ yutuvchi, $T = \{0, A_1, B_1\}$ esa transient holatlar to‘plami bo‘lsin.

U holda:

1. Har bir $i \in T$ uchun $P_i(\tau_A < \infty) = 1$;
2. $i \in T$ dan boshlanib $j \in A$ ga yutilish ehtimollari $B = NR$ formula bilan aniqlanadi, bu yerda $N = (I - Q)^{-1}$.

Faraz qilaylik, 1-teoremadagi shartlar bajarilsin.

2-teorema. Har bir $i \in T$ uchun yutilishgacha bo‘lgan o‘rtacha vaqt $t_i = M_i(\tau_A)$ mavjud va quyidagi formula bilan aniqlanadi: $t = NE$, bu yerda: $N = (I - Q)^{-1}$ – fundamental matritsa, $e = (1, 1, \dots, 1)^T$.

Faraz qilaylik, 1-teorema shartlari bajarilsin va $\tau_A = \inf\{n \geq 0 : X_n \in A\}$ yutilish vaqti bo‘lsin.

3-teorema. Har bir $i \in T$ uchun:

1. Ikkinchi moment mavjud: $s_i = M_i(\tau_A^2) < \infty$; u quyidagi tenglama bilan aniqlanadi: $s = e + 2Qt + Qs$, Shuning uchun: $s = (I - Q)^{-1}(e + 2Qt)$.
2. Dispersiya: $Var_i(\tau_A) = s_i - t_i^2$.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Durrett R., *Probability: Theory and Examples* // Cambridge University Press, 2019.
9. Джабаров А.А., Абдурахимов С.Х., Поведение дисперсии стохастической функции Ляпунова для отображения Фейгенбаума // Бюллетень Института математики, Ташкент, 2021, №2, с.46–52.

10. Джалилов А.А., Абдухакимов С.Х., Случайные возмущения для семейства унимодальных отображений // Доклады Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, 2021, №2, с. 9-14.

THE ROTATIONAL FLOW OF TWO-DIMENSIONAL ALGEBRAS AND ITS APPLICATIONS

B.A. Narkuziev, Sh.A. Jamuratova

Kimyo International university in Tashkent Samarkand branch, PhD in Physical and Mathematical sciences, b.narkuziev@kiut.uz, +998933312400

Samarkand State University named after Sharof Rashidov, shaxnozajamuratova@gmail.com

Abstract: In this thesis, we examine a time-dependent family of two-dimensional algebras, referred to as the circular flow of algebras, and provide information regarding some of its applications. We investigate the cases of two algebras belonging to this family formed at different points in time. Our findings reveal that this flow consists of uncountably many pairwise non-isomorphic algebras, including one commutative algebra.

Keywords: *Finite-dimensional algebra, matrix, time-dependent function, cubic matrix, isomorphism of algebras, flow of algebras.*

A cubic matrix $Q = (q_{ijk})_{i,j,k=1}^m$ is an m^3 -dimensional vector which can be uniquely written as

$$Q = \sum_{i,j,k=1}^m q_{ijk} E_{ijk},$$

where E_{ijk} denotes the cubic unit matrix, i.e. E_{ijk} is a m^3 -cubic matrix whose (i, j, k) th entry is equal to 1 and all other entries are equal to 0. Denote by C the set of all cubic matrices over a field F . Then C is an m^3 -dimensional vector space over F , i.e. for any matrices $A = (a_{ijk})_{i,j,k=1}^m, B = (b_{ijk})_{i,j,k=1}^m \in C, \mu \in F$, we have

$$A + B = (a_{ijk} + b_{ijk})_{i,j,k=1}^m \in C, \mu A = (\mu a_{ijk})_{i,j,k=1}^m \in C.$$

In [4] (see also [5]), some simple versions of multiplications between cubic matrices are given.

Following [6] we define a notion of flow of algebras (FA). Consider a family

$$\{A^{[s,t]}: s, t \in R, 0 \leq s \leq t\}$$

of arbitrary m -dimensional algebras over the field R , with basis $e_1, e_2, \dots, e_m$ and multiplication table

$$e_i e_j = \sum_{k=1}^m c_{ijk}^{[s,t]} e_k, \quad i, j = 1, \dots, m.$$