

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

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



KOMPYUTER ILMLARI VA MUHANDISLIK TEXNOLOGIYALARI
mavzusidagi Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari to‘plami
2026-yil 25-26-sentabr

(1-qism)

JIZZAX-2026

Kompyuter ilmlari va muhandislik texnologiyalari. Xalqaro ilmiy-texnik anjuman materiallari to'plami – Jizzax: O'zMU Jizzax filiali, 2026-yil 25-26-sentabr. 507-bet.

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

Globalashuv 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 sohalarni 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 talabalarining 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. Baboyev A.M., t.f.f.d.(PhD), prof. Abduraxmanov R.A., p.f.f.d.(PhD) Eshankulov B.S., p.f.n., dots. Aliqulov S.T., 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., Norbekova B.Sh. p.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 tezislarining mazmuni, undagi statistik ma'lumotlar va me'yoriy hujjatlarning to'g'riligi hamda tanqidiy fikr-mulohazalar, keltirilgan takliflarga mualliflarning o'zlari mas'uldirlar.

10. Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., et al. (2011). Scikit-learn: Machine Learning in Python. Journal of Machine Learning Research, 12, 2825–2830.

KON SANOATI HUDUDLARIDA EKOLOGIK INDIKATORLARNING INFORMATIVLIGINI INTEGRAL BAHOLASH VA OPTIMAL INDIKATORLAR TO‘PLAMINI SHAKLLANTIRISH

Nurmuhamedov Tolaniddin Ramziddinovich-Professor

Toshkent davlat transport universiteti, +998909272792

Hudayberdiyev Mirzaakbar Khakkulmirzayevich – Professor

Muxammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

mirzaakbarhh@gmail.com, +998994897476

Khalmedova Lola Abdukadirovna – Assistant,

Toshkent davlat transport universiteti

xalmedovalola@gmail.com, +998990068558

Annotatsiya: Ushbu maqolada kon sanoati hududlarining ekologik holatini baholashda foydalaniladigan ekologik indikatorlarning informativlik darajasini aniqlash va ularning optimal to‘plamini shakllantirish masalasi tadqiq etilgan. Ko‘p sonli ekologik indikatorlardan foydalanish ma’lumotlar fazosining o‘lchamini oshirib, ortiqcha va o‘zaro bog‘langan atributlarning paydo bo‘lishiga hamda intellektual tahlil algoritmlarining hisoblash murakkabligiga olib kelishi mumkin. Mazkur muammoni hal qilish uchun indikatorlarning variativligi, ajratuvchanligi va boshqa indikatorlardan mustaqilligi asosida integral informativlik modeli taklif etilgan. Tadqiqotda real ekologik monitoring ma’lumotlari asosida 13 ta indikator va 255 ta to‘liq kuzatuvdan foydalanildi. Dastlab ma’lumotlar Min-Max usulida normallashtirildi, klasterlar soni silhouette mezon yordamida aniqlandi va har bir indikator uchun variativlik, klasterlararo ajratuvchanlik hamda Pearson korrelyatsiyasi asosidagi mustaqillik mezonlari hisoblandi. Uchta mezon teng vaznlar asosida yagona integral informativlik ko‘rsatkichiga birlashtirildi. Eksperimental natijalarga ko‘ra, organik modda (OM) eng yuqori integral informativlikka ega indikator sifatida aniqlandi ($F = 0.6796$), undan keyingi o‘rinlarni pH (0.4394), qCO_2 (0.3711), tuproq namligi - SM (0.3597) va bazal nafas olish - Respiration(CO_2) (0.3259) egalladi. Belgilangan $\tau = 0.30$ tanlash chegarasida beshta indikator optimal to‘plam sifatida ajratildi. Natijalar taklif etilgan model ekologik monitoring tizimlarida indikatorlar sonini kamaytirish, informativ ma’lumotlar fazosini shakllantirish va keyingi intellektual tahlil bosqichlarini takomillashtirish uchun samarali asos bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: ekologik monitoring, kon sanoati, ekologik indikator, informativlik, variativlik, ajratuvchanlik, mustaqillik, Pearson korrelyatsiyasi, K-means, integral mezon, indikatorlarni tanlash, intellektual tahlil.

1 KIRISH

Kon sanoati hududlarida atrof-muhit holatini baholash ko‘plab fizik-kimyoviy va biologik indikatorlarni birgalikda tahlil qilishni talab etadi. Tuproqning namligi, organik moddalar miqdori, pH, elektr o‘tkazuvchanlik, kationlar, azot, biologik faollik va boshqa ko‘rsatkichlar ekologik holatning turli tomonlarini tavsiflaydi. Shu bilan birga, indikatorlar sonining ko‘payishi ekologik monitoring ma’lumotlarini qayta ishlash va ulardan boshqaruv qarorlarini shakllantirish jarayonini murakkablashtiradi [2,3,7].

Olmaliq va Angren sanoat hududlariga oid mavjud tadqiqotlarda tuproqning kimyoviy va biologik xususiyatlarini tavsiflovchi ko‘plab parametrlar o‘rganilgan. Xususan, As, Zn, Pb, Cd va Cu kabi og‘ir metallar bilan bir qatorda tuproq namligi, organik uglerod, umumiy eruvchan azot, pH, elektr o‘tkazuvchanlik, Ca, K, Na, nematodalar soni, mikroba biomassasi va metabolik koeffitsiyent kabi ko‘rsatkichlar qayd etilgan [8-11].

Mavjud tadqiqotlarda ekologik indikatorlar o‘rtasidagi bog‘liqliklar asosan statistik usullar yordamida tahlil qilingan. Masalan, Olmaliq sanoat hududi bo‘yicha tuproq namligi, organik uglerod, pH, elektr o‘tkazuvchanlik, Ca, Na, K, bazal nafas olish, mikroba biomassasi va qCO_2 kabi ko‘rsatkichlarda hududlar bo‘yicha sezilarli farqlar aniqlangan. Biroq indikatorlarning faqat variativligi yoki faqat korrelyatsiyasini hisobga olish ularning umumiy informativligini to‘liq ifodalaymaydi. Masalan, katta variatsiyaga ega indikator ekologik obyektlarni yaxshi ajratmasligi mumkin yoki yuqori ajratuvchanlikka ega indikator boshqa bir nechta indikator bilan kuchli korrelyatsiyalangan bo‘lishi mumkin. Shu sababli indikatorning informativligini bir nechta o‘zaro to‘ldiruvchi mezonlar asosida baholash maqsadga muvofiq [12-15].

Tadqiqotning maqsadi, kon sanoati hududlarining ekologik holatini tavsiflovchi indikatorlarning informativlik darajasini integral baholash va belgilangan chegaraga mos keluvchi optimal indikatorlar to‘plamini shakllantirish modelini ishlab chiqish hamda real ekologik monitoring ma’lumotlari asosida uning amaliy samaradorligini tekshirishdan iborat.

2 MASALANI QOYILISHI VA YECHISH USULI

Tadqiqot ma’lumotlari. Eksperimental tadqiqot uchun foydalanuvchi tomonidan taqdim etilgan Isra X2- DARASET(2).xls ekologik monitoring ma’lumotlar bazasidan foydalanildi. Ma’lumotlar bazasidagi tegishli jadvallar tahlil qilinib, indikatorlar qiymatlari yagona jadvalga birlashtirildi. Tadqiqotda quyidagi 13 ta ekologik indikator tanlandi:

$A = \{S, M, O, M, p, H, C, a, N, a, K, T, NEMTSNnfCondRespCmicqCO_2Cmic/Corg\}$.
 bu yerda: *SM*- tuproq namligi, *OM*- organik modda, *pH*- tuproq reaksiyasi, *Ca*, *Na*, *K*- kationlar, *TNEM*- nematodalar soni, *TSNnf*- umumiy eruvchan azot, *Cond*- elektr o‘tkazuvchanlik, *Resp*- CO_2 ajralishi/bazal nafas olish, *Cmic*- mikroba biomassasi, qCO_2 - metabolik koeffitsiyent, *Cmic/Corg*- mikroba biomassasi va organik uglerod nisbati.

Ma’lumotlarni tozalashdan so‘ng 255 ta to‘liq kuzatuv tadqiqotga kiritildi. Ular 2005-yilgi Almalyk ma’lumotlarining 64 ta, 2005-yilgi Angren

ma'lumotlarining 66 ta va 2006-yilgi Angren ma'lumotlarining 125 ta kuzatuvlarini o'z ichiga oladi. 2006-yilgi Almalyk jadvalida indikator qiymatlari mavjud bo'lmagani sababli u hisob-kitobga kiritilmadi. Bu tanlov mavjud tadqiqotlarda qo'llangan ekologik ko'rsatkichlar tarkibiga ham mos keladi.

Ma'lumotlarni normallashtirish. Turli indikatorlar turli o'lchov birliklari va qiymat diapazonlariga ega bo'lgani sababli dastlab ularni yagona intervalga keltirish amalga oshirildi. Har bir j -indikator uchun Min-Max normallashtirish quyidagicha hisoblandi:

$$z_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}}.$$

Natijada barcha indikatorlar, $0 \leq z_{ij} \leq 1$ shartni qanoatlantiruvchi yagona fazoga keltirildi.

Klasterlash va ajratuvchanlik mezoni. Indikatorlarning ekologik obyektlarni ajratish qobiliyatini baholash uchun dastlab monitoring obyektlari klasterlandi. Klasterlar soni K ning optimal qiymatini aniqlash uchun $K = 2, \dots, 7$ diapazonda K -means algoritmi qo'llanildi va silhouette koeffitsiyenti hisoblandi:

$$S = \frac{b(i) - a(i)}{\max \{a(i), b(i)\}}.$$

Eksperimentda eng yuqori o'rtacha silhouette qiymati: $S = 0.2363$, $K = 2$ uchun olindi. Shu sababli indikatorlarning ajratuvchanlik mezoni ikki klaster asosida hisoblandi. Har bir indikator uchun klasterlararo va klaster ichidagi dispersiyalar nisbati:

$$D_j = \frac{\sum_{k=1}^K n_k (\bar{z}_{jk} - \bar{z}_j)^2}{\sum_{k=1}^K \sum_{i \in C_k} (z_{ij} - \bar{z}_{jk})^2},$$

bu yerda n_k - k -klasterdagi obyektlar soni, $\bar{z}_{jk}$ - j -indikatorning k -klasterdagi o'rtacha qiymati, $\bar{z}_j$ - indikatorning umumiy o'rtacha qiymati.

D_j qiymatining katta bo'lishi indikatorning ekologik holatlarni bir-biridan yaxshiroq ajratishini bildiradi.

3 INDIKATORLARNING INFORMATIVLIGINI BAHOLASH MODELI

Variativlik mezoni. Indikatorning monitoring obyektlari bo'yicha o'zgaruvchanligini baholash uchun standart og'ishdan foydalanildi:

$$V_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (z_{ij} - \bar{z}_j)^2}.$$

V_j ning katta qiymati indikatorning kuzatuv obyektlari orasida ko'proq o'zgarishini bildiradi.

Mustaqillik mezoni. Indikatorlar o'rtasidagi ortiqcha bog'liqlikni aniqlash uchun Pearson korrelyatsiya matritsasi hisoblandi:

$$r_{jl} = \frac{\sum_{i=1}^n (z_{ij} - \bar{z}_j)(z_{il} - \bar{z}_l)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (z_{ij} - \bar{z}_j)^2 \sum_{i=1}^n (z_{il} - \bar{z}_l)^2}}.$$

Har bir indikator uchun mustaqillik mezonini quyidagicha aniqlanadi:

$$I_j = 1 - \frac{1}{m-1} \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq j}}^m |r_{jl}|.$$

Shunday qilib, I_j ning yuqori qiymati indikatorning boshqa indikatorlardan nisbatan mustaqil ekanligini bildiradi.

Integral informativlik mezonini. Uchta mezon turli qiymat diapazonlariga ega bo'lgani uchun dastlab ularning har biri Min-Max usulida normallashtirildi:

$$V_j^* = \frac{V_j - V_{\min}}{V_{\max} - V_{\min}}, D_j^* = \frac{D_j - D_{\min}}{D_{\max} - D_{\min}}, I_j^* = \frac{I_j - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}}.$$

Keyin uchta mezon teng vaznlarda birlashtirildi:

$$F_j = w_V V_j^* + w_D D_j^* + w_I I_j^*,$$

bunda: $w_V = w_D = w_I = \frac{1}{3}$.

Demak,

$$F_j = \frac{V_j^* + D_j^* + I_j^*}{3}.$$

Bu integral ko'rsatkich indikatorning umumiy informativligini ifodalaydi.

Optimal indikatorlar to'plamini shakllantirish. Integral informativlik qiymatlari kamayish tartibida saralanadi. Belgilangan τ chegaradan yuqori qiymatga ega indikatorlar optimal to'plamga kiritiladi:

$$A^* = \{a_j \in A \mid F_j \geq \tau\}.$$

Eksperimental tahlilda $\tau = 0.30$ chegarasi qabul qilindi. Natijada $|A| = 13$ boshlang'ich indikatorlardan faqat yuqori informativlikka ega indikatorlar tanlab olinadi.

4 INDIKATORLARNI TANLASH ALGORITMI

Taklif etilgan algoritm quyidagi bosqichlardan iborat:

1-bosqich. Ekologik monitoring ma'lumotlarini shakllantirish.

2-bosqich. Ma'lumotlardagi to'liq kuzatuvlarni ajratish.

3-bosqich. Ekologik indikatorlarni Min-Max usulida normallashtirish.

4-bosqich. K klasterlar sonining optimal qiymatini silhouette mezonini orqali aniqlash.

5-bosqich. K-means yordamida monitoring obyektlarini klasterlash.

6-bosqich. Har bir indikatorning variativlik mezonini hisoblash.

7-bosqich. Har bir indikatorning klasterlararo ajratuvchanlik mezonini aniqlash.

8-bosqich. Pearson korrelyatsiya matritsasini shakllantirish.

9-bosqich. Har bir indikatorning mustaqillik mezonini hisoblash.

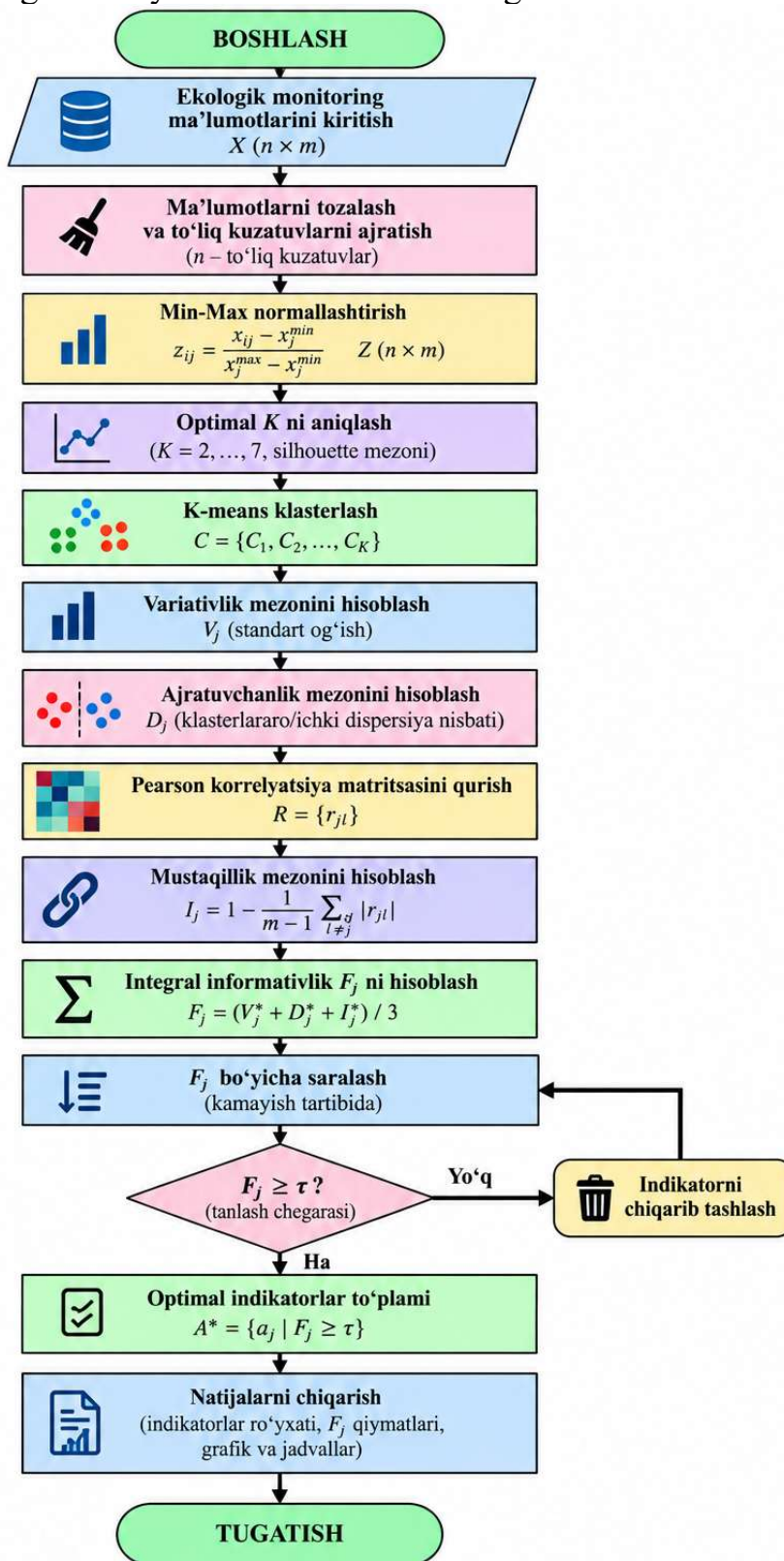
10-bosqich. Uchta mezonni normallashtirish.

11-bosqich. Integral informativlik F_j ni hisoblash.

12-bosqich. Indikatorlarni F_j bo'yicha kamayish tartibida saralash.

13-bosqich. $F_j \geq \tau$ shart asosida optimal indikatorlar to'plamini shakllantirish.

Algoritmning umumiy matematik ketma-ketligi:



1-rasm. Optimal indikatorlar to'plamini shakllantirish

5 TADQIQOT NATIJASIDA OLINGAN NATIJALAR

Ma'lumotlar bazasining umumiy tavsifi. Tahlil uchun 255 ta to'liq kuzatuv va 13 ta ekologik indikator olindi. Demak, dastlabki ekologik ma'lumotlar fazosining o'lchami, 255×13 ni tashkil etdi. Klasterlar sonini aniqlash jarayonida $K = 2, \dots, 7$ qiymatlar tekshirildi. Hisoblash natijasida eng yuqori silhouette koeffitsiyenti: $S = 0.2363$. $K = 2$ uchun qayd etildi. Shu asosda keyingi ajratuvchanlik hisoblari ikki klaster uchun bajarildi. K -means natijasida klasterlar hajmi: $n_1 = 99$, $n_2 = 156$ ko'rinishida shakllandi.

Bu natija ma'lumotlarda ikki asosiy guruh mavjudligini ko'rsatadi, biroq silhouette qiymatining nisbatan pastligi klasterlar chegaralarining kuchli emasligini ham bildiradi. Shu sababli ushbu klasterlashni ekologik zonalarining qat'iy chegarasi sifatida emas, indikatorlarning ajratuvchanligini baholash uchun hisoblash vositasi sifatida talqin qilish maqsadga muvofiq.

Integral informativlik natijalari. Hisoblangan natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan.

№	Indikator	Variativlik V_j	Ajratuvchanlik D_j	Mustaqillik I_j	Integral informativlik F_j
1	OM	0.2555	3.2126	0.0769	0.6796
2	pH	0.1543	0.0003	0.1837	0.4394
3	qCO ₂	0.1791	0.0061	0.1286	0.3711
4	SM	0.1827	0.1271	0.1166	0.3597
5	Respiration (CO ₂)	0.2017	0.4507	0.1031	0.3259
6	TNEM	0.1071	0.0408	0.1689	0.2928
7	TSNnf	0.1816	0.0103	0.1164	0.2883
8	Cmic/Corg	0.1376	0.1523	0.1352	0.2847
9	Na	0.1532	0.0170	0.1118	0.2793
10	K	0.1648	0.0872	0.0895	0.2289
11	Cmic	0.1721	0.4427	0.0764	0.1920
12	Cond	0.1356	0.0009	0.0959	0.1045
13	Ca	0.1230	0.0193	0.0968	0.0788

Eslatma: V_j , D_j va I_j - dastlabki mezonlar, F_j esa ularning normallashtirilgan qiymatlari teng vaznda birlashtirilishi asosida hisoblangan.

Eng informativ indikatorlar. Natijalar bo'yicha eng yuqori integral informativlik OM indikatorida kuzatildi, $F_{OM} = 0.6796$. Bu indikatorning yuqori qiymati, avvalo, uning klasterlarni ajratish qobiliyati bilan bog'liq. Uning ajratuvchanlik ko'rsatkichi: $D_{OM} = 3.2126$ bo'lib, tadqiqotdagi indikatorlar orasida eng yuqori qiymatni tashkil etdi. Ikkinchi o'rinda: $F_{pH} = 0.4394$, uchinchi o'rinda: $F_{qCO_2} = 0.3711$ qayd etildi. Keyingi o'rinlarni SM va Respiration(CO₂) egalladi: $F_{SM} = 0.3597$, $F_{Resp} = 0.3259$. Shunday qilib, $\tau = 0.30$ bo'lganda optimal indikatorlar to'plami quyidagi ko'rinishida shakllandi:

$$A^* = \{O, M, p, H, qCO_2, SM, Resp\}.$$

Demak, boshlang'ich 13 ta indikator o'rniga 5 ta indikator tanlandi. Indikatorlar sonining qisqarish darajasi: $\eta = \frac{13-5}{13} \times 100 = 61.54\%$. Ya'ni taklif etilgan mezon yordamida indikatorlar fazosining o'lchami 61.54 % ga qisqartirildi.

6 NATIJALARNI MUHOKAMASI

Olingan natijalar integral informativlik indikatorning faqat bitta statistik xususiyatiga emas, balki uchta mustaqil komponentiga bir vaqtning o'zida e'tibor qaratish zarurligini ko'rsatadi. Eng yuqori natijaning OM indikatoriga tegishli bo'lishi uning yuqori variativligi va ayniqsa klasterlarni ajratish qobiliyati bilan izohlanadi. Bu natija ekologik tadqiqotlarning mavjud xulosalari bilan ham muayyan darajada mos keladi: Olmaliq hududida total organic carbon bo'yicha hudud va tuproq chuqurligi ta'siri statistik jihatdan sezilarli ekanligi qayd etilgan.

pH indikatorining $F = 0.4394$ qiymat bilan ikkinchi o'rinni egallashi esa boshqa indikatorlardan nisbatan yuqori mustaqilligi bilan bog'liq. Shu bilan birga, uning D_j qiymati juda past bo'lgani sababli integral natija asosan mustaqillik va variativlik komponentlari hisobiga shakllangan. Bu holat integral modelning muhim afzalligini ko'rsatadi: indikatorni faqat bitta mezon asosida emas, uchta mezonning birgalikdagi ta'siri asosida baholash mumkin.

qCO_2 va SM indikatorlarining keyingi yuqori o'rinlarni egallashi ham ekologik holatni tavsiflashda tuproqning fizik-biologik xususiyatlari muhimligini ko'rsatadi.

Respiration (CO_2) indikatorining $F = 0.3259$ qiymat bilan beshinchi o'rinda joylashishi alohida e'tiborga loyiq. Mavjud tadqiqotlarda bazal nafas olish ko'rsatkichi sanoat hududlari bo'yicha sezilarli o'zgarishga ega ekanligi ko'rsatilgan. Shuningdek, mikroblar biomassasi va CO_2 evolyutsiyasi kabi biologik ko'rsatkichlarning ifloslanish gradienti bilan bog'liqligi qayd etilgan.

Boshqa tomondan, Ca, Cond va Cmic kabi indikatorlarning integral informativligi nisbatan past chiqdi. Bu ularning ekologik jihatdan ahamiyatsizligini anglatmaydi. F_j qiymatining pastligi faqat mazkur tajribada, tanlangan mezonlar va kuzatuvlar to'plami doirasida ular boshqa indikatorlarga nisbatan kamroq informativ ekanligini anglatadi.

Korrelyatsion bog'liqliklarning tahlili. Pearson korrelyatsiyasi natijasida ayrim indikatorlar o'rtasida kuchli bog'liqliklar mavjudligi aniqlandi. Eng yuqori korrelyatsiyalardan biri: $r(C, aCond) = 0.8001$ bo'ldi. Shuningdek, $r(R, espCmic) = 0.7661$ va $r(O, MCmic) = 0.5364$ qiymatlari qayd etildi.

Bu natijalar mustaqillik mezonining modelga kiritilishi zarurligini tasdiqlaydi. Masalan, Respiration (CO_2) yuqori ajratuvchanlikka ega bo'lsa-da, Cmic bilan kuchli bog'langan. Demak, ikkala indikatorni birgalikda ishlatish ma'lumotlarning qisman takrorlanishiga olib kelishi mumkin.

7 MODELNING AMALIY SAMARADORLIGI

Boshlang'ich ma'lumotlar fazosida: $m = 13$ ta indikator mavjud edi. Optimal tanlashdan keyin: $m^* = 5$ ta indikator qoldi. Shunday qilib: $\frac{m^*}{m} = \frac{5}{13} \approx 0.3846$. Demak, keyingi intellektual tahlil algoritmlariga boshlang'ich indikatorlarning atigi

38.46 % qismi uzatiladi. Buning natijasida ma'lumotlar fazosining o'lchami: $13 \rightarrow 5$ ko'rinishida qisqaradi.

Agar barcha indikator kombinatsiyalarini tekshirish talab etilsa, 13 ta indikator uchun: $2^{13} - 1 = 8191$ ta bo'sh bo'lmagan kombinatsiya mavjud bo'ladi. 5 ta indikator uchun esa: $2^5 - 1 = 31$ ta kombinatsiya mavjud. Nazariy jihatdan kombinatorik qidiruv fazosining qisqarishi: $1 - \frac{31}{8191} \approx 99.62\%$ ni tashkil etadi. Bu juda muhim natija: indikatorlarni oldindan informativlik bo'yicha qisqartirish keyingi optimal kombinatsiyani qidirish jarayonini keskin yengillashtirishi mumkin.

Biroq bu qiymatni "algoritm 99.62 % tezlashdi" deb talqin qilish mumkin emas. Bu faqat mumkin bo'lgan kombinatsiyalar sonining nazariy qisqarishidir. Haqiqiy hisoblash vaqtidagi yutuq ishlatiladigan algoritm, parametrlar va dasturiy amalga oshirishga bog'liq.

XULOSA

Ushbu maqolada kon sanoati hududlarining ekologik holatini baholash uchun ekologik indikatorlarning informativligini integral baholash va optimal indikatorlar to'plamini shakllantirish modeli ishlab chiqildi. Taklif etilgan model indikatorning informativligini uchta asosiy xususiyat - variativlik, ajratuvchanlik va mustaqillik asosida baholashga imkon beradi.

Real ekologik monitoring ma'lumotlari asosida 255 ta to'liq kuzatuv va 13 ta ekologik indikator tahlil qilindi. Klasterlar sonining optimal qiymatini aniqlash natijasida $K = 2$ uchun eng yuqori silhouette ko'effitsiyenti $S = 0.2363$ qayd etildi. Ushbu klasterlash natijalari indikatorlarning ajratuvchanlik mezonini hisoblashda foydalanildi.

Integral baholash natijasida OM eng yuqori informativlikka ega indikator bo'lib, uning ko'rsatkichi $F = 0.6796$ ni tashkil etdi. Keyingi o'rinlarda pH ($F = 0.4394$), qCO_2 ($F = 0.3711$), SM ($F = 0.3597$) va Respiration(CO_2) ($F = 0.3259$) joylashdi. Belgilangan $\tau = 0.30$ chegarada optimal indikatorlar to'plami: $A^* = \{O, M, p, H, qCO_2, SM, Resp\}$ ko'rinishida shakllandi.

Natijada indikatorlar soni 13 tadan 5 tagacha qisqarib, ma'lumotlar fazosining o'lchami 61.54 % ga kamaydi. Nazariy jihatdan esa mumkin bo'lgan bo'sh bo'lmagan indikator kombinatsiyalari soni 8191 tadan 31 tagacha qisqarishi mumkin. Bu natija taklif etilgan modelni keyingi kombinatorik optimallashtirish va ekologik xavfni intellektual baholash algoritmlaridan oldingi indikatorlarni saralash bosqichi sifatida qo'llash imkonini beradi.

Shunday qilib, ishlab chiqilgan integral informativlik modeli ekologik monitoring tizimlarida ortiqcha indikatorlarni kamaytirish, ma'lumotlarning informativligini oshirish va keyingi mashinaviy o'qitish hamda qaror qabul qilish algoritmlari uchun ixcham xususiyatlar fazosini shakllantirishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Xudayberdiyev M.X, To'xtasinova R.G., Tojiboyev B.M., Ravshanov A.A.. Klasterizatsiyada o'qitishni optimallashtirish: ketma-ketlik limiti yondashuvi. "Raqamli transformatsiyaning keyingi to'lqini: Sun'iy intellekt, zamonaviy

telekommunikatsiyalar, kiberxavfsizlik va barqaror innovatsiyalar” Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman. Qarshi-2026, 20-21 may, 8-14 b.

2. Nurmuhammedov T.R., Xudayberdiyev M.X., Xalmedova L.A. ATROF-MUHIT INDIKATORLARI ASOSIDA OG‘IR METALLAR BILAN IFLOSLANGAN SANOAT HUDUDLARIDA TUPROQNING BIOLOGIK FAOLLIGINI MASHINANI O‘QITISH ALGORITMLARI YORDAMIDA BAHOLASH //International coference of integrated science: International multidisciplinary scientific-theoretical conference. Volume 1, Issue 4 2026, 43-47 Pp.

3. M.Kh. Khudayberdiyev., Kh.M.Muraeva, A.Sh. Khamroev, Applying to the algorithm of calculating estimates for clustering problems, “Кимёвий технология. Назорат ва бошқарув” Халқаро илмий - техникавий журнал, 6(108)/2022. –Б. 16-22.

4. Xudayberdiyev M.X., Tojiboyev B.M., Achilov B.S., Alimqulov N.M., Ravshanov A.A. Integrating fractal dimension and time series analysis for optimized hyperspectral image classification // Advanced Computing: An International Journal (ACIJ), Vol.16, No.4, July 2025, pp.1-20.

5. M.Kh. Khudayberdiyev., A.Sh. Khamroev., Kh.M.Muraeva, A review for different approaches of tomato leaf disease detection, “DIGITAL TRANSFORMATION AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: PROBLEMS, INNOVATIONS AND TRENDS” 1st international scientific - practical conference, Tashkent-2025. – P.274-277.

6. Tojiboyev B.M., Xudayberdiyev M.X., To‘xtasinova R.G‘. Qismaniy presedent tamoyillari asosida yer yuzasi tasvirlarini qayta ishlash algoritmlari [Algorithms for processing land-surface images based on partial precedent principles] // O‘zbekiston milliy axborot agentligi – O‘zA ilm-fan bo‘limi “Elektron jurnal”. Ilmiy nashr 2023 yil sentyabr soni №09 (47), 214-219 b.

7. Xudayberdiyev M.X., Tojiboyev B.M., Samadova F.K. Algorithms for feature extraction and optimisation of object recognition operator // Shemical Technology Control and Management. – Tashkent, 2025. – Vol. 122, Issue 2. – Pp. 46-54.

8. Shukurov N., Pen-Mouratov S., Steinberger Y. The impact of the Almalyk Industrial Complex on soil chemical and biological properties// Environmental Pollution 136 (2005) 331-340. www.elsevier.com/locate/envpol

9. Pen-Mouratov, S., Shukurov, N., and Steinberger, Y. Influence of industrial heavy metal pollution on soil free-living nematode population // Environmental Pollution, 152 (2008) 172-183 <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.05.007>

10. Shukurov N., Pen-Mouratov S., Steinberger Y., Kersten M. Soil biogeochemical properties of Angren industrial area, Uzbekistan // J. Soils & Sediments, 9 (2009) 206-215 <https://doi.org/10.1007/s11368-009-0079-8>

11. Kodirov O., Shukurov N. Heavy metal distribution in soils near the Almalyk mining and smelting Industrial area, Uzbekistan. Acta Geologica Sinica, 2009, 83(5):985-990. <https://doi.org/10.1111/j.1755-6724.2009.00127.x>

12. Pen-Mouratov, S., Shukurov, N., and Steinberger, Y. Soil free-living nematodes as indicators of both industrial pollution and grazing activity in Central Asia", J. Ecological Indicators, 10 (2010) 955-967. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.02.005>
13. Shukurov, N., Kodirov, O., Peitzsch, M., Kersten, M., Pen-Mouratov, S., Steinberger, Y. Coupling geochemical, mineralogical and microbiological approaches to assess the health of contaminated soil around the Almalyk mining and smelter complex, Uzbekistan. J. Science of the Total Environment. 2014, 476-477:447-459. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.01.031>
14. Pen-Mouratov, S., Shukurov, N., Rhakhmonkulova, Sh., Kodirov, O., Yua, J., Barness G., Kersten, M., Steinberger, Y. Successive development of soil ecosystems at abandoned coal-ash landfills. Ecotoxicology. 2014. <https://doi.org/10.1007/s10646-014-1227-5>
15. Bandowe, B.A.M., Shukurov, N., Leimer, S. Kersten M., Steinberger Y., Wilcke W. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in soils of an industrial area in semi-arid Uzbekistan: spatial distribution, relationship with trace metals and risk assessment. Environ Geochem Health. 2021, 43, 4847-4861. <https://doi.org/10.1007/s10653-021-00974-3>

BUYUMLAR INTERNETI TIZIMLARIGA BO'LADIGAN TAHDIDLAR VA KIBERHUJUMLARNI ANIQLASH MUAMMOLARI

*Phd, dots. Kadirov Mir-Xusan Mirpulatovich,
Zokirova Feruza Ravshanovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti
mirhusank@gmail.com*

Annotatsiya. Ushbu maqolada Buyumlar interneti (Internet of Things) tizimlari, ularning zamonaviy raqamli infratuzilmalardagi o'rnini hamda IoT ekotizimlariga nisbatan yuzaga kelayotgan kiberxavfsizlik tahdidlari tahlil qilingan. IoT qurilmalarining arxitekturasini, ulardagi aloqa kanallari va apparat-dasturiy komponentlarda uchraydigan asosiy zaifliklar, jumladan, xizmat ko'rsatishni rad etish, ortiqcha yuklanish, xotira bilan bog'liq zaifliklar, imtiyozlarni oshirish hamda kodni masofadan bajarish bilan bog'liq tahdidlar tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: Buyumlar interneti (IoT), IoT kiberxavfsizligi, IoV, IoMT, IIoT, kiberhujumlar, xavfsizlik zaifliklari, IoT botnet.

Hozirgi jamiyatimizning optimallashtirilgan xizmatlarga bo'lgan talabi aqlli shaharlarda sensorlar va buyruqlarni amalga oshirish mexanizmlarini joylashtirishni talab qiladi. Bunday qurilmalar turli sohalarda ma'lumotlarni chuqur tahlil qilish orqali yechimlarni taqdim etish uchun hisoblash resurslaridan foydalanish imkonini beradi [1]. Buyumlar interneti tarmoq kontsepsiyasi bo'lib, unda jismoniy qurilmalar (buyumlar) sensorlar, dasturiy ta'minot va aloqa vositalari bilan