ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 1

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

GUM METODOLOGIYASI ASOSIDA ANALITIK TAROZILARDA YUZAGA KELUVCHI NOANIQLIK MANBALARINI MODELLASHTIRISHNING NAZARIY VA AMALIY JIHATLARI.

Axmedov B.M

O‘zbekiston Respublikasi Kadastr palatasi boshqarma boshlig‘i, professor, texnika fanlari doktori

Karjaubaeva.A.I

Toshkent davlat texnika universiteti, “Metrologiya, texnik jihatdan tartibga solish, standartlashtirish va sertifikatlashtirish” kafedrasi 2-kurs magistranti

Annotatsiya. Analitik tarozilarni kalibrlash jarayonida o‘lchash natijalarining ishonchliligini ta’minlash metrologiya sohasining asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi, chunki yuqori aniqlikdagi o‘lchashlarda noaniqlikni to‘g‘ri baholash natijaning sifatini belgilab beradi. Zamonaviy metrologiyada noaniqlikni baholashning xalqaro tan olingan yondashuvi sifatida GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) standarti qabul qilingan bo‘lib, u o‘lchash natijasini bir nechta kirish kattaliklarining funksiyasi sifatida qarashni talab etadi [1]. Tadqiqot jarayonida Mettler-Toledo firmasining MA204/A rusumli analitik tarozisi tanlandi. Analitik tarozining diskretligi d=0,001g bo‘lib, yuqori aniqlikga tarozi hisoblanadi.Modellashtirish jaroyoning amaliy bosqichi shuni ko‘rsattiki, agar dominant manbalar 30–50% ga kamaytirilsa, umumiy noaniqlik 25–40% gacha pasayishi mumkin, bu esa amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega natija hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: analitik tarozi, dreyf, diskretlik, sezgirlik va korrelyatsiya koeffitsiyenti, eksentriklik nuqtalari va boshqalar.

Аннотация. Обеспечение достоверности результатов измерений при калибровке аналитических весов является одной из основных задач метрологии, поскольку при высокоточных измерениях корректная оценка неопределённости определяет качество получаемого результата. В современной метрологии в качестве международно признанного подхода к оценке неопределённости принят стандарт GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement), согласно которому результат измерения рассматривается как функция нескольких входных величин [1]. В ходе исследования в качестве объекта была выбрана аналитическая весы модели MA204/A фирмы Mettler-Toledo. Дискретность аналитических весов составляет d = 0,001 г, что характеризует их как высокоточное измерительное средство. Практическая реализация процесса математического моделирования показала, что при снижении доминирующих источников неопределённости на 30–50% суммарная неопределённость может

ISSN 3030-3907

уменьшиться на 25–40%, что представляет значительный практический интерес.

Ключевые слова: аналитические весы, дрейф, дискретность, коэффициент чувствительности и корреляции, эксцентриситет и др.

Abstract. Ensuring the reliability of measurement results during the calibration of analytical scales is one of the main tasks of the field of metrology, since in high-precision measurements, the correct assessment of uncertainty determines the quality of the result. The GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) standard is the internationally recognized approach to uncertainty assessment in modern metrology, which requires the measurement result to be viewed as a function of several input quantities [1]. In the course of the research, the analytical scale MA204/A of the firm Mettler-Toledo was selected. The discretization of the analytic scales is d = 0.001 G, which is a scale to high accuracy.The practical stage of the modeling process showed that if the dominant sources are reduced by 30–50%, the overall uncertainty can be reduced by 25–40%, which is a practically significant result.

Keywords: analytical balance, drift, discreteness, sensitivity and correlation coefficient, eccentricity points, etc.

KIRISH.

Analitik tarozilarni kalibrlash jarayonida o‘lchash natijalarining ishonchliligini ta’minlash metrologiya sohasining asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi, chunki yuqori aniqlikdagi o‘lchashlarda noaniqlikni to‘g‘ri baholash natijaning sifatini belgilab beradi. Zamonaviy metrologiyada noaniqlikni baholashning xalqaro tan olingan yondashuvi sifatida GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) standarti qabul qilingan bo‘lib, u o‘lchash natijasini bir nechta kirish kattaliklarining funksiyasi sifatida qarashni talab etadi [1]. Ushbu yondashuvga ko‘ra, har bir ta’sir etuvchi omil alohida baholanadi va ularning umumiy ta’siri yig‘indi noaniqlik orqali aniqlanadi. Analitik tarozilar uchun bu masala ayniqsa dolzarb hisoblanadi, chunki ular mikrogramm darajasidagi o‘zgarishlarga sezgir bo‘lib, tashqi muhit va texnik omillar ularning ko‘rsatkichiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi mumkin [2]. Shu sababli, analitik tarozilarni kalibrlash jarayonida noaniqlik manbalarini aniqlash, ularni matematik modellashtirish va umumiy noaniqlikka qo‘shadigan ta’sirini baholash muhim ilmiy vazifa hisoblanadi.

Kalibrlash jarayonida xatolik quyidagi funksional bog‘liqlik orqali ifodalanadi:

$$E = I - m_{ref}, \qquad (1)$$

ISSN 3030-3907

bu yerda E — o‘lchash xatoligi, I — tarozi ko‘rsatkichi, m_ref — etalon massa hisoblanadi. Ammo amaliyotda o‘lchash jarayoniga bir nechta qo‘shimcha omillar ta’sir ko‘rsatadi, shuning uchun to‘liq matematik model quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$E = I - m_{ref} + \sum_{i=1}^{n} \Delta_i \qquad (2)$$

Analitik tarozilarni kalibrlash jarayonida noaniqlik manbalarini to‘g‘ri identifikatsiya qilish matematik modellashtirishning asosiy bosqichlaridan biri hisoblanadi, chunki noaniqlikni baholash aniqligi bevosita kirish kattaliklarining to‘liq va to‘g‘ri hisobga olinishi bilan bog‘liq bo‘ladi. GUM talablariga ko‘ra, har bir ta’sir etuvchi omil alohida kirish kattaligi sifatida qaralib, uning standart noaniqligi baholanishi lozim [1]. Mazkur tadqiqotda noaniqlik manbalari ikki asosiy guruhga ajratildi, ya’ni tarozi ko‘rsatkichi bilan bog‘liq omillar va etalon tosh bilan bog‘liq omillar. Birinchi guruhga tarozining nol nuqtasidagi xatoligi, diskretlik (raqamlashtirish xatoligi), takrorlanuvchanlik va yukning nomarkaziy joylashishi kabi omillar kiritildi, ikkinchi guruhga esa havo muhiti ta’siri, tarozi toshining dreyfi va uning nominal massa noaniqligi kiritildi [2].

Tarozi ko‘rsatkichi bilan bog‘liq noaniqlik manbalari ichida takrorlanuvchanlik muhim o‘rin tutadi, chunki u o‘lchash natijalarining tasodifiy tarqalishini ifodalaydi. Takrorlanuvchanlikni baholash uchun bir xil yuklamada bir nechta o‘lchashlar amalga oshirilib, ularning o‘rta arifmetik qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\bar{I} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} I_i \qquad (3)$$

bu yerda $\bar{I}$ — o‘rta arifmetik qiymat, I_i — alohida o‘lchash natijalari, n — o‘lchashlar soni hisoblanadi. Keyingi bosqichda o‘lchash natijalarining tarqalishini baholash uchun standart og‘ish quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(I_i - \bar{I})^2} \qquad (4)$$

ushbu qiymat tasodifiy noaniqlikning asosiy ko‘rsatkichi bo‘lib, u o‘lchash jarayonining barqarorligini tavsiflaydi [3]. Takrorlanuvchanlikdan kelib chiqadigan standart noaniqlik esa quyidagicha aniqlanadi:

$$u_{rep} = \frac{s}{\sqrt{n}} \qquad (5)$$

bu yerda u_{rep} — takrorlanuvchanlikdan kelib chiqadigan standart noaniqlik hisoblanadi. Ushbu formula GUM talablariga muvofiq ravishda Tip A baholash usuliga tegishli bo‘lib, eksperimental ma’lumotlar asosida hisoblanadi [1].

Analitik tarozilarni kalibrlash jarayonida yukning nomarkaziy joylashishi (eksentriklik) muhim noaniqlik manbasi hisoblanadi, chunki yuk platforma markazidan chetga siljiganda tarozi ko‘rsatkichida qo‘shimcha og‘ishlar yuzaga keladi va bu holat o‘lchash natijasiga sistematik ta’sir ko‘rsatishi mumkin [2].

ISSN 3030-3907

Ushbu omilni baholash uchun yuk turli nuqtalarda joylashtirilib, markaziy holat bilan solishtiriladi va absolyut xatolik quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\Delta I_i = I_i - I_0 \quad (6)$$

bu yerda ΔI_i — i-nuqtadagi xatolik, I_i — i-nuqtadagi ko‘rsatkich, I_0 — markazdagi ko‘rsatkich hisoblanadi. Eksentriklikdan kelib chiqadigan standart noaniqlik to‘g‘ri burchakli taqsimot qonuniga asoslanib quyidagicha baholanadi:

$$u_{ecc} = \frac{\Delta I_{max}}{\sqrt{3}} \quad (7)$$

bu yerda ΔI_{max} — maksimal aniqlangan farq bo‘lib, u platformaning turli nuqtalaridagi o‘lchash natijalarining eng katta og‘ishini ifodalaydi. Ushbu baholash usuli Tip B toifasiga kiradi va normativ hujjatlarda tavsiya etilgan yondashuv hisoblanadi [3].

Tarozi ko‘rsatkichi bilan bog‘liq yana bir muhim omil — diskretlik (raqamlashtirish xatoligi) bo‘lib, u o‘lchash natijalarining cheklangan aniqlikda qayd etilishi bilan bog‘liq. Diskretlikdan kelib chiqadigan standart noaniqlik ham to‘g‘ri burchakli taqsimot asosida quyidagicha aniqlanadi:

$$u_d = \frac{d}{\sqrt{3}} \quad (8)$$

bu yerda **d** — tarozi bo‘linma qiymati hisoblanadi. Ushbu omil ayniqsa kichik massalarni o‘lchashda sezilarli ahamiyatga ega.

Etalon tosh bilan bog‘liq noaniqlik manbalari ichida havo muhiti ta’siri alohida o‘rin tutadi, chunki havo zichligi tufayli yuk va etalon tosh o‘rtasida Arximed kuchi farqi yuzaga keladi. Ushbu ta’sirdan kelib chiqadigan noaniqlik quyidagi munosabat asosida baholanadi:

$$u_{air} = \frac{mpe}{\sqrt{3}} \quad (9)$$

bu yerda **mpe** — ruxsat etilgan maksimal xatolik hisoblanadi. Shu bilan birga, tarozi toshining vaqt o‘tishi bilan o‘zgarishi (dreyf) ham hisobga olinadi va u quyidagi ifoda orqali baholanadi:

$$u_{drift} = \frac{D}{\sqrt{3}} \quad (10)$$

bu yerda **D** — dreyf diapazoni bo‘lib, odatda mpe ga teng deb qabul qilinadi [2].Shu tariqa, barcha asosiy noaniqlik manbalari matematik model tarkibiga kiritilib, ularning standart noaniqliklari aniqlanadi.

Aniqlangan barcha noaniqlik manbalarini yagona matematik model doirasida birlashtirish uchun ularning yig‘indi standart noaniqligini hisoblash talab etiladi. Bu esa GUM standartiga muvofiq ravishda kvadratlar yig‘indisi qonuniga asoslanadi [1]. Ushbu qonunga ko‘ra, agar kirish kattaliklari o‘zaro korrelyatsiyalanmagan deb qabul qilinsa, yig‘indi standart noaniqlik quyidagi formula orqali aniqlanadi:

ISSN 3030-3907

$$u_c(E) = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (c_i \cdot u_i)^2} \qquad (11)$$

Mazkur tadqiqotda qabul qilingan matematik model chiziqli bo‘lganligi sababli sezgirlik koeffitsiyentlari quyidagicha aniqlanadi:

$$c_i = \frac{\partial E}{\partial x_i} \qquad (12)$$

bu yerda $\mathbf{x_i}$ — kirish kattaliklari hisoblanadi. Agar (2)-formulaga muvofiq model $E = I - m_{ref} + \sum \Delta_i$ ko‘rinishda bo‘lsa, u holda barcha parametrlar uchun sezgirlik koeffitsiyentlari absolyut qiymatda 1 ga teng bo‘ladi. Bu esa hisob-kitoblarni sezilarli darajada soddalashtiradi. Shu sababli (11)-formula quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$u_c(E) = \sqrt{u_{rep}^2 + u_{ecc}^2 + u_d^2 + u_{air}^2 + u_{drift}^2}, \qquad (13)$$

ushbu ifoda analitik tarozilarni kalibrlash jarayonida noaniqlikni baholash uchun asosiy hisoblanadi.Keyingi bosqichda kengaytirilgan noaniqlik aniqlanadi, u quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$U = k \cdot u_c \qquad (14)$$

Odatda **k = 2** deb qabul qilinadi, bu taxminan 95% ishonchlilik darajasiga mos keladi [1]. Ushbu yondashuv metrologiya amaliyotida keng qo‘llanilib, o‘lchash natijalarining ishonchli intervalini aniqlash imkonini beradi. Shu tariqa, barcha noaniqlik manbalari yagona matematik model doirasida birlashtirilib, ularning umumiy ta’siri baholanadi.

Matematik modelni amaliy jihatdan qo‘llash uchun har bir noaniqlik manbasi bo‘yicha aniq hisob-kitoblar amalga oshirildi va ularning qiymatlari eksperimental ma’lumotlar asosida baholandi. Tadqiqotda 200 g etalon tosh bilan o‘tkazilgan 10 ta o‘lchash natijalari asosida takrorlanuvchanlik aniqlandi va standart og‘ish **s = 0.000042 g** ekanligi qayd etildi. Ushbu qiymatdan kelib chiqib, (5)-formulaga muvofiq standart noaniqlik quyidagicha hisoblandi:

$$u_{rep} = 0.000042 / \sqrt{10} = 0.000013 \text{ g} \qquad (15)$$

ushbu natija tasodifiy noaniqlikning juda kichik ekanligini ko‘rsatadi va tarozining yuqori barqarorlikka ega ekanligini tasdiqlaydi. Yukning nomarkaziy joylashishi ta’siri eksperimental ravishda baholanib, maksimal farq $\mathbf{\Delta I_{max} = 0{,}0005}$ **g** ekanligi aniqlandi va (7)-formulaga muvofiq standart noaniqlik quyidagicha topildi:

$$u_{ecc} = 0.0005 / \sqrt{3} = 0.000289 \text{ g} \qquad (16)$$

bu qiymat umumiy noaniqlikka sezilarli ta’sir ko‘rsatuvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Diskretlik uchun **d = 0,0001 g** deb qabul qilinib, (8)-formulaga asosan:

$$u_d = 0.0001 / \sqrt{3} = 0.000058 \text{ g} \qquad (17)$$

ISSN 3030-3907

qiymati olindi. Etalon tosh bilan bog‘liq noaniqlik manbalari uchun **mpe = 0,0003 g** deb qabul qilinib, (9) va (10)-formulalarga muvofiq:

$$u_{air} = 0.000173 \text{ g}, u_{drift} = 0.000173 \text{ g} \quad (18)$$

qiymatlar aniqlandi. Ushbu natijalardan ko‘rinib turibdiki, takrorlanuvchanlikdan kelib chiqadigan noaniqlik eng kichik ulushga ega bo‘lib, asosiy ta’sir eksentriklik va dreyf hissasiga to‘g‘ri keladi, bu esa keyingi tahlil bosqichida muhim ahamiyatga ega bo‘ladi.

Aniqlangan barcha standart noaniqliklarni yagona model doirasida birlashtirish uchun yig‘indi standart noaniqlik (13)-formulaga muvofiq hisoblandi. Bu jarayonda har bir manbaning kvadratik ulushi hisobga olindi, chunki aynan ushbu yondashuv GUM standartida tavsiya etilgan va u noaniqliklarni mustaqil manbalar sifatida qarashni nazarda tutadi [1]. Hisob-kitoblarni amalga oshirishda oldingi bosqichda aniqlangan qiymatlar qo‘llanildi, ya’ni:

u_{rep} = 0,000013 g,u_{ecc} = 0,000289 g, u_d = 0,000058 g, u_{air} = 0,000173 g,u_{drift} = 0,000173 g.

Ushbu qiymatlar (13)-formulaga qo‘yilib, yig‘indi standart noaniqlik quyidagicha aniqlandi:

$$u_c = \sqrt{[(0.000013)^2 + (0.000289)^2 + (0.000058)^2 + (0.000173)^2 + (0.000173)^2]} \quad (19)$$

hisoblash natijasida: u_c = 0.00034 g qiymati olindi. Ushbu natija analitik tarozining umumiy standart noaniqligini ifodalaydi va u barcha manbalarning yig‘indi ta’sirini qamrab oladi.

Keyingi bosqichda kengaytirilgan noaniqlik (14)-formulaga muvofiq hisoblandi:

$$U = 2*0.00034 = 0.00068 \text{ g} \quad (20)$$

bu yerda **k = 2** deb qabul qilingan bo‘lib, bu taxminan 95% ishonchlilik darajasiga mos keladi [1]. Olingan natijalarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, umumiy noaniqlikning asosiy qismi eksentriklik va dreyf hissasiga to‘g‘ri keladi, chunki ularning kvadratik ulushi boshqa manbalarga nisbatan ancha katta hisoblanadi. Takrorlanuvchanlik esa juda kichik qiymatga ega bo‘lib, uning ta’siri deyarli sezilmaydi. Bu esa analitik tarozilarda asosiy muammo tasodifiy emas, balki sistematik omillar bilan bog‘liq ekanligini ko‘rsatadi. Shu tariqa, hisob-kitob natijalari matematik modelning to‘g‘ri tuzilganligini va uni amaliyotda qo‘llash mumkinligini tasdiqlaydi.

Yig‘indi standart noaniqlik aniqlanganidan so‘ng, har bir manbaning umumiy noaniqlikka qo‘shadigan ulushini baholash muhim ahamiyatga ega bo‘lib, bu jarayon **noaniqlik budjeti tahlili** deb ataladi va u o‘lchash jarayonida qaysi omillar ustun ta’sirga ega ekanligini aniqlash imkonini beradi [1]. Ushbu maqsadda har bir manbaning nisbiy ulushi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\delta_i = (u_i^2 / u_c^2)\ 100\% \quad (21)$$

ISSN 3030-3907

bu yerda δ_i — i-manbaning ulushi,u_i — alohida noaniqlik,u_c — yig‘indi standart noaniqlik hisoblanadi.Hisob-kitob natijasida eksentriklik uchun: $\delta_{ecc} = (0.000289)^2 / (0.00034)^2 * 100\% \approx 72\%$ (22), dreyf uchun:$\delta_{drift} \approx 26\%$ (23)

Diskretlik uchun taxminan 3% va takrorlanuvchanlik uchun 0,05% atrofida qiymatlar olindi. Ushbu natijalardan ko‘rinib turibdiki, umumiy noaniqlikning asosiy qismi eksentriklik va dreyf hissasiga to‘g‘ri keladi, bu esa ularni dominant manbalar sifatida qarash mumkinligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, takrorlanuvchanlik va diskretlik kabi omillar juda kichik ulushga ega bo‘lib, ularning ta’siri amalda deyarli sezilmaydi. Bu holat GUM talablariga mos keladi, chunki noaniqlikni kamaytirishda asosiy e’tibor katta ulushga ega manbalarga qaratilishi lozim [1]. Shu tariqa, noaniqlik budjeti tahlili natijasida o‘lchash jarayonidagi asosiy muammolar aniqlandi va ularni bartaraf etish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish imkoniyati yaratildi.

Xulosa o‘rnida shuni aytish kerakki, noaniqlikni kamaytirish samaradorligini baholash uchun dominant manbalar 30–50% ga kamaytirilsa, umumiy noaniqlik 25–40% gacha pasayishi mumkin, bu esa amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega natija hisoblanadi. Bu holat modellashtirish natijalarining amaliy qo‘llanilishini yanada asoslaydi va ularning ishonchliligini tasdiqlaydi.

Shu bilan birga, mazkur tadqiqot natijalari asosida laboratoriyalarda noaniqlikni baholash va nazorat qilish bo‘yicha standartlashtirilgan usullarni joriy etish mumkin bo‘lib, bu o‘lchash natijalarining xalqaro talablarga muvofiqligini ta’minlaydi [3]. Shu tariqa, ishlab chiqilgan yondashuv nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham yuqori ahamiyatga ega bo‘lib, uni metrologiya amaliyotida keng qo‘llash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. JCGM 100:2008. O‘lchash ma’lumotlarini baholash — o‘lchash noaniqligini ifodalash bo‘yicha qo‘llanma (GUM). Xalqaro metrologiya qo‘mitalari, 2008.
2. EURAMET cg-18 (2015). Avtomatik bo‘lmagan tarozilarni kalibrlash bo‘yicha qo‘llanma. Yevropa milliy metrologiya institutlari uyushmasi.
3. OIML R 111-1:2004. E1, E2, F1, F2, M1, M2, M3 sinf tarozi toshlari — metrologik va texnik talablar. Xalqaro qonuniy metrologiya tashkiloti.
4. ISO/IEC 17025:2017. Sinov va kalibrlash laboratoriyalarining vakolatliligiga qo‘yiladigan umumiy talablar. Xalqaro standartlashtirish tashkiloti.
5. BIPM. Xalqaro birliklar tizimi (SI). 9-nashr. Xalqaro o‘lchovlar va tarozilar byurosi, 2019.
6. Koks M.G., Harris P.M. Metrologiyada eng yaxshi amaliyot bo‘yicha qo‘llanma №6: Noaniqlikni baholash. Milliy fizika laboratoriyasi, Buyuk Britaniya, 2006.
7. Willink R. O‘lchash noaniqligi va ehtimollik nazariyasi. Cambridge University Press, 2013.

ISSN 3030-3907

8. Bell S. O‘lchash noaniqligi bo‘yicha boshlang‘ich qo‘llanma. Milliy fizika laboratoriyasi, 1999.
9. Taylor J.R. Xatoliklar tahliliga kirish: fizik o‘lchashlarda noaniqliklar. University Science Books, 1997.
10. Rabinovich S.G. O‘lchash xatoliklari va noaniqliklari: nazariya va amaliyot. Springer, 2005.
11. Ku H.H. Xatoliklarni tarqatish formulalaridan foydalanish bo‘yicha izohlar. Milliy standartlar byurosi jurnali, 1966.
12. EURAMET cg-13 (2015). Temperatura sensorlarini kalibrlash bo‘yicha qo‘llanma.
13. Bich W., Cox M., Harris P. “O‘lchash noaniqligini ifodalash bo‘yicha qo‘llanma” rivojlanishi. *Metrologia* jurnali, 2006.
14. ISO 9001:2015. Sifat menejmenti tizimlari — talablar. Xalqaro standartlashtirish tashkiloti.
15. OIML D 28:2004. Havoda tortish natijasining shartli qiymati. Xalqaro qonuniy metrologiya tashkiloti.

ISSN 3030-3907