

ТАРОЗИЛАРНИ КАЛИБРЛАШДА НОАНИҚЛИКНИ БАҲОЛАШ

Сунатулло Нуриддин ўғли МЕЙЛИЕВ

доцент

Қарши давлат техника университети

Қарши, Ўзбекистон

sunatullomeyliyev0@gmail.com

Назокат Уктам кизи ЮЛДОШЕВА

ассистент

Қарши давлат техника университети

Қарши, Ўзбекистон

Наргиза Толмас кизи ҲАҚБЕРДИЕВА

магистрант

Қарши давлат техника университети

Қарши, Ўзбекистон

Аннотация

Мақолада ҳар хил турдаги замонавий электрон тарозилар учун меъёрий ҳужжатларга асосан аниқланадиган метрологик характеристикаларнинг математик моделини ишлаб чиқариш масаласи кўриб чиқилган ва шу математик моделлар асосида тарозиларни калибрлашда ноаниқлигини баҳолаш бўйича қатор тавсиялар берилган.

Таянч сўзлар: аккредитланган лабораториялар, аниқлик характеристикалари, эҳтимоллик қамрови, математик модел, қамров коэффициенти, шартланган ноаниқлик, бирлашган ЎҚО, цикллар сони.

ОЦЕНКА НЕТОЧНОСТИ ПРИ КАЛИБРОВКЕ ВЕСОВ

Сунатулло Нуриддин ўғли МЕЙЛИЕВ

доцент

Каршинский государственный технический университет

Қарши, Ўзбекистон

Электронная почта: sunatullomeyliyev0@gmail.com

Назокат Уктам кизи ЮЛДОШЕВА

ассистент

Каршинский государственный технический университет

Қарши, Ўзбекистон

Наргиза Толмас кизи ҲАҚБЕРДИЕВА

магистрант

Каршинский государственный технический университет

Қарши, Ўзбекистон

Аннотация

В статье рассматривается вопрос разработки математической модели метрологических характеристик, определяемых на основе нормативных документов для различных типов современных электронных весов, и на базе этих математических моделей дается ряд рекомендаций по оценке неточности при калибровке весов.

Ключевые слова: аккредитованные лаборатории, характеристики точности, вероятностный охват, математическая модель, коэффициент охвата, условная неточность, СКО-среднее квадратическое отклонение, количество циклов.

Лабораторияларда ишнинг сифатли юритилиши бевосита сифат билан боғлиқ экан, ўлчаш ва синаш лабораторияларининг компетентлигига талаблар белгиланган халқаро стандарт ISO/IEC 17025 стандартини тилга олиб ўтишимиз ўринлидир. Мазкур стандартнинг 5.4.6-бандига асосан лабораторияларда ноаниқликни баҳолаш процедуралари (тартиб-таомиллари) мавжуд бўлиши керак.

ISO/IEC 17025 синаш ва калибрлаш лабораторияларининг компетентлигига бўлган талабларни ўзида мужассамлаштирган халқаро стандарт қабул қилиниши билан аккредитатланган лабораторияларда ўлчашлар ноаниқликни баҳолашнинг *асосий ва мажбурий* талаблари асосида бўладиган бўлди [2].

Асосий ноаниқлик характеристикаси – ўртача квадратик оғиш(ЎКО) қиймати аксарият компараторларда қуйидагича аниқланади:

ЎКО ни аниқлашдан олдин компараторнинг ишлатилиши бўйича ҳужжатига асосан созлаш-юстирлаш ишлари амалга оширилади. Компараторни созлаш-юстирлаш ишлари якунланганидан сўнг тегишли функция орқали компаратор нол қийматга келтирилади [7].

Компараторнинг ишлатилиши бўйича ҳужжатига мувофиқ ЎКО қийматини аниқлаш учун *M* юкланишдаги тошлар танланади.

Ўлчашларни ўтказишдан олдин компаратор энг аниқ ўлчаш режимига ўтказилиши керак.

ЎКО қиймати қуйидагича кетма-кетликда аниқланади:

Компараторга 10 та АВА циклидаги 30 марта тошлар юкланишини олинади. А – тош ва В – тош сифатида бир хил номинал қийматдаги тошлардан фойдаланилади. Ушбу операция қуйидаги кетма-кетликда амалга оширилади:

- 1) « $\rightarrow 0/T \leftarrow$ » тугмасини босиш орқали нол кўрсатиш ўрнатилади;
- 2) компаратор юк қабул қилиш палласининг марказий-симметрик қисмига битта тош ўрнатилади;
- 3) кўрсатишлар (ишлатиш қўлланмасига мувофиқ) турғунлашгандан кейин

« $\rightarrow 0/T \leftarrow$ » босилади ва нол ҳолат ҳосил қилинади;

- 4) тош олинади ва яна шу марказий симметрик ҳолатга ўша тош қўйилати ҳамда кўрсатишлар турғунлашганидан кейин (A_1) кўрсатиш ёзиб олинади;
- 5) тош олинади ва 5–10 секунддан кейин иккинчи тош марказий-симметрик ҳолатга ўрнатилади, кўрсатишлар турғунлашгандан кейин эса (B) кўрсатиш ёзиб олинади;
- 6) тош олинади ва 5–10 секунддан кейин яна биринчи тош марказий-симметрик ҳолатга ўрнатилади, кўрсатишлар турғунлашгандан кейин эса (A_2) кўрсатиш ёзиб олинади;
- 7) массаларни кўрсатишларнинг фарқи қиймати қуйидаги ифодадан ҳисобланади:

$$D = B - \frac{A_1 + A_2}{2} \quad (1)$$

Ўлчаш натижаларини қайта ишлаш

1) дан 7) гача бўлган операциялар 10 мартадан камида 3 кун такрорланади. Олинган D нинг ўнта қийматида солиштириш усулидаги компаратор кўрсатишининг ЎКО қиймати қуйидаги ифода орқали ҳисобланади:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (D_{ij} - \bar{D}_q)^2}{9}} \quad (2)$$

бу ерда, q – кунлар сони;

Олинган ЎКО қийматлари компараторнинг техник хужжатларида келтирилган қийматлардан ошиб кетмаслиги керак.

Кўрсатишларнинг бирлашган ЎКО қиймати – s_{pool} ни аниқлаш:

Дастлаб массаларнинг фарқи қийматининг ўртача қиймати D_q аниқланади:

$$D_q = \frac{1}{q} \cdot \sum_{j=1}^q D_j \quad (3)$$

q кун бўйича ЎКО қиймати қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$s(D_q) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^q (D_j - D_q)^2}{q-1}} \quad (4)$$

бу ерда D_j – j -кундаги массалар фарқининг ўртача қиймати

3 кун ичида олинган ЎКО ларнинг ўртача қиймати қуйидаги ифода орқали ҳисобланади:

$$s(D) = \frac{1}{q} \cdot \sum_{j=1}^q D_{qj} \quad (5)$$

Бирлашган ЎКО қиймати s_{pool} эса ушбу ифода бўйича аниқланади

$$s_{pool} = \sqrt{\frac{q \cdot (r-1)}{r \cdot q - 1} \cdot s(D)^2 + \frac{r \cdot (q-1)}{r \cdot q - 1} \cdot s(D_q)^2} \quad (6)$$

бу ерда r – бир кундаги цикллар сони ($r = 10$).[6]

Қуйида Швейцариянинг Mettler-Toledo фирмасида ишлаб чиқарилган XP2U/M моделидаги компаратор учун ҳисобланган бирлашга ЎКО қийматини ҳисоблаш бўйича мисол келтирилади:

Баённома № 01	
Ультрамикротарози-компаратор модели:	<u>XP2U/M</u>
Компараторнинг завод рақами:	<u>B411395432</u>
Бирлашган ЎКО, μg	$S_{pool} = $ <u>0,766</u>

Хулоса:

XP2U/M туридаги ультрамикротарози компараторининг ЎКО қиймати

Мазкур ўлчаш воситасининг тури таърифида белгиланган талабларга мувофиқ деб топилди

компаратор модели:			XP2U/M					Эталон:		А	
Компараторнинг завод рақаи:			B411395432					Текш.:		В	
Сана	1-кун			2-кун			3-кун				
Темп.	бошл.	21,1	°C	в нач.		20,7 °C		в нач.		21,2 °C	
°C да	тугаш.	21,8	°C	в кон.		20,6 °C		в кон.		21,2 °C	
Ҳаво намлиги	бошл.	43	%	в нач.		39,0 %		в нач.		41,0 %	
в %	тугаш.	43	%	в кон.		41,0 %		в кон.		41,0 %	
Атм.бос.	бошл.	966,57	hPa	в нач.		1007,0 hPa		в нач.		997,7 hPa	
mbar	тугаш.	966,58	hPa	в кон.		1006,4 hPa		в кон.		996,9 hPa	
Ҳаво зичлиги		Кунлар сони: q= 3									
в kg/m³											

Кунлар сони: $q = 3$
 Цикллар сони: $r = 10$

Цикл рақами	Солишт. схемаси	1-кун	фарқ, μg да	2-кун	фарқ, μg да	3-кун	фарқ, μg да
		қўрсатиш		қўрсатиш		қўрсатиш	

1	A	0,00	-12,65	0,00	-13,05	0,00	-13,05
	B	-11,70		-13,30		-12,40	
	B	-12,10		-13,70		-12,30	
	A	1,50		-0,90		1,40	
2	A	1,70	-11,85	-0,50	-13,3	1,40	-12,95
	B	-9,30		-14,10		-11,10	
	B	-9,20		-14,10		-10,80	
	A	3,50		-1,10		2,60	
3	A	3,10	-12	-1,10	-13,45	2,40	-12,85
	B	-8,50		-14,70		-9,70	
	B	-8,50		-14,20		-9,50	
	A	3,90		-0,90		4,10	
4	A	4,00	-12,8	-1,10	-13,4	4,40	-12,4
	B	-8,10		-14,50		-7,60	
	B	-8,20		-14,40		-7,40	
	A	5,30		-1,00		5,40	
5	A	4,90	-12,85	-1,10	-13,3	5,90	-12,65
	B	-7,60		-14,50		-6,00	
	B	-7,40		-14,70		-5,90	
	A	5,80		-1,50		7,50	
6	A	5,10	-12,55	-1,60	-12,85	7,40	-13
	B	-6,90		-14,60		-5,10	
	B	-6,40		-14,70		-5,00	
	A	6,70		-2,00		8,50	
7	A	6,60	-12,4	-2,30	-13,45	8,70	-13,05
	B	-5,10		-15,90		-3,60	
	B	-5,70		-15,70		-3,40	
	A	7,40		-2,40		10,40	
8	A	6,90	-12,4	-2,10	-13,15	10,80	-13,2
	B	-4,50		-15,80		-2,00	
	B	-5,00		-15,70		-1,60	
	A	8,40		-3,10		12,00	
9	A	8,50	-12,65	-3,20	-12,65	12,00	-12,85
	B	-3,60		-15,80		0,00	
	B	-3,40		-15,90		0,00	
	A	9,80		-3,20		13,70	
10	A	10,20	-12,5	-3,50	-13,3	13,90	-12,75
	B	-2,00		-16,90		1,90	
	B	-2,00		-17,30		2,00	
	A	10,80		-4,10		15,50	
		$\Delta m q_1 =$	-12,465	$\Delta m q_2 =$	-13,190	$\Delta m q_3 =$	-12,875
		$S(\Delta m q_1) =$	0,323	$S(\Delta m q_2) =$	0,267	$S(\Delta m q_3) =$	0,231
		$\Delta m q =$	-12,8433		$S(\Delta m) =$	0,274	
		$S(\Delta m q) =$	0,364		S_{pool}	0,401	

Маълумки Республикамизда ноавтоматик тарозиларни қийёслаш усуллари

ГОСТ 8.453-82 “ГСИ. Весы для статического взвешивания. Методы и средства

поверки”, ГОСТ 8.520-2005 “ГСИ. Весы лабораторные. Методика поверки”, давлатлараро стандартлари ва ГОСТ OIML R 76-1–2011 “ГСИ. Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования – Испытания” давлатлараро стандартининг ДА-иловасида белгиланган [10]. Мисол тариқасида ҳозирги кунда оммавий тарзда қўлланилаётган замонавий турдаги электрон тарозилар учун санаб ўтилган стандартларга асосан аниқланадиган метрологик характеристикалар ва уларни аниқлашда амалга ошириладиган ўлчашларнинг математик моделлари, 1-жадвалда келтирилган:

1-жадвал

Амалдаги меъёрий ҳужжатларга асосан тарозиларни қиёслашда аниқланадиган метрологик характеристикаларнинг математик модели

№	Аниқланадиган метрологик характеристика	Математик модели
ГОСТ 8.453-82 га асосан		
1.	Тарозининг юкланишдаги хатолигини аниқлаш	$\Delta = I - L$
2.	Тарози кўрсатишининг юкнинг паллада жойлашувига боғлиқ эмаслиги	$\Delta = I - L$
3.	Тарозининг сезгирлигини аниқлаш	$e \leq I_{L+1,4e} - I_L$
ГОСТ 8.520-2005 га асосан $e = d$ ва $e = 2d$ тарозилар учун		
1.	Тарозининг нолга ўрнатиш қурилмаси хатолигини аниқлаш	$\Delta_0 = I_0 - L_0 + 0,5e - \Delta L$
2.	Тарозининг марказий-симметрик ҳолатдаги хатолигини аниқлаш	$\Delta = I - L + 0,5e - \Delta L$
3.	Тарозининг номарказий-симметрик ҳолатдаги хатолигини аниқлаш	$\Delta = I - L + 0,5e - \Delta L$
4.	Тарозининг тарани танлаш ёки компенсациядан кейинги хатолигини аниқлаш	$\Delta = I - L + 0,5e - \Delta L$
5.	Тарози кўрсатишлари	$R = I_{kmax} - I_{kmin}$
6.	Тарозининг сезгирлигини аниқлаш	$d \leq I_{L+1,4d} - I_L$
ГОСТ 8.520-2005 га асосан $e \geq 5d$ тарозилар учун		
1.	Тарозининг марказий-симметрик ҳолатдаги хатолигини аниқлаш	$\Delta = I - L$
2.	Тарозининг номарказий-симметрик ҳолатдаги хатолигини аниқлаш	$\Delta = I - L$
3.	Тарозининг тарани танлаш ёки компенсациядан кейинги хатолигини аниқлаш	$\Delta = I - L$
4.	Тарози кўрсатишлари	$R = I_{max} - I_{min}$
5.	Тарозининг сезгирлигини аниқлаш	$d \leq I_{L+1,4d} - I_L$
ГОСТ OIML R 76-1 – 2011 нинг ДА-иловасига асосан $e = d$ ва $e = 2d$ тарозилар учун		
1.	Тарозининг нолга ўрнатиш қурилмаси	$\Delta_0 = I_0 - L_0 + 0,5e - \Delta L$

№	Аниқланадиган метрологик характеристика	Математик модели
	хатолигини аниқлаш	
2.	Тарозининг марказий-симметрик ҳолатдаги хатолигини аниқлаш	$\Delta = I - L + 0,5e - \Delta L$
3.	Тарозининг номарказий-симметрик ҳолатдаги хатолигини аниқлаш	$\Delta = I - L + 0,5e - \Delta L$
4.	Тарозининг оғиш ҳолатидаги хатоликни аниқлаш	$\Delta = I - L + 0,5e - \Delta L$
5.	Тарозининг тарани танлаш ёки компенсациядан кейинги хатолигини аниқлаш	$\Delta = I - L + 0,5e - \Delta L$
6.	Тарози кўрсатишлари	$R = I_{kmax} - I_{kmin}$
7.	Тарозининг сезгирлигини аниқлаш	$d \leq I_{L+1,4d} - I_L$
ГОСТ OIML R 76-1 – 2011 нинг ДА-иловасига асосан $e \geq 5d$ тарозилар учун		
8.	Тарозининг марказий-симметрик ҳолатдаги хатолигини аниқлаш	$\Delta = I - L$
9.	Тарозининг номарказий-симметрик ҳолатдаги хатолигини аниқлаш	$\Delta = I - L$
1.	Тарозининг оғиш ҳолатидаги хатоликни аниқлаш	$\Delta = I - L$
2.	Тарозининг тарани танлаш ёки компенсациядан кейинги хатолигини аниқлаш	$\Delta = I - L$
3.	Тарози кўрсатишлари	$R = I_{max} - I_{min}$
4.	Тарозининг сезгирлигини аниқлаш	$d \leq I_{L+1,4d} - I_L$

Изоҳ: бу ерда, Δ – хатолик; I – тарози кўрсатиши; L – намунавий тошнинг ҳақиқий массаси; E – тарозининг қиёслаш бўлинмаси қиймати; D – тарозининг ҳақиқий бўлинмаси қиймати; Δ_0 – нол ҳолатидаги хатолик; I_0 – нолга яқин юкланишдаги кўрсатиш; L_0 – нолга яқин юкланиш; R – тарози кўрсатишлари- нинг размахи; I_{max} – размахни аниқлашдаги максимал кўрсатиш; I_{min} – размахни аниқлашдаги минимал кўрсатиш; I_{kmax} – размахни аниқлашдаги тўғриланган максимал кўрсатиш; I_{kmin} – размахни аниқлашдаги тўғриланган минимал кўрсатиш.

Юқорида келтирилган математик моделлар асосида ўлчашлар ноаниқлигини баҳолашга мисол сифатида қуйидаги ($\Delta = I - L$) модел учун йиғинди стандарт ноаниқлик қуйидагича баҳоланиши мумкин:

$$u_c = \sqrt{u_I^2 + u_L^2 + u_{\text{атр.м.}}^2} \quad (7)$$

бу ерда, u_I – кўрсатишларнинг стандарт ноаниқлиги;

u_L – намунавий тошнинг ҳақиқий массаси ноаниқлиги;

$u_{\text{атр.м.}}$ – атроф-муҳит таъсирининг ноаниқлиги.

Мазкур ҳолат учун $P=0,95$ га тенг деб қабул қилсак ва бунда қамров коэффициенти $k=2$ бўлса унда кенгайтирилган ноаниқлик U қуйидагича аниқланади:

$$U = k \cdot u_c \quad (8)$$

Тарозиларни калибрлашда ноаниқликни баҳолаш бўйича EURAMET худудий метрологик ташкилотининг EURAMET cg-18 “Guidelines on the Calibration of Non-Automatic Weighing Instruments” қўлланмасида батафсил тавсиялар берилган. Шунингдек Халқаро қонунлаштирувчи метрология ташкилоти OIML нинг тавсиялари асосида тарозилар ноаниқлигини баҳолаш бўйича қатор тавсиялар берилган. Қуйида мазкур тавсиялар ёритиб ўтилади.

Тарозининг ноаниқлиги u_{ba}

Тарози сезгирлигининг шартланган ноаниқлиги

Агарда тарози сезгирликни аниқлаш учун $u(m_s)$ стандарт ноаниқликли m_s масса тошлар (ёки тош) дан фойдаланган ҳолда калибрланса, тарози сезгирлигининг шартланган ноаниқлик ташкил этувчиси қуйидаги ифода орқали топилади:

$$u_s^2 = (\overline{\Delta m_c})^2 \left(\frac{u^2(m_s)}{m_s^2} + \frac{u^2(\Delta I_s)}{\Delta I_s^2} \right), \quad (9)$$

бу ерда ΔI_s – сезгирликни аниқлаш учун шартли тошнинг тарози кўрсатишининг ўзгариши;

$u(\Delta I_s)$ – ΔI_s нинг ноаниқлиги;

$\overline{\Delta m_c}$ – солиштирилаётган тошлар массалари фарқининг ўртача қиймати.

Агар сезгирлик доимий бўлмаса вақт, ҳарорат ва юкланиш бўйича унинг ўзгаришини ноаниқлик ташкил этувчиси сифатида қўшиш зарур.

Рақамли тарози дисплейи имкониятининг шартланган ноаниқлиги

Рақамли ҳисоб қурилмасига эга бўлган ҳақиқий шкала интервали қиймати d бўлган тарози учун дисплей имкониятининг шартланган ноаниқлиги қуйидагича аниқланади:

$$u_d = \left(\frac{d/2}{\sqrt{3}} \right) \times \sqrt{2}. \quad (10)$$

$\sqrt{2}$ коэффициент икки кўрсатиш: бири эталон тошлардан фойдаланилганда, иккинчиси текширилувчи тошдан фойдаланилганда кўрсатишлардан олинади.

Юк қабул қилиш платформасидаги юкланишининг номарказий ҳолатидаги шартланган ноаниқлик учун мақбул ечим:

$$u_E = \frac{\frac{d_1}{d_2} \cdot D}{2 \cdot \sqrt{3}}, \quad (11)$$

бу ерда D – ГОСТ OIML R 76-2 давлатларaro стандартига асосан амалга оширилган юк қабул қилиш платформасидаги номарказий ҳолатдаги синашлар натижаларидан олинган максимал ва минимал қийматлар ўртасидаги фарқ

d_1 – тошлар марказлари ўртасида баҳоланган масофа;

d_2 – тарози палласи марказидан бурчакларидан биригача масофа.

Аксарият ҳолларда u_E ноаниқлик ташкил этувчиси ҳамда u_w массани аниқлаш жараёни ноаниқликлари ҳисобга олинмайди.

Фойдаланилган адабиётлар:

1. Хакимов О.Ш., Латипов В.Б., Бойматов Н. Внедрение оценки неопределенности измерений в Республике Узбекистан // J.STANDART, №1/2007,
2. Эшкобилов О.Х., Мейлиев С.Н., Чуллиев З. Роль графита и волокнистых наполнителей в регулировании антифрикционных свойств полимерных композитов // Universum: технические науки, 2025. – №2 (131). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/19435>;
3. Эшкобилов О.Х., Мейлиев С.Н. Исследование возможности загорания хлопка-сырца при его взаимодействии с рабочими органами хлопковых машин и механизмов из конструкционных и композиционных полимерных материалов // Композиционные материалы, 2024. – №4.
4. Эшкобилов О.Х., Мейлиев С.Н. Методы определения антифрикционных свойств композиционных полимерных материалов при взаимодействии с хлопком-сырцом // Композиционные материалы, 2024. – №4.
5. Эшкобилов О.Х., Мейлиев С.Н., Чуллиев З. Современный метод и усовершенствованная установка для определения антифрикционных свойств

композиционных полимерных материалов // Ta'limda zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini qo'llash afzalliklari, muammolar va yechimlari: respublika ilmiy-nazariy anjumanining materiallari to'plami (2025 yil 26- mart).

6. ISO/IEC 17025:2005. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий;

7. ILAC-G17:2002. Введение концепции неопределенности измерений при испытаниях с учетом применения стандарта ISO/IEC 17025 (Introducing the Concept of Uncertainty of Measurement in Testing in Association with the Application of the Standard ISO/IEC 17025)

8. ГОСТ OIML R 111-1 – 2009 “Гири классов E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 и M3 . Часть 1. Метрологические и технические требования” давлатлараро стандарти;

9. ГОСТ OIML R 76-1 – 2011 «Весы неавтоматического действия. Метрологические и технические требования – Испытания» халқаро тавсия асосидаги давлатлараро стандарти;

10. Cho'lliyev Z.F. TEST Injineering and Management March-April 2020 ISSN: 0193-4120 Page No. 844 – 848.

11. Cho'lliyev Z.F. Physical And Technological Basis For Formation Of Coatings By Electric Contact Sintering Belarus BNTU konferensiya, 2022-yil