

**RAQAMLI O'LCHASH VOSITALARINING ANIQLIGINI
TA'MINLASHDA METROLOGIK TA'MINOTNING O'RNI**

**РОЛЬ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОБЕСПЕЧЕНИИ
ТОЧНОСТИ ЦИФРОВЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ.**

**THE ROLE OF METROLOGICAL SUPPORT IN ENSURING THE
ACCURACY DIGITAL MEASURING INSTRUMENTS**

Tugalov Bobur Qarshiboy o'g'li

¹*Katta o'qituvchi, Toshkent arxitektura-qurilish universiteti.*

boburtugalov66@gmail.com +99897 134-02-94

Shuxratov Azamat Shuxrat o'g'li

²*Talaba, Toshkent arxitektura-qurilish universiteti.*

azamatshuxratov01@gmail.com +99893 808-01-13

Annotatsiya: Ushbu maqolada raqamli o'lchash vositalarining aniqligini ta'minlashda metrologik ta'minotning o'rni va ahamiyati tahlil qilingan. Ushbu ishda raqamli o'lchash vositalarining aniqligini ta'minlashda metrologik ta'minotning tutgan o'rni va ahamiyati yoritib berilgan. Zamonaviy raqamli o'lchash vositalarining metrologik xususiyatlari, o'lchash aniqligi va ishonchliligiga ta'sir etuvchi omillar tahlil qilingan. Metrologik ta'minot tizimining asosiy tarkibiy qismlari - kalibrlash, verifikatsiya, metrologik nazorat hamda etalonlarga izchillik masalalariga alohida e'tibor qaratilgan. Shuningdek, raqamli o'lchash vositalarini muntazam metrologik tekshiruvdan o'tkazish o'lchash natijalarining bir xilligi va ishonchliligini ta'minlashda muhim ekanligi asoslab berilgan. Ish natijalari sanoat, energetika va ilmiy tadqiqot sohalarida raqamli o'lchash vositalaridan samarali foydalanishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: raqamli o'lchash vositalari, metrologik ta'minot, o'lchash aniqligi, kalibrlash, o'lchash xatoligi

Ключевые слова: цифровые средства измерений, метрологическое обеспечение, точность измерений, калибровка, погрешность измерений

Keywords: digital measuring instruments, metrological support, measurement accuracy, calibration, measurement error

Kirish va tadqiqotning asoslanishi. Hozirgi zamonaviy sanoat, ilm-fan va texnika rivojida raqamli o'lchash vositalari muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ular yuqori aniqlik, tezkorlik va qulaylik kabi afzalliklarga ega. Biroq raqamli o'lchash vositalaridan olingan natijalarning ishonchliligi ularning metrologik ta'minoti bilan chambarchas bog'liqdir. Metrologik ta'minot o'lchashlarning aniqligi va bir xilligini kafolatlashga xizmat qiladi.

Raqamli o'lchash vositalari — bu fizik kattaliklarni raqamli ko'rinishda qayd etuvchi va aks ettiruvchi qurilmalardir. Ularga raqamli voltmetrlar, ampermetrlar, multimetrlar, raqamli termometrlar, bosim o'lchagichlar va boshqa qurilmalar kiradi. Ushbu vositalar inson omilidan kelib chiqadigan xatoliklarni kamaytiradi va o'lchash jarayonini avtomatlashtiradi.

Verifikatsiya va kalibrlashning ahamiyati

Raqamli o'lchash vositalarining aniqligi asosan **verifikatsiya** va **kalibrlash** jarayonlari orqali ta'minlanadi.

- **Verifikatsiya** — o'lchash vositasining belgilangan metrologik talablarga mosligini tekshirishdir.
- **Kalibrlash** — o'lchash vositasining ko'rsatkichlarini etalon bilan solishtirib, xatoliklarni aniqlash jarayonidir.

Metrologik ta'minot — bu o'lchashlar bir xilligini ta'minlashga qaratilgan tashkiliy, texnik va me'yoriy tadbirlar majmuasidir. U quyidagilarni o'z ichiga oladi:

- o'lchash birliklarini belgilash;
- davlat va ishchi etalonlardan foydalanish;
- o'lchash vositalarini kalibrlash va verifikatsiya qilish;
- metrologik nazorat va tekshiruv;
- me'yoriy hujjatlar bilan ta'minlash.

Endi raqamli o'lchash vositalari nima_ o'lchash borasida uzluksiz o'lchanayotgan kattalikni natijasi raqamli qayd etish qurilmasida yoki raqamlarni yozib boruvchi qurilmada diskret tarzda o'zgartirilib, indikatsiyalanadigan asboblarga aytiladi. Raqamli o'lchash asboblari hozirgi kunda juda keng tarqalgan.

KOMBINATSIYALANGAN RAQAMLI O'LCHASH ASBOBLARI

Hozirgi zamon elektronikasining elementlar bazasi keng imkoniyatlarga ega bo'lgan raqamli o'lchash asboblari yaratishga imkon beradi. Kombinatsiyalangan raqamli asboblari (KRA) ning asosiy qismi integrallovchi xossaga ega o'zgaras tok kuchaytirgichidan iborat. Kombinatsiyalangan raqamli asboblarning kirish qismiga o'zgaruvchan tokni o'zgaras tokka aylantiruvchi, qarshilik, induktivlik va sig'imni kuchlanishga o'zgartiruvchi o'zgartiruvchi ulanadi.



Kombinatsiyalangan raqamli o'lchash asboblari verifikatsiya qilish tartibi

Verifikatsiya — raqamli o'lchash vositasining belgilangan **metrologik talablarga** va **me'yoriy hujjatlarga** mosligini aniqlash jarayonidir. Uning asosiy maqsadi:

- o'lchash natijalarining aniqligi va ishonchliligini ta'minlash;
- o'lchash xatoliklarini aniqlash va baholash;
- o'lchash vositasining ekspluatatsiyaga yaroqliligini tasdiqlash

Verifikatsiya turlari

Raqamli o'lchash vositalari quyidagi hollarda verifikatsiyadan o'tkaziladi:

- **Boshlang'ich verifikatsiya** – ishlab chiqarilgandan yoki import qilingandan so'ng;
- **Davriy verifikatsiya** – belgilangan muddatlarda;
- **Navbatdan tashqari verifikatsiya** – ta'mirdan keyin, sozlash o'zgarganda yoki nosozlik aniqlanganda;
- **Inspeksiya verifikatsiyasi** – metrologik nazorat doirasida.

Verifikatsiyaga tayyorgarlik bosqichi

Ushbu bosqichda:

- o'lchash vositasining texnik hujjatlari tekshiriladi;
- qurilmaning tashqi ko'rinishi va komplektligi baholanadi;
- qurilma belgilangan **ishlash sharoitlariga** keltiriladi (harorat, namlik, kuchlanish);
- davlat etalonlariga izchil bo'lgan **namuna o'lchash vositalari** tayyorlanadi.

Verifikatsiyani o'tkazish jarayoni

Verifikatsiya quyidagi amallarni o'z ichiga oladi:

- **Funksional tekshiruv** – raqamli o'lchash vositasining barcha rejimlari ishlashi baholanadi;
- **Metrologik xarakteristikalarini aniqlash** – asosiy va qo'shimcha xatoliklar o'lchanadi;
- **Aniqlik sinovi** – o'lchash natijalari etalon bilan solishtiriladi;
- **Takrorlanuvchanlik va barqarorlikni tekshirish;**
- **Natijalarni qayd etish va tahlil qilish.**

So'nggi yillarda sanoatni raqamlashtirish, **Industry 4.0, aqlli ishlab chiqarish** va **IoT texnologiyalarining joriy etilishi** natijasida raqamli o'lchash vositalariga bo'lgan talab keskin oshdi. Bunday sharoitda o'lchash natijalarining aniqligi nafaqat texnik masala, balki **iqtisodiy samaradorlik, texnologik xavfsizlik va mahsulot sifatini** belgilovchi muhim omilga aylandi. Shu sababli raqamli o'lchash vositalarining aniqligini ta'minlashda **metrologik ta'minotning roli yanada dolzarb ahamiyat kasb etmoqda.**



Zamonaviy raqamli o'lchash vositalari murakkab datchik–analog–raqamli o'zgartirgich–mikroprotessor–dasturiy ta'minot zanjiriga ega. Ushbu zanjirning har bir bo'g'inida yuzaga keladigan xatoliklar jamlanib, o'lchash natijasining umumiy noaniqligini oshiradi. Ayniqsa, kvantlash xatoligi, raqamli filtrlash algoritmlarining noto'g'ri sozlanishi va dasturiy ta'minotdagi sistematik xatolar an'anaviy metrologik usullar bilan aniqlanishi qiyin bo'lgan muammolar sirasiga kiradi. Shu nuqtai nazardan, metrologik ta'minot faqat apparat qismigagina emas, balki dasturiy ta'minotni metrologik baholashga ham qaratilishi lozim.

Hozirgi vaqtda metrologik ta'minotning dolzarbligi **onlayn o'lchashlar va masofaviy monitoring tizimlari** bilan bog'liq holda yanada ortmoqda. Bunday tizimlarda o'lchash vositalarini an'anaviy davriy tekshirish yetarli bo'lmay, **holatga asoslangan kalibrlash (condition-based calibration)** va **avtomatlashtirilgan metrologik nazorat** usullarini joriy etish talab etilmoqda. Bu esa metrologik ta'minotni raqamli transformatsiya qilish zaruratini yuzaga keltiradi.

Raqamli o'lchash vositalarining aniqligini ta'minlashda **o'lchash noaniqligini baholash** alohida ahamiyatga ega. Xalqaro metrologiya amaliyotida qabul qilingan GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) talablari asosida noaniqlikni hisobga olish o'lchash natijalarining ishonchliligini oshiradi va ularni xalqaro darajada taqqoslash imkonini beradi. Metrologik ta'minot ushbu yondashuvni raqamli o'lchash vositalariga tatbiq etish orqali ularning amaliy qiymatini sezilarli darajada oshiradi.

No	Aniqlikka ta'sir etuvchi omil	Raqamli vositalarida o'lchash namoyon bo'lishi	Metrologik ta'minot orqali hal etilishi
1	Diskretlash (kvantlash) xatoligi	Analog signalni raqamlashtirishda aniqlikning yo'qolishi	ARO' aniqligini baholash va kalibrlash
2	Datchik xatoligi	Sensor sezgirligining o'zgarishi	Sensorlarni metrologik tekshirish
3	Dasturiy ta'minot xatolari	Hisoblash algoritmlarining noto'g'ri ishlashi	Dasturiy ta'minotni verifikatsiya qilish
4	Tashqi muhit omillari	Harorat, namlik va elektromagnit shovqinlar	Ish sharoitlarini normativlashtirish
5	Uzoq muddatli drift	Vaqt o'tishi bilan o'lchash aniqligining pasayishi	Davriy kalibrlash va monitoring
6	O'lchash noaniqligi	Natijalarning tarqoqligi	Noaniqlikni GUM asosida baholash
7	Ma'lumotlarni uzatish xatolari	Raqamli kanallarda signal buzilishi	Uzatish kanallarini metrologik nazorat
8	Kalibrlash oralig'i noto'g'ri tanlanishi	Aniqlikning pasayishi	Holatga asoslangan kalibrlash

Shuningdek, **sun'iy intellekt va ma'lumotlarni qayta ishlash algoritmlarining** o'lchash tizimlariga integratsiyalashuvi metrologik ta'minot oldiga yangi vazifalarni qo'yimoqda. O'lchash natijalarini avtomatik tuzatish, o'z-o'zini diagnostika qilish va prognozlash funksiyalari metrologik jihatdan asoslanmagan holda qo'llanilsa, noto'g'ri qarorlar qabul qilinishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli bunday tizimlar uchun **metrologik jihatdan asoslangan verifikatsiya va validatsiya mexanizmlarini ishlab chiqish** dolzarb masala hisoblanadi.



Xulasa va takliflar

Raqamli o'lchash vositalarining aniqligini ta'minlashda metrologik ta'minot muhim va ajralmas omil hisoblanadi. Zamonaviy sanoat, ilm-fan va texnologiya jarayonlarida o'lchash aniqligi mahsulot sifati, xavfsizlik va iqtisodiy samaradorlikka bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu bois raqamli o'lchash vositalarining metrologik jihatdan to'g'ri tashkil etilishi, kalibrlanishi va nazorat qilinishi dolzarb masaladir.

Metrologik ta'minot o'lchash vositalarining aniqlik darajasini belgilash, ularni davlat etalonlariga bog'lash, muntazam tekshiruv va kalibrlashdan o'tkazish, shuningdek normativ-huquqiy hujjatlar asosida faoliyat yuritishni o'z ichiga oladi. Bu jarayonda O'zbekiston milliy metrologiya instituti kabi vakolatli tashkilotlar muhim rol o'ynaydi.

Raqamli o'lchash vositalarining afzalligi – yuqori aniqlik, tezkorlik va inson omilini kamaytirishidir. Biroq dasturiy ta'minot xatolari, tashqi muhit ta'siri, elektron komponentlarning eskirishi kabi omillar aniqlikka salbiy ta'sir qilishi mumkin. Shuning uchun metrologik ta'minot nafaqat boshlang'ich tekshiruv, balki doimiy monitoring va modernizatsiyani ham talab etadi.

Takliflar

1 Metrologik nazoratni kuchaytirish – raqamli o'lchash vositalarini muntazam ravishda davlat tekshiruvlaridan o'tkazish va kalibrlash tizimini takomillashtirish.

2 Zamonaviy kalibrlash laboratoriyalarini rivojlantirish – xalqaro standartlarga mos laboratoriyalar sonini oshirish va ularni yuqori aniqlikdagi etalon uskunalar bilan jihozlash.

3 Kadrlar malakasini oshirish – metrologiya sohasida faoliyat yurituvchi mutaxassislarni muntazam o'qitish va malaka oshirish kurslarini tashkil etish.

4 Raqamli monitoring tizimlarini joriy etish – o'lchash vositalarining holatini masofadan kuzatish va diagnostika qilish imkonini beruvchi tizimlarni ishlab chiqish.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Хакимов О. Ш. “Метрология асослари”. Тошкент – 2017.
2. Р.Х. Алимов, Г.Т. Юлчиева, О.Қ. Рихсимбоев, Ш.А. Алишов Ахборот Технологияси ва Тизимлари. Тошкент – 2011.
3. А.А.Иминов,М.Х.Жаматов. “Бошқарувда Ахборот Технологиялари”. Тошкент 2017.
4. [WWW. Infocom.uz](http://WWW.Infocom.uz)
5. WWW.Tkti.uz
6. <https://www.softportal.com/get-9896-iso-9001-docflow.html>
7. https://www.fox-manager.com.ua/iso_9001.html