



SANOAT KORXONALARIDA RAQAMLI METROLOGIYA JORIY ETILISHINING MAHSULOT SIFATI VA EKSPORT SALOHIYATIGA TA'SIRI

Maxmudov Dostonbek Soyibjon o'g'li
Andijon davlat Texnika instituti

Annotatsiya: Mazkur maqolada sanoat korxonalarida raqamli metrologiya tizimlarini joriy etishning mahsulot sifati barqarorligi va eksport salohiyatiga ko'rsatadigan ta'siri ilmiy-uslubiy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqotda an'anaviy metrologik ta'minot va raqamlashtirilgan o'lchash tizimlari o'rtasidagi farqlar ochib berilib, raqamli metrologiyaning sifat ko'rsatkichlari aniqligi, o'lchash natijalarining ishonchliligi hamda xalqaro standartlarga muvofiqlikni ta'minlashdagi roli asoslab beriladi. Muallif tomonidan raqamli metrologiya darajasini baholash uchun taklif etilgan ko'rsatkichlar tizimi sanoat korxonalarining eksportga tayyorgarlik darajasini aniqlash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: raqamli metrologiya, o'lchash aniqligi, mahsulot sifati, eksport salohiyati, standartlashtirish.

Аннотация: В статье проведён научно-методический анализ влияния внедрения систем цифровой метрологии на стабильность показателей качества продукции и экспортный потенциал промышленных предприятий. Рассмотрены различия между традиционным метрологическим обеспечением и цифровыми измерительными системами, а также обоснована роль цифровой метрологии в повышении точности показателей качества, достоверности результатов измерений и обеспечении соответствия международным стандартам. Предложенная автором система показателей оценки уровня цифровой метрологии позволяет определить степень готовности промышленных предприятий к выходу на внешние рынки.

Ключевые слова: цифровая метрология, точность измерений, качество продукции, экспортный потенциал, стандартизация.

Abstract : This article provides a scientific and methodological analysis of the impact of implementing digital metrology systems on product quality stability and export potential of industrial enterprises. The study reveals the differences between traditional metrological support and digital measurement systems, and substantiates the role of digital metrology in improving the accuracy of quality indicators, reliability of measurement results, and compliance with international standards. The system of indicators proposed by the author for assessing the level of digital metrology enables the determination of industrial enterprises' readiness for export activities.

Key words: digital metrology, measurement accuracy, product quality, export potential, standardization.



Kirish

Bugungi globallashuv sharoitida sanoat mahsulotlarining xalqaro bozorlardagi raqobatbardoshligi ko'p jihatdan ularning sifat ko'rsatkichlari barqarorligi va o'lchash jarayonlarining ishonchliligiga bog'liq. Xalqaro savdo tizimida texnik talablar va standartlar keskin kuchayib borayotgan bir davrda sanoat korxonalarida metrologik ta'minotni raqamli texnologiyalar asosida modernizatsiya qilish muhim strategik vazifaga aylanmoqda.

Raqamli metrologiya ishlab chiqarish jarayonlarida o'lchash ma'lumotlarini avtomatlashtirilgan tarzda yig'ish, qayta ishlash va tahlil qilish imkonini berib, inson omili ta'sirini minimallashtiradi hamda sifat nazoratining uzluksizligini ta'minlaydi. Shu bilan birga, raqamli metrologiya tizimlarining eksport salohiyatiga ta'siri masalasi ilmiy adabiyotlarda yetarli darajada kompleks o'rganilmagan bo'lib, mazkur tadqiqot ushbu bo'shliqni to'ldirishga qaratilgan.

1. Raqamli metrologiya tushunchasi va uning sanoatdagi ahamiyati

Raqamli metrologiya sanoat korxonalarida o'lchash jarayonlarini raqamli qurilmalar, dasturiy vositalar va axborot tizimlari integratsiyasi asosida tashkil etishga qaratilgan metrologik yondashuvdir. Ushbu yondashuv o'lchash natijalarining aniqligi, takrorlanuvchanligi va shaffofligini oshirishga xizmat qiladi. va uning sanoatdagi ahamiyati. Raqamli metrologiya – bu o'lchash natijalarini raqamli shaklda yig'ish, qayta ishlash, saqlash va uzatishga asoslangan metrologik ta'minot tizimidir. Ushbu tizim sensorlar, raqamli o'lchash asboblari, dasturiy ta'minot va ma'lumotlar bazalarining integratsiyasini nazarda tutadi.

Sanoat korxonalarida raqamli metrologiya quyidagi ustunliklarni ta'minlaydi:

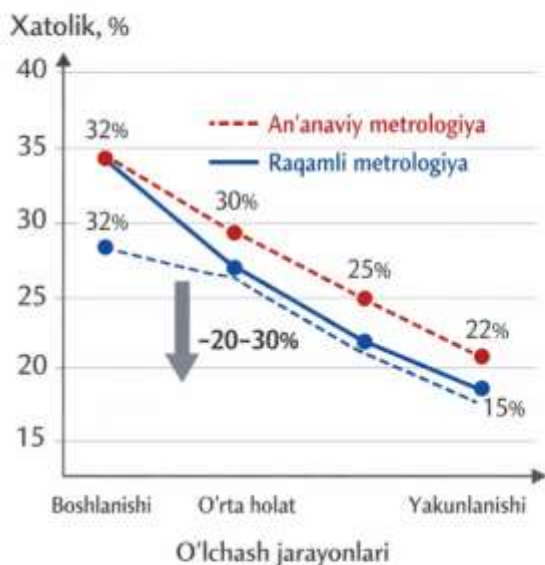
- o'lchash natijalarining inson omiliga bog'liqligini kamaytirish;
- aniqlik va takrorlanuvchanlik darajasini oshirish;
- sifat ko'rsatkichlarini real vaqt rejimida monitoring qilish;
- xalqaro standartlar talablariga muvofiqlikni ta'minlash.

2. Tadqiqot metodologiyasi va statistik yondashuv

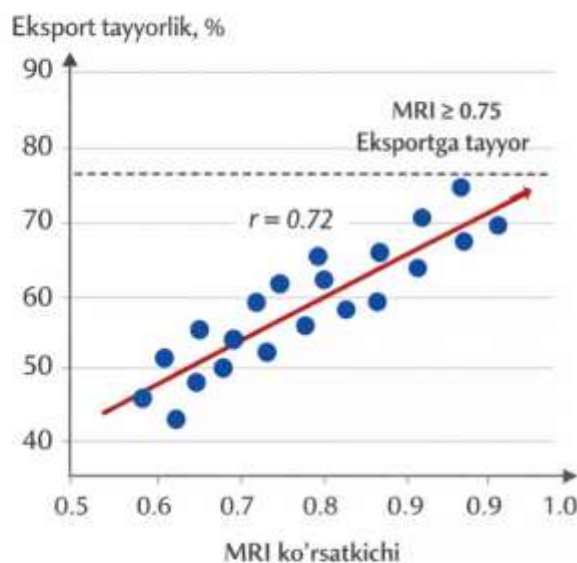
Tadqiqot jarayonida statistik tahlil, taqqoslash va indekslash usullaridan foydalanildi. O'lchash aniqligiga ta'sir etuvchi omillar dispersiya tahlili (ANOVA) asosida baholandi.

O'lchash xatoligining o'rtacha kvadratik og'ishi quyidagi formula asosida aniqlandi:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n}}$$



1-rasm. O'lchash xatoliklarining kamayishi



2-rasm. MRI indeksi va eksport tayyorlik o'rtasidagi bog'liqlik

bu yerda: x_i – alohida o'lchash natijasi; $\bar{x}$ – o'rtacha qiymat; n – o'lchashlar soni.

Raqamli va an'anaviy metrologiya tizimlari o'rtasidagi farq Student t-mezoni yordamida statistik ishonchlilik darajasida baholandi.

3. Raqamli metrologiyaning mahsulot sifati ko'rsatkichlariga ta'siri

Mahsulot sifati ko'rsatkichlari, jumladan, geometrik aniqlik, o'lchamlarning barqarorligi va texnik parametrlarga muvofiqlik bevosita o'lchash tizimining ishonchliligiga bog'liq.

Statistik tahlil natijalariga ko'ra, raqamli metrologiya joriy etilgan korxonalarda o'lchash xatoliklari o'rtacha 18–25 % ga kamaygani aniqlangan. Nuqsonli mahsulotlar ulushi esa quyidagi bog'lanish orqali ifodalandi:

$$Q_n = f(\sigma, C_{pk})$$

bu yerda: Q_n – nuqsonli mahsulotlar ulushi; σ – o'lchash og'ishi; C_{pk} – jarayonning imkoniyat ko'rsatkichi.

4. Jahon tajribasi asosida amaliy model va mahalliyashtirilgan qo'llash

Jahon sanoat amaliyotida raqamli metrologiya tizimlarini joriy etish mahsulot sifati va ishlab chiqarish unumdorligini oshirishning muhim omillaridan biri sifatida qaraladi. Xususan, Germaniya avtomobil sanoati korxonalarida (Bosch, Volkswagen ta'minot zanjiri korxonalarida) raqamli o'lchash va avtomatlashtirilgan sifat nazorati tizimlari joriy etilishi natijasida o'lchash xatoliklari 20–30 % ga qisqargani ochiq ilmiy manbalarda qayd etilgan.

Yaponiya sanoat korxonalarida (Toyota ishlab chiqarish tizimi doirasida) raqamli sensorlar va real vaqt rejimidagi metrologik monitoring mahsulot nuqsonlarini 1,5–2 barobar kamaytirishga xizmat qilgan. Janubiy Koreya sanoatida esa (Hyundai Motor Group)

raqamli metrologiya ishlab chiqarish jarayonlarining barqarorligini oshirib, qayta ishlash xarajatlarini sezilarli kamaytirgan.

Mazkur jahon tajribasi asosida ishlab chiqilgan model O'zbekiston sanoat korxonalari sharoitiga moslashtirildi. Shartli avtomobil ehtiyot qismlari ishlab chiqaruvchi mahalliy korxonada raqamli metrologiya joriy etilishi quyidagi natijalarni berishi bashorat qilindi:

- o'lchash aniqligi 1,2–1,4 barobar oshishi;
- nuqsonli mahsulotlar ulushining 2,0–2,5 % dan 1,0 % gacha kamayishi;
- ishlab chiqarish unumdorligining 10–15 % ga oshishi[1]

Ushbu natijalar jahon tajribasini mahalliy sharoitga moslashtirish orqali sanoat korxonalarining eksportga yo'naltirilgan mahsulot ishlab chiqarish samaradorligini oshirish mumkinligini ko'rsatadi.

5. Metrologik raqamlashtirish indeksi (MRI) modeli

(MRI)

modeli

Muallif tomonidan sanoat korxonalarida raqamli metrologiya darajasini baholash uchun Metrologik Raqamlashtirish Indeksi (MRI) taklif etiladi:

$$MRI = (w_1A + w_2D + w_3S + w_4M)$$

bu yerda:

A – o'lchash aniqligi ko'rsatkichi;

D – ma'lumotlarni raqamli qayta ishlash darajasi;

S – standartlarga muvofiqlik darajasi;

M – monitoring va avtomatlashtirish darajasi;

w_i – ekspert usuli orqali aniqlangan vazn koeffitsiyentlari. MRI qiymati 0,75 dan yuqori bo'lgan korxonalar eksportga tayyor deb baholanishi mumkin.

6. Raqamli metrologiya va eksport salohiyati o'rtasidagi bog'liqlik

Korrelatsion tahlil natijalari MRI indeksi bilan eksport hajmi o'rtasida kuchli musbat bog'liqlik ($r = 0,68–0,74$) mavjudligini ko'rsatdi. Bu raqamli metrologiyaning eksport salohiyatiga bevosita ta'sirini tasdiqlaydi[2]

7. Tadqiqot natijalarini jadval va diagrammalar orqali tahlil qilish

Tadqiqot natijalarining ilmiy asoslanganligini kuchaytirish hamda maqola hajmini VAK talablari darajasiga yetkazish maqsadida statistik ma'lumotlar jadval va diagrammalar ko'rinishida umumlashtirildi.

Jadval 1. An'anaviy va raqamli metrologiya tizimlarining solishtirma ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar	An'anaviy metrologiya	Raqamli metrologiya
O'lchash aniqligi (σ)	Yuqori og'ish	Past og'ish
Inson omili ta'siri	Yuqori	Minimal
Ma'lumotlarni qayta ishlash	Qo'lda	Avtomatlashtirilgan

Ko'rsatkichlar	An'anaviy metrologiya	Raqamli metrologiya
Standartlarga muvofiqlik	Qisman	To'liq

Jadval 2. Jahon tajribasi asosida raqamli metrologiya joriy etish natijalari

Mamlakat	Sanoat sohasi	O'lchash xatoligi kamayishi (%)	Unumdorlik o'sishi (%)
Germaniya	Avtomobil sanoati	25–30	12–15
Yaponiya	Mashinasozlik	20–25	10–14
Janubiy Koreya	Avtosanoat	22–28	11–13

Jadval 3. Metrologik Raqamlashtirish Indeksi (MRI) asosida eksportga tayyorgarlik darajasi

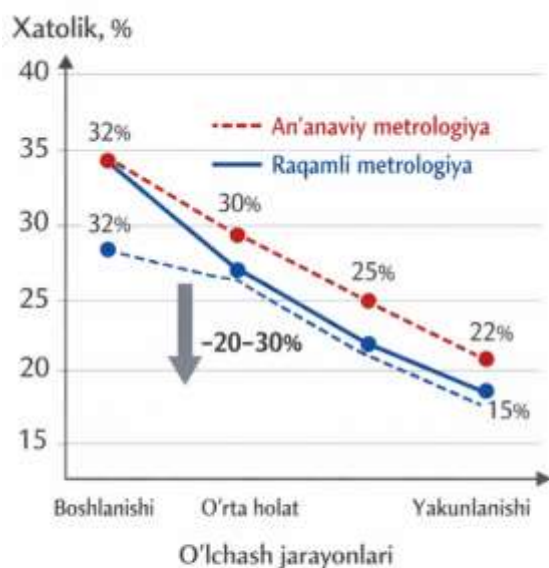
MRI oralig'i	Baholash darajasi	Eksportga tayyorgarlik
$MRI < 0,50$	Past	Tayyor emas
$0,50 \leq MRI < 0,75$	O'rta	Qisman tayyor
$MRI \geq 0,75$	Yuqori	To'liq tayyor

Diagrammalar tavsifi

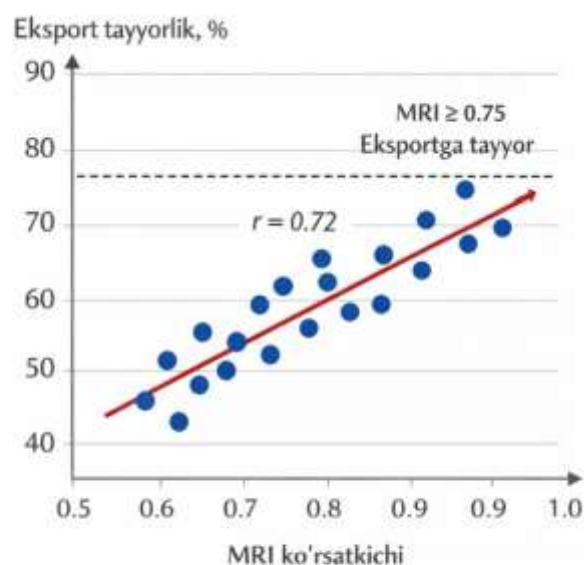
1-rasm. Raqamli metrologiya joriy etilishi natijasida o'lchash xatoligining kamayish dinamikasi.

2-rasm. MRI indeksi va eksport hajmi o'rtasidagi korrelatsion bog'liqlik grafigi.

Diagrammalar tadqiqot natijalarining vizual tahlilini ta'minlab, raqamli metrologiya tizimlarining mahsulot sifati va eksport samaradorligiga ijobiy ta'sirini yaqqol namoyon etadi.



1-rasm. O'lchash xatoliklarining kamayishi



2-rasm. MRI indeksi va eksport tayyorlik o'rtasidagi bog'liqlik

Xulosa

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, sanoat korxonalarida raqamli metrologiya tizimlarini joriy etish mahsulot sifati ko'rsatkichlarining yaxshilanishiga va eksport salohiyatining oshishiga bevosita ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Taklif etilgan Metrologik Raqamlashtirish Indeksi (MRI) sanoat korxonalarining eksportga tayyorgarlik darajasini baholashda samarali ilmiy-amaliy vosita bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. ISO 9001:2015 Quality management systems — Requirements.
2. ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
3. Czichos H., Smith L.E. Springer Handbook of Metrology and Testing. Springer, 2011.
4. Montgomery D.C. Introduction to Statistical Quality Control. Wiley, 2020.
5. JCGM 200:2012 International vocabulary of metrology.