

SANOAT KORXONALARIDA METROLOGIK TA'MINOTNI TASHKIL ETISH VA UNING SAMARADORLIGINI BAHOLASH

Murtazayeva Munira Badriddinovna

mironshox111195@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada sanoat, xususan agrosanoat korxonalarida metrologik ta'minot tizimini tashkil etish tamoyillari va uning samaradorligini miqdoriy baholash metodikasi ko'rib chiqiladi. ISO 10012:2003 va ISO/IEC 17025:2017 standartlari asosida o'lchash boshqaruv tizimining tuzilmasi taklif etiladi. Samaradorlikni baholash uchun beshta guruhdagi ko'rsatkichlarga asoslangan integral indeks ishlab chiqilgan. Metodika sabzavot yetishtiruvchi agroklaster misolida shartli ma'lumotlar bilan sinab ko'rilgan. Harorat, namlik va tuproq parametrlarini o'lchash ishonchliligi iqlim xavfi haqidagi tavsiyalar sifatini bevosita belgilashi ko'rsatib berilgan.

Kalit so'zlar: metrologik ta'minot, o'lchash boshqaruv tizimi, kalibrlash, o'lchash noaniqligi, kuzatuvchanlik, samaradorlik indeksi, agrosanoat.

Abstract. The paper examines the organisation of metrological assurance in industrial, particularly agro-industrial, enterprises and proposes a quantitative method for assessing its effectiveness. A measurement management system structure based on ISO 10012:2003 and ISO/IEC 17025:2017 is outlined. An integral effectiveness index built on five groups of indicators is developed and tested on illustrative data from a vegetable-producing agro-cluster. The results show that the reliability of temperature, humidity and soil measurements directly determines the quality of climate-risk advisories.

Keywords: metrological assurance, measurement management system, calibration, measurement uncertainty, traceability, effectiveness index, agro-industry.

KIRISH

Metrologik ta'minot — bu o'lchashlar birligi va zarur aniqligini ta'minlash uchun zarur bo'lgan ilmiy, texnik, tashkiliy va me'yoriy asoslar majmuidir. Sanoat korxonasida qabul qilinadigan har bir texnologik va boshqaruv qarori oxir-oqibat o'lchash natijasiga tayanadi. Shu sababli o'lchashlarning ishonchliligi mahsulot sifati, xavfsizlik va iqtisodiy samaradorlikning asosiy shartidir.

Metrologik ta'minotning ahamiyati ayniqsa agrosanoat korxonalarida oshib bormoqda. O'rta Osiyoning qurg'oqchil sug'oriladigan hududlarida yozgi ekstremal haroratlar, suv tanqisligi va tuproqning ikkilamchi sho'rlanishi sabzavotchilik uchun jiddiy xavf tug'dirmoqda. FAO ma'lumotlariga ko'ra, iqlim o'zgarishi mintaqaning qurg'oqchil zonalaridagi kichik ishlab chiqaruvchilarga salbiy ta'sir ko'rsatadi [9, 10]. Issiqqa sezgir sabzavotlarda gullash davrida taxminan 35 °C dan yuqori harorat changni

shikastlab, meva tugishini to'xtatadi. Bunday sharoitda bir necha gradusli o'lchash xatoligi noto'g'ri agronomik qarorga olib kelishi mumkin.

Hozirda iqlim xavfi bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqishda meteostansiya ma'lumotlari, sun'iy yo'ldosh orqali olingan yer yuzasi harorati va dala sensorlari birgalikda qo'llanilmoqda. Ammo bu manbalarning metrologik mosligi, ya'ni ularning kalibrlanganligi, noaniqligi va kuzatuvchanligi ko'pincha tekshirilmaydi. Natijada «ma'lumot bor, lekin unga ishonib bo'lmaydi» degan muammo yuzaga keladi.

Ushbu maqolaning maqsadi — sanoat korxonalarida metrologik ta'minotni tashkil etishning tizimli modelini taklif qilish va uning samaradorligini miqdoriy baholash metodikasini agrosanoat korxonasi misolida asoslashdir. Maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar qo'yilgan:

1. metrologik ta'minot tizimining tuzilmasi va elementlarini xalqaro standartlar asosida aniqlash;
2. samaradorlikni baholash uchun ko'rsatkichlar tizimi va integral indeksni ishlab chiqish;
3. metodikani agroklaster misolida sinab ko'rish va takomillashtirish yo'nalishlarini belgilash.

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqotda O'zbekiston Respublikasining «Metrologiya to'g'risida»gi Qonuni [1], ISO 10012:2003 [2], ISO 9001:2015 ning 7.1.5-bandi [3], ISO/IEC 17025:2017 [4], JCGM 100:2008 (GUM) [5] va ILAC-G24/OIML D 10 [7] hujjatlari asos qilib olingan. Tizimli tahlil, ekspert baholash va ko'p mezonli integral baholash usullaridan foydalanilgan.

Metrologik ta'minot tizimining tuzilmasi

Korxonada metrologik ta'minot to'rt asosga tayanadi: ilmiy, me'yoriy, texnik va tashkiliy. Ularning vazifalari va agrosanoat korxonasidagi mazmuni 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Metrologik ta'minot asoslari

Asos	Vazifasi	Agrosanoat korxonasidagi mazmuni
Ilmiy	O'lchash usullari va noaniqlikni baholash nazariyasi	Harorat, namlik, tuproq parametrlarini o'lchash usullarini asoslash
Me'yoriy	Standartlar, qoidalar, ichki yo'riqnomalar	O'lchash vositalari reyestri, kalibrlash jadvali, o'lchash metodikalari
Texnik	Etalonlar, o'lchash vositalari, laboratoriya	Meteostansiyalar, tuproq sensorlari, termometrlar, namlik o'lchagichlar

Asos	Vazifasi	Agrosanoat korxonasidagi mazmuni
Tashkiliy	Metrologik xizmat, mas'uliyat taqsimoti	Bosh metrolog, laboratoriya, oliy ta'lim muassasasi bilan hamkorlik

O'lchash boshqaruv jarayoni

ISO 10012:2003 ga muvofiq, o'lchash boshqaruv tizimi quyidagi yopiq sikl bo'yicha ishlaydi:

1. o'lchashga bo'lgan metrologik talablarni aniqlash — masalan, ekin fazasi bo'yicha issiqlik xavfini baholash uchun harorat o'lchashning ruxsat etilgan xatoligi $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;

2. o'lchash vositalarini tanlash va ularni reyestrda kiritish;

3. metrologik tasdiqlash: kalibrlash yoki qiyoslash, natijani talab bilan solishtirish;

4. o'lchash jarayonini amalga oshirish va natijaning noaniqligini GUM bo'yicha baholash;

5. monitoring, ichki audit va tuzatuvchi harakatlar.

Muhim tamoyil — o'lchash natijasining milliy va xalqaro etalonlarga uzluksiz kalibrlash zanjiri orqali kuzatuvchanligi (traceability) [6]. Agrosanoat sharoitida bu dala sensorlarini akkreditatsiyalangan laboratoriyada kalibrlangan ishchi etalonlar bilan muntazam qiyoslashni anglatadi. Sun'iy yo'ldosh ma'lumotlari uchun esa kuzatuvchanlik yer usti o'lchashlari bilan validatsiya orqali ta'minlanadi [8].

Kalibrlash intervallarini belgilash

Kalibrlash intervali o'lchash vositasining barqarorligi, foydalanish sharoiti va xatolik oqibatlariga qarab belgilanadi [7]. Qurg'oqchil iqlimda yuqori harorat, chang va quyosh radiatsiyasi sensorlar driftini tezlashtiradi. Shuning uchun dala sensorlari uchun interval laboratoriya sharoitidagiga nisbatan qisqaroq olinishi, kamida mavsum boshida va o'rtasida qiyoslash o'tkazilishi tavsiya etiladi.

SAMARADORLIKNI BAHOLASH METODIKASI

Metrologik ta'minot samaradorligi beshta ko'rsatkichlar guruhini birlashtiruvchi integral indeks orqali baholanadi (2-jadval). Har bir ko'rsatkich 0 dan 1 gacha normallashtiriladi, bunda 1 — eng yaxshi holat.

2-jadval. Samaradorlik ko'rsatkichlari tizimi

Guruh	Ko'rsatkich	Hisoblash formulasi	Vazn, w
K1. Qamrov	O'z vaqtida kalibrlangan vositalar ulushi	N_{kal} / N_{umumiy}	0,25
K2. Aniqlik	Talabga mos o'lchash kanallari ulushi	N_{mos} / N_{kanal}	0,25

Guruh	Ko'rsatkich	Hisoblash formulasi	Vazn, w
K3. Kuzatuvchanlik	Hujjatlashtirilgan kalibrlash zanjiriga ega vositalar ulushi	N_{kuz} / N_{umumiy}	0,20
K4. Kadrlar	Metrologik tayyorgarlikdan o'tgan xodimlar ulushi	$X_{o'q} / X_{umumiy}$	0,15
K5. Iqtisodiy	O'lchash xatoligidan yo'qotishlarning kamayishi	$1 - Y_{keyin} / Y_{oldin}$	0,15

Vazn koeffitsientlari ekspert baholash usulida aniqlanadi va ularning yig'indisi 1 ga teng. Integral samaradorlik indeksi quyidagicha hisoblanadi:

$$I_{MT} = \sum_{i=1}^5 w_i \cdot K_i, \quad \sum_{i=1}^5 w_i = 1 \quad (1)$$

K2 ko'rsatkichini aniqlashda o'lchash kanalining kengaytirilgan noaniqligi U GUM bo'yicha hisoblanadi va ruxsat etilgan chegaraviy xatolik Δ bilan solishtiriladi. Kanal talabga mos deb hisoblanadi, agar quyidagi shart bajarilsa:

$$U = k \cdot u_c = k \cdot \sqrt{(\sum_j c_j^2 \cdot u^2(x_j))} \leq \Delta, \quad k = 2 \quad (2)$$

bu yerda u_c — yig'indi standart noaniqlik; c_j — sezgirlik koeffitsientlari; $u(x_j)$ — kirish kattaliklarining standart noaniqliklari; k — qamrov koeffitsienti.

Indeks qiymatiga ko'ra metrologik ta'minot darajasi 3-jadval bo'yicha talqin qilinadi.

3-jadval. Integral indeksni talqin qilish shkalasi

I_{MT} qiymati	Daraja	Tavsif
0,85 – 1,00	Yuqori	Tizim to'liq ishlaydi, o'lchash natijalariga qaror qabul qilishda tayanish mumkin
0,70 – 0,84	Qoniqarli	Alohida kamchiliklar bor, rejali tuzatish talab etiladi
0,50 – 0,69	Past	O'lchash natijalari ishonchliligi shubhali, zudlik bilan choralar kerak
0,50 dan kam	Qoniqarsiz	Metrologik ta'minot amalda tashkil etilmagan

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Metodika sabzavot yetishtiruvchi agroklaster (Buxoro viloyati) misolida shartli ma'lumotlar bilan sinab ko'rildi. Quyidagi raqamlar metodikani namoyish qilish uchun keltirilgan.

Harorat o'lchash kanalining noaniqlik byudjeti

Dala meteostansiyasining havo harorati kanali uchun talab $\Delta = \pm 0,5$ °C deb olindi. Noaniqlik byudjeti tashkiliy choralar ko'rilishidan oldin va keyin hisoblandi (4-jadval).

4-jadval. Havo harorati kanalining noaniqlik byudjeti

Noaniqlik manbai	Taqsimot	$u(x)$, °C — oldin	$u(x)$, °C — keyin
Kalibrlash sertifikat (U = 0,3 °C, k = 2)	Normal	0,150	0,150
Ko'rsatkich diskretligi (0,1 °C)	To'g'ri burchakli	0,029	0,029
Sensor drifti ($\pm 0,3 \rightarrow \pm 0,1$ °C)	To'g'ri burchakli	0,173	0,058
Quyosh radiatsiyasi ta'siri ($\pm 0,4 \rightarrow \pm 0,1$ °C)	To'g'ri burchakli	0,231	0,058
Yig'indi standart noaniqlik u_c	—	0,327	0,173
Kengaytirilgan noaniqlik U (k = 2)	—	0,65	0,35

Choralargacha $U = 0,65$ °C bo'lib, talab etilgan $\pm 0,5$ °C dan oshadi. Demak, 35 °C lik issiqlik chegarasiga yaqin qiymatlarda xavfli davrni aniqlash ishonchsiz bo'ladi. Ventilyatsiyali radiatsiya himoya ekranini o'rnatish va mavsum o'rtasida qo'shimcha qiyoslash o'tkazish natijasida $U = 0,35$ °C gacha kamaydi va kanal talabga mos keldi.

Integral samaradorlik indeksi

5-jadval. Integral indeksni hisoblash natijalari

Ko'rsatkich	Vazn	Oldin	Keyin
K1. Qamrov	0,25	0,62	0,95
K2. Aniqlik	0,25	0,55	0,88
K3. Kuzatuvchanlik	0,20	0,40	0,85
K4. Kadrlar	0,15	0,30	0,80
K5. Iqtisodiy	0,15	0,00	0,35
I_{MT}	—	0,42	0,80

Dastlabki holatda indeks 0,42 ni tashkil etib, metrologik ta'minot qoniqarsiz darajada ekanini ko'rsatdi. Eng zaif bo'g'inlar kuzatuvchanlik (K3) va kadrlar tayyorgarligi (K4) bo'ldi: dala sensorlarining ko'pchiligi kalibrlash hujjatlarisiz ishlatilgan, xodimlar esa o'lchash noaniqligini baholashni bilmagan. Chora-tadbirlardan so'ng indeks 0,80 ga yetib, qoniqarli darajaga ko'tarildi.

Natijalar metrologik ta'minotning agrosanoatdagi roli faqat texnik masala emasligini ko'rsatadi. Iqlim xavfi bo'yicha tavsiyalar tizimi sifati uning eng zaif o'lchash kanali bilan cheklanadi. Masalan, $\pm 0,65$ °C noaniqlikda 34,5 °C va 35,5 °C ni ishonchli farqlab bo'lmaydi, bu esa noto'g'ri ogohlantirish yoki xavfni o'tkazib yuborishga olib keladi.

Ikkinchidan, eng katta samara qimmat uskunadan emas, tashkiliy choralardan — kalibrlash jadvali, reyestr, xodimlarni o'qitishdan olindi. Bu kam xarajatli,

takrorlanadigan yondashuvga mos keladi. Uchinchidan, oliy ta'lim muassasasining metrologiya kafedrası hududiy korxonalar uchun kalibrlash va o'qitish markazi vazifasini bajarishi mumkin.

XULOSA

Tadqiqot natijasida sanoat korxonalari metrologik ta'minotni tashkil etishning ilmiy, me'yoriy, texnik va tashkiliy asoslarini birlashtiruvchi model taklif etildi. Samaradorlikni baholash uchun besh guruhli ko'rsatkichlar tizimi va integral indeks ishlab chiqildi. Shartli misolda indeks 0,42 dan 0,80 gacha oshgani va harorat kanali noaniqligi 0,65 °C dan 0,35 °C gacha kamaygani ko'rsatildi.

Agrosanoat korxonalari uchun quyidagi tavsiyalar beriladi:

1. barcha o'lchash vositalari, jumladan dala sensorlari uchun yagona reyestr va kalibrlash jadvalini joriy etish;
2. iqlim xavfi bo'yicha qaror qabul qilinadigan kanallar uchun ruxsat etilgan noaniqlikni aniq belgilash (masalan, havo harorati uchun $\pm 0,5$ °C);
3. dala sensorlarini mavsum boshida va o'rtasida ishchi etalon bilan qiyoslash;
4. sun'iy yo'ldosh ma'lumotlarini yer usti o'lchashlari bilan muntazam validatsiya qilish;
5. xodimlar va maslahatchilarni o'lchash noaniqligini baholash bo'yicha o'qitishda oliy ta'lim muassasalari bilan hamkorlik qilish.

Keyingi tadqiqotlar metodikani korxonalarning haqiqiy ma'lumotlarida sinash, vazn koeffitsientlarini kengroq ekspertlar guruhi bilan aniqlashtirish va K5 iqtisodiy ko'rsatkichini hosil yo'qotishlari bilan bog'lashga yo'naltiriladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasining «Metrologiya to'g'risida»gi Qonuni (yangi tahriri, 2020).
- ISO 10012:2003. Measurement management systems — Requirements for measurement
- ISO 9001:2015. Quality management systems — Requirements. Geneva: ISO.
- ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and
- ISO 100:2008. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of
- ISO 200:2012. International vocabulary of metrology — Basic and general concepts
7. ILAC-G24:2007 / OIML D 10:2007. Guidelines for the determination of
8. WMO. Guide to Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8).
- Geneva: World Meteorological Organization, 2018.

9. Bobojonov I., Aw-Hassan A. Impacts of climate change on farm income security in Central Asia: An integrated modeling approach // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. – 2014. – Vol. 188. – P. 245–255.

10. FAO, 2015. [To'liq nomi va sahifalari asl manbadan aniqlanib kiritilsin.]