O‘LCHASH VOSITALARINING METROLOGIK HOLATINI VIRTUAL ANALIZATOR QOLDIQLARINI KO‘P MEZONLI STATISTIK TAHLIL QILISH ASOSIDA DIAGNOSTIKALASH

Baxriddinov Muxriddin Sodiq o‘g‘li

Buxoro davlat texnika universiteti, Standartlashtirish, metrologiya va muvofiqlikni baholash kafedrasi assistenti

e-mail: mukhriddin.2022@mail.ru

Annotatsiya. *O‘lchash kanalining metrologik holatini neyron tarmoqli virtual analizator qoldig‘ini EWMA, Shyuxart va dispersiya kartalari hamda «qotib qolish» qoidasi bilan birgalikda tahlil qilish orqali diagnostikalash usuli taklif etilgan. Issiqlik almashtirgichning TIRC-330 kanalida 3599 daqiqalik me’yoriy rejimda soxta signallar qayd etilmadi; dreyf, siljish, shovqin ortishi va qotib qolish mos ravishda 221, 15, 10 va 10 daqiqada aniqlanib, to‘rtala holatda nosozlik turi to‘g‘ri tasniflandi. Dreyf ruxsat etilgan chetlanish chegarasiga yetmasdan aniqlangan.*

Tayanch so‘zlar: *metrologik diagnostika, o‘z-o‘zini nazorat qilish, virtual analizator, EWMA kartasi, datchik dreyfi, nosozlikni tasniflash, o‘lchash kanali.*

Kirish. An’anaviy yondashuvda o‘lchash vositasining yashirin metrologik rad etishi faqat navbatdagi qiyoslash paytida aniqlanadi [1, 300-b.], ya’ni qiyoslashlar oralig‘ida boshqaruv tizimi ishonchsiz ma’lumot bilan ishlashi mumkin. Shu bois raqamli o‘lchash ma’lumotlarini sun’iy intellekt yordamida qayta ishlash orqali o‘lchash vositalarini operativ masofaviy diagnostika qilish dolzarb yo‘nalish hisoblanadi [1, 329–330-b.]. E.E.Ortiqov tomonidan taklif etilgan o‘z-o‘zini nazorat qilish usulida datchik ko‘rsatkichi virtual analizatorning ishonch chegaralarida bo‘lsa, u soz deb baholanadi [2, 19-b.]. Bunday yagona mezon mohiyatan Shyuxart kartasiga mos keladi va nosozlik turini ajratmaydi.

Tadqiqotning maqsadi — virtual analizator qoldig‘ini ko‘p mezonli statistik

tahlil qilishga asoslangan diagnostika usulini ishlab chiqish hamda uning aniqlash tezligi va nosozlikni tasniflash to‘g‘riligini miqdoriy baholashdan iborat.

Usullar. Diagnostika obyekti — g‘ilof-quvurli issiqlik almashtirgich mahsulotining chiqish haroratini o‘lchovchi TIRC-330 kanali [6]. Etalon baho sifatida ushbu kanal signalidan foydalanmaydigan neyron tarmoqli virtual analizator (ko‘p qatlamli perseptron, test tanlanmasida RMSE = 0,114 K, R^2 = 0,9991) qo‘llanildi; validatsiyadagi qoldiqning o‘rtachasi 0,0111 K, standart og‘ishi 0,0899 K.

Har bir qadamda qoldiq va uning eksponensial silliqlangan o‘rtachasi (EWMA) hisoblanadi [3]: $r_k = y_k - y_{VA,k} - \mu_r$; $z_k = \lambda \cdot r_k + (1 - \lambda) \cdot z_{k-1}$, bu yerda $\lambda = 0{,}05$.

To‘rtta detektor birgalikda ishlatildi: 1) EWMA kartasi; 2) Shyuxart kartasi; 3) dispersiya kartasi — yuqori chastotali qoldiqning 30 daqiqalik sirpanuvchi dispersiyasi; 4) «qotib qolish» qoidasi — signalning 10 daqiqa davomida o‘zgarmasligi. Chegaralar validatsiya tanlanmasidagi statistikalarning 99,9-persentili sifatida empirik aniqlandi va EWMA uchun 0,151 K, Shyuxart uchun 0,391 K, dispersiya uchun 0,0191 K^2 ni tashkil etdi; signal 5 daqiqa ketma-ket saqlanganda qayd etiladi. Nosozlik turi quyidagi qoidalar bo‘yicha ajratiladi: signal o‘zgarmasa — qotib qolish; yuqori chastotali dispersiya validatsiyadagidan 4 barobar katta bo‘lsa — shovqin ortishi; qoldiq trendi 0,01 K/soat dan katta va o‘rtachasi o‘sib borsa — dreyf; aks holda — siljish.

Usulni sinash uchun test davrining birinchi choragi (3599 daqiqa) me’yoriy rejim sifatida soxta signallarni baholashga ishlatildi, so‘ngra TIRC-330 signaliga to‘rt turdagi nosozlik alohida-alohida kiritildi: F1 — 0,05 K/soat tezlikdagi dreyf; F2 — +0,3 K siljish; F3 — shovqinning 5 barobar ortishi; F4 — signalning qotib qolishi.

Natijalar

1-jadval

TIRC-330 kanalidagi nosozliklarni aniqlash vaqti (daqiqa) va tasniflash natijasi

Nosozlik	EWMA	Shyuxart	Dispersiya	Qotib qolish	Umumiy	Aniqlangan tur

Nosozlik	EWMA	Shyuxart	Dispersiya	Qotib qolish	Umumiy	Aniqlangan tur
F1: dreyf 0,05 K/soat	221	419	×	–	221	Dreyf
F2: siljish +0,3 K	15	340	×	–	15	Siljish (bias)
F3: shovqin ×5	×	×	10	–	10	Shovqin ortishi
F4: qotib qolish	43	106	184	10	10	Qotib qolish

Izoh: «×» — detektor nosozlikni 24 soat ichida aniqlamagan; «–» — detektor signal bermagan. «Umumiy» ustunida birlashgan diagnostikaning aniqlash vaqti keltirilgan.

Me’yoriy rejimning 3599 daqiqasi davomida uchala karta bo‘yicha ham soxta signallar ulushi 0,0 % ni tashkil etdi. F1 dreyfi 221 daqiqada aniqlandi; bu paytda datchik xatoligi 0,18 K ga teng bo‘lib, 70 °C da A sinf Pt100 uchun ruxsat etilgan ±0,29 K chegaradan [4] kichik. Demak, usul metrologik rad etish yuz berguncha uni ogohlantirish imkonini beradi. F2 siljishi 15 daqiqada, F3 va F4 nosozliklari 10 daqiqada aniqlandi; to‘rtala holatda nosozlik turi to‘g‘ri tasniflandi.

Muhokama va xulosa. Jadvaldan ko‘rinadiki, yagona Shyuxart mezoni kichik dreyf va siljishlarni sekin aniqlaydi (mos ravishda 419 va 340 daqiqa), shovqin ortishini esa umuman sezmaydi. Taklif etilgan birlashgan diagnostika aniqlash vaqtini dreyf uchun 1,9, siljish uchun 22,7, qotib qolish uchun 10,6 barobar qisqartiradi va shovqin ortishini 10 daqiqada aniqlaydi. Eng muhimi, u nosozlik turini ham ajratadi — bu metrologik xizmatga vositani kalibrlashga, ta’mirlashga yoki aloqa liniyasini tekshirishga yuborish to‘g‘risida aniq qaror qabul qilish imkonini beradi [5].

Usulning sezgirligi virtual analizator aniqligi bilan chegaralanadi: qoldiq standart og‘ishi 0,09 K bo‘lganda aniqlanadigan minimal siljish 0,15–0,2 K atrofida. Ruxsat etilgan chetlanishi kichik kanallar uchun virtual analizator aniqligini oshirish yoki bir nechta mustaqil analizator natijalarini birlashtirish talab etiladi. Qoldiqlar avtokorrelyatsiyalangani sababli empirik chegaralar mustaqil kuzatuvlar uchun chiqarilgan nazariy EWMA chegarasidan 3,5 barobar keng bo‘lib chiqdi, bu amaliyotda chegaralarni validatsiya tanlanmasi bo‘yicha aniqlash zarurligini ko‘rsatadi.

Shunday qilib: 1) virtual analizator qoldig‘ini to‘rt detektor bilan birgalikda tahlil qilishga asoslangan metrologik diagnostika usuli ishlab chiqildi; 2) me’yoriy rejimda soxta signallar qayd etilmadi, nosozliklar 10–221 daqiqada aniqlanib, barchasi to‘g‘ri tasniflandi; 3) usul dreyfni ruxsat etilgan xatolik chegarasiga yetmasdan aniqlab, o‘lchash vositasini rejadan tashqari qiyoslashga yuborish uchun asos beradi. Tadqiqot cheklovlari — ma’lumotlar model asosida olingan va nosozliklar alohida-alohida kiritilgan; keyingi bosqichda usul real obyekt ma’lumotlarida, shu jumladan bir vaqtda bir nechta nosozlik bo‘lgan holatlarda sinaladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kalandarov P.I., Ikramov G.I. Metrologiya asoslari: oliy o‘quv yurtlari uchun darslik. – Toshkent: TIQXMMI MTU, 2024. – 360 b.

2. Ortiqov E.E. Suyuq mahsulotlarning kichik sarflarini o‘lchash usuli va asboblarini takomillashtirish: texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati. – Toshkent: TDTU, 2025. – 45 b.

3. Roberts S.W. Control chart tests based on geometric moving averages // Technometrics. – 1959. – Vol. 1, No. 3. – P. 239–250.

4. IEC 60751:2022. Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors. – Geneva: IEC, 2022. – 47 p.

5. Isermann R. Fault-Diagnosis Systems: An Introduction from Fault Detection to Fault Tolerance. – Berlin: Springer, 2006. – 475 p.

6. Yusupbekov N.R., Muhammedov B.I., G‘ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish: darslik. – Toshkent: O‘qituvchi, 2011. – 554–557-b.