

**HAVONING NISBIY NAMLIGI SOFT-SENSORINI TEKSHIRISH
UCHUN KO'P NUQTALI VALIDATSIYA REJASI**

UDK 681.586:551.571

Sufioxunova G. J.

Oziq-ovqat texnologiyasi va muhandisligi xalqaro instituti, Oziq-ovqat texnologiyasi va muhandisligi kafedrası assistenti, Farg'ona; e-mail:

sufioxunova.gulnora@iifte.uz

Umaraliyev N.

Farg'ona davlat texnika universiteti, Elektronika va asbobsozlik kafedrası dotsenti, texnika fanlari nomzodi

Annotatsiya: Havoning nisbiy namligini bilvosita hisoblovchi soft-sensor uchun harorat va namlikning bir necha darajasini qamrab oluvchi validatsiya rejasi ishlab chiqildi. Mustaqil sinov nuqtalari, takroriy o'lchashlar, etalon bilan taqqoslash hamda O'rtacha mutlaq xatolik va o'rtacha kvadratik xatolikning kvadrat ildizi ko'rsatkichlari tavsiflandi. Jadval va chizmalar rejalashtirilgan tajribaga tegishli, o'lchangan natijalar emas.

Kalit so'zlar: soft-sensor, nisbiy namlik, validatsiya, etalon gigrometr, o'rtacha mutlaq xatolik, o'rtacha kvadratik xatolikning kvadrat ildizi.

**ПЛАН МНОГОТОЧЕЧНОЙ ПРОВЕРКИ ДЛЯ ПРОВЕРКИ
МЯГКОГО ДАТЧИКА ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА**

Аннотация: Для мягкого датчика, который косвенно измеряет относительную влажность воздуха, был разработан план проверки, охватывающий несколько уровней температуры и влажности. Были описаны независимые контрольные точки, повторные измерения, сравнение с эталоном, а также показатели MAE и RMSE. Таблицы и рисунки относятся к запланированному эксперименту, а не к измеренным результатам.

Ключевые слова: мягкий датчик, относительная влажность, проверка, эталонный гигрометр, средняя абсолютная ошибка, квадратный корень из Средней квадратной ошибки.

MULTIPOINT INSPECTION PLAN FOR CHECKING THE SOFT RELATIVE HUMIDITY SENSOR

Abstract: For the soft sensor, which indirectly measures the relative humidity of the air, a test plan has been developed covering several levels of temperature and humidity. Independent control points, repeated measurements, comparison with the reference, as well as MAE and RMSE indicators were described. The tables and figures refer to the planned experiment, not to the measured results.

Keywords: soft sensor, relative humidity, verification, reference hygrometer, average absolute error, the square root of the Average square error.

1. KIRISH

Bitta namlik nuqtasida olingan moslik modelning butun ish diapazonidagi aniqligini tasdiqlamaydi. Shu bois harorat va nisbiy namlikning bir nechta darajalarini qamrab olgan, oldindan belgilangan sinov rejasi zarur.

2. ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Etalon bilan taqqoslashda metrologik kuzatuvchanlik va o'lchash noaniqligi hujjatlashtirilishi lozim [1,2,5]. Validatsiya natijalari modelni sozlash uchun ishlatilgan ma'lumotlardan mustaqil bo'lishi kerak. Sinov nuqtalari qurilmaning haqiqiy ish diapazoniga mos tanlanadi.

2.1. Sinov matritsasi

Haroratning past, o'rta va yuqori darajalari namlikning uch darajasi bilan birlashtiriladi. Shunday qilib, to'qqizta sharoit hosil bo'ladi. Har bir sharoitda kamida uchta takroriy o'lchash metodik tavsiya sifatida belgilanadi; aniq takrorlar soni talab etilgan statistik ishonchlilikka ko'ra aniqlashtiriladi.

3 × 3 validatsiya matritsasi (reja, natija emas)

Past T	Sinov	Sinov	Sinov
O'rta T	Sinov	Sinov	Sinov
Yuqori T	Sinov	Sinov	Sinov
	Past RH	O'rta RH	Yuqori RH

1-rasm. Rejalashtirilgan ko'p nuqtali validatsiya matritsasi.

2.2. Baholash ko'rsatkichlari

Har bir nuqtada soft-sensor natijasi etalon qiymatidan ayriladi. MAE o'rtacha absolyut farqni, RMSE esa katta chetlanishlarga sezgir o'rtacha kvadratik ko'rsatkichni tavsiflaydi. Ular o'lchash noaniqligining o'rnini bosa olmaydi.

- (1) $e_i = \hat{\phi}_i - \phi_{ref,i}$
- (2) $MAE = (1/n) \sum |e_i|$
- (3) $RMSE = \sqrt{[(1/n) \sum e_i^2]}$

Bu yerda n — mustaqil sinovlar soni; e_i — i -sinovdagi farq (%RH foiz punktida); $\hat{\phi}_i$ — model natijasi; $\phi_{ref,i}$ — etalon qiymati.

3. NATIJALAR VA MUHOKAMA

Taklif etilgan metodik natija — sinovlarni qayd etish jadvali va qaror chiqarish algoritmidir. Har bir yozuvda etalon RH, model RH, Td, Tw, p, vaqt belgisi, barqarorlashish holati va takror raqami saqlanadi. Qabul qilish chegaralari tajribadan oldin belgilanishi lozim; bu tezisda amaliy o'lchash natijalari mavjud emas.

Sharoit	Harorat darajasi	Namlilik darajasi	Takror
1–3	Past	Past / o'rta / yuqori	≥ 3
4–6	O'rta	Past / o'rta / yuqori	≥ 3
7–9	Yuqori	Past / o'rta / yuqori	≥ 3

1-jadval. Rejalashtirilgan sinov sharoitlari.



2-rasm. Validatsiya jarayonining ketma-ketligi.

4. XULOSA

Harorat va namlik bo'yicha ko'p nuqtali mustaqil validatsiya rejasi taklif etildi. Reja modelning diapazon bo'yicha xatosini, takrorlanuvchanligini va etalonga nisbatan siljishini baholashga zamin yaratadi. Keyingi bosqichda laboratoriya ma'lumotlari yig'ilib, metrologik noaniqlik budjeti bilan birga tahlil qilinishi kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1] JCGM 100:2008. Evaluation of measurement data — Guide to the expression of uncertainty in measurement. BIPM. <https://doi.org/10.59161/JCGM100-2008E>
- [2] JCGM 200:2012. International vocabulary of metrology (VIM). BIPM. <https://doi.org/10.59161/JCGM200-2012>
- [3] JCGM GUM-6:2020. Developing and using measurement models. BIPM. <https://doi.org/10.59161/JCGMGUM-6-2020>
- [4] WMO-No. 8. Guide to Instruments and Methods of Observation. World Meteorological Organization. <https://community.wmo.int/site/knowledge-hub/programmes-and-initiatives/instruments-and-methods-of-observation-programme-imop/guide-instruments-and-methods-of-observation-wmo-no-8-0>
- [5] ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. <https://www.iso.org/standard/66912.html>