

**TERMOSTATIK XONALARDA HARORATNI NAZORAT QILISH:
MUAMMOLAR VA YECHIMLAR**

Hajiyev Nurbek Matyakubovich

O'zbekiston milliy metrologiya institute

Davlat muassassasi Xorazm filiali boshlig'i

G'aibnazarov Boburjon Usmonjon o'g'li

Toshkent davlat texnika universiteti PhD talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada termostatik xonalarda haroratni nazorat qilishning dolzarb muammolari va ularni hal qilish yo'llari ko'rib chiqiladi. Kimyo, biologiya va farmatsevtika sohasidagi akkreditatsiyalangan laboratoriyalar uchun haroratni barqaror saqlash muhim ahamiyatga ega. Maqolada haroratni monitoring qilish usullari, termometrlarning metrologik tasdiqlash choralari va signal sozlamalarini aniqlash usullari tahlil qilinadi. Tadqiqot FD V 08-601 hujjatiga asoslanib, xonaning harorat barqarorligini ta'minlashda monitoring termometrlaridan foydalanishning samaradorligini baholaydi.

Kalit so'zlar: termostatik xona, harorat nazorati, metrologik tasdiqlash, monitoring termometri, signal sozlamalari, FD V 08-601, xona barqarorligi, an'anaviy harorat.

Annotation: This article examines the critical issues and solutions related to temperature control in thermostatic chambers. Maintaining stable temperatures is vital for accredited laboratories in chemistry, biology, and pharmaceuticals. The study analyzes temperature monitoring methods, metrological confirmation of thermometers, and approaches to defining alarm settings. Based on the FD V 08-601 guidelines, the research evaluates the effectiveness of using monitoring thermometers to ensure temperature stability in chambers.

Keywords: thermostatic chamber, temperature control, metrological confirmation, monitoring thermometer, alarm settings, FD V 08-601, chamber stability, conventional temperature.



Аннотация: В данной статье рассматриваются актуальные проблемы и решения, связанные с контролем температуры в термостатических камерах. Стабильное поддержание температуры имеет ключевое значение для аккредитованных лабораторий в области химии, биологии и фармацевтики. В работе анализируются методы мониторинга температуры, меры метрологического подтверждения термометров и подходы к определению уставок сигнализации. Исследование, основанное на документе FD V 08-601, оценивает эффективность использования контрольных термометров для обеспечения температурной стабильности камер.

Ключевые слова: Термостатическая камера, контроль температуры, метрологическое подтверждение, контрольный термометр, уставки сигнализации, FD V 08-601, стабильность камеры, условная температура.

Termostatik xonalarda haroratni aniq nazorat qilish zamonaviy laboratoriya faoliyatida muhim o‘rin tutadi. Kimyo, biologiya, farmatsevtika va sog‘liqni saqlash sohasidagi akkreditatsiyalangan muassasalarda tajriba natijalarining ishonchliligi va mahsulot sifati ko‘p hollarda haroratning belgilangan chegaralarda saqlanishiga bog‘liq. Haroratni barqaror saqlash nafaqat uskunaning texnik holatiga, balki monitoring tizimlarining samaradorligiga ham bog‘liqdir. Shu sababli, termostatik xonalarning harorat rejimini monitoring qilish va uning muvofiqligini ta’minlash masalalari doimiy ravishda o‘rganib borilmoqda. So‘nggi o‘n yilliklarda termostatik xonalarni xususiyatlarini aniqlash va tasdiqlash bo‘yicha bir qator normativ hujjatlar ishlab chiqildi. Masalan, FD15-140 va FDV08-601 kabi hujjatlar ushbu sohada standartlashtirilgan yondashuvlarni taklif etadi. Bu hujjatlar xonalarning harorat rejimini baholashda “an’anaviy harorat” tushunchasini joriy qilib, monitoring jarayonlarini soddalashtirishga xizmat qiladi. Biroq, amalda bir qator muammolar mavjud bo‘lib, ularning aksariyati monitoring termometrlarining metrologik tasdiqlashi va signal sozlamalarini aniqlash bilan bog‘liq. Laboratoriyalarda eng ko‘p uchraydigan muammolardan biri – xona xususiyatlarini aniqlash vaqtida muvofiq deb



topilgan uskunaning keyingi foydalanish jarayonida ham o'sha barqarorlikni saqlab qolishini ta'minlashdir. Masalan, xona ichidagi harorat o'zgarishi mahsulot sifatiga yoki tajriba natijalariga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Bunday holatlarni oldini olish uchun haroratni doimiy monitoring qilish va signal tizimlarini to'g'ri sozlash zarur. Biroq, signal chegaralarini xona spetsifikatsiyasiga tenglashtirish ko'pincha samarasiz bo'lib, xonaning muvofiqsizligini aniqlashda kechikishlarga olib keladi. Ushbu muammolarni hal qilish uchun bir qator usullar taklif qilingan. Xususan, FD V 08-601 hujjatida haroratni kundalik monitoring qilish uchun maxsus yondashuv tavsiya etiladi. Bu usul xonaning xususiyatlarini aniqlash vaqtida olingan minimal va maksimal an'anaviy haroratlarni hisobga olgan holda signal chegaralarini belgilashni taklif qiladi. Ushbu yondashuv nafaqat xonaning barqarorligini ta'minlaydi, balki monitoring termometrining samaradorligini ham oshiradi. Biroq, ushbu usulning muvaffaqiyatli qo'llanilishi xususiyatlar aniqlash jarayonida termometr ko'rsatkichlarining aniq ma'lumotlariga bog'liq. Maqolada termostatik xonalarda haroratni nazorat qilishning amaldagi usullari va ularning samaradorligi tahlil qilinadi. Tadqiqotda monitoring termometrlarining turli xil foydalanish usullari solishtirilib, ularning xonaning muvofiqsizligini aniqlashdagi ishonchliligi baholanadi. Shu bilan birga, signal sozlamalarini aniqlashda xususiyatlar aniqlash natijalaridan foydalanishning ahamiyati alohida ta'kidlanadi. Ushbu tadqiqotning maqsadi – laboratoriyalar uchun samarali va ishonchli monitoring tizimini taklif qilish orqali harorat nazorati jarayonini optimallashtirishga hissa qo'shishdir.

Termostatik xonalarda haroratni nazorat qilish bo'yicha amaldagi usullarning samaradorligini oshirish va ulardagi mavjud muammolarni bartaraf etish ushbu tadqiqotning **asosiy maqsadidir**. Xususan, laboratoriyalarda haroratni barqaror saqlash jarayonida monitoring termometrlaridan foydalanishning eng samarali usullarini aniqlash va signal sozlamalarini optimallashtirish yo'llarini taklif qilishga e'tibor qaratiladi. Tadqiqot davomida termostatik xonalarning muvofiqligini ta'minlash uchun monitoring tizimlarining ishonchliligi va metrologik tasdiqlash jarayonlarining ahamiyati o'rganiladi.

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi asosiy vazifalar belgilandi:



1. Monitoring usullarini tahlil qilish. Amalda qo'llaniladigan haroratni monitoring qilish usullarini solishtirish va ularning xonaning muvofiqligini aniqlashdagi samaradorligini baholash. Bu jarayonda FD V 08-601 hujjatida tavsiya etilgan usullar asosiy e'tibor markazida bo'ladi.

2. Signal sozlamalarini optimallashtirish. Harorat signal chegaralarini belgilashda xususiyatlar aniqlash natijalaridan foydalanishning afzalliklarini aniqlash va ularni amaliy qo'llash usullarini ishlab chiqish.

3. Metrologik tasdiqlashning ta'sirini o'rganish. Monitoring termometrlarining metrologik tasdiqlash usullari (masalan, kalibrlash, tekshirish yoki kalibrlashsiz foydalanish) xona nazoratining sifatiga qanday ta'sir qilishini tahlil qilish.

4. Xonaning barqarorligini ta'minlash. Termostatik xonaning uzoq muddatli muvofiqligini ta'minlash uchun monitoring termometrlarining joylashuvi, soni va foydalanish usullarini optimallashtirish bo'yicha takliflar berish.

5. Normativ hujjatlarga asoslangan yondashuvni sinovdan o'tkazish. FD V 08-601 va boshqa tegishli standartlar asosida taklif qilingan usullarni sinovdan o'tkazib, ularning laboratoriya sharoitidagi samaradorligini baholash. Ushbu vazifalar termostatik xonalarda haroratni nazorat qilish jarayonidagi eng dolzarb muammolarni hal qilishga qaratilgan. Masalan, ko'p laboratoriyalarda signal chegaralari xona spetsifikatsiyasiga tenglashtiriladi, bu esa xonaning muvofiqligini aniqlashda sezilarli kechikishlarga olib keladi. Bunday yondashuv natijasida mahsulot sifati yoki tajriba natijalariga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan holatlar yuzaga keladi. Shu sababli, signal sozlamalarini aniqlashda xususiyatlar aniqlash vaqtida olingan minimal va maksimal an'anaviy haroratlardan foydalanish zarurligi tadqiqotning asosiy gipotezalaridan biri sifatida qabul qilindi. Bundan tashqari, monitoring termometrlarining metrologik tasdiqlashi masalasi ham muhim ahamiyatga ega. Amalda termometrlarning kalibrlash zarurati yoki spetsifikatsiyaga muvofiqligini tekshirish usullari bo'yicha turli yondashuvlar mavjud. Ba'zi laboratoriyalar termometrlarni muntazam kalibrlashni talab qilsa, boshqalari bunday choralarni ortiqcha deb hisoblaydi. Ushbu tadqiqotda monitoring termometrlarining metrologik



tasdiqlash usullarining harorat nazorati sifatiga ta'siri sinovdan o'tkaziladi va eng samarali yondashuv aniqlanadi. Tadqiqotning yana bir muhim jihat – termostatik xonaning uzoq muddatli barqarorligini ta'minlashda monitoring termometrlarining joylashuvi va foydalanish usullarini optimallashtirishdir. Ko'pincha termometrlarning joylashuvi aniq belgilanmagan yoki foydalanuvchi tomonidan tasodifiy tanlanadi. Bu esa monitoring tizimining ishonchliligini pasaytiradi. Shu sababli, termometrlarning joylashuvi va sonini aniqlashda xususiyatlar aniqlash natijalaridan foydalanishning ahamiyati alohida o'rganiladi. Maqolaning ushbu bo'limida belgilangan maqsad va vazifalar keyingi metodologiya va natijalar bo'limlarida batafsil yoritiladi. Tadqiqotning asosiy yo'nalishi – laboratoriyalar uchun amaliy va ishonchli yechimlar taklif qilish orqali termostatik xonalarda harorat nazoratini yanada samarali qilishdir. Shu bilan birga, taklif qilinadigan usullar nafaqat o'zbekistonlik olimlar va mutaxassislar uchun, balki xalqaro miqyosda ham qo'llanilishi mumkin bo'lgan universal yondashuv sifatida ishlab chiqiladi.

Ushbu tadqiqot termostatik xonalarda haroratni nazorat qilishning samaradorligini oshirish va monitoring tizimlarining ishonchliligini baholash uchun bir nechta usullarni qo'llashga asoslandi. Tadqiqot jarayonida normativ hujjatlarga tayangan holda amaliy sinovlar o'tkazildi va mavjud adabiyotlarni tahlil qilish orqali natijalar solishtirildi. Quyida **metodologiya**ning asosiy bosqichlari va usullari batafsil bayon qilinadi.

1. Adabiyotlar tahlili. Tadqiqotning dastlabki bosqichida termostatik xonalarni monitoring qilish bo'yicha mavjud normativ hujjatlar va ilmiy ishlar o'rganildi. Asosiy e'tibor FD V 08-601, FD X 15-140 va NF EN 60068-3-5 kabi hujjatlarga qaratildi. Ushbu hujjatlar xonalarning harorat rejimini xususiyatlarini aniqlash va monitoring qilish bo'yicha standartlashtirilgan usullarni taklif etadi. Shu bilan birga, xalqaro miqyosda qo'llaniladigan DKD-R 5-7 va Euramet CG-20 kabi qo'llanmalar ham tahlil qilindi. Adabiyotlar tahlili natijasida monitoring termometrlarining metrologik tasdiqlashi va signal sozlamalarini belgilashdagi muammolar aniqlandi.



2. Xususiyatlar aniqlash jarayonini simulyatsiya qilish. Tadqiqotda termostatik xonaning harorat rejimini baholash uchun xususiyatlar aniqlash jarayoni simulyatsiya qilindi. Bu jarayonda FD V 08-601 hujjatida tavsiya etilgan “an’anaviy harorat” tushunchasidan foydalanildi. Simulyatsiya uchun namunaviy termostatik xona tanlandi, uning spetsifikatsiyasi $5^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ sifatida belgilandi. Xona ichida 9 ta harorat sensori joylashtirildi va harorat o‘lchovlari ikki soat davomida yozib olindi. Haroratning o‘rtacha qiymati, standart og‘ish va o‘lchov noaniqligi hisoblab chiqildi. Ushbu jarayon xonaning bir tekisligi (homogénéité) va barqarorligini (stabilité) aniqlashga imkon berdi.

3. Monitoring termometrlarining turli usullarini sinovdan o‘tkazish. Monitoring termometrlarining samaradorligini baholash uchun beshta turli sinov stsenariysi ishlab chiqildi:

1-stsenariy: Termometrning joylashuvi aniq belgilanmagan, signal chegaralari xona spetsifikatsiyasiga teng (2°C va 8°C).

2-stsenariy: Termometr xususiyatlar aniqlashdagi ma’lum bir nuqtada joylashtirilgan, signal chegaralari bir tekislikni hisobga olgan holda sozlangan.

3-stsenariy: Termometr kalibrlangan, uning o‘lchov xatoligi tuzatilgan va xususiyatlar aniqlash natijalari hisobga olingan.

4-stsenariy: FDV08-601 bo‘yicha monitoring qilingan, termometrning joylashuvi doimiy, signal chegaralari ruxsat etilgan og‘ish (dérive) asosida hisoblangan.

5-stsenariy: NF EN 60068-3-5 bo‘yicha xususiyatlar aniqlash natijalaridan foydalanilgan, signal chegaralari o‘lchov noaniqligiga asoslangan.

Har bir stsenariyda termometr ko‘rsatkichlari xonaning an’anaviy haroratlari bilan solishtirildi va muvofiqsizlikni aniqlash ehtimoli baholandi.

4. Signal sozlamalarini hisoblash. Signal chegaralarini aniqlash uchun FDV08-601 hujjatida keltirilgan ruxsat etilgan og‘ish formulasidan foydalanildi:

$$D_{inf} = (\theta_{sp} + EMT_{min}) - \theta_{cmin}$$

$$D_{sup} = (\theta_{sp} + EMT_{max}) - \theta_{cmax}$$

θ_{sp} – spetsifikatsiya bo‘yicha kerakli harorat (5°C);



EMT_{min} va EMT_{max} – xususiyatlar aniqlash vaqtida olingan minimal va maksimal an'anaviy haroratlar.

θ_{min} va θ_{max} – xususiyatlar aniqlash vaqtida olingan minimal va maksimal an'anaviy haroratlar.

Ushbu formulalar asosida har bir stsenariy uchun signal chegaralari hisoblandi va ularning samaradorligi sinovdan o'tkazildi.

5. Ma'lumotlarni tahlil qilish va solishtirish. Sinovlar natijasida olingan ma'lumotlar statistik usullar yordamida tahlil qilindi. Har bir stsenariy uchun xonaning muvofiqsizligini aniqlash ehtimoli, signalning noto'g'ri ishga tushish xavfi va monitoring tizimining umumiy ishonchliligi baholandi. Tahlil jarayonida Monte-Karlo usuli qo'llanilib, o'lchov noaniqliklari va bir tekislikdagi og'ishlarning ta'siri hisobga olindi. Natijalar jadval va grafiklar shaklida umumlashtirildi.

6. Amaliy sinovlar. Metodologiya oxirgi bosqichida taklif qilingan usullar real laboratoriya sharoitida sinovdan o'tkazildi. Toshkent davlat texnika universitetining metrologiya laboratoriyasida joylashgan termostatik xonada 4-stsenariy (FDV08-601 bo'yicha) qo'llanildi. Termometrning doimiy joylashuvi ta'minlandi, signal chegaralari xususiyatlar aniqlash natijalariga asoslangan holda sozlandi va bir oy davomida harorat ko'rsatkichlari yozib olindi. Ushbu sinov monitoring tizimining uzoq muddatli samaradorligini baholashga imkon berdi.

Ushbu metodologiya termostatik xonalarda haroratni nazorat qilishning turli usullarini sinovdan o'tkazish va ularning afzalliklari hamda kamchiliklarini aniqlash uchun yetarli asos yaratdi. Tadqiqot jarayonida qo'llanilgan usullar nafaqat nazariy tahlilga, balki amaliy qo'llashga ham asoslangan bo'lib, bu natijalarning ishonchliligini oshirdi.

Ushbu tadqiqotda termostatik xonalarda haroratni nazorat qilishning samaradorligini baholash uchun o'tkazilgan sinovlar **natijalari** quyidagicha umumlashtirildi. Har bir stsenariy bo'yicha olingan ma'lumotlar xonaning muvofiqsizligini aniqlashdagi monitoring tizimining ishonchliligini va signal sozlamalarining samaradorligini ko'rsatdi. Natijalar jadval va grafiklar shaklida



taqdim etilib, ularning tahlili metodologiyada belgilangan maqsadlarga muvofiqligi asosida amalga oshirildi.

1-stsenariy natijalari. Birinchi stsenariyda termometrning joylashuvi aniq belgilanmagan va signal chegaralari xona spetsifikatsiyasiga teng (2°C va 8°C) sifatida sozlangan edi. Sinovlar davomida termometr turli nuqtalarda joylashtirilib, harorat o'zgarishlari yozib olindi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, termometrning o'rtacha ko'rsatkichi 5°C ga yaqin bo'lsa-da, xonaning an'anaviy haroratlari $2,91^{\circ}\text{C}$ dan $7,27^{\circ}\text{C}$ gacha yetdi. Signal 8°C da ishga tushganda, maksimal an'anaviy harorat $10,27^{\circ}\text{C}$ ga yetdi, bu esa spetsifikatsiyadan (8°C) sezilarli darajada oshib ketganini ko'rsatdi. Xuddi shunday, signal 2°C da ishga tushganda, minimal an'anaviy harorat $-0,09^{\circ}\text{C}$ ga tushdi. Bu stsenariy xonaning muvofiqsizligini aniqlashda yuqori xavfga ega ekanligini isbotladi, chunki signal chegaralari real harorat o'zgarishlarini to'liq aks ettira olmadi.

2-stsenariy natijalari. Ikkinchi stsenariyda termometr xususiyatlar aniqlashdagi markaziy nuqtada ($6,00^{\circ}\text{C}$ o'rtacha harorat) joylashtirildi va signal chegaralari bir tekislikni hisobga olgan holda $5,09^{\circ}\text{C}$ va $6,73^{\circ}\text{C}$ sifatida belgilandi. Sinovlar davomida termometrning EMT ($\pm 0,75^{\circ}\text{C}$) hisobga olindi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, signal chegaralari xonaning an'anaviy haroratlarni qisman nazorat qila oldi, ammo EMT tufayli interval juda torayib ($0,14^{\circ}\text{C}$ gacha) qoldi. Bu esa noto'g'ri signal holatlari (false alarms) ehtimolini oshirdi. Agar EMT hisobga olinmasa, xonaning muvofiqsizligini aniqlash ehtimoli pasaydi. Ushbu stsenariy signal sozlamalarini optimallashtirishda qisman samarali bo'lsa-da, to'liq ishonchli emasligini ko'rsatdi.

3-stsenariy natijalari. Uchinchi stsenariyda termometr kalibrlandi, uning o'lchov xatoligi tuzatildi va signal chegaralari xususiyatlar aniqlash natijalariga asoslangan holda sozlandi. Termometrning o'lchov noaniqligi $0,15^{\circ}\text{C}$, maksimal og'ishi esa $0,15^{\circ}\text{C}$ sifatida qabul qilindi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, kalibrlash tufayli signal chegaralari an'anaviy haroratlarni nazorat qilishda samaraliroq bo'ldi. Masalan, termometr $6,00^{\circ}\text{C}$ ko'rsatganda, signal chegaralari $5,84^{\circ}\text{C}$ va $6,16^{\circ}\text{C}$ sifatida hisoblandi. Biroq, ushbu usulning amaliy qo'llanilishi qiyinchilik tug'dirdi,



chunki har bir termometr uchun individual tuzatishlarni qo'llash va noaniqlikni hisobga olish katta resurs talab qildi. Bu stsenariy xavfsizroq bo'lsa-da, amaliy jihatdan murakkab ekanligi aniqlandi.

4-stsenariy natijalari. To'rtinchi stsenariyda FD V 08-601 bo'yicha monitoring amalga oshirildi. Termometr doimiy joyda (o'rtacha harorat $5,41^{\circ}\text{C}$) joylashtirildi va signal chegaralari ruxsat etilgan og'ish asosida hisoblandi:

$$L_{inf} = 5,41 + (-0,91) = 4,50^{\circ}\text{C}$$

$$L_{sup} = 5,41 + 0,73 = 6,14^{\circ}\text{C}$$

Sinovlar davomida ushbu chegaralar xonaning an'anaviy haroratlarini ($2,91^{\circ}\text{C} - 7,27^{\circ}\text{C}$) samarali nazorat qildi. Harorat $6,14^{\circ}\text{C}$ dan oshganda yoki $4,50^{\circ}\text{C}$ dan pastga tushganda signal ishga tushdi, bu esa xonaning muvofiqligini o'z vaqtida aniqlash imkonini berdi. Bir oylik amaliy sinovda ushbu usul {xona + termometr} tizimining barqarorligini ta'minlashda ishonchli ekanligi tasdiqlandi. Ushbu stsenariy eng samarali natijalarni ko'rsatdi va signalning noto'g'ri ishga tushish ehtimoli minimal bo'ldi.

5-stsenariy natijalari. Beshinchi stsenariyda NF EN60068-3-5 bo'yicha xususiyatlar aniqlash natijalaridan foydalanildi. Xonaning o'rtacha harorati $5,53^{\circ}\text{C} \pm 2,76^{\circ}\text{C}$ sifatida hisoblandi, bu esa dastlabki muvofiqligini ko'rsatdi (maksimal an'anaviy harorat $8,30^{\circ}\text{C}$). Xona sozlanganidan so'ng, ruxsat etilgan og'ish intervali $0,48^{\circ}\text{C}$ gacha qisqardi. Signal chegaralari ushbu tor interval asosida sozlanganda, monitoring tizimi faqat 4-stsenariy usuliga qaytgan holda samarali bo'ldi. Bu stsenariy qattiqroq talablarni ko'rsatsa-da, amaliy qo'llashda qo'shimcha sozlashlarni talab qildi.

Jadval 1. Stsenariylar bo'yicha natijalar umumlashtirilishi.

Stsenariy	Signal chegaralari	Muvofiqligini aniqlash ehtimoli	Noto'g'ri signal xavfi	Umumiy samaradorlik
1	$2^{\circ}\text{C} - 8^{\circ}\text{C}$	Past	Yuqori	Past
2	$5,09^{\circ}\text{C} - 6,73^{\circ}\text{C}$	O'rtacha	Yuqori	O'rtacha



3	5,84 °C – 6,16 °C	O'rtacha	O'rtacha	O'rtacha
4	4,50 °C – 6,14 °C	Yuqori	Past	Yuqori
5	Toraytirilgan interval	Yuqori (sozlangandan so'ng)	O'rtacha	O'rtacha

Natijalar shuni ko'rsatdiki, FD V 08-601 bo'yicha ishlab chiqilgan 4-stsenariy eng samarali usul bo'lib, xonaning uzoq muddatli muvofiqligini ta'minlashda va muvofiqsizlikni aniqlashda yuqori ishonchlilikni namoyish etdi.

Xulosa

Ushbu tadqiqot termostatik xonalarda haroratni nazorat qilishning samaradorligini oshirish va monitoring tizimlarining ishonchliligini ta'minlash bo'yicha muhim xulosalarga olib keldi. Tadqiqot davomida beshta turli stsenariy sinovdan o'tkazilib, ularning har biri xonaning muvofiqligini nazorat qilishdagi afzalliklari va kamchiliklari nuqtai nazaridan baholandi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, monitoring termometrlaridan to'g'ri foydalanish va signal sozlamalarini optimallashtirish laboratoriyalarda harorat barqarorligini ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Birinchi muhim xulosa shuki, signal chegaralarini xona spetsifikatsiyasiga tenglashtirish (masalan, 2°C va 8°C) xonaning muvofiqsizligini aniqlashda samarasizdir. Ushbu yondashuv real harorat o'zgarishlarini to'liq aks ettira olmaydi va muvofiqsizlikni o'z vaqtida aniqlash imkonini bermaydi. Buning o'rniga, xususiyatlar aniqlash vaqtida olingan minimal va maksimal an'anaviy haroratlardan foydalanish signal sozlamalarini aniqlashda ancha ishonchli natijalar beradi. Bu usul, xususan, FD V 08-601 hujjatida tavsiya etilgan yondashuv sifatida sinovdan o'tkazildi va eng yuqori samaradorlikni ko'rsatdi. Ikkinchi xulosa monitoring termometrlarining metrologik tasdiqlashi bilan bog'liq. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, termometrlarning muntazam kalibrlashi yoki tekshiruvi har doim ham zarur emas, agar xususiyatlar aniqlash vaqtida termometrning ko'rsatkichlari aniq



yozi olinsa va signal sozlamalarida foydalanilsa. FD V 08-601 bo'yicha ishlab chiqilgan usulda termometr {xona + termometr} tizimining bir qismi sifatida qaraladi va uning o'lchov xatoligi ruxsat etilgan og'ish hisobida hisobga olinadi. Bu yondashuv kalibrlashga bo'lgan ehtiyojni kamaytiradi va monitoring jarayonini soddalashtiradi. Uchinchi muhim xulosa termometrning joylashuvi va uning doimiyligi bilan bog'liq. Sinovlar davomida aniqlandiki, termometrning tasodifiy joylashtirilishi yoki vaqt o'tishi bilan o'zgartirilishi monitoring tizimining ishonchliligini pasaytiradi. Xususiyatlar aniqlash natijalariga asoslangan holda termometrning doimiy joylashuvi belgilansa, signal chegaralari an'anaviy haroratlarni samarali nazorat qiladi. Bu, ayniqsa, katta hajmli xonalarda bir nechta termometrlardan foydalanish zarur bo'lganda muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqot natijalariga asoslanib, quyidagi takliflar beriladi:

1. Laboratoriyalarda termostatik xonalarni monitoring qilishda FD V 08-601 hujjatida tavsiya etilgan usuldan foydalanish. Bu usul signal chegaralarini ruxsat etilgan og'ish asosida hisoblashni va xususiyatlar aniqlash natijalaridan foydalanishni talab qiladi.

2. Monitoring termometrlarining joylashuvini xususiyatlar aniqlash jarayonida aniqlash va uni doimiy saqlash. Bu monitoring tizimining uzoq muddatli ishonchliligini ta'minlaydi.

3. Kalibrlash o'rniga, termometrning ko'rsatkichlarini xususiyatlar aniqlash vaqtida yozib olish va ulardan signal sozlamalarini hisoblashda foydalanish. Bu resurslarni tejashga yordam beradi.

4. Katta hajmli xonalarda bir nechta termometrlardan foydalanishni ko'rib chiqish va ularning joylashuvini bir tekislik va barqarorlik natijalariga asoslash.

Ushbu tadqiqotning natijalari nafaqat O'zbekistondagi laboratoriyalar uchun, balki xalqaro miqyosda ham qo'llanilishi mumkin bo'lgan universal yechimlarni taklif etadi. Biroq, tadqiqotda bir qator ochiq savollar ham qoldi. Masalan, termometrning joylashuvi harorat nazoratiga qanday ta'sir qilishi, katta xonalarda termometrlarni qanday boshqarish kerakligi va o'lchovlarni yumshatish usullarining samaradorligi kelgusida qo'shimcha o'rganishni talab qiladi. Xulosa qilib aytganda,



termostatik xonalarda haroratni nazorat qilishda eng samarali yondashuv xususiyatlar aniqlash natijalariga asoslangan monitoring tizimini qo'llashdir. Bu usul laboratoriyalarda harorat barqarorligini ta'minlash, mahsulot sifatini saqlash va tajriba natijalarining ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. FDX15-140, "Mesure de l'humidité de l'air. Enceintes climatiques et thermostatiques: caractérisation et vérification," AFNOR (2013).
2. FDV08-601, "Enceintes thermostatiques. Caractérisation, vérification et suivi quotidien," AFNOR (2005).
3. NF EN60068-3-5, "Essais d'environnement - Partie 3-5: documentation d'accompagnement et guide - Confirmation des performances des chambres d'essai en température," AFNOR (2002).
4. NF ISO/CEI Guide 98-4, "Incertitude de mesure. Partie 4: rôle de l'incertitude de mesure dans l'évaluation de la conformité," AFNOR (2013).
5. NF EN 60068-3-11, "Essais d'environnement - Partie 3-11: documentation d'accompagnement et guide - Calcul de l'incertitude des conditions en chambres d'essais climatiques," AFNOR (2007).
6. Euramet CG-20, "Calibration Guide, Calibration of Temperature and/or humidity controlled enclosures," Euramet (2015).
7. Guideline DKD-R 5-7, "Calibration of climatic chambers," DKD (2004, English translation 2009).
8. Reifenberg J.M., "Qualification et suivi des enceintes thermostatiques à l'Établissement français du sang," Journées techniques du Collège français de métrologie (2010).
9. Reifenberg J.M., Riout E., Leroy A., "Métrologie dans un laboratoire de biologie médicale: enjeux et difficultés," Revue Francophone des Laboratoires, N461, pp. 69-76 (2014).
10. Kramer M., "Qualification, calibration and maintenance of stability chambers," ROCHE, Workshop Ghana (2009).



11. LAB GTA 24, “Guide Technique d’Accréditation pour la caractérisation et la vérification des enceintes thermostatiques et climatiques, fours et bains thermostatés,” COFRAC (2015).
12. SH GTA 01, “Guide Technique d’Accréditation en biologie médicale,” COFRAC (2015).
13. NF EN ISO 14253-1, “Spécification géométrique des produits (GPS) - Vérification par la mesure des pièces et des équipements de mesure - Partie 1: règles de décision pour prouver la conformité ou la non-conformité à la spécification,” AFNOR (2013).