

МЕМЛЕКЕТТІК ҒЫЛЫМИ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ ОРТАЛЫҚ

Ғ. Мұхамбетов, В. Михалченко, М. Конканов

МЕТРОЛОГИЯ

*Қазақстан стандарттау және метрология институтының
Ғылыми кеңесі ұсынған*

Астана 2023

ӘОЖ 006.91 (075.8)

ББК 30.10 я73

М92

Рецензенттер

О.В. Стукач, т.ғ.д., «Экономика жоғары мектебі» ҒЗУ профессоры, IEEE аға мүшесі;

А.Ю. Кузин, т.ғ.д., профессор, «Бүкілресейлік метрологиялық қызмет ғылыми-зерттеу институты» федералдық мемлекеттік бюджеттік мекемесі директорының орынбасары;

Р.К. Ниязбекова, т.ғ.д., С. Сейфуллин атындағы ҚазАТУ «Стандарттау, сертификаттау және метрология» кафедрасының профессоры, Қазақстан Республикасының еңбек сіңірген метрологы.

Метрология: Оқулық / Ғ. Мұхамбетов, В. Михалченко, М. Конканов / Қазақстан стандарттау және метрология институты. Астана: басылым, 2023. 260 б.

ISBN 978-601-80963-2-7

Оқулықта Қазақстан Республикасындағы техникалық реттеу жүйесін реформалау саласындағы соңғы өзгерістерді ескере отырып, метрологияны нормативтік, ұйымдастырушылық және әдістемелік қамтамасыз етудің негізгі ұғымдары қарастырылған. Метрологияның әртүрлі өнеркәсіп салалары мен қызмет салаларындағы ерекшеліктері сипатталған. «Метрология, стандарттау, сертификаттау» пәнін оқитын жоғары оқу орындарының студенттеріне арналған, сонымен қатар өлшеу техникасы саласындағы арнайы пәндерді оқу кезінде оқытушылар, метрология және сапаны басқару саласындағы мамандар және көптеген іскер адамдарға пайдалы тартымды материал болып табылады.

ISBN 978-601-80963-2-7

Қазақстан стандарттау және метрология институты, 2023

МАЗМҰНЫ

Метрология негіздері.....	4
Қолданбалы метрология.....	127
Метрология бойынша практикум.....	181

МЕМЛЕКЕТТІК ҒЫЛЫМИ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ
ОРТАЛЫҚ

Метрология негіздері

Оқулық

МАЗМҰНЫ

Алғысөз.....	6
Қысқарған сөздер тізімі	8
1-тарау Метрология мәні мен міндеттері.....	10
2-тарау Метрологияның даму тарихы.....	12
3-тарау Шама бірліктері.....	15
3.1 Физикалық шамаларды өлшеу (өлшем түрлері).....	21
4-тарау Өлшем құралдары және оларды жіктеу.....	26
4.1 Шама бірліктерінің эталондары және оларды жіктеу.....	29
4.2 Қазақстан Республикасының эталондық базасы.....	32
4.3 Стандартты үлгілер.....	67
5-тарау Метрология бөлімдері.....	73
5.1 Теориялық метрология.....	73
5.2 Заңнамалық метрология	74
5.3 Қолданбалы метрология.....	75
6-тарау Әлемде метрологияның дамуы.....	77
6.1 Халықаралық және өңірлік метрология жөніндегі ұйымдар.....	83
6.2 Экономикадағы метрологияның рөлі.....	106
6.3 Қазақстанда метрологияның дамуы.....	115
7-тарау Мемлекеттік метрологиялық бақылау.....	120
7.1 Мемлекеттік метрологиялық бақылау объектілері.....	121
7.2 Мемлекеттік метрологиялық бақылауды жүзеге асыру тәртібі	122
Қорытынды	124

Алғысөз

Метрология – өлшемдер, өлшем бірлігін қамтамасыз ету әдістері мен құралдары және өлшеу нәтижелерінің қажетті дәлдігіне қол жеткізу әдістері туралы ғылым. Метрология, бір жағынан, ғылыми пән, екінші жағынан, әртүрлі қызмет салаларында өлшем бірлігін қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін практикалық пән болып табылады. Қазіргі заманғы метрология – ғылыми, қолданбалы және әкімшілік-құқықтық аспектілерді қамтитын синтетикалық пән.

Метрологияның оқу пәні ретіндегі міндеттері мыналар:

– студенттерге елдегі және шетелдегі метрологияның тарихы мен қазіргі жағдайы туралы; өлшеулер, өлшем бірлігін қамтамасыз ету әдістері мен құралдары туралы; қажетті дәлдікке қол жеткізу тәсілдері туралы; дамыған елдерде метрология бойынша қызметті ұйымдастыру туралы; халықаралық және өңірлік метрология жөніндегі ұйымдар туралы; метрология, стандарттау және сертификаттау байланыстары туралы түсінік беру;

– метрология бойынша заңнамалық және нормативтік құқықтық актілермен, әдістемелік материалдармен; стандарттар мен өлшем бірлігін ведомствоаралық және ведомстволық бақылау жүйесімен; физикалық шамалардың бірліктерін жаңғырту және олардың өлшемдерін беру теориясымен; өлшеу нәтижелерін өңдеу әдістерімен және ӨҚ-ымен; олардың метрологиялық сипаттамаларымен; өнімді сынау және қабылдау қағидаларымен таныстыру;

– метрология бойынша жұмыстарды жоспарлау мен жүргізуді; өлшеу нәтижелерін өңдеу әдістерін және олардың дұрыстығын талдауды; өнім сапасын бақылау әдістерін үйрету.

Осы оқу құралы жеті тараудан тұрады.

Бірінші тарауда метрологияның мәні мен міндеттерін ашатын негізгі терминдер мен ұғымдар қарастырылған.

Екінші тарауда метрологияның даму тарихы және оның ғылым мен техникадағы рөлі ұсынылған.

Үшінші тарау өлшеу түрлері мен физикалық шамалардың бірліктеріне арналған.

Төртінші тарауда өлшем құралдары мен өлшеу әдістері, сондай-ақ өлшеу нәтижелерін өңдеу және олар туралы түсінік берілген.

Бесінші тарауда метрологияның негізгі бөлімдері қарастырылған.

Алтыншы тарау әлемдегі метрологияның дамуымен, халықаралық деңгейден бастап жекелеген кәсіпорындар мен олардың бөлімшелерін басқару деңгейіне дейінгі метрологиялық қызметтің нормативтік-құқықтық негізімен таныстырады.

Жетінші тарауда жеке және заңды тұлғалардың Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз ету туралы заңнамасының талаптарын сақтауын мемлекеттік метрологиялық бақылау қарастырылған.

Авторлар оқулықты жазуға қатысқандардың барлығына шын жүректен алғыс білдіреді.

«Метрология» оқулығының материалын дайындауға және жекелеген бөлімдерін жазуға Мемлекеттік ғылыми метрологиялық орталықтың қызметкерлері: Ж.А. Бегайдаров, Г. А. Сүйеубаева, В.М. Белоусов, Қ.З. Саттыбаева, Ж.Т. Қалиева, А.Б. Рахадинова, Д.М. Молдыбаев, Т.Е. Епенов, Е.С. Сейтпеков, А.Қ. Жұмағали, М.Б. Жаманбалин, С.Б. Смағұлов, Р. Б. Сүлейменов, У. Е. Молдағанапов, А.У. Дусказиева, М.Д. Көпеева, Б.К. Жанасбаев, В.В. Александров, Ш.Е. Маулимгазинова, Н.М. Выродова, Н.А. Түймекұлова, Ы.Т. Жәйманова, С.О. Тагаева, Ж.К. Таушев, Р.Ж. Аймағамбетова, Д.Т. Мукашева, М.А. Рамазанова қатысты.

Қысқарған сөздер тізімі

ARMR – Asia Pacific Metrology Programme (Азия-Тынық мұхит Метрологиялық Бағдарламасы);

BIPM – Bureau International des Poids et Mesures (Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросы);

CGPM – General Conference on Weights and Measures (Өлшемдер мен салмақтар бас конференциясы);

CEEMS AG – Дамушы метрологиялық жүйелері бар елдердің мәселелері бойынша консультативтік топ;

CIPM-MRA – «Ұлттық метрологиялық институттар беретін ұлттық өлшеу эталондары мен калибрлеу және өлшеу сертификаттарын өзара тану туралы» келісім;

FIACC – Бес халықаралық қауымдастықтың үйлестіру комитеті;

IMEKO - Халықаралық өлшемдер конфедерациясы;

MAA (Framework for a Mutual Acceptance Arrangement) – Өлшем құралдарының типін бағалау нәтижелерін өзара тану туралы келісім;

OIML – The International Organization of Legal Metrology (Халықаралық заңнамалық метрология ұйымы);

ДСҰ – Дүниежүзілік сауда ұйымы;

МҒМО – Мемлекеттік ғылыми метрологиялық орталық;

СҰМҚ – Заттар мен материалдардың құрамы мен қасиеттерінің стандартты үлгілерінің мемлекеттік қызметі;

ӨСтД – Өзара сенім туралы декларация;

ӨТ – Өлшеу түрлендіргіші;

KOOMET – Еуро-Азиялық Мемлекеттік Метрологиялық Мекемелер ынтымақтастығы;

ХЗМБ (BIML) – Халықаралық заңнамалық метрология бюросы;

ӨОӘ – Өлшемдерді орындау әдістемесі;

МАК – Мемлекетаралық стандарттау, метрология және сертификаттау жөніндегі кеңес;

ХҚ – Халықаралық құжаттар;

ХЗМК (CIML) – Халықаралық заңнамалық метрология комитеті;

ХҰ – Халықаралық ұсыным;
МаСҰ – Мемлекетаралық стандартты үлгі;
МС – Метрологиялық сипаттамалар;
ҰМИ – Ұлттық метрологиялық институт;
ҚР ҰМИ – Қазақстан Республикасының ұлттық метрологиялық институты;
БК – Біріккен Комитет;
ССҰ – Салалық стандартты үлгі;
ӨМҰ – Өңірлік метрологиялық ұйым;
СВКТ – Потенциалды арттыру және білім беру жөніндегі ВІРМ бағдарламасы;
ӨҚ – Өлшем құралы;
СҰ – Стандартты үлгі;
КООМЕТ СҰ – Еуро-Азиялық мемлекеттік метрологиялық мекемелер ынтымақтастығының стандартты үлгісі;
КСҰ – Кәсіпорынның стандартты үлгісі;
СТК – Саудадағы техникалық кедергілер;
ТК/КК (ТС/SC OIML) - Техникалық комитеттер және кіші комитеттер.

1-тарау

Метрология мәні мен міндеттері

«Метрология» термині *μετρον* – өлшем және *λογος* – ілім, сөз деген грек сөздерінен шыққан.

Қазіргі мағынада **метрология** – өлшемдер, өлшем бірлігін қамтамасыз ету әдістері мен құралдары және қажетті дәлдікке қол жеткізу жолдары туралы ғылым. Бұл әртүрлі физикалық шамалардың өлшем бірліктерін белгілеумен және олардың эталондарын жаңғыртумен, физикалық шамаларды өлшеу әдістерін әзірлеумен, сондай-ақ өлшеу дәлдігін талдаумен және өлшеуде дәлсіздіктерін тудыратын себептерді зерттеумен және жоюмен айналысатын ғылым.

Кез келген ғылым, егер оның өзіндік объектісі, пәні және зерттеу әдістері болса, жүзеге асырылған ғылым болып табылады. Кез келген ғылымның мәні осы ғылым нені зерттейді деген сұраққа жауап береді.

Метрология мәні объектілердің қасиеттерін (ұзындығы, массасы, тығыздығы және т.б.) және процестерді берілген дәлдікпен және нақтылықпен өлшеу болып табылады.

Метрология объектілері:

өлшенетін (оның ішінде физикалық) шама;

физикалық шама бірлігі;

өлшеу;

өлшеу дәлсіздігі;

өлшеу әдісі;

өлшем құралы.

Ғылым объектісі бірқатар басқа ғылымдарға ортақ болуы мүмкін.

Метрология физикалық шамаларды өлшеу әдістері мен ӨҚ-ын максималды дәлдікпен зерттейтіндіктен, оның міндеттері мен мақсаттары ғылымның анықтамасының өзінен туындайды. Дегенмен метрологияның ғылым ретінде адамзат қоғамының ғылыми-техникалық прогресі мен эволюциясы үшін орасан зор маңыздылығын ескере отырып, метроло-

гияның барлық терминдері мен анықтамалары, оның мақсаттары мен міндеттерін қоса алғанда, стандарттау жөніндегі құжаттар арқылы стандартталған.

Сонымен метрологияның *негізгі міндеттері* мыналар:

физикалық шамалардың бірліктерін, мемлекеттік эталондарды және үлгілік ӨҚ-ын анықтау;

өлшеу және бақылау теориясын, әдістері мен ӨҚ-ын әзірлеу;

өлшем бірлігін және біркелкі ӨҚ-ын қамтамасыз ету;

ӨҚ мен бақылау құралдарының дәлсіздігін, жай-күйін бағалау әдістерін әзірлеу;

бірлік өлшемдерін эталондардан және үлгілік ӨҚ-ынан жұмыс ӨҚ-ына беру әдістерін әзірлеу.

Өлшеу нәтижелерінің басты өлшемшарты олардың нақтылығы болып табылады. Бұл термин өлшем шамаларының белгіленген бірліктері және белгіленген жол берілетін дәлсіздіктер деген мағынаны білдіреді. Осының арқасында әртүрлі жерлерде, әртүрлі уақытта және әртүрлі тәсілдермен жүргізілген өлшеу нәтижелерін салыстыру мүмкіндігі бар.

2-тарау

Метрологияның даму тарихы

Метрология – өлшемдерді, олардың дәлдігін, сенімділігін және стандарттарға сәйкестігін зерттейтін ғылым. Осы ғылым өндірісті, ғылымды, медицинаны және технологияны қоса алғанда, әртүрлі салаларда негізгі түйінді рөл атқарады. Дегенмен метрология жаңа пайда болған өнертабыс емес. Метрология тарихы өте ерте ғасырлардан бастау алады және әртүрлі ғылымдар мен мәдениеттермен тығыз байланысты.

Метрология туралы алғашқы естеліктер ежелгі гректерге қатысты. Олар ұзындыққа, салмаққа және көлемге арналған бірліктер жүйесін әзірледі. Бұдан әрі Рим империясы кезінде «рим өлшемі» деген атаумен белгілі өлшем бірліктер жүйесі құрылды. Оған фут, дюйм, сүйем және басқа өлшем бірліктері кірді.

Орта ғасырларда Еуропада көптеген әртүрлі өлшем жүйелері болды және әр ел өзінің өлшем бірліктерін қолданды. Алайда XVIII ғасырда өлшем бірліктерінің бірыңғай жүйесін – метрикалық жүйені құру туралы шешім қабылданды. Бұл жүйе Францияда әзірленді және ұзындық, масса және көлем үшін өлшем бірліктерін қамтыды.

Содан бері метрология өзінің дамуын жалғастырып келеді және ғылым мен өнеркәсіпте маңызға ие бола бастады. Метрологияны дамытудағы маңызды сәттердің бірі 1960 жылы Халықаралық бірліктер жүйесін (ӨЖ) құру болды. Бұл жүйе бүкіл әлемде қолданылатын жеті негізгі өлшем бірлігін қамтиды.

Бүгінгі таңда метрология ғылым мен технологияның ең жылдам дамып келе жатқан салаларының бірі болып табылады. Ол өндірісті, технологияны және ғылымды қоса алғанда, әртүрлі салалар үшін қажет өлшемдердің дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады.

Жаңа технологиялар мен ғылыми жаңалықтар барған сайын өте дәл өлшемдерді қажет етеді, бұл метрологияны ғылым мен өнеркәсіптің барлық дерлік салалары үшін қажет.

Заманауи метрология жоғары дәлдікпен және сенімділікпен өлшеуге мүмкіндік беретін әдістер мен технологиялардың кең ауқымын қамтиды. Олардың ішінде салмақ пен көлемді өлшеу әдістері сияқты классикалық әдістерді және лазерлік интерферометрия, спектроскопия және т.б. сияқты заманауи әдістерді айрықша атап өтуге болады.

Сондай-ақ өлшеуге ерекше көзқарасты қажет ететін радиометрология, оптикалық метрология және наноқұрылым метрологиясы сияқты метрологияның көптеген мамандандырылған салалары бар. Бұлардан басқа метрологиялық өлшеулер үшін стандарттарды әзірлейтін және қолдайтын Халықаралық салмақтар мен өлшемдер бюросы (BIPM) және Халықаралық стандарттау ұйымы (ISO) сияқты халықаралық ұйымдар бар.

Метрологиядағы негізгі мәселелердің бірі – өлшемдердің белгісіздігі. Бұл кез келген өлшемде аспаптар мен өлшеу әдістерінің шектеулеріне байланысты кейбір белгісіздік болатынын білдіреді. Дегенмен заманауи метрология әдістері өлшемдердің белгісіздігін азайтуға және өлшеудің жоғары дәлдігіне қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Сонымен қатар метрология жаһандық және ұлттық экономикаларда маңызды рөл атқарады. Өнімдер мен көрсетілетін қызметтердің стандарттар мен реттеулерге сәйкестігін қамтамасыз ету үшін дәл өлшемдердің болуы маңызды. Бұл өндірілетін және сатылатын өнімдер мен көрсетілетін қызметтердің сапасына көз жеткізуге мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде тұтынушыларды қорғауға ықпал етеді, сонымен қатар нарықта әділ бәсекелестікті қамтамасыз етеді.

Метрология тарихы оның дамуы ғылым мен технологиялардың дамуымен, сондай-ақ қоғамдағы әлеуметтік-экономикалық өзгерістермен тығыз байланысты екенін көрсетеді. Метрологияны дамытудағы маңызды қадам өлшеуге арналған стандарттар мен нұсқауларды әзірлеп, қолдайтын және өлшеудің белгісіздігін бағалайтын метрология және стандарттау жөніндегі халықаралық ұйымдарды құру болды.

Метрология тарихы оның дамуына әсер еткен көптеген маңызды оқиғаларды қамтиды. Олардың кейбіреулері ұзын-

дық пен салмақтың алғашқы стандарттарын құруды, ұлттық метрология институттарын құруды және өлшеуге арналған жаңа әдістер мен аспаптарды әзірлеуді қамтиды.

Метрология тарихы сонымен қатар метрологияның физика, математика, химия, биология және басқа ғылымдармен байланысты пәнаралық ғылым екенін көрсетеді. Қазіргі заманғы метрология дәл және сенімді өлшеулер жасау үшін кең ауқымды білім мен дағдыларды қажет етеді.

Метрология тарихын зерттеу оның қазіргі қоғамдағы рөлі мен маңыздылығын түсіну үшін маңызды. Ол сондай-ақ өлшеуге арналған жаңа әдістер мен аспаптарды әзірлеуге және метрология бойынша халықаралық стандарттар мен нұсқаулықтарды ұстануға көмектеседі.

3-тарау

Шама бірліктері

Шама бірлігі – бірлікке тең сандық мән шартты түрде берілген тіркелген мөлшердің шамасы және өзімен біртекті шамаларды сандық жағынан білдіру үшін қолданылатын шама.

Өлшемдер мен салмақтар жөніндегі бас конференция қабылдаған және Халықаралық заңнамалық метрология ұйымы ұсынған Халықаралық бірліктер жүйесінің шама бірліктерін Қазақстан Республикасының аумағында қолдануға жол беріледі.

Халықаралық бірліктер жүйесі 1960 жылы XI Өлшемдер мен салмақтар жөніндегі бас конференцияда қабылданды. Осы бірліктер жүйесін қолдану сондай-ақ ГОСТ 8.417-2002 «МӨЖ. Физикалық шамалар бірліктері» мемлекетаралық стандартын регламенттейді.

ӨҚ жүйесінің негізгі бірліктері: килограмм, метр, секунд, ампер, кельвин, моль және кандела. ӨҚ жүйесі аясында аталған бірліктердің тәуелсіз өлшемділігі болады деп есептеледі, яғни негізгі бірліктердің ешқайсысы басқа бірліктерден алынбайды. Туынды бірліктер көбейту және бөлу сияқты алгебралық амалдар арқылы негізгі әрекеттерден алынады. ӨҚ жүйесіндегі туынды бірліктердің кейбіреулеріне өз атаулары берілген.

ӨҚ негізгі бірліктері 3.1-кестеде көрсетілген.

3.1-кесте – ӨҚ негізгі бірліктері

Шама		Бірлік			
Атауы	Өлшемділік	Атауы	Белгіленуі		Анықтама
			Халықаралық	қазақ	
Ұзындық	L	метр	m	м	Метр – уақыт аралығы үшін вакуумдағы жарық өтетін жолдың ұзындығы 1/299792458 s [XVII CGPM (1983 ж.), 1-қарар]
Масса	M	килограмм	kg	кг	Килограмм – халықаралық килограмм прототипінің салмағына тең салмақ бірлігі [I CGPM (1889) және III CGPM (1901)]

Уақыт	T	секунд	s	с	Секунд – цезий-133 атомының негізгі күйінің екі өте жұқа деңгейлері арасындағы ауысуға сәйкес келетін 9192631770 сәулелену кезеңіне тең уақыт [XIII CGPM (1967), 1-қарар]
Электр тогы (электр тогының күші)	I	ампер	A	A	Ампер – вакуумда бір-бірінен 1 м қашықтықта орналасқан ұзындығы шексіз екі параллел түзу сызықты өткізгіштерден және дөңгелек көлденең қиманың өте аз ауданынан өткен кезде ұзындығы 1 м өткізгіштің әр учаскесінде 2·10 ⁻⁷ N тең болатын өзара әрекеттесу күшін тудыратын өзгермейтін ток күші [МКМВ (1946 ж.), IX CGPM мақұлдаған 2-қарар, (1948ж.)]
Термодинамикалық температура	$\cup$	кельвин	K	K	Кельвин – судың үштік нүктесінің термодинамикалық температурасының 1/273, 16 бөлігіне тең термодинамикалық температура бірлігі [XIII CGPM (1967), 4-қарар]
Зат мөлшері	N	моль	mol	моль	Моль – салмағы 0,012 kg 12-көміртегіндегі атомдар қанша болса, сонша құрылымдық элементтер болатын жүйенің зат мөлшері. Мольді қолданған кезде құрылымдық элементтер спецификациялануға тиіс және атомдар, молекулалар, иондар, электрондар және басқа бөлшектер немесе арнайы бөлшектер топтары болуы мүмкін [XIV CGPM (1971 ж.), 3-қарар]
Жарық күші	J	кандела	cd	кд	Кандела – 540·10 ¹² Hz жиілікті монохроматикалық сәуле шығаратын көздің берілген бағытындағы жарық күші, оның осы бағыттағы жарығының энергетикалық күші 1/683 W/sr құрайды [XVI CGPM (1979 ж.), 3-қарар]

2018 жылдың 16 қарашасында 26-шы Өлшемдер мен салмақтар бас конференциясының (BIMP) қарары Халықаралық бірліктер жүйесінің (SI) негізгі бірліктері үшін жаңа анықтама-

ларды бекітті.

Жаңа анықтамалар жеті базалық бірліктің төртеуіне, атап айтқанда килограмға, амперге, кельвинге және мольге қатысты бекітілген.

Килограмм, $6,62607015 \cdot 10^{-34}$ дәлдікпен тең h Планка тұрақтысының сандық мәнін бекіту арқылы $\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$ -ге балама $\text{ӨЖДж} \cdot \text{с}$ бірлігімен көрсетілген кезде белгіленетін шама, мұнда метр және секунд s және $\Delta\nu\text{Cs}$ арқылы анықталады.

мұндағы s – вакуумдағы жарық жылдамдығы;

$\Delta\nu\text{Cs}$ – цезий-133 атомының негізгі күйінің екі өте жұқа деңгейі арасындағы ауысуға сәйкес келетін сәулелену жиілігі.

Ампер – Кл бірлігімен өрнектелген кезде $1,602176634 \cdot 10^{-19}$ тең e қарапайым зарядының бекітілген сандық мәнін қабылдау арқылы анықталатын электр тогының бірлігі, бұл $A \cdot s$ сәйкес келеді, мұнда секунд $\Delta\nu\text{Cs}$ арқылы анықталады

Дж/К бірлігімен $1,380649 \cdot 10^{-23}$ тең Больцман тұрақтысының k , бекітілген сандық мәнін белгілеу арқылы анықталатын Кельвин, бұл $\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \text{K}^{-1}$ сәйкес келеді, мұнда килограмм, метр және секунд h , s және $\Delta\nu\text{Cs}$ константалары арқылы анықталған.

Моль – заттың құрылымдық элементтерінің – атомдардың, молекулалардың немесе иондардың сәйкес комбинациясының $6,02214076 \cdot 10^{23}$ құрайтын зат мөлшері.

ӨҚ негізгі бірліктерін қолдана отырып құрылған ӨҚ туынды бірліктерінің мысалдары 3.2-кестеде келтірілген.

3.2-кесте – ӨҚ негізгі бірліктерінің атаулары мен белгіленулерін пайдалана отырып, атаулары мен белгіленулері құрылған ӨҚ туынды бірліктерінің мысалдары

Шама		Бірлік		
Атауы	Өлшемділік	Атауы	Белгіленуі	
			халықаралық	қазақ
Аудан	L^2	шаршы метр	m^2	m^2
Көлем, сыйымдылық	L^3	текше метр	m^3	m^3
Жылдамдық	LT^{-1}	секундына метр	m/s	m/c

Үдеу	$L T^{-2}$	шаршыда секундına метр	m/s^2	m/c^2
Толқындық сан	L^{-1}	бірінші дәрежелі минуста метр	m^{-1}	m^{-1}
Тығыздық	$L^{-3}M$	текше метрге килограмм	kg/m^3	$кг/м^3$
Меншікті көлем	L^3M^{-1}	килограмға текше метр	m^3/kg	$м^3/кг$
Электр тогының тығыздығы	$L^{-2}I$	шаршы метрге ампер	A/m^2	$A/м^2$
Магнит өрісінің кернеулілігі	$L^{-1}I$	метрге ампер	A/m	$A/м$
Компоненттің молярлық концентрациясы	$L^{-3}N$	текше метрге моль	mol/m^3	$моль/м^3$
Жарықтық	$L^{-2}J$	шаршы метрге кандела	cd/m^2	$кд/м^2$

Арнайы атаулары мен белгіленулері бар ӨҚ туынды бірліктерінің мысалдары 3.3-кестеде келтірілген.

3.3-кесте – Арнайы атаулары мен белгіленулері бар ӨҚ туынды бірліктері

Шама		Бірлік			
Атауы	Өлшемділік	Атауы	Белгіленуі		ӨҚ негізгі және туынды бірліктері арқылы өрнек
			Халықаралық	қазақ	
Жазық бұрыш	1	радиан	rad	рад	$m \cdot m^{-1} = 1$
Дене бұрышы	1	стерадиан	sr	ср	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$
Жиілік	T^{-1}	герц	Hz	Гц	s^{-1}
Күш	LMT^{-2}	ньютон	N	Н	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Қысым	$L^{-1}MT^{-2}$	паскаль	Pa	Па	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Энергия, жұмыс, жылу мөлшері	L^2MT^{-2}	джоуль	J	Дж	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Қуат	L^2MT^{-3}	ватт	W	Вт	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
Электр заряды, электр мөлшері	TI	кулон	C	Кл	$s \cdot A$

Электр кернеуі, электр потенциалы, электр потенциалдарының айырмашылығы, электр қозғаушы күш	$L^2MT^{-3}I^{-1}$	вольт	V	В	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Электр сыйымдылығы	$L^{-2}M^{-1}T^4I^2$	фарад	F	Ф	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
Электр кедергісі	$L^2MT^{-3}I^{-2}$	ом	Ohm	Ом	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
Электр өткізгіштік	$L^{-2}M^{-1}T^3I^2$	сименс	S	См	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
Магниттік индукция ағыны, магниттік ағын	$L^2MT^{-2}I^{-1}$	вебер	Wb	Вб	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Магниттік ағынның тығыздығы, магниттік индукция	$MT^{-2}I^{-1}$	тесла	T	Тл	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Индуктивтілік, өзара индуктивтілік	$L^2MT^{-2}I^{-2}$	генри	H	Гн	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
Цельсий температурасы	°C	Цельсий градусы	°C	°C	K
Жарық ағыны	J	люмен	lm	лм	$cd \cdot sr$
Жарықтылық	$L^{-2}J$	люкс	lx	лк	$cd \cdot sr / m^2$
Радиоактивті көздегі нуклидтің белсенділігі (радионуклидтің белсенділігі)	T^{-1}	беккерель	Bq	Бк	s^{-1}
Иондаушы сәулеленудің сіңірілген мөлшері, керма	L^2T^{-2}	грей	Gy	Гр	$m^2 \cdot s^{-2}$
Иондаушы сәулеленудің эквивалентті мөлшері, иондаушы сәулеленудің тиімді мөлшері	L^2T^{-2}	зиверт	Sv	Зв	$m^2 \cdot s^{-2}$
Катализатор белсенділігі	NT^{-1}	катал	kat	кат	$mol \cdot s^{-1}$

Ескертпелер:

1 3.3-кестеге жазық бұрыш бірлігі - радиан және дене бұрышы бірлігі -стерадиан кіреді.

2 Халықаралық бірліктер жүйесіне 1960 жылы XI CGPM (12-қарар) қабылданған кезде бірліктердің: негізгі, туынды және қосымша (радиан және стерадиан) деп аталатын бірліктердің үш сыныбы кіреді. CGPM радиан және стерадиан бірліктерін «олардың негізгі бірліктер немесе туындылар екендігі туралы мәселені ашық қалдыра отырып, қосымша бірліктер»

ретінде жіктеді. Осы бірліктердің екіұшты жағдайын жою мақсатында Халықаралық өлшемдер мен салмақтар комитеті 1980 жылы (1-ұсыным) ӨҚ қосымша бірліктерінің сыныбын өлшемсіз туынды бірліктер сыныбы ретінде түсіндіруге шешім қабылдады, өлшемсіз туынды бірліктер үшін CGPM оларды ӨҚ туындылары үшін өрнектерде қолдану немесе қолданбау мүмкіндігін ашық қалдырады. 1995 жылы XX CGPM (8-қарар) ӨҚ-дағы қосымша бірліктер сыныбын алып тастауға, ал радиан мен стерадианды ӨҚ басқа туынды бірліктері үшін өрнектерде қолданылуы немесе пайдаланылмауы мүмкін (қажет болған жағдайда) ӨҚ өлшемсіз туынды бірліктері (арнайы атаулары мен белгілері бар) деп санауға шешім қабылдады.

ӨҚ ондық еселік және үлестік бірліктерінің атаулары мен белгіленулері 3.4-кестеде көрсетілген көбейткіштер мен тіркемелердің көмегімен құрылады.

3.4-кесте – ӨҚ ондық еселік және үлестік бірліктерінің атаулары мен белгіленулерін қалыптастыру үшін қолданылатын көбейткіштер мен тіркемелер

Ондық көбейткіш	Тіркеме	Тіркemenің белгіленуі		Ондық көбейткіш	Тіркеме	Тіркemenің белгіленуі	
		халықаралық	қазақ			халықаралық	орыс
10^{24}	иотта	Y	И	10^{-1}	деци	d	д
10^{21}	зетта	Z	З	10^{-2}	санти	c	с
10^{18}	экса	E	Э	10^{-3}	милли	m	м
10^{15}	пета	P	П	10^{-6}	микро	μ	мк
10^{12}	тера	T	Т	10^{-9}	нано	n	н
10^9	гига	G	Г	10^{-12}	пико	p	п
10^6	мега	M	М	10^{-15}	фемто	f	ф
10^3	кило	k	к	10^{-18}	атто	a	а
10^2	гекто	h	г	10^{-21}	зепто	z	з
10^1	дека	da	да	10^{-24}	иокто	y	и

30 жылдан астам уақыт ішінде алғаш рет Халықаралық бірліктер жүйесіне (ӨҚ) мынадай жаңа терминдер ресми түрде қосылды: ронна (ronna, 10^{27} , немесе 27 нөлдік сан) және кветта (quetta, 10^{30}), сондай-ақ ронто (ronto, 10^{-27}) және квекто (quecto, 10^{-30}).

Жаңа тіркемелердің қабылдануын терминдерді енгізудің бастамашысы болған Ұлыбританияның Ұлттық физикалық зертханасы растады. Бұған 27-ші Өлшемдер мен салмақтар бойынша бас конференцияға қатысқан әлемнің түкпір-түкпірінен келген ғалымдар мен үкімет өкілдері дауыс берді.

3.1 Физикалық шамаларды өлшеу (өлшем түрлері)

Өлшеу – адамның қоршаған материалдық әлемді тану процесіндегі ежелгі операциялардың бірі. Өркениеттің бүкіл тарихы өлшемдердің қалыптасуы мен дамуының, өлшем құралдары мен өлшеу әдістерін жетілдірудің, олардың дәлдігі мен шамалардың біркелкілігін арттырудың үздіксіз процесі болып табылады.

Адамзат өзінің даму процесінде сезім мүшелері мен адам денесі бөліктеріне негізделген өлшемдерден бастап өлшеудің ғылыми негіздеріне және осы мақсаттар үшін ең күрделі физикалық процестер мен техникалық құрылғыларды қолдануға дейінгі жолдан өтті.

Адамзаттың дамуымен өлшемдер экономикада, ғылымда, техникада және өндірістік қызметте үлкен маңызға ие болды.

Көптеген ғылымдар өлшемдер арқылы табиғат құбылыстары арасындағы сандық қатынастарды белгілейтін болғандықтан нақты ғылымдар деп атала бастады. Шын мәнінде, ғылым мен техниканың бүкіл прогресі ілгерілеуі өлшеу процедурасының рөлінің жоғарылауымен және жетілдірілуімен тығыз байланысты. Д.И. Менделеев «Ғылым өлшеуді бастаған кезден басталады. Нақты ғылым өлшемдерсіз мүмкін емес» деп атап өтті.

Техникада, өндірістік қызметте, материалдық құндылықтарды есепке алу кезінде, қауіпсіз еңбек жағдайлары мен адам денсаулығын қамтамасыз ету кезінде, қоршаған ортаны сақтау кезінде өлшеулердің маңызы зор. Қазіргі заманғы ғылыми-техникалық прогрестің ӨҚ-ын кеңінен қолданбай және көптеген өлшеулер жүргізбей жүзеге асуы мүмкін емес.

«Өлшем бірлігін қамтамасыз ету туралы» 2000 жылғы 7

маусымдағы № 53-II Қазақстан Республикасы Заңында метрология саласындағы негізгі ұғымдардың анықтамасы былай келтірілген:

Өлшем – шамаға негізделіп жазылуы мүмкін шаманың бір немесе одан көп сандық мәндерін эксперименттік алу процесі.

Өлшемдерді жіктеу мынадай өлшемшарттар бойынша жүргізіледі:

1) дәлдік сипаттамасы бойынша өлшемдер теңдәлдікті және теңдәлдіксіз болып бөлінеді.

Бірдей бастапқы жағдайларда бірдей дәлдікке ие ӨҚ көмегімен жасалған белгілі бір шаманың бірқатар өлшеулері физикалық шаманың теңдәлдікті өлшемдері деп аталады.

Әртүрлі дәлдікке ие өлшем құралдарының көмегімен және (немесе) әртүрлі бастапқы жағдайларда жасалған белгілі бір шаманың бірқатар өлшемдері физикалық шаманың теңдәлдіксіз өлшемдері деп аталады.

2) өлшеу саны бойынша өлшемдер бір және бірнеше болып бөлінеді.

Бір рет өлшеу – бір шаманы бір рет өлшеу. Тәжірибеде бір реттік өлшеулерде үлкен дәлсіздік болады, осыған байланысты дәлсіздікті азайту үшін осы типтегі өлшемдерді кемінде үш рет орындау, нәтиже ретінде олардың орташа арифметикалық мәнін алу ұсынылады.

Бірнеше рет өлшеу – бір немесе бірнеше шамаларды төрт немесе одан да көп рет өлшеу. Бірнеше өлшеу бір реттік өлшеулер қатарын білдіреді. Өлшемдердің минималды саны, бұл кезде өлшеуді кем дегенде төрт рет қайталауға болады. Бірнеше рет өлшеудің нәтижесі барлық өлшеулердің нәтижелерінің арифметикалық орташа мәні болып табылады.

3) Өзгеру типі бойынша өлшем шамалары статикалық және динамикалық болып бөлінеді.

Статикалық өлшемдер – тұрақты, өзгермейтін физикалық шаманың өлшемдері. Мұндай тұрақты физикалық шаманың мысалы ретінде жер учаскесінің ұзындығын келтіруге болады.

Динамикалық өлшемдер – өзгертін, тұрақсыз физика-

лық шаманың өлшемдері. Динамикалық өлшеулердің мысалы жылдамдықты өлшеу болып табылады.

4) Арналуы бойынша өлшемдер техникалық және метрологиялық болып бөлінеді.

Техникалық өлшемдер – жұмыс (техникалық) ОҚ-ымен орындалатын өлшемдер.

Метрологиялық өлшемдер – эталондарды пайдаланып орындалатын өлшемдер.

5) Нәтижені ұсыну тәсілі бойынша өлшемдер абсолютті және салыстырмалы болып бөлінеді.

Абсолютті өлшемдер – бұл негізгі шаманы тікелей, тікелей емес өлшеу және (немесе) физикалық константыны қолдану арқылы орындалатын өлшемдер.

Салыстырмалы өлшемдер – біртекті шамалардың қатынасы есептелетін өлшемдер, бұл кезде алымы салыстырылатын шама болып, ал бөлімі салыстыру базасы (бірлігі) болып есептеледі. Өлшеу нәтижесі салыстыру базасы ретінде қандай шама қабылданатынына байланысты болады.

6) Нәтижелерді алу әдістері бойынша өлшемдер тікелей, жанама, жиынтық және бірлескен болып бөлінеді.

Тікелей өлшемдер – бұл өлшемдер арқылы орындалатын өлшемдер, яғни өлшенетін шама оның өлшемімен тікелей салыстырылады. Тікелей өлшемдердің мысалы бұрыштың шамасын өлшеу болып табылады (өлшем – транспортир).

Жанама өлшемдер – бұл өлшенетін шаманың мәні тікелей өлшемдер арқылы алынған мәндермен және берілген мәндер мен өлшенетін шама арасындағы белгілі бір тәуелділікпен есептелетін өлшемдер. Мұндай өлшемдердің мысалы масса мен көлемді өлшеу нәтижесінде алынған материалдың тығыздығын есептеу болып табылады.

Бірлескен өлшемдер – бұл бірнеше гетерогенді шамалардың арасындағы тәуелділікті табу үшін оларды бір уақытта өлшеу. Басқаша айтқанда, бірлескен өлшемдер – шамалар арасындағы тәуелділікті өлшеу. Бірлескен өлшемдердің мысалы ретінде сызықтық кеңеюдің температуралық коэффициентін өлшеу болып табылады. Ол сыналатын материал

үлгісінің температурасының өзгеруін және оның ұзындығының сәйкес өсуін бір мезгілде өлшеу және алынған өлшеу нәтижелерін кейіннен математикалық өңдеу арқылы жүзеге асырылады.

Жиынтық өлшемдер – бірнеше біркелкі шамалардың бірқатар өлшемдерін жүргізу. Жиынтық өлшемдердің мысалы ретінде жиынтықтың жеке салмақтарының массалары олардың біреуінің белгілі массасынан және салмақтардың әртүрлі комбинацияларының массаларын тікелей салыстыру нәтижелерінен табылатын өлшемдер болып табылады.

ҚР СТ 2.42 «ҚР МӨЖ. Өлшеу түрлері. Жіктеу» стандартында жіктеу белгісі ретінде өлшенетін шама қабылданған және өлшем түрлерінің мынадай 17 жіктеу тобы келтірілген:

01 геометриялық шамаларды өлшеу;

02 массаны өлшеу;

03 күш пен қаттылықты өлшеу;

04 қысымды өлшеу;

05 вакуумды өлшеу;

06 қозғалыс параметрлерін өлшеу;

07 сұйықтықтардың және газдардың шығысы мен мөлшерін өлшеу;

08 тығыздық пен тұтқырлықты өлшеу;

09 физикалық-химиялық өлшеу;

10 жылуфизикалық және температуралық өлшеу;

11 оптикалық-физикалық өлшеу;

12 акустикалық өлшеу;

13 электр шамаларын өлшеу;

14 магниттік шамаларды өлшеу;

15 уақыт пен жиілікті өлшеу;

16 радиотехникалық өлшеу;

17 иондаушы сәулеленуді өлшеу.

Өлшеу түрлерін ұлттық жіктеуден басқа, Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросы өлшеу түрлерінің мынадай жіктелуін қабылдады:

1 Химияда және биологияда өлшеу;

2 Электр және магнетизм;

3 Ұзындық;

- 4 Масса және онымен байланысты шамалар;
- 5 Фотометрия және радиометрия;
- 6 Термометрия;
- 7 Уақыт және жиілік;
- 8 Акустика, ультрадыбыс және діріл;
- 9 Иондаушы сәулелену.

4-тарау

Өлшем құралдары және оларды жіктеу

ӨҚ – өлшемге арналған және метрологиялық сипаттамалары бар техникалық құрал.

ӨҚ мақсаты мен метрологиялық функцияларына қарай жіктеледі. Мақсаты бойынша ӨҚ өлшемдерге, өлшеу түрлендіргіштеріне, өлшеу аспаптарына, өлшеу қондырғыларына және өлшеу жүйелеріне бөлінеді.

Физикалық шаманың өлшемі – мәндері белгіленген бірліктермен көрсетілген және қажетті дәлдікпен белгілі болған бір немесе бірнеше берілген өлшемдердің физикалық шамасын жаңғыртуға және (немесе) сақтауға арналған ӨҚ. Шамалардың мысалдары: кіртастар, ұзындықтың ұштық шамалары, радионуклид көздер және т.б.

Тек бір өлшемді физикалық шамаларды жаңғыртатын өлшемдер бір мәнді (кіртас, қаттылық шамалары), бірнеше өлшемді физикалық шамаларды жаңғыртатын өлшемдер көп мәнді (миллиметрлік сызғыш – мм түріндегі де, см түріндегі де ұзындығын көрсетуге мүмкіндік береді) деп аталады. Сонымен қатар шамалар жинақтары мен құрал-қорабы, мысалы, сыйымдылық немесе индуктивтілік құрал-қорабы бар.

Өлшемдерді қолдана отырып өлшеу кезінде өлшенетін шамалар белгілі шамалармен, жаңғыртылатын шамалармен салыстырылады. Салыстыру әртүрлі жолдармен жүзеге асырылады, ең көп таралған салыстыру құралы біртекті шамалардың өлшемдерін салғастыруға арналған компаратор болып табылады. Компаратордың мысалы – иінтіректі таразы.

Шамаларға стандартты үлгілер мен аттестатталған қоспалар жатады, олар – белгілі бір және қатаң реттелетін құрамдағы заттың арнайы ресімделген денелері немесе сынамалары, бұлардың қасиеттерінің бірі белгілі мәні бар шама болып табылады. Мысалы, сұйықтық, астық және астық өнімі тығыздығының үлгілері.

Стандартты үлгі (бұдан әрі - СУ) - осы заттың (материалдың)

қасиетін немесе құрамын сипаттайтын бір немесе одан да көп шамалардың метрологиялық аттестаттау нәтижесінде белгіленген мәндері бар заттың (материалдың) үлгісі.

Қазақстан Республикасында қолдануға рұқсат етілген шама бірліктерінің мәндерімен көрсетілген заттардың (материалдардың) құрамының немесе қасиеттерінің сипаттамаларын жаңғыртуға, сақтауға және беруге арналған.

СҮ ОҚ-ын салыстырып тексеру, калибрлеу, градуирлеу, өлшемдерді орындау әдістемелерін бағалау, шығарылатын өнімнің сапасын бақылау үшін қолданылады.

Аттестатталған қоспа – қоспаның құрамын айқындайтын метрологиялық сипаттамалардың есептеу-эксперименттік дайындау процедурасы бойынша аттестаттау нәтижесінде белгіленген мәндері бар, құжатталған әдістеме бойынша дайындалған екі және одан да көп заттардың (материалдардың) қоспасы. Аттестатталған қоспа газдар қоспасы, ерітінді, суспензия, қорытпа, дисперсті материалдардың (заттардың) механикалық қоспасы және т.б. болуы мүмкін.

Өлшеу түрлендіргіші (бұдан әрі – ӨТ) өлшенетін шаманы басқа шамаға немесе өңдеуге, сақтауға, индикациялауға немесе беруге ыңғайлы өлшеу сигналына түрлендіруге қызмет ететін нормативтік метрологиялық сипаттамалары бар техникалық құрал. ӨТ шығысындағы өлшеу ақпараты, әдетте, бақылаушының тікелей қабылдауы үшін қолжетімді емес. ӨТ құрылымдық жағынан бөлек элементтер болғанымен, олар көбінесе күрделі өлшем құралдарына немесе қондырғыларына құрамдас бөліктер ретінде кіреді және өлшеу кезінде тәуелсіз мәнге ие болмайды.

Өлшеу түрлендіргішіне түсетін түрлендірілетін шама кіріс деп аталады, ал түрлендіру нәтижесі шығыс шама деп аталады. Олардың арасындағы арақатынас оның негізгі метрологиялық сипаттамасы болып табылатын түрлендіру функциясымен беріледі.

Өлшенетін шаманы тікелей жаңғырту үшін оған өлшенетін шама тікелей әсер ететін және оны одан әрі түрлендіру немесе ішінде өлшенетін шаманы индикациялау үшін трансформациялау жүзеге асырылатын бастапқы түрлендіргіштер қол-

данылады. Бастапқы түрлендіргіштің мысалы термоэлектрлік термометр тізбегіндегі термотүрлендіргіш болып табылады. Бастапқы түрлендіргіш түрлерінің бірі бергіш – өлшеу сигналдары келіп түсетін конструктивті оқшауланған бастапқы түрлендіргіш (ол ақпарат «береді»). Бергішті оның сигналдарын қабылдайтын ӨҚ-ынан едәуір қашықтыққа шығаруға болады. Мысалы, метеорологиялық зонд бергіші. Иондаушы сәулеленуді өлшеу саласында бергіш деп көбінесе детектор аталады.

Түрлендіру сипаты бойынша ӨТ аналогтық, аналогтық-цифрлық (АЦТ), цифрлық-аналогтық (ЦАТ), яғни цифрлық сигналды аналогтық түрлендіргішке немесе керісінше түрлендіреді. Аналогтық беру нысаны бойынша сигнал үздіксіз мәндер жиынын қабылдай алады, яғни ол өлшенетін шаманың үздіксіз функциясы болып табылады. Цифрлық (дискретті) нысанда ол цифрлық топтар немесе сандар түрінде ұсынылады. ӨТ мысалдары токтың өлшеуіш трансформаторы, кедергілер термометрлері болып табылады.

Өлшеу аспабы – белгіленген диапазонда өлшенетін физикалық шаманың мәндерін алуға арналған ӨҚ. Өлшеу аспабы өлшеу ақпаратын бақылаушының тікелей қабылдауы үшін қолжетімді нысанда ұсынады.

Индикациялау тәсілі бойынша көрсету және тіркеу аспаптары болып бөлінеді. Тіркеу өлшенетін шаманың үздіксіз жазылуы түрінде немесе аспаптың көрсеткіштерін цифрлық нысанда басып шығару арқылы жүзеге асырылады.

Тікелей әрекет ететін аспаптар өлшенетін шаманы осы шаманың бірліктерімен градуирлеу бар көрсетуші құрылғыда көрсетеді. Мысалы, амперметрлер, термометрлер.

Салыстыру аспаптары өлшенетін шамаларды мәндері белгілі шамалармен салыстыруға арналған. Мұндай аспаптар үлкен дәлдікпен өлшеу үшін қолданылады.

Іс-әрекеті бойынша өлшеу аспаптары интегралдау және жинақтау, аналогтық және цифрлық, өздігінен жазу және басып шығару аспаптары болып бөлінеді.

Өлшеу қондырғысы мен жүйесі – бір немесе бірнеше шамаларды өлшеуге арналған және өлшеу объектісінің бір жерінде (қондырғы) немесе әр жерінде (жүйе) орналасқан функцио-

налдық біріктірілген өлшемдердің, өлшеу аспаптарының және басқа құрылғылардың жиынтығы. Өлшеу жүйелері, әдетте, автоматтандырылған болып табылады және олар өлшеу, өңдеу және өлшеу нәтижелерін ұсыну процестерін автоматтандырды қамтамасыз етеді. Өлшеу жүйелерінің мысалы ғимараттар мен құрылысжайлардың жағдайын автоматтандырылған мониторингтеу жүйелері болып табылады.

Метрологиялық мақсат бойынша ӨҚ жұмыс ӨҚ және эталондар деп бөлінеді.

Жұмыс ӨҚ өлшеуге арналған, бірлік өлшемін басқа өлшем құралдарына беруге байланысты емес. Жұмыс ӨҚ индикатор ретінде де қолданыла алады.

Эталон – бірлікті жаңғыртуға және (немесе) сақтауға, оның мөлшерін өлшем құралдарына беруге арналған ӨҚ. Олардың ішінде әртүрлі разрядты жұмыс стандарттарын бөліп көрсетуге болады.

ӨҚ-ын жіктеу басқа да әртүрлі белгілер бойынша жүргізіледі. Мысалы, өлшенетін шамалардың түрлері бойынша, шкаланың түрі бойынша (біркелкі немесе біркелкі емес шкалалы), өлшеу объектісімен байланыс бойынша (контактілі немесе контактсіз).

4.1 Шама бірліктерінің эталондары және оларды жіктеу

«Бірлік эталоны» деген ұғым жиынтық ұғым болып табылады және «бірліктің мемлекеттік эталоны», «бастапқы эталон», «арнайы эталон», «қайталама-эталон», «көшірме-эталон», «салыстырма-эталон», «куәгер-эталон» және «жұмыс эталоны» деген сияқты эталондарды – бірқатар туынды ұғымдарды қамтиды.

Эталондардың осы әртүрлілігі жеке физикалық шамалардың өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесінің құрылымы мен іске асырылуына байланысты. Осы мақсатқа жету, ең алдымен, оларды анықтау тұрғысынан бірдей бірліктерді қолдануға ықпал ететіні анық. Осыған байланысты өлшем бірлігін қамтамасыз етуді шешудегі өте маңызды кезең физикалық шамалар бірліктерінің халықаралық жүйесін – ӨЖ-сін әзірлеу болды.

Осы физикалық шаманың өлшем бірлігін қамтамасыз ету үшін өлшенетін физикалық шама салыстырылатын үлгілерде (эталондарда) олардың нақты көрінісінде бірліктердің бірдей болуы маңызды. Сонымен қатар кез келген осындай үлгі арнайы жасалатыны анық және ешқандай ұқсас екі үлгіні бірдей етіп жасауға болмайды: үлгілердегі бірліктің нақты өлшемдері бір-бірінен белгілі бір дәрежеде ерекшеленеді. Бұдан шығатыны, мұндай үлгілердің ішінен ең дәл эталон (бастапқы бірлік эталоны) ретінде бірлік анықтамасына ең жақсы сәйкес келетін кез келген біреуін таңдап, заңдастыру керек, оған қатысты барлық басқа эталондар мен өлшем құралдары үшін бірлік өлшемін анықтау және бақылау қажет.

Әртүрлі дәлдіктегі жұмыс өлшем құралдарының үлкен паркі болған кезде әртүрлі дәлдік дәрежесіндегі эталондар жүйесін құру қажеттілігі туындайды, осылайша мұндай жүйеде бірлік эталондарының иерархиялық бағыныштылығы пайда болады. Дәл осы иерархиялық қағидат бойынша жеке физикалық шамалардың өлшем құралдары үшін салыстырып тексеру схемалары әзірленеді [3].

Қазіргі уақытта эталондар мынадай түрлерге бөлінеді:

- Бастапқы эталон – елдегі ең жоғары дәлдікпен (сол бірліктің басқа эталондарымен салыстырғанда) бірлікті жаңғыртуды қамтамасыз ететін эталон. Бастапқы эталондар ұлттық (мемлекеттік), халықаралық және арнайы болып бөлінеді.

- Қайталама эталон – бірліктің өлшемін берілген бірліктің бастапқы эталонынан тікелей алатын эталон. Қайталама эталондар көшірме-эталондар және салыстырма-эталондар болып бөлінеді.

- Ұлттық эталон – ел үшін бастапқы эталон ретінде қызмет етуге ресми шешіммен танылған эталон. Уәкілетті органның шешімімен елдегі бастапқы эталон ретінде танылған бастапқы эталон мемлекеттік бастапқы эталон деп аталады. Екі терминнің де мағынасы бірдей. «Ұлттық эталон» деген термин мемлекеттік эталонның халықаралық эталонға бағыныштылығын баса көрсеткісі келгенде қолданылады.

Халықаралық эталондар – халықаралық келісім бойынша ұлттық эталондардан жаңғыртылатын және сақталатын бірліктердің өлшемдерін онымен келісу үшін халықаралық негіз ретінде қабылданған эталондар.

- Арнайы эталон – ерекше жағдайларда бірлікті жаңғыртуды қамтамасыз ететін және осы шарттар үшін бастапқы эталонды алмастыратын эталон. Арнайы эталонның көмегімен жаңғыртылатын бірлік тиісті бастапқы эталонның көмегімен мөлшері бойынша жаңғыртылатын бірлікпен келісілуге тиіс.

- көшірме-etalон – бірліктердің өлшемдерін жұмыс эталондарына беруге арналған қайталама эталон. Көшірме-etalон әрқашан мемлекеттік эталонның физикалық көшірмесі бола бермейді, ол тек мемлекеттік эталонның метрологиялық қасиеттерін ғана көшіріп алады.

Салыстырма-etalон – қандай да бір себептермен бір-бірімен тікелей салғастыруға болмайтын эталондарды салғастыру үшін қолданылатын қайталама эталон.

- Куәгер-etalондар мемлекеттік эталонның сақталуын және өзгермейтіндігін тексеруге және оны физикалық тозған немесе жоғалған жағдайда ауыстыруға арналған.

- Жұмыс эталоны қайталама-etalондардан бірлік өлшемін қабылдайды және өз кезегінде өлшемді дәлдігі төмен жұмыс эталонына (төменгі разрядты) немесе жұмыс өлшем құралдарына беруге қызмет етеді. «Жұмыс эталоны» деген термин бұрын қолданылған «үлгілік өлшем құралы» деген терминмен ауыстырылды.

Мақсаты мен орындалуына байланысты эталондар былайша жіктеледі:

- бірлікті жаңғыртуға және сақтауға арналған бір өлшем құралы (өлшем, өлшеу аспабы, эталондық қондырғы) бар дара эталон;

- бірлікті жаңғырту немесе оны сақтау дәлдігін арттыру үшін бірлесіп қолданылатын бір типті, номиналды мәнді немесе өлшеу диапазонындағы өлшем құралдарының жиынтығы кіретін топтық эталон; өлшеу нәтижесі ретінде, әдетте, бір типті өлшем құралдарымен немесе эталондық

қондырғылармен өлшеу нәтижелерінен орташа арифметикалық мән алынады;

- бірлікті көрсетілген құралдар диапазондарының бірігуін білдіретін диапазонда жаңғыртуға және сақтауға мүмкіндік беретін өлшем құралдарының жиынтығынан тұратын эталондық жинақ; эталондық жинақтар физикалық шама мәндерінің белгілі бір аймағын, мысалы, эталондық кіртастар жинағын қамту қажет болған жағдайларда жасалады;

- өлшем құралдарын салыстырып тексеру немесе калибрлеу, не осы бірліктің эталондарын салғастыру орындарына тасымалдауға арналған, кейде арнайы конструкциялы тасымалданатын эталон.

Эталондардың барлық түрлерінің жиынтығы Қазақстан Республикасының эталондық базасын құрайды.

Шама бірліктерінің мемлекеттік эталондарын құруды, жетілдіруді, сақтауды және қолдануды Қазақстан Республикасының Ұлттық орталығы болып (ҚР ҰМИ) табылатын Мемлекеттік ғылыми метрологиялық орталық (MFMO) жүзеге асырады.

4.2 Қазақстан Республикасының эталондық базасы

Эталондық база – тұрақты даму мен жаңғыртуды талап ететін мемлекеттің даму деңгейінің стратегиялық индикаторы.

Оны дамыту бағдарламасын елдің ұлттық даму жоспары, экономиканың өсуі, республиканың ғылымы, техникасы және өнеркәсібінің метрологиялық қамтамасыз етудегі, жоғары дәлдіктегі өлшеу техникасын дамытудағы заманауи және перспективалық қажеттіліктері белгілейді.

Осыған байланысты құрылатын эталондардың номенклатурасын Сараптамалық кеңестер, Метрологтар кеңестері аясында метрологиялық қызметтер талқылайды, елдегі өлшем құралдарының метрологиялық қамтамасыз етілуін талдау негізінде бекітіледі.

Бүгінгі таңда ұлттық эталондық база 104 эталондық жабдық бірлігінен тұрады, оның 50 – мемлекеттік эталондар, 54 – мемлекеттік жұмыс эталондары. Олардың кө-

мегімен мындай өлшеу түрлері бойынша бақылап тексеру қамтамасыз етіледі:

- Масса;
- Геометриялық шамалар;
- Күш және қаттылық;
- Қысым;
- Вакуум;
- Сұйықтықтар мен газдардың шығысы және мөлшері;
- Тығыздық және тұтқырлық;
- жылуфизикалық және температуралық өлшеулер;
- Оптикалық-физикалық;
- Электр шамалары;
- Магниттік шамалар;
- Уақыт және жиілік;

«Өлшем бірлігін қамтамасыз ету туралы» ҚР Заңына сәйкес шама бірліктерінің эталондары олардың мөлшерлерін осы шамалардың басқа өлшем құралдарына беру мақсатында шама бірліктерін (шама бірліктерінің еселік не үлестік мәндерін) жаңғыртуға және (немесе) сақтауға арналады. Шама бірліктерінің эталондарын мемлекеттік метрологиялық қызмет, мемлекеттік басқару органдарының және заңды тұлғалардың метрологиялық қызметтері қолданады.

Республиканың құрылған эталондар жүйесі өндірістің даму деңгейіне және басқа да мемлекеттік мүдделерге сәйкес келеді, сондай-ақ мемлекеттік реттеудің маңызды салалары үшін эталондардың маңыздылығын ескереді.

Өлшеу нәтижелерін алуға және пайдалануға, олардың сенімді бағаланған дәлдігін қамтамасыз етуге байланысты еліміздің кәсіпорындарының, ұйымдары мен мекемелерінің метрологиялық қызметі тармақталған инфрақұрылымға айнала отырып, басым мәнге ие болады.

Сонымен қатар мемлекеттік эталондарды қамтамасыз ететін елдің өлшеу мүмкіндіктерін халықаралық тану ғылым саласында елдердің ынтымақтастығын кеңейту және инновацияларды қолдану, саудадағы техникалық кедергілерді жою және көпжақты сауда келісімдеріне қа-

тысу үшін маңызды фактор болып табылады.

Ұзындық бірлігінің мемлекеттік эталоны

Ұзындық – физикалық шама, сызықтар ұзындығының сандық сипаттамасы. Қарапайым тілмен айтқанда – заттың ең алыс екі нүктесі арасындағы қашықтық.

Ұзындық бірлігі ретінде метр, оның еселік және үлестік шамалары қабылданады. Метрдің бұрын анықтамасы ұзындығы жердің 10-7 квадрантына тең болатын Дюнкер мен Барселона арасындағы меридианды өлшеуге байланысты болды. Бірінші Өлшемдер мен салмақтар жөніндегі бас конференцияда (CGPM) метрге дәлірек анықтама берілді, нәтижесінде 1889 жылы метрдің прототипі: ұзындықтың халықаралық өлшемі ретінде пайда болды. Осы прототип 11-ші Бас конференцияда метрдің жаңа анықтамасы қабылданғанға дейін метрдің анықтамасы ретінде 1960 жылға былай қолданылды: «Метр – 606 нм толқын ұзындығында 86 криптонның $2p_{10}$ және $5d_5$ атомы деңгейлері арасындағы ауысуға сәйкес келетін сәулелену вакуумындағы 1650763,73 толқын ұзындығына тең ұзындық».

Бірнеше жылдан кейін криптон стандарты 109-ға шамамен 4-ке қарағанда дәлірек өлшемдерге қолданылмайтыны белгілі болды. Барынша дәлірек стандарттың қажеттілігін ескере отырып, тек толқын ұзындығына, баржоғы 1013-ге 1-ді құрайтын цезий сағаты дәлсіздігінің үлесіне, сондай-ақ лазерлік жиіліктерді, толқын ұзындығын және жиілікті өлшеу технологиясын өлшеудегі тұрақтандыруға негізделген анықтаманың қолайсыздығынан, 1983 жылы Өлшемдер мен салмақтар жөніндегі халықаралық конференцияда жарық сәулесінің вакуум ішінде $1/299792458$ секундта өтетін жолының ұзындығына негізделген метрдің қазіргі қолданыстағы анықтамасы берілді.

Он жетінші Өлшемдер мен салмақтар жөніндегі бас конференциямен бір мезгілде Халықаралық өлшемдер мен салмақтар комитеті метрді ұзындық өлшемі ретінде

практикалық іске асыру үшін ұсынылған толқын ұзындықтарының тізімін ұсынды. Осы тізімге жиілік тізбектері арқылы цезий сағаты бойынша уақыт стандарты тікелей белгіленген жиіліктерге, қаныққан сіңіру техникасымен молекулалық ауысуға тұрақтандырылған лазерлік сәулеленудің бес түрі кірді. Ұсынылған бес лазерлік толқын ұзындығының төртеуі молекулярлық йодтың тербелмелі-айналмалы ауысуларының өте жұқа компоненттеріне тұрақтандыруды қамтиды.

Молекулярлық йод лазерлердің абсолютті жиілігін тұрақтандыру кезінде ұзақ жылдар бойы кеңінен қолданылып келеді. Ол әртүрлі толқын ұзындықтарында ішкі, сонымен қатар дәстүрлі қаныққан спектроскопиялық конфигурациялар кезінде үлкен жетістікпен қолданылады. Йод ұңғылары өзінің беріктігі мен тар өтпелері себебінен ғана емес, сонымен қатар көзге көрінетін спектр арқылы таралған өтпелердің молдығы арқасында танымал. Гелий-неон лазерінің кейбір сәулелену сызықтарымен сәйкес келетін йодтық өтпелер (атап айтқанда 543 нм, 612 нм, 612 нм, 633 нм, 640 нм) гелий-неон лазерлерінің салыстырмалы төмен бағасының арқасында мұқият зерттелді. Атап айтқанда, егжей-тегжейлі зерттеулер 11-ден 512712-ге ауысудың өте жұқа R (127) компоненттеріне тұрақтандырылған 633 нм гелий-неон лазерлерінің қайталануына қатысты жүргізілді.

Қазақстанда ұзындық бірлігінің Мемлекеттік бастапқы эталоны 2007 жылы АҚШ-тың Ұлттық стандарттар және технологиялар институтымен (NIST) бірлесіп MFMO құрылып, зерттелді. 2019 жылы MFMO қатысуымен ұзындық бірлігінің мемлекеттік бастапқы эталоны ретінде зерттелді.

4.2.1-сурет – Ұзындық бірлігінің мемлекеттік эталоны



Мемлекеттік эталон мынадай ӨҚ кешенінен тұрады:

- Model 100 йоды бойынша тұрақтандырылған гелий-неон лазері;

- оптикалық кванттық генератор;
- оптикалық жиіліктерді гетеродинациялау жүйесі;
- LaserCal 3.0 бағдарламалық қамтылымы;
- Rhode&Schwarz FS300 спектр анализаторы;
- Agilent 5318A жиілік өлшегіші.

Мемлекеттік эталонның негізгі тораптары He-Ne/I2 лазер, оптикалық жиіліктерді гетеродинациялау жүйесі және өлшеу нәтижелерін тіркеуге арналған аппаратура болып табылады. Өлшеу нәтижелерін тіркеу үшін спектр анализаторы, жиілік-көлшегіш және бағдарламалық қамтылым қолданылады.

Масса бірлігінің мемлекеттік эталоны

Масса бірлігінің мемлекеттік эталоны 2007 жылы құрылды. Эталонның құрамына бастапқы эталон, күәгер-эталон және қайталама-эталон мәртебесі бар номиналы 1 килограмм болатын 3 кіртас, сондай-ақ 1 миллиграмнан 500 грамға дейінгі және 2-ден 20 килограмға дейінгі кіртастар жинағы, сондай-ақ қайталама-эталон мәрте-

бесі бар 3 кіртас кіреді.

Масса бірлігінің бастапқы мемлекеттік эталоны Париждегі Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросының килограмм эталонына сәйкес келеді. Республикада салыстырып тексеру және калибрлеу тізбегі арқылы барлық ӨҚ және масса өлшемдері бастапқы эталонға сәйкес келеді. Осылайша масса бірлігінің мемлекеттік эталоны республикадағы барлық деңгейлерде массаны өлшеу кезінде қажетті дәлдікті қамтамасыз етеді.

Әртүрлі елдердің ұлттық стандарттарын бір-бірімен және халықаралық килограмм прототипімен мерзімді салыстыру әлемдегі масса стандарттарының сәйкестігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Салғастырулар нәтижесі Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросының деректер базасында өлшеу және калибрлеу мүмкіндіктері (СМС-қатарлар) декларациясы болып табылады. СМС-қатарлар декларациясы МҒМО-да жүргізілетін өлшеулердің дәлдік деңгейін растайды. Бүгінгі таңда МҒМО-да 1 мг-ден 10 кг-ға дейінгі диапазонды қамтитын масса аумағында 6 СМС-қатар бар.

4.2.2-сурет – Масса бірлігінің мемлекеттік эталоны



Күш бірлігінің мемлекеттік эталоны

Күш бірлігінің мемлекеттік эталоны 2003 жылы құрылды. Мемлекеттік эталон 0,5-тен 3000 кН-ға дейінгі күштерді өлшеу диапазонындағы электрондық динамометр-компараторлар жинағы болып табылады және күш бірлігін бастапқы эталондардан 1-разрядты қуат өндіретін машиналарға беруге қызмет етеді. Өз кезегінде, қуат өндіретін машиналар күш бірлігін жұмыс эталондарына – 2-разрядты динамометрлер-

ге, 3-разрядты қуат өндіретін машиналарға және материалдарға әртүрлі сынақтар (беріктік, бойлық және көлденең иілу және т.б.) жасау кезінде сынақ зертханаларында қолданылатын күштің жұмыс ӨҚ-ына береді. Республика кәсіпорындарының диапазонды кеңейтуге және өлшеулердің дәлдігін арттыруға деген сұранысын қанағаттандыру мақсатында күштердің ӨҚ үшін салыстырып тексеру схемасына өзгерістер енгізілді, 2014 және 2022 жылдары күш бірлігінің мемлекеттік эталонын тиісті жаңғырту орындалды.

4.2.3-сурет – Күш бірлігінің мемлекеттік эталоны



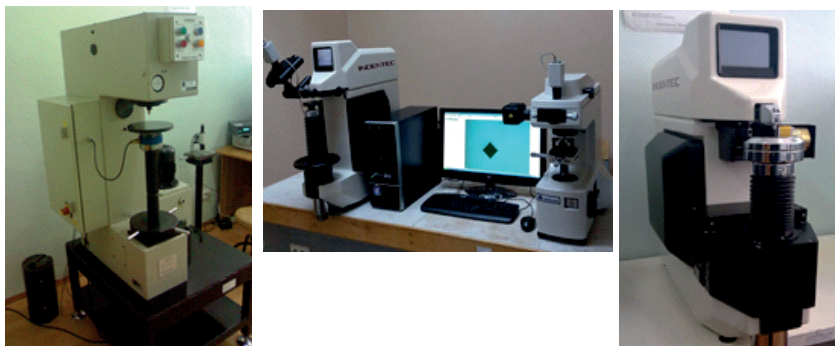
Қаттылық бірлігінің мемлекеттік эталоны

Қазақстанда Бринелл (ISO 6506-1), Виккерс (ISO 6507-1), Роквелл және Супер-Роквелл (ISO 6508-1) шкалалары бойынша қаттылықты өлшеу әдістерін іске асыратын үш мемлекеттік қаттылық эталоны бар. Қаттылықтың мемлекеттік эталондары 2004 жылы МҒМО негізінде құрылды. Жоғарыда аталған эталондардың әрқайсысының құрамында сынақ күштерін жасауға арналған арнайы жүктер жиынтығы бар тиеу аспаптары, ізтаңбаларды өлшеуге арналған цифрлық санау құрылғысы, ұштықтар жинағы бар. Халықаралық салғастыру нәтижелері бойынша мемлекеттік қаттылық эталондары өздерінің эквиваленттілігін растады және халықаралық

деңгейде танылды, жарияланған СМС-қатарлары бар.

Мемлекеттік қаттылық эталондары жұмыс эталондарын – 1-ші және 2-ші разрядтағы қаттылықтың эталондық шамаларын салыстырып тексеру және калибрлеу жасауға қызмет етеді. Сондай-ақ мемлекеттік қаттылық эталондарын қолдана отырып, Бринелл, Виккерс, Роквелл және Супер-Роквелл шкалалары бойынша қаттылықтың эталондық шамаларын аттестаттау жүргізіледі.

4.2.4-сурет – Қаттылықтың мемлекеттік эталондары



Қаттылықтың эталондық шамалары әртүрлі стационарлық және тасымалы қаттылықөлшегіштерді салыстырып тексеру және теңшеу үшін қолданылады. Қаттылықтың жұмыс ӨҚ машина жасауда, қара және түсті металлургияда, энергетикада, көлікте материалдарға сынақтар жасау кезінде сынақ зертханаларында кеңінен қолданылды. Нәтижелері бойынша көбінесе материалдардың беріктік, икемділік, серпімділік және т.б. механикалық қасиеттері жанама анықталатын конструкторлық құжаттаманың талаптарында бұйымдардың қаттылығын өлшеу өте жиі қарастырылады.

Қысым бірлігінің мемлекеттік эталоны

Ғылыми зерттеулерде, өнеркәсіпте және ауыл шаруашылығында орындалған барлық өлшемдердің шамамен 60%-ы әртүрлі заттардың қысымы мен шығынын өлшеуге байланысты. Қысым негізгі жұмыс параметрі болып табылады, оның өлшеу дәлдігі мен сенімділігі

гидродинамика мен газ динамикасындағы эксперименттік зерттеулер нәтижелерінің құндылығын, химия, тамақ, қағаз өнеркәсібіндегі технологиялық процестерді жүргізу сапасын, зымыран техникасы мен авиация, энергетика және көлік объектілерінің жұмыс режимдерінің оңтайлылығын, мұнай мен газды өндіру, тасымалдау және өңдеу жүйелерінің тиімділігін анықтайды. Өнеркәсіптің, құрылыстың, көліктің әртүрлі салаларының ерекшеліктеріне байланысты қысымды өлшеу техникасы мен әдістеріне қойылатын талаптардың әртүрлілігінен, сондай-ақ өлшенетін ортаның әртүрлі физикалық-химиялық қасиеттерінен көптеген әртүрлі әдістер мен қысымның ӨҚ пайда болды. Басқа өлшеу салаларының кейбіреулерінде ғана қысымды өлшеу саласындағы сияқты жүзеге асырылған мол идеялар мен техникалық шешімдер бар деп сеніммен айтуға болады. Сонымен қатар бүгінгі күнге дейін белгілі физикалық заңдылықтардың барлығы дерлік қысымды өлшеу әдістері мен техникалық ӨҚ-да көрініс тапты.

Осы өлшеу саласындағы аспаптарды метрологиялық қамтамасыз ету үшін 2004 жылы МФМО базасында артық қысым бірлігінің мемлекеттік эталоны жасалды.

Эталонның қолданылу қағидаты цилиндрдегі піспекке әсер ететін жүктермен өлшенетін қысымды теңестіруге негізделген.

Қысымның ӨҚ мынадай әртүрлі экономика салаларында кеңінен қолданылады: химия, тамақ, қағаз өнеркәсібі, зымыран техникасы мен авиация, энергетика және көлік объектілерінің жұмыс режимдерінің оңтайлылығы, мұнай мен газды өндіру, тасымалдау және өңдеу жүйелерінің тиімділігі.

Бүгінгі күні республикада қысымды өлшеу үшін 1-разрядты жүк-піспекті манометрлер, қысым калибраторлары, қысым бергіштері, қысым түрлендіргіштері, сондай-ақ қысымның жұмыс ӨҚ, сандық және аналогтық манометрлер пайдаланылады.

Осы өлшеу саласында ӨҚ метрологиялық қамта-

масыз ету үшін қысым бірлігінің мемлекеттік эталоны Германиядағы Ұлттық физикалық-техникалық институтының (РТВ) бастапқы эталонына тікелей салыстыру әдісімен сәйкес келеді.

Қысым бірлігінің эталоны мынадай ӨҚ кешенінен тұрады:

ауамен (газ-азот) жұмыс істейтін PG-7102-M қысым эталоны (5 кПа-дан 10 МПа-ға дейінгі диапазонда);

сұйықтықпен жұмыс істейтін PG-7302 қысым эталоны (100 кПа-дан 500 МПа-ға дейінгі диапазонда);

PG7000 моделді жүк қабылдау құрылғысы (кіртас-тар);

MS-7002-55 моделді кіртастар жинағы (арнайы жүктер).

4.2.5-сурет – Қысым бірлігінің мемлекеттік эталоны



Сұйықтық шығысы бірлігінің мемлекеттік эталоны

Сұйықтық шығысы бірлігінің мемлекеттік эталоны стационарлық орындалған 1-разрядты (Компакт-прувер) құбыр-піспекті салыстырып тексеру қондырғысы болып табылады, сондай-ақ ұқсас Мемлекеттік эталон – КАМАЗ автокөлігі базасында мобильді орындалған сұйықтық шығысының көшірмесі бар.

Мемлекеттік эталонмен және оның көшірмесімен республиканың мұнай-газ секторы, мұнай-газ өндіру және

мұнай-газ өңдеу өнеркәсібі сияқты маңызды бағыттар қамтылған.

4.2.6-сурет – Сұйықтық шығысы бірлігінің мемлекеттік эталоны



Компакт-прувер піспекті цилиндрден, турбиналық шығыс түрлендіргіш - компаратордан, сұйықтық тығыздығын түрлендіргіштен, қысым бергішінен, температура бергішінен және өлшеу бақылаушынан тұрады. Компам-прувер екі бергіштің арасындағы өлшеуіш цилиндрдің калибрлеу бөлігі арқылы сұйықтықтың белгілі көлемін піспекпен ығыстыру қағидатына негізделген, сонымен бірге компакт-прувер құрамындағы өлшеу бақылаушы арқылы импульстерді санау орындалады.

Сұйықтық шығысының мемлекеттік эталоны стационарлық түрде құрастырылады және әртүрлі сұйықтық шығынын өлшегіштерді салыстырып тексеру/калибрлеу үшін қажетті сұйықтық шығысын жасайтын төрт электр сорғысы бар құбыр жүйесіне екі металл құбыршекпен (кіріс, шығыс) қосылады.

Құбыр жүйесіне бір уақытта орнатылған жүйелі салыстырып тексерілетін/калибрленетін шығынөлшегіштер өтетін сұйықтықтың көлемі мен импульстер санын өлшейді. Салыстырып тексерілетін/калибрленетін шығынөлшегіштерден импульстер саны электр сымы жүйесі арқылы компакт-прувер бақылаушына енгізіледі.

Компакт-прувер құрамындағы бақылауыш компакт-прувер импульстерінің санын және салыстырып тексерілетін/калибрленетін шығынөлшегіш импульстерінің санын салыстырады және

барлық деректерді фискалдық есеп түрінде компакт-прувер импульстерінің саны, салыстырып тексерілетін/калибрленетін шығынөлшегіштің импульстерінің саны, компакт-прувердегі қысым, компакт-прувердегі температура, компакт-прувердегі тығыздық, компакт-прувердегі сұйықтық шығысы, шығынөлшегішке байланысты сұйықтық шығысының массасы немесе көлемі, салыстырмалы дәлсіздік пен белгісіздікті анықтауға болатын компакт-прувердегі сұйықтық шығысының массасы мен көлемі сияқты параметрлермен береді.

Салыстырып тексеру сұйықтығы – су, мұнай, мұнай өнімдері, газ конденсаты, сұйытылған газ, химикаттар, тұтқырлығы 10-2 м²/с дейінгі өнеркәсіптік және коммерциялық сұйықтықтар. Компакт-прувердің құбыр жүйесінде бос газ немесе ауа болуға жол берілмейді.

Тығыздық бірлігінің мемлекеттік эталоны

Сұйықтықтың тығыздығы бірлігінің мемлекеттік эталоны МҒМО-да жасап шығарылды және 2007 жылы мемлекеттік эталон ретінде бекітілді.

Эталонның жұмыс қағидаты сұйықтыққа толық батырылған, берілген өлшеу температурасы кезінде белгілі тығыздық мәндері бар эталондық тығыздық өлшемдерін (эталондық қалтқылар) гидростатикалық өлшеу әдісімен сұйықтықтың тығыздығын өлшеуге негізделген.

Сұйықтық тығыздығының ӨҚ экономиканың әртүрлі салаларында: тамақ, фармацевтика, мұнай-химия, металлургия, құрылыс өнеркәсібі, су шаруашылығы салаларында өнімнің сапасын бағалау үшін де, есеп операцияларын жүргізу кезінде де кеңінен қолданылады.

Тығыздық, мысалы, сұйықтықтағы спирт концентрациясын анықтау, шарап және сыра өндірісінде ашыту процесін басқару, тамақ өнімдері мен сусындар өндірісінде аралық және соңғы өнімдердегі қант мөлшерін (Brix градусы) өлшеу үшін қолданылады.

Тығыздық API градустарын және мұнай-химия саласындағы ауыр мұнай, парафин компоненттерінің және жағармай материалдарының концентрациясын анықтауға мүмкіндік бе-

реді. Салыстырмалы тығыздық (меншікті салмағы) автомобиль өнеркәсібіндегі аккумуляторлық электролит үшін және химия өнеркәсібіндегі басқа еріткіштер, қышқылдар мен негіздер үшін өлшенеді. Сонымен қатар тығыздық көбінесе фармацевтика өнеркәсібінде және косметикалық, гигиеналық және басқа өнімдердің сапасын бақылау үшін өлшенеді.

Мұнай өндіру саласының маңызды міндеті мұнай мен мұнай өнімдерін есепке алу болып табылады. Мұнайдың, бензиннің таза массасын өлшеу дәлсіздігі есебінен ғана болған шығындар шамамен 1,5 пайызды құрайды. Мұндай дәлсіздік мұнай компаниялары мен мемлекетті айтарлықтай экономикалық шығынға ұшыратады. Сондықтан Қазақстан Республикасы үшін болашақта экспорттың едәуір үлесін құрайтын мұнай өнеркәсібі тұтынушылар мен жеткізушілер арасындағы өзара қарым-қатынасты айқындайтын мұнай мен мұнай өнімдерінің мөлшері мен сапасын есепке алудың дәлдігін арттыруды талап етеді.

Мұнай өнімдерінің құны көбіне оның сапасына байланысты. Сапаның маңызды тауарлық көрсеткіштері тығыздық болып табылады.

Бүгінгі күні республикада сұйықтықтың тығыздығын өлшеу үшін 1, 2 разрядты ареометрлер, жалпы мақсаттағы ареометрлер, спиртке арналған ареометрлер, қант өлшегіш ареометрлер, сүтке арналған ареометрлер, зәрге арналған ареометрлер, қышқылдарға арналған ареометрлер, топыраққа арналған ареометрлер, мұнайға арналған ареометрлер, тығыздықөлшегіштер, сондай-ақ сұйықтық тығыздығының жұмыс ӨҚ пайдаланылады.

Сұйықтық тығыздығының мемлекеттік эталонының калибрлеу және өлшеу мүмкіндіктері эталондық тығыздық шамаларын калибрлеу арқылы расталады.

Сұйықтық тығыздығы бірлігінің эталоны мынадай ӨҚ кешенінен тұрады:

- эталондық сфералар, сұйықтық тығыздығының өлшемдері;
- төмен температуралы сұйықтық термостаты;
- аналитикалық таразы;

габариттерді, температураны, қысым мен ылғалдылықты өлшеуге арналған аспаптар.

4.2.7-сурет – Сұйықтық тығыздығы бірлігінің мемлекеттік эталоны



Сұйықтықтың кинематикалық тұтқырлығы бірлігінің мемлекеттік эталоны

Сұйықтықтардың кинематикалық тұтқырлығы бірлігінің мемлекеттік эталонын МҒМО құрды және 2010 жылы мемлекеттік эталон ретінде бекітілді.

Эталондағы кинематикалық тұтқырлық мәндерін анықтау процедурасы тұтқырлықты өлшеудің қылтүікті әдісіне негізделген, оған сәйкес қылтүік арқылы сұйықтықтың белгілі бір көлемінің ағу уақыты оның тұтқырлығына пропорционал.

Кинематикалық тұтқырлық эталоны кинематикалық тұтқырлық бірлігін сақтауға, көбейтуге және тікелей өлшеу әдісімен 1-разрядты жұмыс эталондық капиллярлық шыны вискозиметрлерге және тікелей салыстыру арқылы автоматты, айналмалы және т.б. сияқты әртүрлі вискозиметрлерге беруге арналған.

Заттың маңызды сипаттамасы оның тұтқырлығы болып табылады. Сұйықтықтың тұтқырлығы – бұл кейбір бөлшектердің басқаларға қатысты қозғалысына қарсылық көрсету, яғни ағындағы бағыттас күштерге қарсы тұру қабілеті. Бұл қасиет аққыштық қасиеті бар барлық заттарда болады. Аққыштық – кейбір бөлшектерінің сол бір ортаның басқа бөлшектеріне қатысты ығысуы (орын ауыстыруы). Ішкі үйкеліс күшінің есебінен тұтқырлық аққыштық процесіне қарсы тұрады.

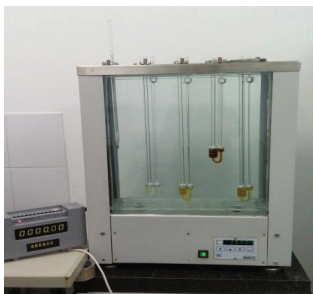
Сұйықтықтың кинематикалық тұтқырлығын анықтау үшін әртүрлі вискозиметрлер қолданылады. Олар тамақ, құрылыс, мұнай, химия, медицина және т.б. сияқты әртүрлі салаларда қолданылады.

Сұйықтықтардың кинематикалық тұтқырлығы бірлігінің эталоны мынадай ОҚ кешенінен тұрады:

- аспалы деңгейі бар шыны қылтүтікті вискозиметрлер жиынағы;
- эталондық вискозиметрлердегі сұйықтық ағысының уақытын автоматты түрде есептеуге арналған аппаратура;
- эталондық вискозиметрлердегі сұйықтық температура-сын ұстап тұруға және өлшеуге арналған аппаратура.

Эталондағы кинематикалық тұтқырлық мәндерін анықтау процедурасы тұтқырлықты өлшеудің қылтүтікті әдісіне негізделген, оған сәйкес қылтүтік арқылы сұйықтықтың белгілі бір көлемінің ағу уақыты оның тұтқырлығына пропорционал. Өлшеу термостатта 20°C температурада дәйекті түрде орындалады.

4.2.8-сурет – Кинематикалық тұтқырлық бірлігінің мемлекеттік эталоны



Сұйықтықтың кинематикалық тұтқырлығы бірлігінің мемлекеттік эталоны тұтқырлықтың ӨҚ-ын салыстырып тексеру және калибрлеу, салыстыруға қатысу, сондай-ақ градуирлеу сұйықтықтары мен тұтқырлықтың стандартты үлгілерін дайындау үшін қолданылады.

Физикалық-химиялық шамалар бірлігінің эталондары

Республиканың өнеркәсіп пен экономиканың барлығына дерлік салаларында (газ және мұнай өңдеу, металлургия, көмір өнеркәсібі, қоршаған ортаны қорғау және өмір сүру қауіпсіздігі) қолданылатын газ-аналитикалық өлшеу мен газ талдау аспаптарының дәлдігіне қойылатын талаптардың артуына байланысты жаңа талаптарға сәйкес газ ортасындағы компоненттердің молярлық үлесінің бірлігін мемлекеттік эталонмен жаңғыртуды және беруді қамтамасыз ету қажет.

Газ ортасындағы компоненттердің молярлық үлесі бірлігінің мемлекеттік эталоны

Газ-аналитикалық өлшеулер ұлттық экономиканың барлық салаларында және адам өмірінің әлеуметтік саласында маңызды рөл атқарады.

Газ өлшеуден алынған ақпарат өнеркәсіп пен халық шаруашылығының шамамен барлық салаларында (экология, металлургия, мұнай-газ саласы, химия өнеркәсібі және т.б.) пайдаланылады.

Оны алу үшін газ анализаторларының көптеген типтері қолданылады. Қазақстан Республикасында газды талдау аспаптарының паркі он мыңнан астам бірлікті құрайды және үнемі толықтырылып отырады.

2010 жылы МҒМО Қарағанды филиалының базасында республикада алғаш рет кәсіпорындар мен ұйымдардың қажеттіліктері үшін салыстырып тексерілетін газ қоспаларының шағын сериялы өндірісі ұйымдастырылды, ал газ ортасындағы компоненттердің молярлық үлесінің мемлекеттік эталоны 2009 жылы құрылып, зерттелді.

Эталонның негізгі мақсаты – газ ортасындағы компоненттердің молярлық үлесі бірлігінің мөлшерін жаңғырту, сақтау және жұмыс эталондарына – қысымда тұрған баллондардағы салыстырып тексерілетін газ қоспаларына беру.

Эталон негізіне молярлық үлес бірліктерінің өлшемін және газ ортасындағы компоненттердің массалық концентрациясын жаңғыртуды, сақтауды және беруді қамтамасыз ететін бірқатар физикалық-химиялық әдістерге (хроматографиялық, гравиметриялық, оптикалық-абсорбциялық) жатады.

Эталон құрамына мынадай Аналитикалық жабдықтар кешені кіреді:

арнайы дәлдік сыныбындағы компаратор-таразы негізінде газ ортасындағы компоненттердің молярлық үлесінің бірлігін жаңғыртуға арналған кешен;

газ араластырғыш қондырғылар;

газ қоспаларының генераторы;

газ хроматографтары негізінде компоненттердің молярлық үлесі бірлігінің өлшемін беруге арналған кешен;

газ хроматографы негізінде таза газдарды аттестаттауға арналған хроматографиялық кешен;

газ хроматографы базасында табиғи газ компоненттерін аттестаттауға арналған хроматографиялық кешен;

химиялық белсенді компоненттер бірлігінің өлшемін беруге арналған спектрометрдің ИҚ-Фурье негізіндегі газ аналитикалық кешені;

қысымда тұрған баллондардағы эталондық газ қоспалары – халықаралық салғастыру нәтижелері бойынша қадағаланып тексерілетін эталондық газ қоспалары, қысымда тұрған баллондардағы салғастыру эталондары.

Ғылым мен техниканың даму деңгейіне сәйкес келу, сондай-ақ өлшеу дәлдігін жақсарту үшін эталон үнемі жаңғыртылып отырады. Соңғы жаңғырту 2022 жылы гравиметриялық кешенмен, газ астаушасымен және ИҚ-Фурье спектрометріне арналған материалдармен, сондай-ақ қоспаларды айдауға арналған баллондармен қайта жабдықтау арқылы жүзеге асырылды.

ҚР СТ 2.118 «МӨЖ. Газ ортасындағы компоненттердің ӨҚ үшін мемлекеттік салыстырып тексеру схемасы», ГОСТ 8.578 «МӨЖ. Газ ортасындағы компоненттердің молярлық үлесі мен массалық концентрациясының ӨҚ үшін мемлекеттік салыстырып тексеру схемасы» стандарттарына сәйкес әртүрлі типтегі газ анализаторларының басым көпшілігін уақтылы калибрлеу,

градуирлеу және салыстырып тексеру қажеттілігі құрамның – салыстырып тексеру газ қоспаларының стандартты үлгілерін қолдануды талап етеді. Бұл ретте алынатын газ аналитикалық ақпараттың дұрыстығы мен дәлдігі эталон көмегімен жасалатын пайдаланылатын салыстырып тексерілетін газ қоспаларының дәлдігіне байланысты болады.

Аэрозольдердің, жүзінділердің және ұнтақ тәрізді материалдардың дисперсті параметрлері бірлігінің және аэродисперсті ортадағы бөлшектердің массалық концентрациясы бірлігінің мемлекеттік эталоны

Аэрозольдердің, жүзінділердің және ұнтақ тәрізді материалдардың дисперсті параметрлерінің эталоны және аэродисперсті ортадағы бөлшектердің массалық концентрациясының бірлігі АҚШ-тағы «TSI»-мен және Венгриядағы «Kalman System Ltd»-мен бірлесіп әзірленді, 2008 жылы мемлекеттік эталон ретінде зерттеліп, бекітілді.

Қолданылу саласы: зымыран-ғарыш өнеркәсібі; авиация жасау; қорғаныс және қауіпсіздік; энергетика; электрондық және радиоэлектрондық өнеркәсіп; қозғалтқыш жасау; фармацевтика өнеркәсібі; экология, металлургия және өндіруші өнеркәсіп; мұнай және газ.

Мемлекеттік эталон аэродисперсті орталардағы бөлшектердің массалық және есептік концентрациясы бірліктерін, бөлшектердің аэродинамикалық өлшемдерін жаңғыртуға, сақтауға және беруге, бөлшектерді өлшемдері бойынша бөлуге және елдегі өлшем бірлігін қамтамасыз ету мақсатында жұмыс эталондарының көмегімен жоғарыда көрсетілген шама бірліктерінің мөлшерін жұмыс ӨҚ-на беруге арналған.

Мемлекеттік эталон ретінде мыналардан тұратын жүйе қолданылады:

- аэрозоль генераторы;
- бөлшектер есептегіші;
- электр-статикалық жіктеуіш;
- аэрозольдердің аэродисперстік параметрлерінің анализаторы;
- бөлшектердің массалық концентрациясының өлшегіші, электрометр;

- диллютор;
- лазерлік фотометр.

Мемлекеттік эталон U кеңейтілген белгісіздігімен 1-ден 1014 бөлшектер/м3 диапазонында CN есептік концентрация бірлігін жаңғыртуды қамтамасыз етеді – 6%-дан артық емес;

- U кеңейтілген белгісіздігімен 0,005-тен 1000 мкм-ге дейінгі диапазондағы бөлшектердің d диаметрі – 4 %-дан артық емес,

- U кеңейтілген белгісіздігімен 0,5-тен 1000 мг/м3 дейінгі диапазондағы Cm массалық концентрациясы – 4 %-тен артық емес,

- U кеңейтілген белгісіздігімен 0,5-тен 1000 мкм-ге дейінгі f_{та-ра}. таралу функциясы – 4%-дан артық емес.

4.2.9-сурет – Аэрозольдердің, жүзінділердің және ұнтақ тәрізді материалдардың дисперсті параметрлерінің және аэродисперсті орталардағы бөлшектердің массалық концентрациясы бірлігінің мемлекеттік эталоны



Бірнеше әдістерді іске асыратын эталонды құру Қазақстан Республикасы өнеркәсібінің, қорғанысының және экономикасының ғылыми еңбек сіңіруді қажетсінетін салаларының қазіргі заманғы қажеттіліктерін қанағаттандыратын метрологиялық сипаттамалары бар аэрозольдер мен жүзінділердің дисперсті си-

паттамаларын өлшеуді қамтамасыз етуге мүмкіндік берді.

Техникалық және метрологиялық сипаттамалары бойынша мемлекеттік эталон ғылым мен техниканың қазіргі даму деңгейіне, NIST, PTB, PNL, NMI сияқты жетекші метрологиялық орталықтардың деңгейіне сәйкес келеді. Қазіргі уақытта МҒМО бөлшектер өлшемдерінің нанометрлік диапазонында аэрозольдер мен жүзінділердің дисперсті параметрлерінің бірліктерін жаңғырту және беру әдістері мен құралдарын әзірлеуді жалғастыруда.

Аэрозоль бөлшектері бойынша ауа ортасының тазалығы – Еуропалық одақтың GMP қағидалары деп аталатын Дәрілік заттарды өндіру қағидалары талаптарының бірі.

Аэродисперсті ортадағы бөлшектердің массалық және есептік концентрациясы бірлігін, бөлшектердің аэродинамикалық өлшемдерін практикалық іске асыру таза үй-жайлардағы, медицинадағы, фармакологиядағы, электрондық өнеркәсіп кәсіпорындарындағы және атмосфералық ауаның экологиялық мониторингі кәсіпорындарындағы ауаның тазалығын өлшеу үшін қолданылады.

pH бірлігінің мемлекеттік эталоны

pH сүтегі иондарының белсенділік көрсеткіші (сүтегі көрсеткіші) сұйық ортаның маңызды электр-химиялық сипаттамасы болып табылады. pH өлшеу нәтижелері денсаулық сақтауда, экологиялық мониторинг, химия, мұнай-химия, тамақ өнеркәсібі, энергетика және т.б. салаларында қолданылады. pH сүтегі көрсеткіші бейорганикалық және органикалық материалдардың, тамақ өнімдерінің, дәрілік заттардың, мұнай мен мұнай өнімдерінің сапасын бағалау үшін, қоршаған ортаның су объектілерінің жағдайын зерттеу және бақылау үшін қолданылады. pH бақылау кезінде химия өнеркәсібінде әртүрлі технологиялық процестер жүзеге асырылады.

pH мәндерін оларды градуирлеу процесінде әртүрлі ӨҚ-ына беру pH белгілі мәндері бар ерітінділерді қолдану арқылы жүзеге асырылады. Ол үшін буферлік ерітінділер қолданылады, олардың қасиеттері pH мәндерін оларға қышқыл немесе сілті қосылған кезде тұрақты етіп (кейбір шектерде) сақтау болып табылады.

4.2.10-сурет – рН бірлігінің мемлекеттік эталоны



Ең жақсы буферлік қасиеттерде әлсіз қышқыл мен күшті сілтіден немесе күшті қышқыл мен әлсіз сілтіден түзілген тұз ерітінділері болады. Буферлік ерітінділердің рН мәндері потенциометриялық өлшеу нәтижелері бойынша қабылда-нады.

Су ерітінділерінің рН халықаралық шкаласы 1-ден 12 рН-қа дейінгі диапазондағы рН буферлік ерітінділердің жаң-ғыртылатын мәндеріне негізделген.

ИЮПАК 2002 ұсынымдарына сәйкес (IUPAC Recommendations 2002 Measurement of pH. Definition, standards, and procedures) рН өлшеудің бастапқы әдісі платиналы «сүтегі» электроды және хлор-күміс салыстыру электроды бар тасымалданбайтын ұяшықтарын (Харнед ұяшықтары) қолданатын потенциометриялық әдіс болып табылады.

рН мемлекеттік бастапқы эталоны рН өлшеудің бастапқы потенциометриялық әдісін жүзеге асырады және өлшем бірлігін қамтамасыз ету мақсатында рН бірлігін жаңғыртуға, сақтауға және жұмыс эталондары мен жұмыс ӨҚ-ына беруге арналған.

Эталон мынадай бес негізгі блоктан тұрады:

1) Термостаттау блогы белгілі бір температура кезінде ұяшықтарды термостаттауға арналған.

2) Өлшеу блогы электр-химиялық ұяшықтардағы электродтардың потенциалдарын, су термостатының температурасын өлшеуге, сондай-ақ термостаттың жұмыс режимін бақылауға және нақты уақыт режимінде бірнеше ұяшықтарда бір уақытта өлшеу жүргізу мақсатында электр-химиялық ұяшықтардың потенциалды шығыстарын ауыстырып қосуға арналған.

3) Есептеу блогы өлшеу блогының деректерін өңдеуге және рН мәнін есептеуге арналған.

4) Электр-химиялық ұяшықтар (Харнед ұяшықтары) сүтегі иондарының әсеріне төзімді шыныдан жасалған жабық жүйе болып табылады. Ұяшықта екі электродтық бөлік болады – біреуі салыстыру электродына, екіншісі қылтүтік арқылы өзара байланысқан өлшеу электродына арналған. Ұяшықтың шүмегі арқылы газдар сумен қанығатын және қажетті температураға дейін термостатталатын үш сатылы барботер арқылы өлшеу ұяшығына келіп түсетін сүтегі газы өтеді. Ұяшықтарды буферлік ерітіндімен толтыру аргон қысымымен жасалады.

5) Газ (сүтегі) беру жүйесі қысымды бақылауға және сүтегі генераторы шығаратын сүтегі шығысын бақылауға арналған.

Эталон 25 °C ($P=0,95$; $k=2$) температурада (U) 0,003 pH өлшеудің кеңейтілген белгісіздігімен 1-ден 12 pH-ға дейінгі диапазондағы буферлік ерітінділердің pH мәндерін жаңғыртады.

pH ӨҚ-ын метрологиялық қамтамасыз ету мақсатында pH мемлекеттік стандартты үлгілері, pH мәндері эталондық өлшеу нәтижелері бойынша берілетін 1 және 2-ші разрядты эталондық буферлік ерітінділер әзірленді.

Басым қолданылу саласы – экологиялық мониторинг, медицина, тамақ, химия өнеркәсібі, ауыл шаруашылығы, энергетика, сәйкестікті бағалау және растау, өнімді сынақ зертханаларында, санитариялық-эпидемиологиялық зертханаларда сертификаттау және басқалар.

Температуралық және жылуфизикалық шамалардың мемлекеттік эталондары

Температуралық және жылуфизикалық шамалар бірліктерінің мемлекеттік эталондары мынадай эталондармен ұсынылған:

- температура (контактілі және контактсіз өлшеу әдісі);
- қатты денелердің жылу өткізгіштігі;
- салыстырмалы ылғалдылық;
- шық/қырау нүктесінің температурасы.

4.2.11-сурет – Температура бірлігінің мемлекеттік эталондары



Температура бірлігінің мемлекеттік эталондары

Температура бірлігінің мемлекеттік эталондары 1986 жылы құрылды, содан кейін метрологиялық және техникалық сипаттамаларды ағымдағы талаптарға сай жетілдіру арқылы жаңғыртылды. Соңғы жаңғырту 2021 жылы пештерді, алюминий және мыс реперлік нүктелері ампулаларын сатып алу арқылы жасалды.

Температура бірлігінің мемлекеттік эталоны сынап ($-38,83\text{ }^{\circ}\text{C}$) және мыс ($1084\text{ }^{\circ}\text{C}$) реперлік нүктесінен өлшеу диапазонындағы температура бірлігін эталондық термометрлерге жаңғыртуға, сақтауға және беруге арналған.

Температура бірлігінің мемлекеттік эталоны кедергі көпір-құралынан, кедергінің эталондық термометрінен және термотүрлендіргіштен, ITS-90 реперлік нүктелерінің таза металл ампуласынан және реперлік нүктелерді іске асыруға арналған пештен тұрады. Бекітілген тірек нүктелері бар ITS-90 халықаралық температуралық шкаласы бүкіл әлемде қабылданды және термометрия саласындағы негізгі құжат болып табылады. Эталондық термометрлер реперлік нүктелерде калибрленеді және градуирлеу коэффициенттерін анықтайды, бұл жүйелік дәлсіздікті азайтады. Бұдан әрі эталондық термометрлер температура калибраторлары сияқты эталондық жұмыс ӨҚ калибрлейді.

ITS-90 шкаласының негізгі реперлік нүктелері таза заттардың балқу, қатаю және үштік нүктелері ретінде анықталады. Үштік нүкте – қатты, сұйық және газ тәрізді фазалар жылу тепе-теңдігінде болатын заттың күйі. Балқу немесе қатаю нүктесі – сыртқы қысым 101325 Па кезінде заттың қатты күйінен сұйық күйіне (немесе керісінше) тепе-теңдік фазалық ауысуы болатын заттың күйі.

Абсолютті таза зат үшін тепе-тең фазалық ауысу кезінде сұйық және қатты фазаның шекара температурасы қандай процедура – затты қатайту немесе балқыту қолданылатынына байланысты емес. Тазалығы $99,99999\%$ -дан кем заттар үшін баяу қатаю әдісі дәлірек және жаңғыртылатын нәтижелерге әкеледі, өйткені балқу процесі алдыңғы қатаю жағдайларына байланысты. Осы себепті ITS-90 аталған металға тән қатты салқындау себебінен қатаю процесін іске асыру қиын болатын галлий балқу нүктесін қоспағанда, негізінен қатаю нүктелерін реперлік нүктелер ретінде белгілейді. Қазіргі дәлдік деңгейінде шкаланың реперлік нүктелерін іске асыру үшін тазалығы $99,9999\%$ -дан төмен емес металдарды пайдалану қажет.

Минус $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ -тан $2500\text{ }^{\circ}\text{C}$ -қа дейінгі диапазондағы сәуле-

лену бойынша температура бірлігінің мемлекеттік жұмыс эталоны температура бірлігін байланыссыз өлшеу әдісі бойынша АҚД абсолютті қара дене температурасы калибраторларына және инфрақызыл термометрлерге сақтауға және беруге арналған.

Сәулелендіргіштердің әрекеті абсолютті қара дене моделі түрінде орындалған сәулелену қуысының жылу сәулесі тығыздығының мәні Планк заңына сәйкес келетіндігіне негізделген. Сәулелендіргішке жылу сәулелендіргіші, байланыстырушы кабельдер және кері байланыс бергіші қызметін атқаратын дәлме-дәлдік пирометр кіреді.

Қатты денелердің жылу өткізгіштік бірлігінің мемлекеттік эталоны

Қатты денелердің жылу өткізгіштік бірлігінің мемлекеттік эталоны жылу өткізгіштік бірлігін 250 К-ден 350 К-ге дейінгі температура аралығында 0,02-ден 0,2 Вт/(м.К) дейінгі диапазонда жаңғыртуға, сақтауға және оның мөлшерін жұмыс эталондарының көмегімен жұмыс өлшем құралдарына беруге арналған. Эталон 2008 жылы құрылды.

Эталон А-1 жылу өткізгіштігін анықтау жүйесінен және пеноплекстен, органикалық шыныдан, кварц шыныдан, жылу эталондық өткізгіштік шамаларынан және көп мәнді шамалардан тұрады. Бір мәнді немесе көп мәнді жылу өткізгіштік өлшемдері қолданылатын екі жазық изотропты үлгілердің жылу өткізгіштігін өлшеу арқылы жазық қабаттың симметриялы әдісімен жылу өткізгіштік бірлігін жаңғыртады.

Жылу өткізгіштіктің жұмыс ӨҚ құрылыста қолданылатын жылу оқшаулағыш материалдардың жылу өткізгіштік көрсеткіштерін анықтауда қолданылады.

Салыстырмалы ылғалдылық бірлігінің мемлекеттік эталоны

Салыстырмалы ылғалдылық бірлігінің мемлекеттік эталоны 5 °С-тан 60 °С-қа дейінгі температура аралығында 5%-дан 95%-ға дейінгі өлшеу диапазонында бірлікті жаңғыртуға, сақтауға және оның мөлшерін жұмыс эталондары-

ның көмегімен жұмыс ӨҚ-на беруге арналған. Эталон 2007 жылы құрылды.

Салыстырмалы ылғалдылық бірлігінің мемлекеттік эталоны Humilab және HygroGen ылғал ауа генераторларынан, MBW 473 эталондық гигрометрiнен тұрады.

Ауа ылғалдылығы – иммунитеті төмен адамдар, аллергиямен ауыратындар, астматиктер, жиі басы ауыратындар үшін, сондай-ақ суық тию және ЖРВИ-мен ауырғаннан кейінгі кезеңдегі маңызды көрсеткіш.

Шық/қырау нүктесінің температурасы бірлігінің мемлекеттік эталоны

Шық/қырау нүктесінің температурасы бірлігінің мемлекеттік эталоны минус 80 °C-тан 20 °C-қа дейінгі өлшеу диапозонында бірлікті жаңғыртуға, сақтауға және оның өлшемін жұмыс эталондарының көмегімен жұмыс өлшем құралдарына беруге арналған. Эталон 2015 жылы құрылды.

Шық/қырау нүктесінің температурасы бірлігінің мемлекеттік эталоны шық/қырау нүктесі температурасын калибрлеу жүйесінен тұрады, оған компрессор (ауа беру үшін), кептіргіш, шық нүктесінің генераторы және шық нүктесінің анықтамалық гигрометрі кіреді.

Шық/қырау нүктесінің салыстырмалы ылғалдылығы мен температурасының бірліктері тектес бірліктер болып табылады.

ҚР газ өнеркәсібіндегі ылғалдылықты өлшеудің маңыздылығы магистральдық құбырлар арқылы ылғал газды тасымалдау қаупінің, атап айтқанда гидраттардың пайда болу қаупінің алдын алу болып табылады.

Газды ұңғымалардан газды кешенді дайындау қондырғысына дейін шлейфтер арқылы тасымалдау кезінде температура мен қысымның төмендеуі байқалады, бұдан кейбір жағдайларда гидрат тығындарының пайда болуы, штаттан тыс және авариялық жағдайлар туындауы мүмкін. Газды кешенді дайындау қондырғыларына әртүрлі өлшемдердің дәлдігіне қатысты белгілі бір талаптар қойылады, өйткені өлшеудің дәлсіздігінен мұнай-газ компанияларының үлкен қаржылық шығындарға ұшырау қаупі туындайды.

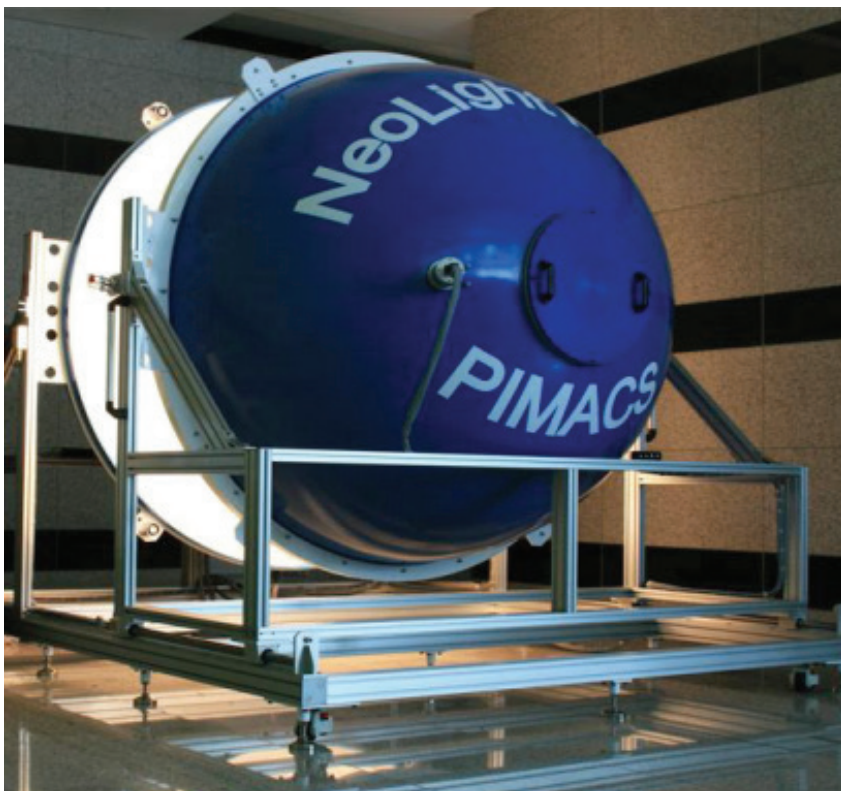
МҒМО-ның иелігінде оптикалық-физикалық шамалардың бірнеше эталондары бар

Жарық, жарықтылық және жарық сәулесі күші бірлігінің мемлекеттік эталоны

ҚР СТ 2.174 «ҚР МӨЖ. Үздіксіз және импульстік сәулеленудің жарық шамаларының өлшем құралдарына арналған мемлекеттік эталон және мемлекеттік салыстырып тексеру схемасы» стандартының талаптарына сәйкес физикалық шамалардың мөлшерін сақтауға және жұмыс эталондары мен ӨҚ-на беруге арналған.

МҒМО эталонды 2009 жылы Оңтүстік Кореяның «PIMACS CO., LTD/ NeoLight PL7000» фирмасымен және Корея мемлекетінің «KRISS» Корея стандарттар және ғылым зерттеу институтымен бірлесіп жасап, зерттеді.

4.2.12-сурет – Жарық, жарықтылық және жарық сәулесі күші бірлігінің мемлекеттік эталоны



Эталонды құру қағидаты спектрорадиометриялық жүйені, автоматты оптикалық орындықты және оптикалық аспаптарды, стандартты шамдарды пайдаланудан тұрады.

Жарық күші бірлігінің эталоны шамамен барлық өнеркәсіп салаларында метрологиялық бақылау мақсатында:

- жарық көздерін калибрлеу және аттестаттау үшін;
- медицинада – фототерапиялық жабдықтарды, хирургиялық шамдарды, лазерлік аспаптарды, солярийлерді, бактерицидтік шамдарды және т.б. аттестаттау үшін;
- ауыл шаруашылығында – жылыжайға арналған шырағандарды калибрлеу үшін;
- еңбекті қорғауда (санитариялық-эпидемиологиялық қызмет) – жұмыс орындарын аттестаттау, люксметрлер, жарықөлшегіштер, жарық өлшегіш шамдар және т.б. сияқты аспаптардың көмегімен үй-жайлардың жарықтығын өлшеу үшін қолданылады.

Түс координаттары мен түстілік координаттары бірліктерінің мемлекеттік эталоны

Түс координаттары мен түстілік координаттары бірліктерінің мемлекеттік эталоны Қазақстан Республикасының мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесін дамыту бағдарламасына сәйкес 2009 жылы Оңтүстік Кореяның «PIMACS CO., LTD/ NeoLight» фирмасымен бірлесіп құрылды және 2010 жылы 29 қаңтарда мемлекеттік эталон ретінде бекітілді.

Түс координаттары мен түстілік координаттары бірліктерін сақтауға және тікелей өлшеу әдісімен, тікелей салыстыру арқылы және жұмыс эталондарының (спектрофотометр) көмегімен сәулелену көздеріне, өзін-өзі жарықтандыратын объектілердің түстілік координаттары өлшегіштеріне, спектроколориметрлерге, бағытталған өткізу және диффузиялық шағылысу спектрлік коэффициентінің өлшемдеріне, түс координаттары мен түстілік координаттарының өлшемдеріне беруге арналған.

Полиграфистер, кинематографистер, телевизияның, тоқыма өнеркәсібінің қызметкерлері, дизайнерлер және басқа да көптеген қызметкерлер түс жаңғыртуға арналған шақтама-

ларды білуі қажет. Түс координаттары мен спектрлік коэффициенттерді анықтау көптеген заттар мен материалдарды талдау әдістерінің негізі болып табылады. Мұндай өлшеулерді жүргізу үшін тиісті эталон қажет.

Эталон зерттеуге арналған ӨҚ кешендерінен тұрады:

- түс координаты;
- түстілік координаты;
- спектрлік өткізу коэффициенті;
- оптикалық тығыздық;
- диффузиялық шағылысудың спектрлік коэффициенті.

4.2.13-сурет – Түс координаттары мен түстілік координаттар бірлігінің мемлекеттік эталоны



Мемлекеттік эталонмен жаңғыртылатын өзін-өзі жарықтандыратын объектілердің түстілік координаттары мән-дерінің диапазоны $x=0,0039-0,7347$; $y=0,0048-0,8338$ құрайды.

Мемлекеттік эталон $S_x\Sigma = S_y\Sigma=0,0008-0,002$ аспайтын өлшем нәтижесінің орташа шаршы ауытқуы бар бірлікті жаң-

ғыртуды қамтамасыз етеді.

Бұл ретте түстілік координаты бірліктерін берудің кеңейтілген белгісіздігі 0,0012 құрайды.

- 0,2-ден 25,0 мкм-ге дейінгі толқын ұзындығы диапазонындағы бағытталған өткізудің спектрлік коэффициенттері.

Эталонның қолданылу саласы – медицина, азық-түлік өнімдерін өндіру және олардың қауіпсіздігін қамтамасыз ету, шикізат салалары, көліктің барлық түрлерінде қозғалыс қауіпсіздігін қамтамасыз ету және т.б. сияқты жоғары технологиялық өндірістер.

Оптикалық және оптикалық-физикалық өлшеу әдістері мен аспаптары ең дәл аспаптар ретінде қазіргі заманғы жоғары технологиялардың көпшілігінде, ядролық және ғарыштық техникада, лазерлік технологияларда, машина жасау мен аспап жасауда ең дәл бөлшектерді бақылау үшін, дәлме-дәл тораптарды құрастыру кезінде, физика, химия, медицина, биология және т.б. салаларда ғылыми зерттеулер жүргізу үшін қолданылады.

Электр шамалары бірліктерінің мемлекеттік эталондары

Қазақстан Республикасында электр шамаларының ОҚ кеңінен қолданылатын, ғылыми еңбек сіңіруді қажетсінетін өндірісі бар кәсіпорындардың дамыған құрылымы бар.

Кәсіпорындарда өндіру және шығарылатын өнімнің сапасын бақылау үшін мерзімді салыстырып тексеруге немесе калибрлеуге жататын электр шамаларының жоғары дәлдікті ОҚ-ының үлкен паркі пайдаланылады.

Осы ОҚ-ының көпшілігін метрологиялық қамтамасыз ету кәсіпорындардың өздеріндегі немесе басқа тәуелсіз зертханалардағы аккредиттелген салыстырып тексеру/калибрлеу зертханаларында жүзеге асырылады.

Электр сыйымдылығы бірлігінің мемлекеттік эталоны.

Электр сыйымдылығы физикалық эксперимент аясында электрлік және механикалық шамалардың өлшемдерін келісуге мүмкіндік беретін екі электрлік шаманың бірі болып табылады. Электр сыйымдылығы бірлігінің эталоны – ті-

келей өлшеу арқылы ӨҚ негізгі бірлігінің – метрдің өлшемімен анықталатын электрлік эталондардың жалғыз өлшемі. Эталонның теориялық негізі ретінде электр статикасының негізгі теоремасы (Томпсон-Лампард теоремасы) қызмет етеді. Осы теореманы жүзеге асыратын құрылғы (есептік айқас конденсатор) қабықтың пішіні мен өлшемдеріне қарамастан тек бір сызықтық өлшеммен ғана анықталатын сыйымдылыққа ие.

4.2.15-сурет – Электр сыйымдылығы бірлігінің мемлекеттік эталоны



Электр сыйымдылығының эталонын құру кезінде МҒМО жетекші фирмалар өндірушілерінің дәлме-дәлдік техникасы сатып алынды, техниканың құрамында бірліктің мөлшерін жаңғырту, сақтау және беру үшін және эталонның жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін эталондық құралдар бар (сыйымдылықтың номиналды мәндері 1, 10 және 100 пФ болатын АН11А моделінің шамалары. Диэлектрик ретінде балқытылған кварц және шақтамалық қабілеті 10^{-7} (10^{-8}) жететін АН2700А цифрлық автоматты көпір-құралы (Andeen-Hagerling (АҚШ) фирмасы шығарған) қолданылады. Олар МҒМО-да зерттеледі. АН2700А электр сыйымдылығының көпір-құралы – бұл электр сыйымдылығын өлшеу диапазоны 0,001pF-ден $1 \mu F$ -ге дейінгі және жиілігі 50 Гц-20 кГц, өлшеу дәлдігі (5-1000) ppm болатын дәлме-дәл көпір-құрал. АН2700А көпір-құралының конструкциясында орамалардың арнайы конструкциясымен қатынастар трансформаторын, сондай-ақ балқытылған кварц негізіндегі термостатталған конденсаторды пайдалану 50 Гц-тен 20 кГц-ке дейінгі жиілік диапазонында

сыйымдылықты (шығын бұрышының тангенсін) дәлме-дәл өлшеуді қамтамасыз ететін басты фактор болып табылады.

Жоғары дәлдіктегі жабдықтармен жабдықталған электр сыйымдылығының эталонын жасау электр сыйымдылығының бірлік өлшемін барлық беру сатыларында электр сыйымдылығының өлшеу дәлдігінің деңгейін ретке келтірді және Қазақстанның кәсіпорындары мен ұйымдарында кеңінен қолданылатын, отанымызда және шетелде әзірленетін электр сыйымдылығының жоғары дәлдікті ӨҚ жаңа буында-рының кең спектрін қамтамасыз етті.

Осылайша эталон бірлік өлшемін дербес жаңғыртпа-са да, нақты тұтынушылардың талаптарын қанағаттанды-ратын, Қазақстан Республикасында ең жоғары дәлдікпен электр сыйымдылығының бірлігін «сақтауға» және «беру-ге» қабілетті.

Электр кедергісі бірлігінің мемлекеттік эталоны

Электр кедергісі бірлігінің эталоны электр кедергісінің ӨҚ – шамалар мен электр кедергісі құрал-қораптарын, цифрлық мультиметрлер мен калибраторларын, мегаомметрлерді, оқ-шаулау кедергісі мен жерге қосу өлшегіштерін метрология-лық қамтамасыз етуге арналған.

4.2.16-сурет – Электр кедергісі бірлігінің мемлекеттік эталоны





Электр кедергісі электр тізбегіндегі негізгілердің бірі болып табылатындығына, энергетикалық және электрлік құрылғыларды есептеу, монтаждау және пайдалану кезінде ескерілуге тиісті пайдалану қауіпсіздігіне әсер ететіндігіне байланысты болғандықтан, электр кедергісінің ӨҚ-ының паркі үлкен.

Қазақстан Республикасында электр кедергісін өлшеу үшін энергетика, байланыс, машина жасау, станок жасау - электр станциялары, электр желілері, машина жасау зауыттары мен аспап жасау зауыттары және т.б. сияқты өнеркәсіп салаларының кәсіпорындарында қолданылатын резисторлар, электр кедергісі құрал-қораптары мен шамалары, мегаомметрлер, мультиметрлер, калибраторлар, тұрақты ток көпір-құралдары, кедергі шунттары пайдаланылады.

Тұрақты кернеу бірлігі мен айнымалы ток бірлігінің мемлекеттік эталондары

Эталондар тұрақты кернеу бірлігі мен айнымалы ток бірлігінің өлшемін салыстырып тексеруге/калибрлеуге және жоғары дәлдіктегі әмбебап мультиметрлер, калибраторлар,

ток пен кернеуді өлшегіштер, қалыпты элементтер мен кернеу өлшемдері, елдегі өлшем бірлігін қамтамасыз ету мақсатында шунттар сияқты ӨҚ-на беруге арналған.

Қолданылу қағидаты кернеудің эталондық өлшемі немесе ток-кернеудің термиялық түрлендіргіштері арқылы электр шамасының бірлігін жаңғыртуға және осы шаманы эталондық мультиметрмен өлшеуге негізделген.

4.2.17-сурет – Тұрақты кернеу бірлігі мен айнымалы ток бірлігінің мемлекеттік эталоны



Қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында жоғары дәлдікті және ғылыми еңбек сіңіруді қажетсінетін өндірісі бар кәсіпорындардың дамыған құрылымы бар, мұнда параметрлері ҚР кәсіпорындарында және энергетика, металлургия, машина жасау, медицина, аспап жасау, мұнай өндіру және мұнай өңдеу, ғарыш сияқты экономика салаларында қолданылатын электр тізбегіндегі негізгі шамалардың бірі болып табылатын айнымалы электр тогы мен тұрақты кернеудің ӨҚ кеңінен қолданылады.

Уақыт пен жиілік бірлігінің мемлекеттік эталоны

UTC ұлттық іске асыру мақсатында және уақыт бірлігін (с) және жиілікті (Гц) тәуелсіз жаңғырту үшін 2006 жылы МҒМО базасында Уақыт пен жиіліктің мемлекеттік бастапқы эталоны (бұдан әрі – УЖМЭ) құрылды.

УЖМЭ әлемнің 80 жетекші зертханасымен қатар UTC халықаралық үйлестірілген уақыт шкаласын қалыптастыруға қатысады, сондай-ақ Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросында (BIPM) өлшеу және калибрлеу мүмкіндіктерінің тіркелген қатарлары бар.

4.2.18-сурет – Уақыт пен жиілік бірлігінің мемлекеттік эталоны



УЖМЭ экономиканың барлық салаларының тексеру және калибрлеу жұмыстарын, оның ішінде ВІРМ Калибрлеу және өлшеу мүмкіндіктері базасында СМС-файлдармен декларацияланған калибрлеу қызметтерін жүргізу үшін қажетті жиілік пен уақыт бірліктерін жаңғыртуды, сақтауды, сондай-ақ кәсіпорындарда бастапқы эталондар ретінде пайдаланылатын уақыт пен жиілік стандарттарына бірлік мөлшерін беруді жүзеге асырады.

Жиілік пен уақыттың атомдық стандарттарының негізінде УЖМЭ жиілік бірліктерін $1,0 \cdot 10^{-3}$ -ден $4,0 \cdot 10^{10}$ Гц дейінгі жиілік диапазонында, уақыт аралықтарын $1,0 \cdot 10^{-9}$ -дан $1,0 \cdot 10^8$ с дейінгі диапазонда және UTC(KZ) ұлттық уақыт шкаласын UTC қатысты ± 20 нс деңгейінде жаңғыртып, сақтайды.

«Ақпараттық-коммуникациялық технологиялар және ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету саласындағы бірыңғай талаптарды бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Үкіметінің 2016 жылғы 20 желтоқсандағы № 832 қаулысының 139-тармағы 12-тармақшасын іске асыру шеңберінде UTC(KZ) уақыт шкаласының сигналдары Network Time Protocol (NTP)

хаттамасы бойынша мемлекеттік мекемелердің, байланыс операторларының, көлік компанияларының және басқа да тұтынушылардың нақты уақыт серверлеріне беріледі.

2,048; 5; 10 МГц тактілік жиілігін орнататын генераторлардың (ПЗГ, ПЗГ, синхрондау аппаратурасы) эталондық жиіліктері арқылы байланыс және телекоммуникация жүйелерін синхрондау қамтамасыз етіледі, бұл ел экономикасын цифрландыру үшін маңызды. Көрсетілген жиіліктер бойынша биллингтік жүйелердің жұмысы (коммутаторлар, базалық станциялар, деректерді беруді және қосылыстардың ұзақтығын өлшеу жүйелері), сондай-ақ байланыс операторлары жүйелерінің тораптарының жұмыс істеуі қалыптастырылады.

4.3 Стандартты үлгілер

Заттар мен материалдардың қасиеттерінің СҮ метрологиялық мақсаты бойынша бір мәнді шамалардың рөлін атқарады. Олар жұмыс эталондары ретінде (мемлекеттік салыстырып тексеру схемасы бойынша разряд беріле отырып) қолданылады. Бұл – әртүрлі елдердің мыңдаған зертханаларында қолданылатын шама бірліктерін ең қолжетімді және мобильді беру құралдары.

Мемлекеттік метрологиялық бақылау объектілері болып табылатын СҮ мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесінің типін бекітуге және тізілімінде тіркеуге жатады.

СҮ жіктеу:

Заттың (материалдың) құрамының СҮ - заттың физикалық, химиялық, биологиялық және басқа қасиеттерін, заттағы белгілі бір компоненттердің құрамын (химиялық элементтер, олардың изотоптары, химиялық элементтердің қосылыстары, құрылымдық компоненттер және т.б.) сипаттайтын шамалардың белгіленген мәндері бар стандартты үлгі.

Заттың (материалдың) белгісінің СҮ – СҮ физикалық, химиялық немесе биологиялық қасиетін білдіретін сапалық сипаттаманы сипаттайтын белгінің белгіленген мәні бар стандартты үлгі.

МСҮ – мыналарға арналған мемлекеттік стандартты үлгі:

СҮ типін бекіту, аспаптарды (ӨҚ) салыстырып тексеру, ка-

либрлеу, градуирлеу, ӨҚ және ӨОӘ аттестаттау мақсатында мемлекеттік сынақтар жүргізу;

стандартталған әдістерді және ӨОӘ-ні іске асыру кезінде өлшеу нәтижелерінің дәлдігін бақылау;

ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу;

өлшеу сапасын зертханаішілік және сыртқы бақылау;

зертханалық қызметті аттестаттау және аккредиттеу;

КСҮ аттестаттау (ҚР СТ 2.43 бойынша).

4.3.1-сурет – Сұйықтық тығыздығының мемлекеттік стандартты үлгісі



4.3.2-сурет – Ұн ылғалдылығының мемлекеттік стандартты үлгісі



4.3.3-сурет – Астықтың және астық өнімдерінің ылғалдылығының мемлекеттік стандартты үлгісі



МаСУ – Стандарттау, метрология және сертификаттау жөніндегі мемлекетаралық кеңес таныған және оны тануға қосылған Мемлекетаралық стандарттау, метрология және сертификаттау жөніндегі кеңеске мүше мемлекеттерде, мемлекеттердің ұлттық экономикаларының барлық салаларында, оның ішінде заңнамалық метрология саласында қолданылатын, Келісімге қатысушы мемлекеттің ұлттық стандартты үлгісі.

МаСУ СУ-ні тануға қосылған ТМД елдері экономикасының барлық салаларында қолданылады.

Қызметтің басым бағыттары мыналар:

өнімді (оның ішінде шикізатты, отынды және т.б.), әсіресе өнімді міндетті сертификаттау жағдайларында өзара мемлекеттік жеткізіп беру;

қоршаған ортаны қорғау, денсаулық сақтау және қауіпсіздік техникасы саласындағы мемлекетаралық ынтымақтастық;

Достастық елдерінің метрологиялық қызметтерінің қызметі (салыстырып тексеру, калибрлеу жұмыстары, төрелік талдаулар және т.б.).

ССУ – саланың уәкілетті органы таныған стандартты үлгі.

ССУ мемлекеттік метрологиялық бақылау және қада-

ғалау қолданылатын жұмыс түрлерін қоспағанда, тиісті салаға, ведомствоға немесе ССҮ бекіткен заңды тұлғалар бірлестігіне жататын ұйымдар мен кәсіпорындарда әзірленеді (ГОСТ 8.315-97).

ССҮ қолдану стандарттармен, сондай-ақ тиісті өнімдерді бақылаудың немесе сынаудың технологиялық процестеріне қатысты ӨОӘ-мен регламенттеледі.

ССҮ мемлекеттік метрологиялық бақылау саласынан тыс қолдану үшін мыналарға:

ӨҚ градуирлеуге;

кәсіпорынның стандартты үлгілерін (КСҮ) аттестаттауға;

салалық НҚ-да регламенттелген өлшеу нәтижелерінің дәлдігін бақылауға;

ӨОӘ әзірлеу және аттестаттау кезінде өлшеу нәтижелерінің дәлдігін, дұрыстығын бақылауға арналған.

КСҮ – кәсіпорынның, ұйымның басшылығы оны кейіннен осы кәсіпорында, ұйымда қолдану үшін таныған стандартты үлгі.

КСҮ тікелей (мемлекеттік метрологиялық бақылау саласынан тыс) кәсіпорындарда мыналар үшін қолданылады:

технологиялық бақылау жүйелерінде қолданылатын ӨҚ, кәсіпорынның НҚ талаптарына, технологиялық нұсқаулықтарға, ӨОӘ және т.б. сәйкес орындалатын өлшеулердің нәтижелерін калибрлеу және градуирлеу;

өлшеу нәтижелерінің сапасын зертханаішілік бақылау;

кәсіпорындардың ӨОӘ метрологиялық аттестаттау.

ШСҮ – жеке санат болып табылмайтын, бірақ ГОСТ 8.315 және ҚР СТ 2.79 белгілеген тәртіппен жасалатын осы СҮ-ге арналған техникалық құжаттаманы метрологиялық сараптаманың оң нәтижелері негізінде метрология жөніндегі уәкілетті органның шешімі бойынша мемлекеттік СҮ ретінде қолдануға жол берілетін және мемлекеттік метрологиялық бақылау саласында қолданылатын СҮ-ге таралатын шетелдік стандартты үлгі.

Мемлекеттік метрологиялық бақылау саласында қолдануға тек бекітілген типтердегі және қолдануға рұқсат етілген СҮ ғана жатады.

ҚР аумағында мемлекеттік метрологиялық бақылау саласында МаСҮ және КООМЕТ СҮ санаттарының стандартты үлгілерін де қолдануға болады.

МаСҮ, ССҮ, КСҮ, ШСҮ ҚР аумағында ұлттық СҮ-мен тең дәрежеде қолдануға жол беріледі.

КООМЕТ СҮ (CRM COOMET) – Еуро-Азиялық мемлекеттік метрологиялық мекемелердің ынтымақтастығы (КООМЕТ) шеңберінде танылған сертификатталған стандартты үлгі.

Стандартты үлгінің сертификатталған сипаттамасы [параметрі]: Мәні сертификатталған стандартты үлгі үшін белгіленуге жататын СҮ затының (материалының) құрамын немесе қасиетін (белгісін) сипаттайтын шамасы немесе екі не бірнеше шамаларының тәуелділігі.

СҮ данасы – тұтынушыға ілеспе құжаттармен бірге жеткізілетін, затбелгісі немесе таңбалауы бар жеке орауыштағы стандартты үлгі.

СҮ жиынтығы – тұтынушыға СҮ ілеспе құжатымен жеткізілетін мәндердің белгілі бір диапазоны шегінде реттелген әртүрлі қасиет мәндері (белгілі бір ғана шамасы) бар, бірлесіп жеткізілетін және қолданылатын стандартты үлгілер даналарының жиынтығы.

СҮ жинағы – нақты бір метрологиялық жұмыстарды орындау үшін олардың қолдануға ыңғайлы болуын есепке ала отырып, жинақталған және тұтынушыларға бір немесе бірнеше жиынтық нұсқаларымен жеткізілетін әртүрлі типтегі бірнеше даналардың жиынтығы.

СҮ бекітілген типтерінің мемлекеттік тізілімі – типтері метрология жөніндегі ұлттық органда белгіленген тәртіппен бекітілген мемлекеттік (ұлттық) стандартты үлгілерді тіркеуге арналған жиынтық есепке алу құжаты.

СУМҚ – өлшем бірлігін қамтамасыз ету мақсатында заттар мен материалдардың құрамы мен қасиеттерінің стандартты үлгілеріне мемлекеттің қажеттілігін қамтамасыз ету, қанағаттандыру жөніндегі ұйымдастырушылық, ғылыми, әдістемелік және практикалық қызметті жүзеге асыратын МАК-қа мүше мемлекеттің атқарушы билік органдарының, ұйымдарының, олардың бірлестіктерінің жүйесі.

СҮ тұрақсыздығынан болатын дәлсіздік – СҮ данасының жарамдылық мерзімі ішінде СҮ аттестатталған мәнінің өзгеруіне байланысты дәлсіздік.

СҮ дайындау технологиясына байланысты дәлсіздік – СҮ дайындау процедурасы дәлсіздігінің аспаптық және әдістемелік құрауыштарын қамтитын дәлсіздік.

Бастапқы материал сипаттамасының дәлсіздігі – бастапқы материалдағы аттестатталатын компоненттің мөлшерін сипаттайтын мәннің дәлсіздігі.

Өлшеу нәтижелерінің дәлдігін бақылау үшін үлгілер ретінде ҚР аумағында қолданылатын стандартты үлгілер:

- бекітілген типті немесе ҚР аумағында қолдануға жол берілген (ҚР МӨЖ, МаСҮ немесе KOOMET СҮ тізіліміне енгізілуге тиіс);

- жарамды паспорты (немесе талдау сертификаты);

- қолдану жөніндегі нұсқаулығы (егер СҮ әзірлеушісі көздеген болса) болуға тиіс.

Өлшеу нәтижелерінің сапасын бақылау үшін СҮ-ге қойылатын негізгі талаптар:

1. Зерттелетін сынамалардың құрамы бойынша барабарлығы;

2. СҮ аттестатталған мәні әдістеменің жұмыс диапазонында болуға және зерттелетін сынамалардың кіші диапазонында болуға тиіс;

3. СҮ аттестатталған мәнінің дәлсіздігі ӨӨӘ дәлсіздігінің 1/3 артық болмауға тиіс;

Бекітілген типтердегі СҮ ҚР МӨЖ тізіліміне тіркеу туралы мәліметтерді www.ksm.kz сайтынан көруге болады.

5-тарау

Метрология бөлімдері

Метрология мынадай үш негізгі бөлімге бөлінеді: «Теориялық метрология», «Заңнамалық метрология» және «Қолданбалы (практикалық) метрология». Метрологияның маңызды міндеті өлшем бірлігін қамтамасыз ету болып табылады.

Теориялық метрология іргелі зерттеулер мәселелерімен, өлшем бірліктері жүйесін, физикалық тұрақтыларды құрумен, жаңа өлшеу әдістерін әзірлеумен айналысады.

Заңнамалық метрология құқықтық ережелер дәрежесіне көтерілетін және міндетті күші бар, өлшем бірлігін қамтамасыз етуге бағытталған өзара шартталған ережелер мен нормалардың жиынтығын қамтиды.

Қолданбалы метрология метрология шеңберіндегі теориялық зерттеулердің нәтижелерін әртүрлі қызмет салаларында практикалық қолдану мәселелерімен айналысады.

5.1 Теориялық метрология

Теориялық метрология өлшемдерге қатысты жалпы ғылыми проблемаларды шешеді. Теориялық метрологиядан, егер өлшеу нәтижесі үшін n өлшемнен орташа арифметикалық мән алынса, дәлдік n есе артатындығы белгілі.

Өлшем бірліктері мен дәлдік ұғымдары теориялық метрология мен метрологиялық практика үшін айқындаушы болып табылады.

ӨҚ мен өлшеу процестерін жетілдіру өлшемдерге тән заңдылықтарды түсіндіретін жақсы теориясыз мүмкін емес. Өлшеу теориясы немесе басқа теориялық метрология кез келген теория сияқты өлшеу процесі элементтерінің бастапқы ұғымдары мен модельдерінің негізінде құрылған.

Осылайша метрология өлшем бірлігі мен өлшем бірлігінің қажетті дәлдігін қамтамасыз етудің ғылыми негізі болып табылады, бұл ретте заңнамалық және қолданбалы метрологияның функциялары теориялық метрологияда белгіленген

заңдылықтарға бағынады. Өз кезегінде, теориялық метрологияның ережелері заңнамалық және қолданбалы метрологияның функцияларын іске асыру кезінде өзіндік практикалық тексеруден және сынамалаудан өтеді.

5.2 Заңнамалық метрология

Метрологиялық қызмет өте алуан түрлі және өзіндік ерекше қызмет. Оның теориялық негізі метрология ғылымы болып табылады, негізі қызмет процесі метрологиялық қамтамасыз ету ұғымымен анықталады, ал осы қызметтегі қатынастарды реттеу мемлекеттік функцияға – өлшем бірлігін қамтамасыз етуге жүктеледі.

Метрологиялық қызмет қолданбалы сипаттағы қызмет ретінде пайда болып, дамыды, сондықтан оның көп бөлігі табиғи түрде жалпы нарықтық қатынастарға қатысады, алайда оның нәтижелері «өлшем бірлігінің» ерекше талаптарына сай болуға тиіс; осыған байланысты метрологиялық қызмет құқықтық реттеудің мәні, құқық әсерінің объектісі болып табылады.

Заңнамалық метрология – бұл уәкілетті орган жүзеге асыратын қызметке жататын, өлшем бірлігін қамтамасыз ету үшін бірліктерге, өлшеу әдістеріне, ӨҚ-ына және өлшеу зертханаларына қатысты мемлекеттік талаптарды қамтитын метрология бөлігі.

Басқаша айтқанда, заңнамалық метрология елде қолдануға рұқсат етілген өлшем бірліктеріне, өлшеу әдістеріне, өлшем құралдары мен зертханаларға қойылатын мемлекеттік талаптарды белгілейді.

Заңнамалық метрология метрологиялық қызметтің нормативтік-құқықтық негізі болып табылатынын және оның барлық аспектілерін: халықаралық деңгейден бастап жекелеген кәсіпорындар мен олардың бөлімшелерін басқару деңгейіне дейін қамтитынын атап өту керек.

Бүгінгі таңда Қазақстанда метрологиялық қызмет «Өлшем бірлігін қамтамасыз ету туралы» 2000 жылғы 7 маусымдағы № 53-II Қазақстан Республикасының Заңымен (бұдан әрі – ҚР МӨЖ Заңы) және өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласында-

ғы нормативтік құқықтық актілермен реттеледі.

Сондай-ақ республикада Халықаралық заңнамалық метрология ұйымының құжаттары кеңінен қолданылады.

ҚР МӨЖ Заңы өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласындағы мемлекеттік органдар, жеке және заңды тұлғалар арасында туындайтын қоғамдық қатынастарды реттейді, оның мақсаттарын, өлшем бірлігін қамтамасыз етудің құқықтық және ұйымдастырушылық негіздерін айқындайды.

Өлшем бірлігін қамтамасыз етудің негізгі мақсаттары:

1) Қазақстан Республикасының жеке және заңды тұлғаларының мүдделерін өлшемнің анық емес нәтижелерінен қорғау;

2) іргелі зерттеулер мен ғылыми әзірлемелер кезінде өлшемнің анық нәтижелерін алу;

3) халықаралық өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесіне интеграциялау.

5.3 Қолданбалы метрология

Теориялық және заңнамалық метрология өлшеу процестерін, олардың дәлсіздіктерін, өлшеу әдістемелерін теориялық негіздеу, физикалық шамалардың өлшем бірлігін қамтамасыз ету, оларды халықаралық тәжірибеде де, Қазақстан Республикасында да нормалау функцияларын орындайды.

Заңнамалық метрология өлшеу әдістері мен ОҚ-ын қолданудың нормативтік-құқықтық базасын, салалық пайдаланылуына қарамастан өнім сапасы мен процестерді метрологиялық бағалау процестерін стандарттау мен сертифициттауды қамтамасыз етеді.

Алайда теориялық және заңнамалық метрологияның құрамдас бөліктерін практикалық қолдану қолданбалы метрология саласында бар, оның функцияларына өнімдер мен процестерді бақылау процедураларында, модельдер мен жүйелерді сәйкестендіру технологияларында, сондай-ақ объектілерді диагностикалау кезінде және өлшем құралдарын калибрлеу мен салыстырып тексеруді жүргізу кезінде өлшеу теориясын қолдану әдіснамасы кіреді.

Қолданбалы немесе практикалық метрология метроло-

гиялық қамтамасыз ету, теориялық метрологияны практикада қолдану, заңнамалық метрологияның ережелерін енгізу мәселелерімен айналысады.

Қолданбалы метрологияның ең жоғары мақсаты – адам өмірі мен қызметін метрологиялық қамтамасыз ету: өлшем бірлігі мен талап етілетін өлшем дәлдігіне қол жеткізу үшін қажетті ғылыми және ұйымдастырушылық негіздерді, техникалық құралдарды, қағидалар мен нормаларды белгілеу және қолдану.

Қолданбалы метрологияның ең күрделі міндеттерінің бірі өлшем бірліктерін эталондардан нақты өлшем аспаптарына беру жүйесі болып табылады.

6-тарау

Әлемде метрологияның дамуы

Метрология саласындағы халықаралық ынтымақтастықтың іргетасы 125 жыл бұрын, әлемнің 17 елі Метрикалық Конвенцияға қол қойған кезде қаланды. 19 ғасырда өлшем бірліктерінің бірыңғай халықаралық жүйесін құру мануфактуралық және өнеркәсіптік өндіріс тауарларының халықаралық саудасын дамыту мәселесін шешуге тиіс болды. Бүгінгі таңда метрология мәселелері бойынша бірлестікке және әлем елдері арасындағы тығыз өзара ынтымақтастыққа деген қажеттілік барынша арта түсті. Бүгінгі таңда халықаралық ынтымақтастықтың басты үрдісі - жаһандық метрологиялық жүйені, бүкіл әлем бойынша өлшемдердің сенімділігін қамтамасыз ете алатын жүйені құру.

Жаһандық метрологиялық жүйенің негізгі сипаттамалары:

- ӨҚ бірліктерінің халықаралық жүйесіндегі өлшем бірлігі;
- өлшемнің жол берілетін белгісіздігі шеңберіндегі адалдық;
- халықаралық танылған және қолданыстағы сапа жүйелерін сақтау;
- құжат түрінде расталатын құзыреттілікті тексерудің ашық процедураларын сақтау.

Жаһандық өлшем жүйесінің қажеттілігі қазіргі әлемдік дамудың келесі факторларымен байланысты:

- нарықтарды ырықтандыру;
- жаңа сауда аймақтарының пайда болуы;
- еңбек бөлінісі.

Осы факторларды толығырақ қарастырайық.

Нарықтарды ырықтандыру

Халықаралық сауда жүйесі құрамына 160-тан астам ел кіретін, ал 7 ел кіру туралы келіссөздер жүргізіп жатқан Дүниежүзілік сауда ұйымының (ДСҰ) қағидалары негізінде жұмыс істейді. Бұл көпжақты сауда ұйымы ДСҰ-ға мүше елдер өздерінің сауда қатынастарында ұстануға тиісті халықаралық қағидаларға сүйеніп жұмыс істейді. Осы қағидалар сауда

саласында ашық және ықтиярлы саясатты жүргізуге ықпал етеді. Олар тауарларды, көрсетілетін қызметтерді және зияткерлік меншік құқықтарын қамтиды. Сонымен қатар олар өздерінің маңызды мәнге иеленуіне және реттеуді қажет етуіне қарай өмірдің жаңа салаларына да таралады.

ДСҰ-ға кіретін әрбір мемлекет тауарлар мен көрсетілетін қызметтер нарығына қол жеткізуге қатысты міндеттемелер алады. Даулы мәселелерді қарау қағидалары және бақылау жөніндегі комиссиялар бар, ал ДСҰ көпжақты келісімдердің орындалуын қадағалауды жүзеге асырады.

ДСҰ жетістіктерін былайша қорытындылауға болады:

- әлемдік сауданың шамамен 90 %-ы ДСҰ келісімдерімен реттеледі;

- 160-тан астам ДСҰ-ға мүше елдердегі шамамен барлық тауарлар мен көрсетілетін қызметтерге ДСҰ-ның бір немесе бірнеше келісімдерінің қолданысы таралады;

- ұзақ жылдар бойы кедендік тарифтер айтарлықтай төмендеді (дамыған елдерде 40-тан 4%-ға дейін).

80%-ға жуық сауда техникалық регламенттердің және/немесе стандарттардың талаптарына сәйкес келетін тауарларға тиесілі және бұл өнімдерге, әдетте, осы не өзге елдің ұлттық жүйесінде сәйкестікті бағалау (сертификаттау, сынақтар, инспекциялар және т.б.) нәтижелері ұсынылуы қажет.

Халықаралық еркін сауда үшін жағдай жасау кезінде кедендік баж салықтарын төмендету мәселесін шешкеннен кейін екінші орында көбінесе белгілі бір елде ұлттық деңгейде қолданылатын стандарттар мен техникалық регламенттер болып табылатын техникалық кедергілерді жою мәселесі туындайды. Ұлттық нарықты протекционистік қорғау немесе жергілікті өндірушілерге артықшылық беру ретінде пайдаланылған ұлттық стандарттар мен өнімді реттеудің көптеген мысалдары бар.

Техникалық регламенттер мен стандарттарды сақтай отырып, саудадағы техникалық кедергілерді азайту үшін ДСҰ саудадағы техникалық кедергілер (СТК) туралы келісімді қабылдады. Осы келісімде техникалық регламенттер, стандарттар және сәйкестікті бағалау процедуралары саудада қажетсіз

кедергілерді тудырмайтындығына кепілдік беретін қағидалар жазылған. ДСҰ-ның «Саудадағы техникалық кедергілер» деп аталатын құжаты аккредиттеуді қоса алғанда, сәйкестікті бағалау процедураларының барлығын қамтиды. Ол ұлттық техникалық регламенттердің:

ашық;

негізді;

кемсітүсіз;

халықаралық стандарттарға негізделген (мүмкіндігінше) құжат болғанын талап етеді.

Келісім оның барлық қатысушыларына өз елдеріндегі сертификаттау органдарының Келісімнің 3-қосымшасында жазылған «Стандарттарды дайындауға, бекітуге және қолдануға қатысты адалдық тәжірибесі кодексін» танитынына кепілдік беру мүмкіндігін ұсынады. Осылайша СТК жөніндегі келісім келісімге қатысушылардың сәйкестік бағаларын өзара тану туралы уағдаластықтарға қол қоюларына, сондай-ақ халықаралық сәйкестікті бағалау жүйесін дамытуға жәрдемдеседі.

Мұндай келісімдер немесе өзара тану туралы уағдаластықтар қосымша ақша мен уақытты қажет ететін, бірақ бүгінгі күнге дейін күнделікті тәжірибеде орын алып отырған қайталама сынақтар мен бағалаулардың қайталанбауына бағытталған. Мұның себебі – басқа елде белгісіз ұйым немесе мекеме жүргізетін сынақтар мен бағалауларға сенім жеткілікті болмай отыр. Кейде осы не өзге елдің сауда саясаты аталған елдің аумағында осындай сынақтарды жүргізуді талап етеді.

Бұл жағдай тауарлардың немесе көрсетілетін қызметтердің кез келген нарыққа жол ашуына мүмкіндік беретін сәйкестік сертификатын алғысы келетін және «бір өнім, бір сынақ – барлық жерде тану» деген ұранды ұстанатын өндірушілердің үміттеріне қайшы келеді.

Бұл ұранды сондай-ақ әмбебап сынақ ретінде ұсынуға болады.

Алайда сынақ нәтижелерін растайтын және сертификаттар беретін мекемелердің құзыреттілігіне сенім алдын ала қалыптасуға тиіс. Осыдан кейін ғана қатысушылар сертификат-

тарды өзара тану туалы үміттен алады. Мұнда сынақтар мен бағалау процедураларын үйлестіру, өлшем бірлігі негізінде өлшеу және сынау үшін аспаптарды пайдалану, қолайлы сынақ процедураларын жүргізу және сапаны басқару жүйелерін қолдану қажет. Сынақ нәтижелерінің көпшілігі өлшемдерге негізделгеннен бастап дұрыс және сенімді өлшеулер өзара сенімділік пен сертификаттарды тану ісінде шешуші фактор болып табылатыны әбден анық.

Жаңа сауда аймақтарының пайда болуы

ДСҰ көмегімен әлемдік сауда жүйесін дамыту өңірлік нарықтарды немесе еркін сауда аймақтарын құру мақсатында жекелеген өңірлердегі ынтымақтастық үрдістерін тоқтатқан жоқ. Өңірлік кооперацияның көптеген себептері бар. Үлкен нарықтар өнімнің өзіндік құнын төмендетіп, осылайша бәсекеге қабілеттілікті арттыра отырып, өндірісті ұлғайтуға мүмкіндік береді.

Кедендік баж салықтарын үйлестіру және төмендету өңірдегі сауданы оңайлатады. Бірақ өңірлік сауда ішінде жоғары тиімділікке қол жеткізу үшін метрология, стандарттау және сәйкестікті бағалау түріндегі тиімді сапа инфрақұрылымын қолдау талап етіледі.

Еңбек бөлінісі

Әлемдік экономикада мыналармен:

Көлік және коммуникация саласындағы технологиялық өзгерістермен, сондай-ақ экономиканың осы секторларындағы қызметтер бағасының төмендеуімен;

шетелдік тікелей инвестициялардың өсуімен және фирмашілік кооперацияның жаңа түрлерінің пайда болуымен байланысты жаһандану тенденциялары жалғасуда, соның нәтижесінде өндірушілер өндірісті жалақысы төмен аймақтарға ауыстыра отырып, қолданыстағы еңбектің орнына басқасын табады.

Осы даму факторлары мыналарға әкеп соқтырады:

әлемдік ауқымдағы бәсекелестік;

белгісіз сападағы арзан импорт;

белгісіз өндірушінің өніміне сенімділіктің жоғалуы.

Қоғамның белгілі бір сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз ету, қоршаған ортаны қорғау үшін көбінесе сауда келісімшартын жасасқанға дейін сертификатталған сапа жүйелері бойынша жұмыс жасау қажет болады, көптеген елдер өнімнің өз стандарттарына сәйкестігін құжаттамалық растауды немесе олардың техникалық регламенттеріне сәйкес сынақтан өтуді талап етеді.

Сонымен сәйкестік бағалаулары мен сертификаттар ДСҰ-ның саудадағы техникалық кедергілер туралы келісіміне сәйкес орындалуға тиіс әрі дұрыс және нақты сынақтар мен өлшемдерге негізделуге тиіс.

Қазіргі метрология 19 ғасырда Халықаралық өлшем жүйесін құру нәтижесінде құрылды: 1875 жылы Парижде өткен халықаралық дипломатиялық конференцияда 17 елдің үкіметтерінің өкілетті өкілдері дипломатиялық шартқа – шаралардың бірыңғай метрикалық жүйесін қолдану, халықаралық өлшем бірліктері мен шама бірліктерінің эталондары жүйесін құру негізінде бүкіл әлемде өлшем бірлігін қамтамасыз етудің негізін қалаған «Метрикалық Конвенцияға» қол қойды. Бұл қажеттілік өнеркәсіптік өндіріс пен халықаралық сауданың дамуына байланысты туындады.

19 ғасырда құрылған халықаралық өлшеу жүйесі әлемдегі шамамен барлық мемлекеттің өлшем бірлігін қамтамасыз етудің негізі болып табылады.

Бүкіл әлем бойынша өлшеу нәтижелеріне деген сенім ұлттық метрология институттарының, өңірлік метрологиялық ұйымдардың және халықаралық метрология жөніндегі ұйымдардың тұрақты өзара іс-қимылы мен бірлескен жұмысы арқылы ұлттық шама бірліктері эталондарының халықаралық эталондармен баламалылығын дәлелдеу арқылы қамтамасыз етіледі.

Іс жүзінде әрбір мемлекетте бір немесе бірнеше ұлттық метрологиялық институттар (ҰМИ) бар, олар елде ең жоғары дәлдікпен шама бірліктерін жаңғыртуды қамтамасыз ететін шама бірліктерінің ұлттық эталондарын құруға, жетілдіруге және сақтауға жауапты. Мысалы, Германияда – Федералды физикалық-техникалық институт (PTB), АҚШ-та – Ұлттық ғылым

және технология институты (NIST), Кореяда – Корей эталондар мен ғылым ғылыми-зерттеу институты (KRISS), Жапонияда – Ұлттық метрологиялық институт (NMIJ/AIST), Ресейде – Бүкіл-ресейлік метрологиялық қызмет ғылыми-зерттеу институты (ФГУП ВНИИМС), Бүкілресейлік оптикалық-физикалық өлшеу ғылыми-зерттеу институты (ФГУП «ВНИИОФИ»), Д.И. Менделеев атындағы Бүкілресейлік метрология ғылыми-зерттеу институты және т.б. қамтылған мемлекеттік кәсіпорындар мәртебесі бар 10-нан астам метрологиялық институт жұмыс істейді.

Қазақстанда ҚР ҰМИ – МҒМО болып табылады.

Ұлттық метрологиялық институттар кез келген мемлекеттің өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесінде, біріншіден, ұлттық эталондардың SI халықаралық жүйесіне дейін бақылап тексерілуін және олардың халықаралық шама бірліктері эталондарына баламалылығын, екіншіден, шама бірлігінің өлшемін мемлекет экономикасының барлық салаларында қолданылатын эталондар мен өлшем құралдарына беруді қамтамасыз ете отырып, маңызды рөл атқарады. Осы міндеттен басқа, кез келген елдің ҰМИ, әдетте, өлшеу салаларында ғылыми-зерттеу, кадрларды даярлау және олардың біліктілігін арттыру, өлшем бірлігін қамтамасыз ету мәселелері бойынша нормативтік және әдістемелік құжаттарды әзірлеу, метрология және өнімнің сәйкестігін бағалау саласында қызметтер көрсету, өндірісті метрологиялық қамтамасыз ету мәселелері бойынша экономика салаларында кеңес беру, әдістемелік сүйемелдеу және т.б. қызметін жүзеге асырады.

Өлшем бірлігінің мөлшерін беру эталондарды салғастыру, эталондар мен ӨҚ-ын салыстырып тексеру және калибрлеу арқылы жүзеге асырылады. Өлшем бірліктерінің өлшемдерін беру тізбегіндегі орташа буын – бұл елдегі кез келген қызмет саласының өндірістік кәсіпорындары мен ұйымдары тікелей қолданатын өлшеу эталондары мен ӨҚ-ын салыстырып тексеруді және калибрлеуді жүзеге асыратын салыстырып тексеру және калибрлеу зертханалары болып табылады. Осы зертханалардың техникалық құзыреттілігі, әдетте, ISO/IEC 17024 халықаралық стандартына сәйкес аккредиттеу арқылы қамтамасыз етіледі.

Егер бүгінгі таңда қазіргі заманғы тенденциялар туралы және метрологияны дамытудың ең өзекті бағыттары туралы айтатын болсақ, жақын болашақта халықаралық, өңірлік ұйымдар мен әлемнің ұлттық метрологиялық институттарын дамытудың стратегиялық жоспарларындағы мынадай негізгі бағыттарды атап өтуге болады:

«Жасыл» экономика үшін өлшемдерді дамыту (биоалуантүрлілік және климаттың өзгеруі, циркулярлық экономика, энергия үнемдеу сияқты бағыттар үшін);

Денсаулық сақтау үшін өлшемдерді жетілдіру;

Метрологиялық жүйелер мен көрсетілетін қызметтерді цифрландыру;

Іргелі метрологияны дамыту (жаңа SI, кванттық технологияларды іске асыру бойынша технологиялық шешімдер);

Өңірлік интеграция (Еуропалық метрологиялық желілер (EMN));

Өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласындағы заңнаманы жетілдіру (реттеуші органдардың метрология мәселелерінің маңыздылығы туралы хабардарлығын арттыру, олардың қатысу үлесін арттыру);

Әлеуетті арттыру (мамандарды оқыту және біліктілігін арттыру, техникалық құзыреттілікті арттыру бағдарламалары және т.б.).

6.1 Халықаралық және өңірлік метрология жөніндегі ұйымдар

Қазіргі уақытта үш халықаралық ұйым және алты өңірлік ұйым халықаралық және өңірлік деңгейде метрология саласындағы көпжақты ынтымақтастықтың негізгі орталықтары болып табылады. Әрбір ұйым метрологияның бір немесе одан да көп аспектілері бойынша, сондай-ақ өңірлер бөлінісінде халықаралық жоспарда үйлестіру үшін жауапты болады.

Халықаралық метрология жөніндегі ұйымдар

1 Халықаралық Заңнамалық Метрология Ұйымы (OIML)

OIML Парижде 1955 жылы 12 қазанда 24 ел құрылтай құжатына – OIML Конвенциясына қол қойған кезде құрылды.

Бүгінгі таңда OIML құрамында 62 толыққанды мүше ел және 63 корреспондент-мүше ел бар.

Қызметтің негізгі міндеттері мен бағыттары, құрылымы

OIML қызметінің негізгі мақсаты – ӨҚ-ын қолдануға және өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласында мемлекеттік бақылауды жүзеге асыруға байланысты туындайтын техникалық және әкімшілік проблемаларды шешудегі халықаралық ынтымақтастық.

Негізгі міндеттері:

заңнамалық метрологияның жалпы қағидаттарын анықтау;

халықаралық маңызды заңнамалық метрологияның мәселелерін оларды біріздендіру мақсатында зерттеу;

мүше мемлекеттердің тануы және халықаралық практикада қолдануы үшін өлшем құралдарына қажетті сипаттамалар мен талаптарды айқындау;

ӨҚ-ын қолдануға және бақылауға байланысты типтік заңдар мен қағидаларды әзірлеу;

әртүрлі мемлекеттерде қолданылатын өлшем құралдары және оларды қолдану туралы нормативтік құжаттарды аудару және оларды толық түсіну үшін қажетті түсіндірмелермен басып шығару.

OIML құрылымына мыналар кіреді:

– Халықаралық Заңнамалық Метрология конференциясы – OIML-дің барлық толыққанды мүше елдерінің өкілдерінен тұратын OIML-дің жоғарғы органы. Конференция төрт жылда бір рет жиналады.

– Халықаралық Заңнамалық метрология жөніндегі комитет (CIML) – құрамына өз елдерінің үкіметі тағайындайтын барлық OIML мүше елдердің өкілдері – әдетте, метрология жөніндегі ұлттық уәкілетті органдардың бірінші басшылары кіретін OIML басқарушы органы. CIML отырыстары жылына бір рет өтеді.

Негізгі міндеттері:

Халықаралық заңнамалық метрология бюросының (BIML) жұмысын басқару;

Конференция шешімдерін орындау;

OIML шеңберінде әзірленген құжаттардың жобаларын қарау және оларды Конференцияның бекітуіне ұсыну;

мүше мемлекеттердің құзыретті қызметтерінің өлшемдер саласындағы ғылыми, эксперименттік зерттеулерді, зертханалық жұмыстарды жүргізуін ұйымдастыру (олармен алдын ала келіскеннен кейін);

Конференция үшін ұйымның қызметін жоспарлау бойынша атқарылған жұмыс туралы есептер мен ұсыныстар дайындау;

Халықаралық заңнамалық метрология бюросы (BIML) - OIML жұмыс органы (Париж қ., Франция):

OIML міндеттеріне сәйкес құжаттама мен ақпарат қорын жүргізуді жүзеге асырады;

Конференция съездерін және CIML отырыстарын ұйымдастырады;

CIML және Конференция алдында BIML жұмысы туралы есептерді дайындайды;

OIML тапсырмаларында анықталған жұмыстар мен зерттеулерді орындайды;

OIML-дегі ынтымақтастық шеңберінде мүше елдердің ұлттық метрологиялық институттарының (ҰМИ) қызметін үйлестіреді;

OIML құжаттары мен басылымдарын шығарады және таратады.

Дамушы метрологиялық жүйелері (CEEMS AG) бар елдер мәселелері жөніндегі консультативтік топ.

2013 жылдан бастап OIML аясында дамушы метрологиялық жүйелері бар елдер мен экономикаларға қатысты мәселелер бойынша Консультативтік топ жұмыс істейді.

CEEMS AG қызметінің мақсаты:

CEEMS елдерін OIML қызметіне белсенді қатысуға тарту;

CEEMS елдерін қолдау үшін OIML саясаттары мен жұмыс жоспарларын әзірлеу;

CEEMS елдері үшін OIML қызметін басқару.

CEEMS әлеуетін арттыруға көмектесу үшін CEEMS елдерінің қажеттіліктеріне бағытталған әртүрлі оқу курстары мен семинарлар ұйымдастырылды. CEEMS AG жұмысы OIML

стратегиясының негізгі бағыттарының бірі болып табылады.

Әрбір жеке TC/SC үшін Конференция бекіткен жобалар шеңберінде ӨҚ-ын қолдану, бақылау және заңнамалық метрология мәселелері бойынша халықаралық құжаттарды әзірлеуді жүзеге асыратын техникалық комитеттер мен кіші комитеттер (TC/SC OIML).

Қазіргі уақытта құрамына 58 кіші комитет кіретін 18 TC OIML жұмыс істейді.

OIML техникалық комитеттері:

TK 1 «Терминология»;

TK 2 «Өлшем бірліктері»;

TK 3 «Метрологиялық бақылау»;

TK 4 «Өлшем бірліктерінің эталондары және калибрлеу мен салыстырып тексеруге арналған құрылғылар»;

TK 5 «Электрондық құралдар және бағдарламалық қамтамасыз ету»;

TK 6 «Өлшеп буып-түйілген өнімдер»;

TK 7 «Ұзындықтың және онымен байланысты шамалардың өлшем құралдары»;

TK 8 «Сұйықтық мөлшерін өлшеу»;

TK 9 «Масса мен тығыздықтың өлшем құралдары»;

TK 10 «Қысымның, күштің және оларға байланысты шамалардың өлшем құралдары»;

TK 11 «Температураның және онымен байланысты шамалардың өлшем құралдары»;

TK 12 «Электр шамаларының өлшем құралдары»;

TK 13 «Акустика мен діріл өлшем құралдары»;

TK 14 «Оптикада қолданылатын өлшем құралдары»;

TK 15 «Иондаушы сәулеленудің өлшем құралдары»;

TK 16 «Ластанудың өлшем құралдары»;

TK 17 «Физикалық-химиялық шамалардың өлшем құралдары»;

TK 18 «Медициналық өлшем құралдары».

Өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласындағы OIML нормативтік құжаттарының негізгі санаттары – бұл Ұсынымдар және Құжаттар.

Халықаралық ұсынымдар (104) – белгілі бір ӨҚ-ының

метрологиялық сипаттамаларын белгілейтін және олардың сәйкестігін тексеру үшін әдістер мен жабдықтарды анықтайтын типтік қағидалар. Осы ұсынымдар ӨҚ-ге қойылатын ұлттық талаптарды халықаралық талаптармен үйлестіруге негіз болады. Халықаралық ұсынымдар OIML сертификаттау жүйесінің нормативтік базасын құрайды.

Халықаралық құжаттар (31) – мүше мемлекеттердің ұлттық метрологиялық қызметтерінің жұмысын жақсартуға бағытталған ақпараттық құжаттар.

OIML алғашқы ХҚ-ы өлшем бірлігін қамтамасыз ету туралы ұлттық заңдарды құруға арналған негізгі ережелерді қамтитын «Метрология туралы Заң» болды.

OIML шеңберінде ӨҚ-ының типін бекіту және оның OIML белгілі бір халықаралық ұсынымының (ХҰ) талаптарына сәйкестігін растау мақсатында 1991 жылы құрылған OIML сертификаттау жүйесі жұмыс істейді.

Сертификаттарды OIML-ге мүше елдердің уәкілетті органдары береді және басқа да OIML-ге мүше елдердің ұлттық метрологиялық қызметтері екі жақты келісімдер жасасу арқылы ерікті негізде таниды.

OIML сертификаттау жүйесін жетілдіру мақсатында 2003 жылы В 10-1 OIML «Өлшем құралдарының типін бағалау нәтижелерін өзара тану туралы келісім» (МАО - OIML) құжатының жобасы әзірленді. МАО негізгі міндеттері:

- құзыреттілікті бағалаудың ашық және сенімді процедураларын қамтамасыз ету арқылы қатысушы елдердің ӨҚ-ын сынау нәтижелеріне өзара сенімін нығайту;

- OIML ӨҚ-ының типін бағалау сертификаттарын өзара тану үшін неғұрлым берік база құру.

OIML МАО келісімі ӨҚ-ының әрбір санаты үшін бағалау нәтижелеріне өзара сенім туралы декларацияларға (ӨСтД) қол қою түрінде іске асырылады. ӨСтД қатысушылары екі түрлі болады: 1) сынақтар жүргізетін, сынақ хаттамаларын және сәйкестікті растау бойынша OIML сертификаттарын беретін, сондай-ақ басқа қатысушылар берген сынақ хаттамаларын танитын және қолданатын қатысушылар; 2) сынақтар жасамайтын, бірақ басқа қатысушылар берген сынақ хаттамала-

рын танитын және қолданатын қатысушылар.

(1) бойынша жұмыстарды орындау үшін ұлттық сәйкестікті бағалау жөніндегі орган халықаралық танылған аккредиттеу органында аккредиттеуден өтуге тиіс, сынақ зертханалары ИСО/МЭК 17025 талаптарына сәйкестігіне аккредиттелуге тиіс.

Қазақстан Республикасының OIML-ге қатысуы

Қазақстан Республикасы 1994 жылдан бастап OIML-дің толыққанды мүшесі болып табылады (Министрлер Кабинетінің 1994 жылғы 19 сәуірдегі «Халықаралық заңнамалық метрология ұйымына кіру туралы» қаулысы). Техникалық реттеу және метрология жөніндегі уәкілетті органның басшысы Қазақстан Республикасынан OIML комитетінің мүшесі болып табылады.

OIML-ге мүше болу:

шешімдер қабылдау кезінде дауыс беру құқығымен Халықаралық заңнамалық метрология конференциясының және CIML отырыстарына қатысуға;

OIML халықаралық ұсынымдарының, құжаттарының және басқа да жарияланымдарының түрлерінің жобаларын қарауға, өз ескертулері мен ұсыныстарын ұсынуға, OIML ХҰ және ХҚ қабылдауға, өзгерістер енгізуге немесе жою бойынша дауыс беруге;

OIML халықаралық басылымдарын метрология жөніндегі ұлттық нормативтік құжаттарды халықаралық талаптармен үйлестіру үшін негіз ретінде пайдалануға;

осы ұйым шеңберінде өткізілетін семинарларға, жобаларға және зерттеулерге қатысуға мүмкіндік береді.

Халықаралық өлшемдер мен салмақтар ұйымы (BIPM, CIPM)

Халықаралық өлшемдер мен салмақтар ұйымы 1875 жылы 20 мамырда Парижде 17 мемлекеттің үкіметтерінің өкілетті өкілдерінің «Метрикалық конвенцияға» қол қоюымен құрылды. Қазіргі уақытта CIPM құрамында - толыққанды мүшелер – 63 ел, қауымдастырылған мүшелер – 38 ел бар.

Негізгі міндеттері:

өлшем бірліктерінің бірыңғай халықаралық жүйесін, олардың анықтамалары мен жаңғырту әдістерін құру және қолдау;

өлшем бірліктерінің халықаралық эталондарын құру және жетілдіру;

өлшеу саласындағы ғылыми зерттеулер, жаңа жоғары дәлдіктегі халықаралық эталондарды құру;

ұлттық метрологиялық институттар сақтайтын ұлттық эталондардың эквиваленттілік дәрежесін белгілеу.

Халықаралық өлшемдер мен салмақтар ұйымының құрылымы:

Өлшемдер мен Салмақтар Бас Конференциясы (CGPM) – МОМВ-ның жоғарғы органы, оның барлық мүшелерінің жалпы жиналысы төрт жылда бір рет өтеді.

Халықаралық өлшемдер мен салмақтар комитеті (CIPM) – BIPM басқарушы органы:

Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросының қызметіне басшылық етеді;

CGPM шешімдерінің орындалуына, ұйымның ғылыми және практикалық қызмет бағдарламаларының іске асырылуына жауапты болады;

халықаралық эталондардың сақталуын бақылауды жүзеге асырады;

метрология саласындағы халықаралық жұмыстарды үйлестіреді және осы жұмыстардың нәтижелерін келіседі;

жұмыс туралы есеп береді және CGPM-де даму бағдарламалары бойынша ұсыныстар береді.

CIPM отырыстары жылына бір рет өтеді, CIPM құрамына Бас Конференцияда сайланған мүше елдердің 18 өкілі кіреді.

Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросы (BIPM) – CIPM жұмыс органы, халықаралық метрология орталығы, Париждің батыс маңында, Севрде орналасқан ғылыми-зерттеу зертханалары мен орын-жайлар, штатында 70-ке жуық адам, әр түрлі елдердің ғалымдары мен мамандары бар.

BIPM негізгі міндеттері:

халықаралық эталондарды (метр және килограмм прототиптері, иондаушы сәулелену бірліктері, электр кедергісі және т.б.) сақтауды және сүйемелдеуді жүзеге асырады;

ұлттық эталондарды халықаралық эталондармен халықаралық негізгі салғастыруды орындайды;

мүше елдер үшін эталондар мен эталондық жабдықтарды салыстырып тексеруді және калибрлеуді жүзеге асырады;

халықаралық эталондардың сипаттамаларын жетілдіру, жаңа эталондарды құру бойынша қолданбалы ғылыми зерттеулерді, өлшемдердің әртүрлі салаларында ғылыми зерттеулерді жүзеге асырады.

Консультативтік Комитеттер – CIPM кеңесші органы:

метрологияға тікелей әсер ететін физиканың соңғы жетістіктерін зерттейді, белгілі бір өлшем саласында ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүзеге асырады;

Бас Конференцияда және CIPM отырыстарында талқылау үшін материалдар мен ұсынымдар дайындайды;

өлшем салалары бойынша халықаралық негізгі салғастыруға қатысты бағдарламалар мен жоспарларды дайындайды және оларды жүзеге асыруға жауапты болады;

BIPM зертханаларында ғылыми-техникалық жұмыс жоспарлары бойынша CIPM-де ұсыныстар дайындайды.

CIPM консультативтік комитеттері:

1. CCAUUV: Акустика, ультрадыбыс және діріл;
2. CCEM: Электр және магнетизм;
3. CCL: Ұзындық;
4. CCM: Масса және онымен байланысты шамалар;
5. CCPR: Фотометрия және радиометрия;
6. CCQM: Зат мөлшері – химиялық өлшемдер;
7. CCRI: Иондаушы сәулелер;
8. CCT: Термометрия;
9. CCTF: Уақыт және жиілік;
10. CCU: Шама бірліктері.

BIPM Біріккен Комитеттері бірлескен міндеттерді шешу мақсатында BIPM-нің басқа халықаралық және өңірлік метрология ұйымдарымен ынтымақтасады.

Біріккен Комитеттер (БК):

1. JCGM – Метрология бойынша нұсқаулықтарды әзірлеу жөніндегі БК;

2. JCRB – Өңірлік метрология жөніндегі ұйымдар мен BIPM БК;

3. JCTLM – Медициналық зертханаларда өлшеу нәтижелерін бақылап тексеру жөніндегі БК.

CIPM аясында 1999 жылы 14 қазанда қол қойылған CIPM-MRA қолданыста. Бүгінгі таңда оған 252 ұйым қосылды, оның 98-і – ұлттық метрологиялық институттар, 4-і – халықаралық ұйымдар, 150-і – өз мемлекеттерінің үкіметі уәкілеттік берген институттар.

Келісімнің негізгі мақсаттары:

ұлттық эталондардың эквиваленттілік дәрежесін белгілеу;

ұлттық метрология институттары (ҰМИ) беретін калибрлеу және өлшеу сертификаттарын өзара тану;

үкіметтер мен басқа да әкімшілік органдарды халықаралық саудаға, ғылыми-техникалық ынтымақтастыққа және нормативтік құжаттаманы әзірлеуге қатысты неғұрлым кең уағдаластықтар үшін сенімді техникалық базамен қамтамасыз ету.

Осыған сәйкес CIPM-MRA аясында мынадай жұмыс түрлері жүзеге асырылады:

негізгі салғастырулар ретінде белгілі ұлттық эталондардың халықаралық салғастырулары;

өлшеу нәтижелерін қосымша салғастырулар;

сапа жүйесінің болуы, оны тану және/немесе ҰМИ құзыреттілігін тануды қамтамасыз ететін жұмыстардың басқа түрлері.

Сапаны басқару жүйесінің жұмыс істеуі ИСО 9000 халықаралық стандарттарына сәйкес сертификаттау, ИСО/МЭК 17025 талаптарына сәйкестігін аккредиттеу немесе өңірлік ұйым шеңберіндегі презентация жасау арқылы көрсетіледі.

CIPM-MRA-да жүзеге асырылатын жұмыстардың нәтижелері өңірлік метрологиялық ұйымда (ӨМҰ) алдын ала сараптамадан өтеді, бұдан әрі BIPM-ге жолданады және мақұлданғаннан кейін Интернет желісінде әрбір ҰМИ-дің өлшеу мүмкіндіктері бойынша деректер базасы түрінде жарияланады.

Бұл келісімді жүзеге асыруда ӨМҰ ерекше рөл атқарады. Олар мынадай функцияларды орындайды:

ҰМИ (СМС-деректер) өлшеу және калибрлеу мүмкіндіктерінің тізбесін қалыптастыру;

сапа менеджменті жүйелерін сараптау;

ӨМҰ шеңберінде ынтымақтасатын ҰМИ-дің жарияланатын калибрлеу және өлшеу мүмкіндіктерін қолдау үшін өңірлік негізгі және қосымша салғастыруларды ұйымдастыру және жүргізу.

CIPM-MRA-ға кез келген ҰМИ-дің қатысуы үшін мынадай шарттарды орындау қажет етіледі:

а) ұлттық өлшеу эталондарының эквиваленттілік дәрежесінің сандық көрінісіне әкелетін нақты белгіленген әдістемелер бойынша жүргізілетін бірқатар негізгі салғастырулар нәтижелерінің болуы;

б) сапа жүйесінің жұмыс істеуі;

в) тиісті қосымша салғастыруларға сәтті қатысу.

Әлеуетті арттыру және білім беру бойынша VIPM бағдарламасы (СВКТ)

Әлеуетті арттыру және білім беру бойынша VIPM бағдарламасы мүше мемлекеттер мен қауымдастырылған ұйымдардың дүниежүзілік үйлестірілген метрологиялық жүйеге қатысу тиімділігін арттыруға бағытталған.

Бағдарламаның негізгі мақсаттары:

халықаралық өлшеу жүйесін басқару кезінде мүше елдер арасындағы жұмыс жүктемесін теңестіру;

жаңа мүшелерге халықаралық өлшеу жүйесінде тиімді өзара әрекеттесуге көмектесу;

VIPM көшпелі іссапар бағдарламасын қолдау және қатысушылар арасында тәжірибе мен білім алмасуға ықпал ету.

СВКТ бағдарламасы икемді және Бағдарламаның мақсаттарына сәйкес келген жағдайда метрологияға қатысты әртүрлі ынтымақтастық жобаларын оңай қолдай алады.

СВКТ тақырыптық жобалары сыртқы демеушілік көмекті тарту арқылы іске асырылады.

Жобалардың тақырыптары демеуші ұйыммен және VIPM-

мен келісім бойынша қажеттіліктерге қарай анықталады.

Бүгінгі таңда мынадай басым тақырыптар анықталды:

Таза ауаға арналған метрология;

Тамақ өнімдері мен жем-шөп қауіпсіздігін қамтамасыз етуге арналған метрология;

Пациенттерге нақты күтім жасауға арналған метрология;

Килограмм бірлігін іске асыру және тарату;

Электрлік өлшеулерді іске асыру үшін кванттық электрлік эталондарды қолдану.

Бағдарлама шеңберінде білім беру тәсілдері:

Семинарлар өткізу;

СВКТ негізгі тақырыптық бастамаларына және/немесе басқа да өзекті тақырыптарға арналған ВІРМ-де немесе RMO-да ұйымдастырылған қысқа мерзімді шеберлік сабақтарын, семинарларды, оқу курстарын өткізу.

Семинарларға, әдетте, дәрістер, топтық жұмыс сессиялары, тақырыптық зерттеулер және зертханаларға бару кіреді.

Оқу материалдары ВІРМ веб-сайтының СВКТ веб-бетінде СВКТ Бағдарламасының қатысушылары үшін, сондай-ақ бүкіл метрологиялық қауымдастық үшін ұзақ мерзімді ресурс ретінде (жалпы немесе шектеулі қолжетімділік) жарияланды. Барлық жарияланымдар мен материалдар авторлық құқықпен қорғалған, оның ережелері «СВКТ бағдарламасының авторлық құқығы және құпиялылық саясаты» құжатында жазылған.

Зертханалардағы практикалық жұмыс

Зертханалардағы тәжірибе – бұл ВІРМ немесе демеуші/қолдаушы ұйымда ғылыми немесе әкімшілік жұмысқа қатысу арқылы әлеуетті арттыру бағдарламасы шеңберіндегі ұзақ мерзімді жобалар.

ВІРМ зертханаларындағы тәжірибе ВІРМ-де қолданылатын ғылыми-техникалық қызмет салаларындағы ҰМИ ғалымдары үшін қолжетімді. Тәжірибе қол жеткізілген білімді одан әрі Ұлттық метрология жүйесін қалыптастыруға жұмылдырылған ғалымдарға беретін, сондай-ақ өңірлік қажеттіліктерді шешу үшін қызметтер ұсынатын ҰМИ мамандарының

техникалық құзыреттілігін нығайтуға мүмкіндік береді.

BIPM және демеуші ұйым ұйымдастыратын бірлескен тәжірибелер жас метрологтарға зерттеу жүргізуге немесе қабылдаушы ҰМИ/ҰИ зертханаларында белгілі бір тақырып бойынша дағдыларды игеруге мүмкіндік береді. Тағылымдаманың ұзақтығы 1 айдан 3 айға дейін.

Бағдарламада оқытуға арналған онлайн-платформаның жұмыс істеуін, метрология, онлайн-тәлімгерлік және т.б. арқылы білім беру жөніндегі арнайы басылымды қоса алғанда, көптеген басқа жобалар қамтылған.

Қазақстан Республикасының CGPM-ге қатысуы

Қазақстан 2005 жылы 14 қыркүйекте CGPM қауымдастырылған мүшесі ретінде қабылданды, 2008 жылы 31 желтоқсанда Қазақстан Республикасы BIPM толық құқылы мүшесі болып қабылданды.

CIPM-MRA аясында өлшемдердің халықаралық эталондарға дейін бақылап тексерілуін қамтамасыз ету және Қазақстанда, шет мемлекеттер мен іскер серіктестер жүргізетін өлшеулер нәтижелерінің танылуына қол жеткізу мақсатында ҚР ҰМИ эталондардың халықаралық салыстыруларына қатысады.

BIPM Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросының деректер базасындағы ҚР ҰМИ халықаралық салғастыруларға қатысқаны және KCDB Қазақстанның жарияланған калибрлеу және өлшеу мүмкіндіктері (СМС-деректер) туралы ақпаратты Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросының web-сайтынан (<https://www.bipm.org/kcdb/>) көруге болады.

Қазақстан Орта Азия өңірі елдерінің ішінде бірінші болып халықаралық деңгейде өлшеу мүмкіндіктерін тануды қамтамасыз етті, бұл сынақ зертханалары мен өлшеу зертханаларының, сәйкестікті растау жөніндегі органдардың, сондай-ақ республиканың аккредиттеу жөніндегі органының қызметіне сенім білдіру үшін алғышарттар жасайды.

Халықаралық эталондарға дейін елдің өлшемдерін бақылап тексеру аккредиттелген сынақ зертханалары мен өнімнің сәйкестігін растау жөніндегі органдар жұмыстарының нәтижелерін қажетті тану шарты болып табылады.

Тиісінше ұлттық метрологиялық институттың халықаралық (өңірлік) салғастыруларға қатысуы және өлшемдердің халықаралық эталондарға бақылап тексерілуін қамтамасыз ету тиісті елдің Сәйкестікті растау органдары мен сынақ зертханаларының (ILAC MRA және IAF MRA) аккредиттеу жөніндегі органдарының қызметін өзара тану туралы келісімге қол қоюға рұқсат өлшемшарттарының бірі болып табылады.

Халықаралық өлшемдер конфедерациясы (ІМЕКО)

ІМЕКО - үкіметтік емес федерация, оның құрамына бүгінде әрқайсысы өлшеу технологияларын дамытумен айналысатын 42 ұйым кіреді.

Негізгі мақсаты:

өлшеу және аспап жасау салаларында халықаралық ғылыми-техникалық ақпарат алмасуға жәрдемдесу;

ғылыми және өнеркәсіптік ортадан шыққан ғалымдар мен инженерлер арасындағы халықаралық ынтымақтастықты нығайту;

ІМЕКО Дүниежүзілік конгрестерін ұйымдастыру және ұйым қызметі шеңберіндегі міндеттерді шешу үшін тұрақты жұмыс істейтін Ғылыми-техникалық комитеттер құру.

ІМЕКО 1958 жылы құрылды, ЮНЕСКО мен ЮНИДО жанындағы консультативтік мәртебеге ие және FIACC (Бес халықаралық қауымдастықтың үйлестіру комитеті) құрамындағы бес тектес федерацияның бірі болып табылады.

ІМЕКО құрылымы:

Бас кеңес (GC) – жоғары басқару органы. Ол жыл сайынғы GC сессияларында жиналатын әрбір мүше ұйымның бір немесе екі делегатынан тұрады.

Хатшылық – Бас хатшы басқаратын әкімшілік және атқарушы орган. Хатшылық сессияларда қабылданған GC шешімдерінің орындалуына жауапты болады. Хатшылық Венгрияда Будапешт қаласындағы ІМЕКО штаб-пәтеріне орналасқан.

Консультативтік кеңес (AC)

Консультативтік кеңес – қызметін ІМЕКО-ның бұрынғы президенті басқаратын кеңесші орган.

АС негізгі міндеттері:

а) ІМЕКО саясаты мен стратегиясы бойынша ұсыныстар қалыптастыру;

б) ІМЕКО ғылыми қызметін талдау;

в) Конфедерация имиджін ілгерілету;

г) баспа саясаты және қоғаммен байланыс;

д) мүшелікті дамыту;

е) ІМЕКО құрылымдық органдарына лауазымдарға кандидатураларды ұсыну;

ж) Президенттің Сыйлықақы мәселелері бойынша консультация беру;

з) ІМЕКО қаржылық жоспарлары бойынша Қазынашымен кеңесу.

Техникалық кеңес (ТК-с) ІМЕКО-ның, әсіресе техникалық комитеттердің және «Өлшеу» журналының редакциялық алқасының техникалық қызметін қадағалайды.

Техникалық кеңестің міндеттеріне мыналар кіреді:

а) ТК-с құру және/немесе қолданыстағы ТК-с тарату бойынша ұсыныстарды қарау;

б) жаңа ТК-с қалыптастыру бойынша ұсыныстар әзірлеу;

в) ТК-с қызметінің белсенділігін қолдау, даму жоспарларын әзірлеу және «Өлшеу» журналында жүйелі жарияланымдарды қамтамасыз ету;

г) ТК-с қызметін үйлестіру және ықтимал демеушілік;

д) ТК-с ұйымдастыратын іс-шаралар мен бірлескен іс-шараларды бекіту;

е) «Өлшеу» журналының басылымын қолдау;

ж) ІМЕКО дүниежүзілік конгресінде техникалық сессиялар мен дөңгелек үстелдерді дайындауға көмектесу.

Техникалық комитеттер

ІМЕКО қызметі негізінен симпозиумдар, конференциялар, шеберлік сабақтар, белгілі бір тақырыптар бойынша семинарлар ұйымдастыратын, іс-шаралар материалдарын, оқулықтарды, глоссарийлерді, зерттеу нәтижелерін және т.б. жариялайтын техникалық комитеттер арқылы жүзеге асырылады.

Бүгінгі таңда ІМЕКО-да 25 ТК жұмыс істейді.

Техникалық комитет (ТК) Техникалық кеңестің ұсынымы бойынша Бас кеңестің жалпы шешімімен құрылады. ТК құру туралы ұсынысты Техникалық кеңеске ІМЕКО мүше ұйым немесе қызметкері ұсына алады және онда ғылыми-техникалық мақсаттың, көлемнің және жұмыс бағдарламасының сипаттамасы жазылуға тиіс. Егер кем дегенде үш мүше ұйым оның жұмысына қатысуға дайын екендігін мәлімдеген жағдайда ғана ТК құрыла алады.

ТК мүшелерінің құрамына ТК техникалық пәніне сараптамалық құзыреттілігі бар мамандар кіреді. ТК мүшесі ұйымның өкілі ретінде емес, жеке тұлға ретінде әрекет етеді. ТК мүшелігіне кандидаттарды қазіргі ТК төрағасы, ІМЕКО мүше-ұйымдары немесе лауазымды тұлғалары ұсына алады. ТК-с ұсынылған кандидаттар туралы тиісті мүше-ұйымға хабарлайды. Тиісті мүше-ұйым кандидатураны мақұлдайды немесе оған басқаша түсініктеме береді. ТК құрамына бір елден 2-3 мүше кіре алады. ТК өз пәнінің нақты тақырыптары бойынша жұмыс топтарын құра алады.

ІМЕКО дүниежүзілік конгресі

ІМЕКО дүниежүзілік конгресі – бұл ІМЕКО қызметіне қатысты мәселелер бойынша ғылыми баяндамалар жасауға және тәжірибе алмасуға арналған ғалымдар мен инженерлердің жиналысы. Конгрестің құрылымы, тақырыбы және ұзақтығы Бас Кеңестің сессиясындағы жалпы шешіммен анықталады.

Конгресс кем дегенде үш жылда бір рет, бірақ жылына бір реттен жиі емес, негізі 3 жылда бір аралықпен ұйымдас-тырылады.

Әрбір мүше-ұйымға Конгреске ұсынылатын баяндамаларды алдын ала іріктеу ұсынылады, алайда Конгресс бағдарламасына енгізу туралы түпкілікті шешім GC пленарлық отырысында қабылданады.

2007 жылы 6 қыркүйекте МҒМО атынан Қазақстан ІМЕКО-ның толыққанды мүшесі ретінде қабылданды.

ІМЕКО қызметіне қатысу:

өлшеу техникасы саласындағы әзірлемелерге, аспаптар-

ды жобалау мен өндіруге және аспаптарды ғылыми зерттеулерде және өнеркәсіпте қолдануға байланысты ғылыми ақпаратпен және техникалық ақпаратпен халықаралық алмасуға қатысуға;

ғылыми жұмыстарды, материалдарды Measurement журналында, IMEKO қолдауымен SCOPUS-та индекстелетін ашық қолжетімді IMEKO AKTICINIң электрондық басылымында жариялауды жүзеге асыруға мүмкіндік береді.

Өңірлік метрологиялық ұйымдар (ӨМҰ)

Өңірлік метрология жөніндегі ұйымдар:

өлшем бірлігін қамтамасыз ету мақсатында өз өңірінде метрология бойынша жұмыстарды ұйымдастыруды жүзеге асырады;

халықаралық деңгейде MFMO жұмысын үйлестіру үшін BPM-мен, BML-мен тығыз ынтымақтасады;

CIPM-MRA іске асырады.

Бүгінгі таңда мынадай 6 ӨМҰ өңірлік деңгейде метрология бойынша ынтымақтастықты үйлестіреді:

ARMR – Asia Pacific Metrology Programme (Азия-Тынық мұхит метрологиялық бағдарламасы);

EURAMET – Еуропалық эталондар жөніндегі ынтымақтастық (European Collaboration in Measurement Standards);

COOMET - Еуро-Азиялық мемлекеттік метрологиялық мекемелер ынтымақтастығы (Euro-Asian cooperation of national metrological institutions);

AFRIMETS – Африка метрологиялық жүйесі (Intra-Africa Metrology System);

SIM – Америкааралық метрологиялық жүйе (Inter-American Metrology System);

GULFMET – Парсы Шығанағы Елдерінің метрология жөніндегі қауымдастығы (GULF Association for Metrology).

Еуро-Азиялық мемлекеттік метрологиялық мекемелердің ынтымақтастығы (КОOMET)

КОOMET Варшавада 1991 жылы маусымда «Ынтымақтастық туралы меморандумға» қол қою арқылы құрылды. КОOMET құрамына Әзербайжан, Армения, Беларусь, Босния

және Герцеговина (қауымдастырылған мүше), Болгария, Германия (қауымдастырылған мүше), Грузия, Қазақстан, Қырғызстан, Куба, ҚХР (қауымдастырылған мүше), Литва, Молдова, Ресей, Словакия, Тәжікстан, Түркия (қауымдастырылған мүше), Украина және Өзбекстан сияқты елдердің метрологиялық мекемелері кіреді.

Қызметтің негізгі міндеттері мен бағыттары, құрылымы

КООМЕТ-тегі ынтымақтастық мынадай салаларда жүзеге асырылады: шама бірліктерінің эталондары, заңнамалық метрология, аккредиттеу және сапа менеджменті жүйелері, ақпарат және оқыту.

КООМЕТ-тің негізгі мақсаттары:

шамалардың біркелкілігі, өлшем бірлігі және олардың нәтижелерінің қажетті дәлдігі мәселелерін тиімді шешуге жәрдемдесу;

ұлттық экономикалардың ынтымақтастығын дамытуға және халықаралық саудадағы техникалық кедергілерді жоюға жәрдемдесу;

Еуро-Азия елдерінің метрологиялық қызметтерінің жұмысын өңірлердің ұқсас қызметтерінің жұмысымен жақындастыру, атап айтқанда, EUROMET, EA, WELMEC, APMP және т.б. ұйымдармен өзара мүдделілік шамасына қарай ынтымақтастық.

КООМЕТ-тің негізгі міндеттері:

эталондардың өзара сәйкестігіне, өлшеу аспаптары мен оларды метрологиялық бақылау әдістеріне қойылатын талаптардың үйлесімділігіне қол жеткізу;

метрологиялық қызметтің нәтижелерін дәлелдейтін ұлттық сертификаттардың эквиваленттілігін тану;

метрологиялық қызметтердің жай-күйі және олардың даму бағыттары туралы ақпарат алмасу;

метрологиялық тақырыптарды бірлесіп әзірлеу;

өзара метрологиялық қызмет көрсетуге жәрдемдесу.

КООМЕТ-тің жоғары органы КООМЕТ-ке мүше мемлекеттік метрологиялық мекемелердің басшылары құрамына

кіретін КООМЕТ комитеті болып табылады. Комитет отырыстары жылына бір реттен сирек емес кезеңділікпен шақырылады. Комитет өз мүшелерінің арасынан өзінің ұлттық органының күшімен Хатшылықты жүргізуді қамтамасыз ететін КООМЕТ президентін сайлайды. Комитет Президенттің ұсынысы бойынша өз мүшелері арасынан Вице-президенттердің кандидатураларын мақұлдайды. КООМЕТ президенті, Вице-президенттері және Хатшылығының басшысы КООМЕТ саясатын қалыптастыратын, халықаралық және өңірлік метрологиялық ұйымдармен өзара іс-қимыл жасайтын, Комитет отырыстары арасындағы ынтымақтастықты үйлестіретін және осы отырыстарда шешу үшін мәселелер дайындайтын Президент Кеңесін құрады.

Ынтымақтастықтың негізгі салалары мен бағыттары бойынша жұмыстарды ұйымдастырумен КООМЕТ құрылымдық органдары (Біріккен комитет, Техникалық комитеттер, Форум) айналысады. Өз елдерінде Комитет мүшелері КООМЕТ құрылымдық органдарына өкілдер (Корреспонденттер) тағайындайды. Корреспонденттер құрылымдық орган Төрағасының кандидатурасын ұсынады, содан кейін оны КООМЕТ Комитеті тағайындайды. Құрылымдық органдардың басшылары ынтымақтастықтың тақырыптық салаларында жұмысты ұйымдастыратын орталық буын болып табылады. Олар КООМЕТ жұмысының тиімділігін (корреспонденттер мен тақырып үйлестірушілерінің қызметін үйлестіру бөлігінде) және басқа өңірлік метрологиялық ұйымдардың (ӨМҰ) баяндамашыларымен өзара іс-қимылды анықтайды. Бұл әсіресе CIPM-MRA-ны іске асыруға қатысты мәселелерде айқын көрінеді. Құрылымдық органдар КООМЕТ тақырыптары шеңберінде ынтымақтастықтың тұрақты міндеттерін шешу үшін кіші комитеттерді және нақты ағымдағы жұмыстарды орындау үшін Жұмыс топтарын құрады.

КООМЕТ қызметі КООМЕТ-ке қатысушы елдер орындайтын бірлескен жобалардан қалыптастырылатын КООМЕТ-ті Дамыту бағдарламасы мен Жұмыс бағдарламасына сәйкес жүзеге асырылады.

Ынтымақтастықтың тақырыптық салаларына мыналар

жатады: жалпы метрология, акустика, ультрадыбыс, діріл; электр және магнетизм; шығынөлшегіш; иондаушы сәуелер мен радиоактивтілік; ұзындық және бұрыш; массасы және онымен байланысты шамалар; фотометрия және радиометрия; физика-химия; термометрия және жылу физикасы; уақыт және жиілік; стандартты үлгілер; заңнамалық метрология; аккредиттеу және сапа жүйелері; ақпарат және ақпараттық технологиялар; оқыту және біліктілікті арттыру.

Ынтымақтастық жылдары ішінде барлығы KOOMET шеңберінде 854 тақырып ұсынылды. Қазіргі таңда 81 келісілген тақырып бойынша жұмыс жүргізілуде; 53 тақырып келісу процесінде; 464 жобаны іске асыру аяқталды.

Қазіргі уақытта KOOMET-тің қолданыстағы жобаларының көпшілігі қандай да бір дәрежеде CIPM-MRA-ны іске асырумен байланысты, бұл KOOMET қызметіндегі жаһандық өлшеу жүйесін құруға қатысуға көшуді білдіретін маңызды кезең болды.

KOOMET аясында орындалатын жобалардың көпшілігі салғастырулар жасауға бағдарланған.

KOOMET-ке қатысушы елдердің ҰМИ жүргізетін салғастыру мен калибрлеуді жоспарлау процесін ретке келтіру, мәлімделген СМС-деректерді растау, осы жұмыстарға жұмсалатын шығыстарды оңтайландыру, әрбір ҰМИ үшін осындай жұмыстарды қаржыландыруды негіздеу үшін мәліметтер дайындау және KOOMET шеңберінде серіктес елдердің ұлттық эталондарының жай-күйін талдауға жағдайлар жасау үшін KOOMET қатысушы елдердің эталондарын салғастыру және калибрлеу бағдарламалары жүйелі түрде әзірленіп отырады.

ҰМИ-де сапа менеджменті жүйелерінің болуы және жұмыс істеуі салғастырулармен қатар, СМС-деректерге сенімнің тағы бір маңызды өлшемшарты болып табылады. Сондықтан сапа менеджменті жүйесін құру және таныстыру бойынша KOOMET ынтымақтастығының бағыты KOOMET Сапа форумы аясында белсенді дамып келеді.

KOOMET шеңберінде заттар мен материалдардың құрамы мен қасиеттерінің стандартты үлгілері (СУ) саласында

ынтымақтастық белсенді дамуда. Өткен уақыт ішінде қол жеткізілген уағдаластықтарға сәйкес KOOMET-ке қатысушы елдер экономикалық және ғылыми-техникалық ынтымақтастық кезінде, сондай-ақ өз экономикасында қосымша зерттеулер жасамай кедергісіз қолдана алатын KOOMET CY 117 типі құрылды. Мұндай CY-ні құру KOOMET аясында жыл сайын мазмұны бойынша да, қатысушылар бойынша да, орындау мерзімдері бойынша да өзектендірілетін CY-ні бірлесіп әзірлеу бағдарламасына сәйкес жүргізіледі.

KOOMET қатысушыларының көпшілігі үшін Германия мамандары басқаратын заңнамалық метрология саласындағы ынтымақтастық өте өзекті болды және қазіргі уақытта да өзекті болып отыр. Физикалық-техникалық институт (PTB) атынан Германия көптеген халықаралық және өңірлік метрологиялық ұйымдардың – EUROMET, WELMEC, EA-ның белсенді қатысушысы болғандықтан, осы саладағы ынтымақтастық заңнамалық метрология саласындағы заманауи қағидаттар мен тәсілдер туралы, метрология бойынша халықаралық және еуропалық нормалар мен қағидалар туралы ең өзекті ақпаратқа негізделеді.

Қазақстан Республикасының KOOMET-ке қатысуы

Қазақстан KOOMET-ке 1998 жылы қарашада мүше болды. МFМО басшысы Қазақстаннан KOOMET комитетінің мүшесі болып табылады.

KOOMET-те жұмыс KOOMET Комитеті мен техникалық комитеттердің отырыстарына қатысу арқылы жүргізіледі. МFМО өкілдері мынадай бағыттар бойынша 12 ТК-ның жұмысына қатысады:

ТК 1.1 «Жалпы метрология»;

ТК 1.3 «Электр және магнетизм»;

ТК 1.4 «Шығын өлшеуіш»;

ТК 1.5 «Ұзындық және бұрыш»;

ТК 1.6 «Масса және онымен байланысты шамалар»;

ТК 1.8 «Физика-химия»;

ТК 1.10 «Термометрия және жылу физикасы»;

ТК 1.11 «Уақыт және жиілік»;

ТК 1.12 «Стандартты үлгілер»;

ТК 2 «Заңнамалық метрология»;
ТК 3.1 «Сапа форумының ТК»;
ТК 4 «Ақпарат және оқыту».

Азия-Тынық мұхит метрологиялық бағдарламасы (АРМР)

АРМР 1977 жылы Азия-Тынық мұхит аймағында өлшеу инфрақұрылымын ілгерілету және қолдау мақсатында құрылды, ол халықаралық сауданы оңайлатады, өнеркәсіптің тиімділігі мен бәсекеге қабілеттілігін арттырады, нарықтағы теңдікті қамтамасыз етеді және өмір сүру сапасы мен қоршаған ортаны жақсартады.

Қызметтің негізгі міндеттері мен бағыттары, құрылымы

АРМР негізгі мақсаттары:

эталондар мен өлшеу мүмкіндіктері мәселелері бойынша ақпарат алмасуды қамтамасыз ету;

ұлттық/өңірлік метрологиялық институттар шығарған стандарттар мен калибрлеу сертификаттары үшін CIPM-MRA-ге негіз ретінде өлшем бірлігі мен құзыреттілікке халықаралық сенімділікті қамтамасыз ету;

өңір шегінде өлшеу мүмкіндігін жетілдіру үшін персоналды оқыту;

ұлттық/өңірлік эталондарды калибрлеу және салғастыру арқылы өлшем бірлігі;

BIPM-мен (Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросы), сондай-ақ басқа ӨМҰ-мен ынтымақтастықты кеңейту;

АРЕС (Азия-Тынық мұхит экономикалық ынтымақтастығы) мақсаттарын қолдау.

Қызметі

АРМР қызметінің негізгі бағыттарының қатарында:

CIPM-MRA іске асыру;

BIPM ұйымдастырған халықаралық негізгі салғастыруларға қатысу және АРМР өңірінде негізгі салғастыруларды ұйымдастыру;

зерттеу нәтижелерін Metrologia халықаралық журналында жариялау;

өңірлік ынтымақтастық шеңберінде тәжірибе мен білім беру мақсатында оқытуды, симпозиумдарды, конференцияларды ұйымдастыру;

басқа Азия-Тынық мұхит өңірлік органдарымен ынтымақтастық;

басқа да метрология жөніндегі өңірлік ұйымдармен және BIPM-мен ынтымақтастық;

веб-сайтты жүргізу;

ақпараттық бюллетеньдерді және басқа да басылымдарды шығару.

Ұйымдық құрылым

Бас Ассамблея:

АРМР қызметінің мақсаттары мен міндеттерін талқылау және ұйымды басқарудың барлық мәселелері бойынша шешім қабылдау мақсатында барлық АРМР-ға мүше ұйымдардың жиналысын білдіретін жоғары басқарушы орган. Бас Ассамблея АРМР толыққанды мүшелері арасынан Төрағаны сайлайды.

Атқарушы комитет – басқарушы орган, АРМР ағымдағы қызметіне басшылық жасайды, оны Төраға басқарады.

АРМР хатшылығы – ұйымның барлық жұмысын үйлестіретін жұмыс органы.

Техникалық комитеттер (ТК)

Бүгінгі таңда АРМР-де CIPM консультативтік комитеттері қамтитын әр саладағы техникалық қызметті үйлестіруге жауапты 12 техникалық комитет (ТК) жұмыс жасайды. ТК қызметін ТК төрағасы басқарады, ол екі жылдық мерзімге тағайындалады.

АРМР техникалық комитеттері:

1. Акустика, Ультрадыбыс және Діріл (AUV);
2. Электр және Магнетизм (EM);
3. Сұйықтық ағыны;
4. Ұзындық (L);
5. Массасы және онымен байланысты шамалар (M);
6. Фотометрия және Радиометрия (PR);

7. Зат көлемі (QM);
8. Сапа жүйелері (QS);
9. Иондаушы сәулелену (RI);
10. Температура (T);
11. Уақыт және жиілік (TF);
12. Материалдар метрологиясы (TCMM).

Дамушы экономикалар комитеті (DEC) дамушы елдерден АРМР мүшелердің – ҰМИ қажеттіліктерін қанағаттандыру үшін жұмыс бағдарламаларын бастауға және үйлестіруге жауапты болады.

АРМР сонымен қатар мүдделі тараптармен байланыс орнату және осы басым бағыттардағы өлшемдердің дамуын қолдау үшін 5 фокус-топты (таза су, климаттың өзгеруі мен таза ауа бойынша, энергия тиімділігі, азық-түлік қауіпсіздігі және медициналық метрология бойынша) құрды.

Қазақстан Республикасының АРМР-ға қатысуы

МҒМО Қазақстан Республикасынан АРМР-ның қауымдастырылған мүшесі ретінде қабылданды.

Қазақстан Республикасы 2007 жылы 2 қарашада Австралия, Сидней қаласында өткен АРМР Бас Ассамблеясының 23-ші отырысында АРМР-ның қауымдастырылған мүшесі ретінде қабылданды. МҒМО Қазақстаннан АРМР мүшесі болып табылады.

АРМР-ге мүшелік:

жаңа СМС-қатарларды декларациялау және қазірдің өзінде декларацияланған СМС-қатарларды растау мақсатында осы ұйым жүргізетін шама бірліктерінің эталондарын негізгі салғастыруға қатысуға;

тәжірибе алмасу және тренингтерге, тағылымдамалар мен практикалық конференцияларға қатысу мақсатында АРМР құратын білім беру және оқу алаңдарын пайдалануға;

Техникалық комитеттердің, Бас кеңестердің және басқалардың да отырыстарына қатысуға;

осы ұйым шеңберінде жүргізілетін жобалар мен зерттеулерге қатысуға мүмкіндік береді.

Қазақстан мынадай 8 АРМР ТК жұмысына қатысады:

Фотометрия және радиометрия жөніндегі техникалық комитет (TCPR);

Химиялық және биологиялық өлшемдер жөніндегі техникалық комитет (TCQM);

Ұзындық жөніндегі техникалық комитет (TCL);

Электр және магнетизм жөніндегі техникалық комитет (TCEM);

Сапа жүйесі жөніндегі техникалық комитет (TCQS);

Сұйықтық шығысы жөніндегі техникалық комитет (TCFF);

Масса және онымен байланысты шамалар жөніндегі техникалық комитет (TCM);

Уақыт және жиілік жөніндегі техникалық комитет (TCTF).

6.2 Экономикадағы метрологияның рөлі

Метрологияны, әдетте, зерттеушілер іргелі және нақты ғылымдар тұрғысынан қарастырады, ал экономист ғалымдар аз көлемде қарастырады. Осы тезисті растау үшін авторлар жүргізген контент-талдауды келтіруге болады. Талдау Web of Knowledge, Scopus, ScienceDirect сияқты шетелдік рецензияланған журналдардың, IOPScience редакциясы шығаратын журналдардың дерекқорларының іздеу жүйесінің негізінде, сондай-ақ IOML және IMEKO метрологиялық ұйымдарының ресми сайттарында іздеу арқылы жүргізілді.

Іздеу кезінде мынадай жеке негізгі сөздер мен олардың тіркесімдері қолданылды: метрология, заңнамалық метрология, экономика, қоғам. Осы әдеби ізденістің нәтижелері бойынша 30 жыл ішінде метрология және өлшемдер бойынша 42000-нан астам жарияланым баспаға шыққаны анықталды. Осы санның ішінде, жоғарыда айтылғандай, тек 450-ге жуық басылымы ғана метрологияның жекелеген елдердің немесе жалпы әлемнің әлеуметтік-экономикалық көрсеткіштеріне әсерін бағалауға байланысты аспектілерді қарастырады.

Бұл ретте метрологияның экономикалық пайдасын бағалауға арналған жарияланымдардың жартысынан көбін Халықаралық заңнамалық метрология ұйымы (OIML)

жариялағанын атап өткен жөн, олардың біразымен осы ұйымның веб-сайтында мына: <https://www.oiml.org/en/publications/bulletin/bulletin> сілтемесі бойынша танысуға болады. Сондай-ақ австралиялық ғалымдар мен АҚШ ұлттық стандарттар мен технологиялар институтының (NIST) зерттеушілерінің бірқатар зерттеулерін атап өту керек.

РҒЦИ дерекқорлары арқылы ТМД елдеріндегі жарияланымдарға ұқсас талдау бұл мәселенің РҒА Өңірлік экономика мәселелері институты, Ярославь қаласындағы стандарттау және метрология орталығы және Бүкілресейлік оптикалық-физикалық өлшеулер ғылыми-зерттеу институты дайындаған басылымдардың арасында қарастырылғанын көрсетеді, сонымен қатар метрологияның әлеуметтік-экономикалық әсерін Укрметртестандарт мамандары зерттеді.

Дегенмен соңғы бес жыл ішінде жүргізілген осы тақырып бойынша маңызды зерттеулердің біріне Дүниежүзілік банк пен Германияның Физика-техникалық институты (PTB) жүргізген жұмысты жатқызуға болады. Дүниежүзілік Банктің жаһандық сапа инфрақұрылымы және PTB жөніндегі бөлімшесінің бірлескен зерттеуінің нәтижесі бойынша, оның ішінде мемлекеттік ұйымдар үшін ұсынымдар дайындалды, олар елдердің сапа инфрақұрылымын талдауға, сапа инфрақұрылымындағы институттарды жақсарту мақсатында реформаларды әзірлеуге, жүргізуге бағытталған. Осы ұсынымдар Дүниежүзілік банктің <http://www.worldbank.org/qi> сайтында ұсынылған. Бұл ретте жұмыстардың нәтижелерін 2019 жылы қазан айында Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросының сапа инфрақұрылымын кешенді диагностикалау және реформалау жөніндегі құралдар ретінде қарағанын және қабылдағанын атап өткен жөн. Осыған байланысты, бұдан әрі осы тарауда аталған ұсынымдардың аспектілері тезистік түрде ұсынылған және экономикалық тиімділікті бағалау жүргізілетін негізгі формулалар келтірілген.

Көптеген басқа қызмет түрлері сияқты өлшем бірлігін қамтамасыз ету, стандарттау, аккредиттеу үшін процестердің

экономикалық пайдасы мен тиімділігін тауып, есептеу керек. Осы тараудың мақсаты метрология мен стандарттаудың экономикалық негіздемесін нақты көрсететін бірнеше негізгі экономикалық артықшылықтарды бөліп көрсету болып табылады.

Сонымен қатар транзакциялық шығындарды азайтуды, экономикалық тиімділікті арттыруды, инновацияларды қолдауды және нарықтың құлдырау қаупін азайтуды қамтитын төрт негізгі экономикалық артықшылықты бөліп көрсетуге болады.

Біріншіден, өлшемдер мен стандарттар нарықтардың тиімді жұмыс істеуінде маңызды рөл атқарады. Егер сатып алушылар мен сатушыларда нарықтағы тауарлар туралы нақты ақпарат болмаса, нарықтар тиімді немесе әсерлі жұмыс істей алмайды. Сатып алушылар мен сатушылар арасындағы асимметриялық ақпарат сатып алушы өнімнің сапасын анықтай алмаған кезде және осыдан өнімді сатып алмаған кезде пайда болатын нарықтың құлдырауының ең көп таралған көздерінің бірі болып табылады. Өлшеу процесінен алынған ақпараттың арқасында сатып алушылар белгілі бір стандарттардың болуын ескере отырып, тауарлар мен көрсетілетін қызметтердің сапасын бағалай алады, сондықтан төмен және жоғары сапалы өнімдерді бөліп көрсете алады. Содан кейін бұл асимметриялық ақпаратты жояды, сонымен қатар орын алған нарықтық ақауларды түзетеді, осылайша нарықтың тиімділігін арттырады.

Мұнда өлшеу түпкілікті өнімнің құнына әсер етуі мүмкін екенін түсіну керек, шетелдік терминологияда ол қосымша құн (value added) деп аталады. Pasqual A. Don Vito жүргізген АҚШ-тағы еңбек нарығын талдау нәтижелері, егер өлшеу тауарды өндірудің жалпы процесінде немесе қызмет көрсету процесінде еңбек (өндірістік) процесс ретінде қарастырылатын болса, соңғы өнімге немесе көрсетілетін қызметке қосылған құнды бағалауды орындау керектігін көрсетеді.

3-кестеде АҚШ мысалында өнеркәсіп секторлары мен экономикалық шығындарды бағалау көрсетілген.

3-кесте

Өнеркәсіп секторы	Жалпы еңбек шығындарынан өлшеу процесінің үлесі, %	Өлшеу процесіне жұмсалған еңбек шығындарының бағаланған құны (қосылған құннан), млн. доллар
Химия өнеркәсібі	12	4 (34)
Мұнай өңдеу	13	4 (29)
Электр энергиясын беру	10	1 (11)
Радио және телехабар тарату	11	2 (12)
Байланыс қызметтері	9	4 (49)
Электрондық компоненттер өндірісі	21	1,2 (6)
Оптикалық және фото жабдықтар	14	1 (8)
ТКШ-да есепке алу	20	10 (49)
Автосервис қызметтері	15	4 (26)

Осы кестеде өнім/қызмет ұсыну кезіндегі орташа жиынтық қосылған құн (екінші бағанда жақшада көрсетілген), еңбек шығындары ретінде өлшеу процесінің құны және жалпы өндіріс процесінде өлшеу процесінің үлесі көрсетілген. Мысалы, мұнай өнімдерін өңдеу кезінде автоматтандырылған және «қолмен» өлшеу процесі жалпы өндіріс процесінің 13%-ын алады, бұл ретте өлшеу процестеріне тікелей (өлшеулерді жүргізу және түсіндіру) немесе жанама (жабдықты монтаждау, қызмет көрсету және калибрлеу) араласқан инженерлердің еңбекақысына жұмсалатын шығындар 4 млн. долларды құрайды, бұл ретте өнімнің қосылған құны сала бойынша орта есеппен 29 млн. құрайды.

Екіншіден, метрология мен стандарттау экономикалық алмасуға қатысуға байланысты транзакциялық шығындарды төмендетеді. Транзакциялық шығындар тұтынушылар мен өндірушілер арасындағы асимметриялық және толық емес ақпараттан туындайды. Белгіленген өлшеу эталонының болуы сатып алушыға тауарды іздеуге кететін уақытты азайтуға және тауардың сапа талаптарына сәйкестігін тексеруге

байланысты келтірілетін қаржылық шығындар аз болуына мүмкіндік береді. Бұған қоса, стандартқа сәйкес өнімдерді шығару (тауарларды шығару немесе көрсетілетін қызметтерді ұсыну) арқылы өндірушіге техникалық сипаттамаларға сәйкестік үшін ақауларды түзетуге байланысты аз шығын келтіріледі, бұл өнімді сертификаттауға мүмкіндік береді, сонымен қатар бәсекелес өніммен салыстырғанда сертификаттауға және өнім сипаттамаларына сенім тұғызады. Осылайша стандарттар сатып алушылар үшін қауіпсіз нәтижелерді қамтамасыз етуге көмектеседі және өндірушілерге қажетсіз нәтижелерді азайту кезінде тәуекелдерді басқаруға көмектеседі. Сондықтан транзакциялық шығындарды азайта отырып, метрология мен стандарттау нарықтың сәтсіздікке ұшырау мүмкіндігін азайтуға көмектеседі.

Бұл нәтиже келесі факторларды ескере отырып, CIPM MRA-ны өзара тану туралы келісімнің экономикалық әсерінің мысалымен ерекше көрсетіледі:

1 ҰМИ үшін шығындардың тиімділігіне екіжақты негізде емес, орталықтандырылған бірлескен үйлестіру арқылы көпжақты негізде өзара тануды белгілеу кезінде қол жеткізіледі.

2 Саудадағы техникалық кедергілердің (СТК) төмендеуіне байланысты экономикалық тиімділік.

Шетелдік ҰМИ ұсынған ақпараттың негізінде өзара тануды белгілеп, қолдауға байланысты шығындарға ҰМИ шартты үнемдеуі жылына орта есеппен 75 мың еуроға жетеді, ал тану процесіне енгізілген барлық ҰМИ үшін жалпы шартты үнемдеу шамамен 85 млн. еуроны құрады деп есептелді. Зерттеулер сонымен қатар саудадағы тарифтік емес кедергілерді азайту 10%-ға дейін таза кіріс әкелуі мүмкін екенін көрсетеді. 4 триллион АҚШ долларынан артық құрайтын MRA-ға қатысушы елдер арасындағы сауда көлеміне сүйене отырып, сауда құнының оннан бір пайызға артуы қарастырылып отырған 28 елдің арасында құнның \$4 млрд. доллардан астам көбейетініне әкелетіні атап өтілді.

Үшіншіден, метрология өндірісті немесе өндірістік процестерді жақсарту есебінен экономикалық тиімділікті арттырады. Дәлдікті арттыру және масштабтау есебінен үнемдеу

былайша жұмыс істейді: стандарттар (халықаралық, ұлттық немесе кәсіпорын стандарттары) өлшеу дәлдігіне қойылатын талаптарды белгілейді. Өнімнің белгілі бір параметрлерін өлшеу дәлсіздіктерін азайту арқылы олар жеткізушілер үшін тауардың бір бірлігін өндіруге байланысты өндірушінің шығындарын азайтады.

Осы ережені ХЗМҰ ұсынған J.C. Lange зерттеу нәтижелерімен растауға болады. Сонымен Швециядағы Нарвик портының таспалы конвейерінің жүктеме өлшеу жүйесінің жақсаруы металл кенін өлшеудің белгісіздігін 0,5%-дан 0,2%-ға дейін төмендетуге мүмкіндік берді. Қосымша жабдықты орнату құны шамамен 850 мың АҚШ долларын құрады, бұл ретте өлшеу белгісіздігінің төмендеуіне байланысты экспорттаушының жылдық пайдасы 1,5 млн. АҚШ долларын құрады.

Төртіншіден, өлшеу инновациялар мен коммерцияландыруды қолдау мен ынталандыруда үлкен рөл атқарады. Өлшемдер инфрақұрылымдық технологиялардың бірі, яғни техникалық инфрақұрылымды және одан әрі инновациялар үшін қажетті құралдарды қамтамасыз ететін технологиялардың бірі болып саналады. Өлшеу және стандарттар мұны жаңа технологиялар мен процестерді құруға және көрсетуге болатын платформаны қамтамасыз ету арқылы жасайды. Өлшеу және стандарттар жоқ әлемде жаңа өнімді жаңадан ойлап табушының әлеуетті сатып алушыға тауардың артықшылықтары мен оның бәсекелестерден артықшылықтарын көрсетуі және сендіруі өте қиын болады. Екінші жағынан, егер өнімнің сипаттамаларын өлшеуге және өлшеу жүйесі арқылы тексеруге болатын болса, онда бұл содан кейін жаңа өнімдерді сатып алушылар үшін тәуекелді азайтуға және жаңа өнімдердің нарықта таралу жылдамдығын арттыруға мүмкіндік береді. Осылайша өлшеу инновацияда маңызды рөл атқарады, инновациялар өлшеу эталондарын қажет етеді және әдетте инновациялық жаңа өнімдер үшін эталондардың болмауынан олар нарықта сәтсіздікке ұшырайды.

Бақылап тексеру анықтамасына сәйкес ол халықаралық және/немесе ұлттық эталоннан метрологиялық қызметтер мен аккредиттеу субъектілерінің жұмыс эталондарына және

одан әрі жұмыс өлшем құралдарына үздіксіз калибрлеу тізбегі арқылы іске асырылады. Өнім немесе көрсетілетін қызмет ретінде қарастыруға болатын негізгі метрологиялық өлшеу процесі калибрлеу процесі болып табылады. Алайда бұл ретте калибрлеу ұлттық метрологиялық институт, атап айтқанда Қазақстан стандарттау және метрология институты (ҚазСтандарт) көрсететін жалғыз қызмет емес. Метрология саласындағы қол жеткізілген жетістіктерді экономикаға енгізетін басқа да механизмдер бар, мұндай механизмдер ғылыми зерттеулер шеңберінде қол жеткізілген өнертабыстарға патенттер болып табылады. Сонымен қатар калибрлеудің артықшылығы бар, олар іске асырылған ғылыми жетістіктерге нарықтық сұраныстың элементтерін бекітеді. Жеке және мемлекеттік секторлар ұйымдары калибрлеуге ақы төлейді, сондықтан калибрлеуге тапсырыс беруші өлшеу нәтижелерін өзінің өндірістік процестерінде іс жүзінде қолданады деп болжауға болады.

Осылайша эталонды пайдаланудан түсетін шекті пайда осыған байланысты шекті шығындарға тең болатын шамадағы өлшеу эталондарын экономикаға енгізетін модельді қарастыру ұсынылады (яғни өндірістік компаниялар оларды қажет етеді).

Өндірістік фирма эталонды қолданған кезде жаңа білімге қол жеткізіледі. Енгізуші компания үшін осы жаңа білім кәсіпорын үшін (демек, қоғам үшін) қабылданатын құндылығы бар эталонға енгізілген, бірақ кәсіпорын бұл жаңа білімді қолайлы бағамен дербес дамыта алмайды, сондықтан өлшеу саласындағы тиісті ғылыми зерттеулерге әлеуметтік тұрғыдан жеткілікті қаражат салынбайды.

Осылайша, эталон калибрлеу арқылы үшінші тарапқа кәсіпорынның өз дамуына жұмсаған шығындарынан төмен бағамен ұсынылады, мұнда үшінші тарап мемлекеттік сектордың метрологиялық зертханасы немесе жай мемлекеттік сектор болып табылады.

Кәсіпорын эталонды пайдаланудан екі есе пайда көреді.

Өлшеу эталоны, басқалардың ішінен, фирмадағы өндірістік процестің эталонсыз түріне қарағанда сәтті болу ықтималдығын арттырады, ал эталон ақпараттық асиммет-

рия мен транзакциялық шығындардың [1] қысқарғаны себепінен алынған фирманың кез келген өндірістік өнімінің нарықтық құнын арттырады.

Өндіріс процесінің нәтижесінде табысты тауарлық өнімнің (Q) алыну ықтималдығы (p) осы $p(q)$ функциясымен берілген, мұндағы q өнімнің сапасын немесе тауарлығын көрсетеді. Сонымен қатар алынған өнімді өндіруге және сатуға байланысты R таза кірісі $R(q)$ функциясымен берілген.

Эталонның қолданылу саласынан S берілген, мұнда S -ті эмпирикалық түрде компанияның өндірістік процесіне жаңадан анықталған кіріс ретінде қарастыруға болады. Q шығысының q сапасы өздігінен эталонды пайдалану деңгейінің $q(S)$ ойыс функциясы болады деп болжамдалады. Осылайша, алынған өнімді өндіру мен сатудан күтілетін (e) таза кіріс S функциясы болады:

$$R^e = p(q(S)) \cdot R(q(S)),$$

а өнімді өндіру мен сатуда өлшеу эталонын пайдаланатын компания қызметінің масштабы үшін көрсеткіш бірлігіне шаққанда шекті таза күтілетін кіріс (MRS):

$$MRS = p(q(S)) \cdot R'(q(S)) + R(q(S)) \cdot p'(q(S)).$$

Әрине, эталонды пайдалану эталонды өндірістік процеске біріктіру үшін қажетті материалдық шығындармен де, интеллектуалды шығындармен де, сонымен қатар эталонның өзіндік құнымен де байланысты. Осы шығындарға тұрақты және өзгермелі компоненттер кіреді деп есептелсе, шығындар функциясы (c) былайша ұсынылады: Өлшеу стандартын оңтайлы пайдалану деңгейі, егер компания өлшеу стандартын интеграциялаудан күтілетін пайда деңгейін (π) барынша арттыруға ұмтылса, эталонды интеграциялау процесіне байланысты күтілетін пайданы барынша арттыратын кейбір S^* болады:

$$\pi^e(S) = p(q(S)) \cdot R(q(S)) - c(S),$$

яғни, S^* шекті таза күтілетін кірісті, MRS , эталонды біріктіру процесінің шекті шығындарына, MC , теңестіретін S деңгейі болады:

$$(5) p(q(S)) \cdot R'(q(S)) + R(q(S)) \cdot p'(q(S)) = c_-'(S).$$

Түпкілікті өрнек эмпирикалық негізді қалыптастыру үшін нақты қолданылмайды. Керісінше, компания өлшеу эталонын өзінің өндірістік процесіне шекті пайда осыған жұмсалатын шекті шығындарға тең шамада интеграцияланған жағдайда, модель шарттарды жүйелі түрде бейнелейді.

$$c = c(S) \text{ where } c(0) > 0, c'(S) > 0, \text{ and } c''(S) > 0.$$

Бірқатар халықаралық зерттеулерде эталондардың экономикалық әсері талданды. Алайда Қазақстанда өлшеудің экономикалық әсері туралы эмпирикалық әдебиеттер өте шектеулі. Халықаралық деңгейде өлшеудің экономикалық әсерін сандық бағалау үшін бірқатар әдіснамалар, соның ішінде экономикалық модельдеу, тақырыптық зерттеулер, шығындар мен нәтижелерді талдау және сұхбат әзірленді. Жалпы, осы зерттеулер эталондарды жаңғыртуға жұмсалатын шығындардың артуының өнімділікке және жалпы ішкі өнімге (ЖІӨ) әсерін өлшейді.

Эталондардың жалпы факторлық өнімділікке 1 пайыздық өсуінің әсерін сандық анықтайтын көрсетілген халықаралық зерттеулер 0,1 пайыздан 0,17 пайызға дейінгі аралықта болатын бағаларды берді. Бағалаулар бойынша, 1 пайыздық өсімнің еңбек өнімділігіне эталондық базаны дамытуға әсері 0,05-тен 0,36 пайызға дейінгі, ал ЖІӨ-ге әсері 0,17-ден 1 пайызға дейінгі аралықта болады [2]. Сонымен қатар зерттеу нәтижелері бойынша қазіргі индустриалды қоғамдардағы сауда-саттық өлшеу операцияларының жылдық құны шамамен 50% ЖІӨ құрайтыны және орташа өлшеу қатесінің 0,1%-ға артуы 0,05% ЖІӨ мөлшерінде «экономикалық бұрмалануды» тудыратыны

анықталды. Берілген пайыздық көрсеткішті белгілі бір елдің ЖІӨ-ге көбейту кезінде осы мәннің үкіметтердің ұлттық өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйелерін қолдауға жұмсаған шығындарынан едәуір көп екенін түсіну оңай.

6.3 Қазақстанда метрологияның дамуы

Метрологияны дамыту – өлшеу сапасын жақсартуға және нәтижелердің дәлдігін қамтамасыз етуге бағытталған тұрақты процесс.

Бүгінгі таңда Қазақстанда метрологияны дамыту – өнімдер мен көрсетілетін қызметтердің сапасын, тұтынушының қауіпсіздігі мен құқығының қорғалуын, сондай-ақ елдің ғылыми-техникалық әлеуетін нығайтуды қамтамасыз ететін маңызды бағыт.

Қазіргі уақытта елде метрологияны дамыту бірнеше бағытта жүзеге асырылуда.

1. Метрология саласындағы мемлекеттік реттеу және бақылау жүйесін дамыту. Ол үшін метрология саласын реттейтін заңнамалық және нормативтік құжаттар, сондай-ақ олардың орындалуына жауапты мемлекеттік бақылау органдары құрылады және жетілдіріледі.

2. Метрологиялық инфрақұрылымды дамыту. Елде ұлттық эталондар, ұлттық метрологиялық институт, ӨҚ-ын сапалы калибрлеу мен салыстырып тексеруді қамтамасыз ететін, сондай-ақ метрология саласында уақтылы және сенімді ақпараттық қамтамасыз етуді калибрлеу және салыстырып тексеру зертханалары құрылып, дамытылуда.

3. Метрология саласындағы кадрлық әлеуетті дамыту. Метрология саласындағы мамандардың біліктілігінің жоғары деңгейін қамтамасыз ету үшін елде арнайы оқу және ғылыми орталықтар құрылады, оқыту бағдарламалары мен тренингтер өткізіледі, сондай-ақ осы салаға жас мамандарды тарту бойынша жұмыстар жүргізіледі.

4. Метрология саласындағы халықаралық ынтымақтастықты дамыту. Еліміз жетекші халықаралық метроло-

гиялық ұйымдармен белсенді ынтымақтасады, бұл өнім мен қызмет сапасының жоғары деңгейін қамтамасыз етуге, сондай-ақ өзінің ғылыми-техникалық әлеуетін арттыруға мүмкіндік береді.

Бүгінгі таңда Қазақстан Республикасының эталондық базасында мемлекеттік эталондар мен эталондық жабдықтардың 104 бірлігі бар.

Республикадағы жұмыс ӨҚ-ына дейін өлшеулердің бақылап тексерілуі мемлекеттік эталондардан шама бірліктерін беру арқылы қамтамасыз етіледі, олар өз кезегінде калибрлеу және салғастыруға қатысу арқылы халықаралық бірліктер жүйесіне бақылап тексерілуге тиіс.

Республикада жүргізілетін өлшемдерді халықаралық тану үшін мемлекеттік эталондар «Ұлттық метрологиялық институттар беретін калибрлеу және өлшеу ұлттық эталондары мен сертификаттарын өзара тану туралы» СИМ МРА келісімі шеңберінде шетелдік институттардың эталондарымен салғастыруға қатысады.

Салғастырудан алынған оң нәтижелер бойынша Халықаралық өлшемдер және салмақтар бюросының (BIPM) деректер базасында салғастыруға қатысушы елдердің эталондарының калибрлеу және өлшеу мүмкіндіктері (СМС-қатарлар) (qR-код немесе сайтқа сілтеме) жарияланады.

ҚР ҰМИ мемлекеттік эталондарының BIPM деректер базасында тіркелген СМС-қатарлары қазақстандық өлшеу нәтижелерін тануға және олардың халықаралық деңгейде қадағалануын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Елдегі метрологияны дамыту – сапа инфрақұрылымының негізгі элементі ретінде ұлттық эталондық базаны дамыту.

Сапаны бақылаусыз сапа жоқ;

Өлшеусіз – сапаны бақылау жоқ;

Калибрлеусіз өлшеу жоқ;

Аккредиттелген зертханаларсыз калибрлеу жоқ;

Бақылап тексерусіз аккредиттелген зертханалар жоқ;

Эталондарсыз бақылап тексеру жоқ;

Метрологиясыз эталондар жоқ¹.

Қазақстанның стратегиялық мақсаты ретінде өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесін жетілдіру қазіргі таңда және әрқашан технологиялардың дамуымен және ғылыми жетістіктермен қатар жүретін ӨҚ калибрлеудің бақылап тексерудің маңызды элементтерінің бірі ретінде дамуымен расталады.

Өлшеулерді бақылап тексерудің негізгі кезеңдерінің бірі ретінде эталондарды салыстырып тексеруден калибрлеуге көшу халықаралық саудадағы өлшеу нәтижелеріне сенім үшін негіз болып табылады және өлшеулердің дәлдігін арттыруға және өнімнің жоғары сапасын қамтамасыз етуге мүмкіндік беретін ел кәсіпорындарының метрологиялық қызметін дамытудағы маңызды кезең болып табылады.

Эталондарды калибрлеуге көшу калибрлеумен айналысатын мамандар тарапынан тиісті біліктілік пен тәжірибені талап ететінін атап өткен жөн. Сондай-ақ бұл калибрлеуді жүргізу үшін тиісті жабдықтар мен зертханалық жағдайларды талап етеді.

Өлшеу нәтижелерін алуға және пайдалануға, олардың сенімді бағаланған дәлдігін қамтамасыз етуге байланысты еліміздің кәсіпорындарының, ұйымдарының метрологиялық қызметі басым мәнге ие болады. Ол мынадай аспектілерді қамтиды:

- өлшеу техникасына қойылатын талаптарды қамтамасыз ету: қолайлы ӨҚ-ын таңдау және сатып алу, оларды белгіленген талаптарға сәйкес калибрлеу және тексеру.

- өлшеу әдістемелерін әзірлеу: өлшеу және бақылау әдістерін анықтау, тиісті құжаттарды (мысалы, техникалық тапсырмаларды, ӨҚ қолдану жөніндегі нұсқаулықтарды) әзірлеу.

- персоналды оқыту: кәсіпорын қызметкерлерін ӨҚ-ын дұрыс пайдалануды және қолдануды, сондай-ақ өлшеу әдістемелерін оқыту.

- өлшемдерді бақылау және басқару: ӨҚ қолдану қағидалары мен өлшеу әдістемелерінің сақталуын бақылау,

өлшеу туралы деректерді басқару, ӨҚ салыстырып тексерілуін бақылау.

- халықаралық және ұлттық метрологиялық бағдарламаларға қатысу: метрология саласындағы халықаралық және ұлттық стандарттардың талаптарын сақтау, стандарттарды әзірлеуге қатысу, кәсіпорында стандарттар талаптарының сақталуын қамтамасыз ету.

Метрологиялық қызметті дамыту мақсаты – кәсіпорында өлшеулердің дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз ету, бұл өнім мен көрсетілетін қызметтердің сапасын арттыруға, өндіріс шығындарын азайтуға және оның тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Республикада өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесін дамыту перспективасы. Бірінші бағыт – экспортты қолдау және тұтынушыларды сапасыз өнімдерден қорғау. Эталондық базаны техникалық қайта жарақтандыру, эталондық жабдықтарды жаңғырту және халықаралық деңгейде өлшеу мүмкіндіктерін растау ел нарығында айналыста болатын және тиісінше шет елдердің нарықтарына түсетін өнімдердің сапасына ықпал ететін қуатты құралға қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Екінші маңызды бағыт — кешенді шешімдер мен бағыттардың бірі ретінде цифрлық трансформация. Цифрлық трансформация жаңа мүмкіндіктер аша отырып, қолданыстағы ақпараттық жүйелерді түрлендіреді.

Үшінші айқындаушы бағыт — кадрлық әлеуетті дамыту. Елдің өлшеу және калибрлеу мүмкіндіктері «сақтаушы ғалымдар» жұмысының нәтижелері ретінде бүгінгі күні елдік контекстегі дәл өлшемдердің эталондық индикаторлары болып табылады. Сақтаушы ғалымның мәртебесін арттыру өлшеудің бейінді түрлері бойынша жаңа тәсілді қолдануды өзіне міндет етеді.

Сондай-ақ жоғары және орта оқу орындарында білім алушылар үшін сараптаманы арттыру, ғылыми-зерттеу жобаларына қатысу үшін ел шеңберінде (ҰМИ алаңы, сынақ, калибрлеу және салыстырып тексеру зертханалары және т.б.) және жақын/алыс шетелдерде тағылымдама-

дан өту бағдарламаларын міндетті түрде қосу.

1 – Ұлттық сапа инфрақұрылымы. Др.-инж. Клеменс Санетра, Росио М.Марбан

2 – Мемлекеттік эталонды сақтаушы ғалым – мемлекеттік эталонды дұрыс сақтау мен қолдануға және оны жетілдіруге жауапты мемлекеттік ғылыми метрологиялық орталықтың лауазымды адамы

7-тарау

Мемлекеттік метрологиялық бақылау

Мемлекеттік метрологиялық бақылауды уәкілетті орган және оның аумақтық бөлімшелері жеке және заңды тұлғалардың Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз ету туралы заңнамасының талаптарын сақтауын тексеру мақсатында жүзеге асырады.

Мемлекеттік реттеуге жататын өлшемдер тізбесі (бұдан әрі – Өлшемдер тізбесі) – мемлекет тарапынан бақылауға жататын өлшемдерді және бизнес дербес бақылайтын өлшемдерді нақты ажыратуды көздейтін мемлекеттік реттеудің жаңа моделі.

Өлшемдер тізбесі 2019 жылы мемлекеттік метрологиялық бақылау саласын айқындауда ашықтық пен айқындылықты қамтамасыз ету мақсатында ҚР Заңына өзгерістер енгізуге сәйкес енгізілгенін, осылайша бизнеске әкімшілік жүктемені төмендететінін атап өту қажет.

Өлшем тізбелерін мемлекеттік орган өз құзыреті шегінде өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласындағы уәкілетті органмен бірлесіп бекітеді.

Мысалы: Денсаулық сақтау министрлігі – азаматтардың денсаулығын сақтау саласында, Еңбек және халықты әлеуметтік қорғау министрлігі – еңбек қауіпсіздігі саласында, Ішкі істер министрлігі – көлік қауіпсіздігі саласында және т.б.

Өлшемдер тізбесінің қолданылу механизмі 7.1-суретте берілген.

7.1-сурет – Тізбелердің қолданылу механизмі



Суреттен ӨҚ, егер олар Өлшемдер тізбесінде көрсетілген өлшемдермен қолданылса, Өлшемдер тізбесі аясынан тыс қолданылған жағдайда калибрленеді.

Өлшемдер тізбесі типті бекітуге және салыстырып тексеруге жататын өлшеу аспаптарын нақтылауға мүмкіндік береді.

Осылайша, барлық ӨҚ, өлшеулер кезінде қолданылатын, осы Тізбелерде көрсетілген өлшемдерді орындау әдістемелері, салыстырып тексеру әдістемелері сияқты нормативтік құжаттар мемлекет тарапынан – міндетті салыстырып тексеру және мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесінің тізілімінде тіркеу жолымен бақыланады.

7.1 Мемлекеттік метрологиялық бақылау объектілері

ҚР Заңының 22-бабына сәйкес мемлекеттік метрологиялық бақылау мынадай объектілерге қатысты мемлекеттік реттеуге жататын Өлшемдер тізбесі арқылы жүзеге асырылады:

- 1) шама бірліктерінің мемлекеттік эталондары;
- 2) шама бірліктерінің эталондары және ӨҚ;
- 3) стандартты үлгілер;
- 4) нормативтік құқықтық актілер, техникалық регламенттер;
- 5) өлшеулерді орындау әдістемелері және ӨҚ-ын салыстырып тексеру әдістемелері;
- 6) сауда операцияларын жасау кезінде иеліктен шығарылатын өнімнің саны;
- 7) кез келген түрдегі түйіншекке өлшеп буып-түйілген өнімнің өткізу кезіндегі саны.

Мемлекеттік метрологиялық бақылау мемлекеттік реттеуге жататын өлшемдер тізбесінде және нормативтік құқықтық актілерде метрологиялық талаптар белгіленген өлшемдер кезінде қолданылатын объектілерге таралады.

Объектілерге мемлекеттік метрологиялық бақылау: мемлекеттік реттеуге жататын өлшемдер тізбесінде және нормативтік құқықтық актілерде белгіленген метрологиялық

талаптардың нақты орындалуын айқындау үшін;

иеліктен шығарылатын өнімнің мөлшерін сипаттайтын массаны, көлемді, шығысты немесе басқа шамаларды анықтаудың дұрыстығын тексеру мақсатында;

түйіншек ішіндегі өнім санының түйіншек сыртында таңбаланған шамаға сәйкестігін тексеру мақсатында жүзеге асырылады.

7.2 Мемлекеттік метрологиялық бақылауды жүзеге асыру тәртібі

ӨҚ-ының шығарылуына, жай-күйіне және қолданылуына, өлшемдерді орындау әдістемелерінің қолданылуына, шама бірліктерінің мемлекеттік эталондарына, шама бірліктерінің эталондарына, метрологиялық қағидалар мен нормалардың сақталуына мемлекеттік метрологиялық бақылау жасайтын субъектілер өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласында өз қызметін жүзеге асыратын немесе мемлекеттік реттеуге жататын Өлшемдер тізбелері мен нормативтік құқықтық актілерде метрологиялық талаптар белгіленген өлшемдерді орындайтын мемлекеттік органдар, жеке және заңды тұлғалар болып табылады.

Мемлекеттік метрологиялық бақылауды уәкілетті органың және оның аумақтық бөлімшелерінің лауазымды тұлғалары Қазақстан Республикасының Кәсіпкерлік кодексіне сәйкес жоспардан тыс тексеру және профилактикалық бақылау түрінде жүзеге асырады.

Бақылау субъектісіне бармай орындалатын профилактикалық бақылау әртүрлі ақпарат көздерінен, оның ішінде мынадай:

1) мемлекеттік бақылау және қадағалау субъектілері, мемлекеттік органдар және өзге де ұйымдар ұсынған;

2) ақпараттық жүйелерден алынған;

3) бұқаралық ақпарат құралдарынан және өзге де ашық көздерден, жеке және заңды тұлғалардың өтініштерінен алынған мәліметтердің негізінде алынған мәліметтерді зерделеу, талдау, салыстыру арқылы жүзеге асырылады.

Бақылау субъектісіне бармай орындалған профилактика-

лық бақылау қорытындылары бойынша анықталған бұзушылықтарды жою туралы ұсыным (бұдан әрі – ұсыным) әкімшілік құқық бұзушылық туралы іс қозғамай, бақылау субъектісіне бұзушылықтарды жою тәсілін міндетті түрде түсіндіре отырып жасалады.

Осы бақылау түрі бұзушылықтардың уақтылы жолын кесу және оларға жол бермеу, бақылау субъектісіне бармай орындалатын профилактикалық бақылау нәтижелері бойынша анықталған бұзушылықтарды дербес жою және оған әкімшілік жүктемені азайту құқығын бақылау субъектісіне беру мақсатында жүзеге асырылады.

Қорытынды

Оқулықта өлшеу саласындағы практикалық қызмет үшін зерттелуі қажет метрологияның негізгі мәселелері қарастырылған.

Атап айтқанда, мынадай мәселелер қаралды:

- метрологияның негізгі терминдері мен міндеттері;
- метрологияның даму тарихы және ғылым мен техникадағы рөлі;

- физикалық шамаларды өлшеу, өлшеу әдістері және оларды жіктеу;

- ӨҚ-ын жіктеу, стандартты үлгілер, шама бірліктерінің эталондары, оның ішінде Қазақстан Республикасының эталондары, метрологиялық қызметтің нормативтік-құқықтық негізі: халықаралық деңгейден жекелеген кәсіпорындар мен олардың бөлімшелеріне басшылық ету деңгейіне дейін;

- метрологияның негізгі бөлімдері: теориялық, қолданбалы және заңнамалық;

- метрология саласындағы халықаралық ынтымақтастықтың басты тенденциялары, жаһандық метрологиялық жүйенің негізгі сипаттамалары;

- халықаралық және өңірлік метрология жөніндегі ұйымдар, олардың негізгі мақсаттары мен міндеттері, олардың қызметіне Қазақстан Республикасының қатысуы;

- метрологияның экономикадағы рөлі;

- Қазақстандағы метрологияның жай-күйі мен дамуы;

- Қазақстан Республикасында Мемлекеттік метрологиялық бақылауды қамтамасыз ету.

Осы мәліметтер тек метрология негіздерін зерттеуге мүмкіндік береді. Осы оқу құралының авторлары оқу құралының материалдарын студенттер мен метрологтар игеріп, жаңа әдебиеттерді қолдана отырып, өздерін қызықтыратын мәселелер мен проблемаларды дербес зерттей алады деп үміттенеді.

Қазіргі уақытта мыналарды ең өзекті тақырыптар деп санауға болады: өлшем аспаптарын Internet арқылы ка-

либрлеу – мысалы, қашықтықтан калибрлеу немесе тікелей қолжетімділікпен салыстырып тексеру; әртүрлі елдердің метрологиялық ұйымдары арасындағы метрологиялық ынтымақтастық үшін дүниежүзілік желіні құру; виртуалды компаниялардағы өлшемдер – атап айтқанда, телеметриялық өлшеу және бақылау; компьютерлік желілердегі өлшемдер; интерактивті режимдегі өлшемдер және т.б.

Ұсынылатын әдебиеттер

1 Tassey, Gregory (2017). “The Roles and Impacts of Technical Standards on Economic Growth and Implications for Innovation Policy,” *Annals of Science and Technology Policy*, 1: 215–316.

2 US National Institute of Standards and Technology, viewed 3 September 2013, <http://www.nist.gov/director/planning/summary-studies.cfm>

3 R. Schwartz, M. Borys, F. Scholz, Guide to Mass Determination with High Accuracy, HND-MA-80e, Braunschweig, March 2007.

4 OIML R 111–1:2004 Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1–2, M2, M2–3 and M3. Part 1: Metrological and technical requirements.

5 KOOMET R/GM/11:2008 KOOMET Ұлттық метрологиялық институттарының эталондарын салғастыру туралы қағида.

Шишмарёв, В. Ю. Техникалық өлшемдер мен аспаптар: ЖОО арналған оқулық/В. Ю. Шишмарёв. - 3-ші басылым., қайта өңд. және қосым. — Мәскеу: Юрайт баспасы, 2019. — 377 б.

Сергеев А. Г. Метрология: СПО арналған оқулық және практикум / А.Г. Сергеев. – 3-ші басылым., қайта өңд. және қосым. — М.: Юрайт баспасы, 2019. — 322 б.

ҚР Инвестициялар және даму министрінің 2018 жылғы «27» желтоқсандағы № 933 «Стандартты үлгінің типін бекіту және өлшем бірлігін қамтамасыз ету мемлекеттік жүйесінің тізілімінде тіркеу және «Шетелде шығарылған стандарттық үлгіні қолдануға рұқсат ету» және «Мемлекеттік стандарттық үлгіні бекіту» мемлекеттік қызметті көрсету қағидаларын бекіту туралы» бұйрығы

ҚР СТ 2.43 Кәсіпорындар заттары мен материалдарының

құрамы мен қасиеттерінің стандартты үлгілерін әзірлеу, бекіту және қолдану;

ҚР СТ 2.79 ҚР МӨЖ. Заттар мен материалдардың құрамы мен қасиеттерінің стандартты үлгілері. Қолдануға рұқсат беру тәртібі. Негізгі ережелер;

ҚР Р 50.2.1-2001 ҚР МӨЖ. Заттар мен материалдардың құрамы мен қасиеттерінің стандартты үлгілері және аттестатталған қоспалар. Қолдануға және сақтауға қойылатын жалпы талаптар;

ГОСТ 8.315-97 МӨЖ. Заттар мен материалдардың құрамы мен қасиеттерінің стандартты үлгілері. Негізгі ережелер;

ГОСТ 32934-2014 (ISO Guide 30:1992) Стандартты үлгілер. Стандартты үлгілер саласында қолданылатын терминдер мен анықтамалар;

ГОСТ 8.417-2002 Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Шама бірліктері.

Қолданбалы метрология

МАЗМҰНЫ

Алғысөз.....	129.
Қысқарған сөздер тізімі	130.
1-тарау Өлшемдерді бақылап тексеру.....	131
1.1 Өлшем бірліктерінің эталондарын салғастыру.....	136
1.1.1 Салғастыру түрлері.....	138
1.1.2 Эталондарды салғастыру тәртібі.....	139.
1.2 Өлшем құралдарын салыстырып тексеру.....	159.
1.2.1 Салыстырып тексеру ұғымы мен түрлері.....	160.
1.3 Өлшем құралдарын калибрлеу.....	162
1.3.1 Калибрлеу ұғымы мен түрлері.....	162
1.4 Зертханааралық салғастыру сынақтары	165.
2-тарау Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесінің тізілімі.....	168
2.1 Өлшем құралдарының типін бекіту тәртібі.....	171
2.2 Өлшем құралдарын метрологиялық аттестаттауды жүргізу тәртібі.....	172
2.3 Өлшем құралдарының типін бекітуді тану тәртібі.....	172
3-тарау Өлшемдерді орындау әдістемесі.....	174.
3.1 Өлшемдерді орындау әдістемелерін әзірлеу тәртібі.....	174.
3.2 Өлшемдерді орындау әдістемелерін метрологиялық аттестаттау.....	175.
Қорытынды.....	179.

Алғысөз

«Қолданбалы метрология» тарауының мақсаты қазіргі қолданбалы метрологияда қолданылатын әдістер мен құралдарды зерделеу және игеру, өлшем құралдары, метрологиялық сипаттамалар, техникалық реттеу, олардың ерекшеліктері туралы теориялық білімнің қажетті көлемін қамтамасыз ету болып табылады.

Тапсырмалар:

– ұғымға қол жеткізу: елдегі және шетелдегі қолданбалы метрологияның қазіргі жай-күйі туралы; өлшемдер, олардың бірлігін қамтамасыз ету әдістері мен құралдары туралы; талап етілетін дәлдікке қол жеткізу тәсілдері туралы; дамыған елдерде қолданбалы метрология бойынша қызметті ұйымдастыру туралы; халықаралық және өңірлік метрология жөніндегі ұйымдар туралы;

– білу: метрология бойынша заңнамалық және нормативтік құқықтық актілерді, әдістемелік материалдарды; өлшем стандарттары мен бірлігін ведомствоаралық және ведомствоаралық бақылау жүйесін; физикалық шама бірліктерін жаңғырту және олардың өлшемдерін беру теориясын; өлшеу нәтижелерін өңдеу әдістері мен ӨҚ-ын; олардың метрологиялық сипаттамаларын; өнімді сынау және қабылдау қағидаларын;

– игеру: метрология бойынша жұмыстарды жоспарлау және жүргізуді; өлшеу нәтижелерін өңдеу және олардың дұрыстығын талдау әдістерін; өнім сапасын бақылау әдістерін қолдану амалдарын қолдануды;

– практикалық дағдыларды игеру: бақылау-өлшеу және сынау техникасымен жұмыс істеу; ӨҚ, сынау және бақылау құралдарын пайдалану; метрология жөніндегі қолданыстағы стандарттарды, техникалық шарттарды және басқа құжаттарды қайта қарау; кәсіпорында қолданылатын метрология жөніндегі стандарттар мен басқа құжаттарды жүйелі тексеруді жүзеге асыру; метрология саласындағы озық отандық және шетелдік тәжірибені зерделеу және жүйелеу.

Қысқарған сөздер тізімі

AP – аттестатталған ерітінді;

BIPM – Bureau International des Poids et Mesures (Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросы);

CIPM-MRA – «Ұлттық метрологиялық институттар беретін ұлттық өлшеу эталондары мен калибрлеу және өлшеу сертификаттарын өзара тану туралы» келісім;

EAL – Echelle Atomique Libre (Бос атомдық уақыт шкаласы);

KCDB BIPM – Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросының негізгі салғастыруларының деректер базасы;

OIML – The International Organization of Legal Metrology (Халықаралық заңнамалық метрология ұйымы);

UTC – Coordinated Universal Time (үйлестірілген уақыт шкаласы);

UTC(KZ) – Қазақстан Республикасының ұлттық үйлестірілген уақыт шкаласы;

MfMO – Мемлекеттік ғылыми метрологиялық орталық;

МБУЖЭ – Мемлекеттік бастапқы уақыт пен жиілік эталонны;

ҚР МӨЖ – Қазақстан Республикасының мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі;

ӨОӘ – Өлшемдерді орындау әдістемесі;

ҰМИ – Ұлттық метрологиялық институт;

ҚР ҰМИ – Қазақстан Республикасының ұлттық метрологиялық институты;

КООМЕТ – Еуро-Азиялық Мемлекеттік Метрологиялық Мекемелер ынтымақтастығы;

ӨҚ – Өлшем құралы;

1-тарау

Өлшемдерді бақылап тексеру

Өлшем бірліктерін қамтамасыз ету үшін бірдей шамадағы барлық қолданыстағы ӨҚ градуирленген бірліктердің тепе-теңдігі қажет. Бұған мамандандырылған мекемелерде физикалық шамалардың белгіленген бірліктерін дәл жаңғырту мен сақтау және олардың мөлшерлерін қолданылатын өлшем құралдарына беру жолымен қол жеткізіледі.

Физикалық шама бірлігін жаңғырту – мемлекеттік эталон немесе бастапқы эталон арқылы ең жоғары дәлдікпен физикалық шама бірлігін материалдандыру операцияларының жиынтығы. Негізгі бірлікті және туынды бірлікті жаңғырту болып бөлінеді.

Негізгі бірлікті жаңғырту – бірліктің анықтама-сына сәйкес мөлшері бойынша бекітілген физикалық шаманы құру. Ол мемлекеттік бастапқы эталондардың көмегімен жүзеге асырылады. Мысалы, 1 кг (дәл) – масса бірлігі Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросында килограмның халықаралық эталоны ретінде сақталған платина-иридий кіртас түрінде жаңғыртылады. Калибрленген және метрикалық жүйенің басқа елдеріне берілген масса эталондары белгілі ауытқулары бар 1 кг номиналды мәнге ие. Килограмды қайта анықтағаннан кейін килограмның халықаралық прототипінің «келісілген мәні» күшіне енгеннен кейінгі соңғы калибрлеу (2021 ж.) негізінде Қазақстан Республикасының мемлекеттік бастапқы және қайталама-эталонының құрамына кіретін кіртастың үш бірлігі $\sim 1,000000038$ кг (KZ3), $\sim 0,999999991$ кг (KZ2), $\sim 0,99999978$ кг (KZ1) болатын нақты салмағына және 0,021 мг стандартты белгісіздікке ие болды, мұнда Планк тұрақтысына қатысты 0,020 мг «келісілген мәнің» стандартты белгісіздігі басым болады.

Туынды бірлікті жаңғырту – өлшенген шамамен функционалды байланысты басқа шамалардың жамама өлшемдері негізінде көрсетілген бірліктердегі физикалық шаманың мәнін анықтау. Сонымен күш бірлігі - ньютонның жаңғыртылуы белгілі механика теңдеуі $F = mg$ негізінде жүзеге асырылады, мұндағы m – масса; g – еркін түсу үдеуі.

Бірлік өлшемін беру – бұл салыстырып тексеру немесе калибрлеу кезінде өлшенетін/калибрленетін ӨҚ сақтайтын бірліктің өлшемін эталонмен жаңғыртылатын немесе сақталатын бірліктің өлшеміне келтіру. Бірліктің өлшемі жоғарыдан төменге – дәлірек өлшеу құралдарынан аз дәлдікке дейін қарай беріледі.

«Өлшеу» деген сөз біздің күнделікті өміріміздің бір бөлігі болып табылады және оның нәтижелері көптеген салаларда қабылданған шешімдерге әсер етеді. Заңды мәмілелерде тұтынушы құқығын қорғау мақсаттарынан басқа, дәл өлшеу бүкіл әлем бойынша әлемдік деңгейде жұмыс істейтін компаниялармен және жергілікті өнім берушілермен өндірісті жандандыру жағдайында маңызды бола түсуде.

Соңғы 20 жылда өлшеуді бақылаудың рөлі, әсіресе бүкіл әлемде құрылған сынақ зертханалары мен калибрлеу зертханаларын аккредиттеу бағдарламалары аясында айтарлықтай өсті. ISO/IEC 17025 «Сынақ зертханалары мен калибрлеу зертханаларының құзыреттілігіне қойылатын жалпы талаптар» сапа менеджменті жүйесінің жалпы қабылданған стандарты өлшеу нәтижелерінің қадағалануына қатысты талаптар кешенін қамтиды.

Метрологиялық қауымдастықта жаһандық деңгейде қабылданған метрологиялық бақылап тексеру анықтамасы Метрологиядағы негізгі және жалпы терминдердің халықаралық сөздігіне (vim 3) енгізілген: «...өлшеу нәтижесінің қасиеті, онда нәтиже өлшеудің белгісіздігіне ықпал ететін құжатталған үздіксіз ка-

либрлеу тізбегі арқылы эталонмен байланысты болуы мүмкін.»

Бақылап тексеру дегеніміз – өлшеу нәтижесі, қай жерде өндірілгеніне қарамастан, мемлекеттік немесе халықаралық эталонмен байланысты болуы мүмкін және бұл байланыс құжатталған. Сонымен қатар, өлшем құралдарын өздері бақыланып тексерілетін жұмыс эталондары арқылы калибрлеу керек.

Осылайша бақылап тексеру өлшеу нәтижесінің қасиеті немесе эталонның мәні ретінде анықталады, онда ол мәлімделген белгісіздіктерге ие үздіксіз салыстыру тізбегі арқылы мәлімделген, әдетте мемлекеттік немесе халықаралық эталондармен байланыста болуы мүмкін.

Бақылап тексеру жүйесі маңызды, өйткені ол өлшеудің белгісіздігін бағалаудың стандартталған процедурасына сәйкес бүкіл әлем бойынша өлшеу дәлдігін салыстыруға мүмкіндік береді.

Әр елдің ҰМИ физикалық және химиялық шамалардың ұлттық эталондарын құруға және сақтауға жауапты болады.

Бүгінгі таңда МҒМО иелігіндегі республиканың эталондық базасында 104 бірлік мемлекеттік эталон мен эталондық жабдық бар.

Физикалық шама бірлігінің өлшемін мемлекеттік эталондардан жұмыс эталондарына және одан әрі жұмыс өлшем құралдарына берудің құрылымдық схемасы (өлшемдердің бақылап тексерілуі) және оның рөлі 1.1-суретте көрсетілген.

Бастапқы деңгейде Институт эталондарды халықаралық салғастыруға қатысу, эталондық жабдықты калибрлеу және сапа жүйесін бағалау арқылы халықаралық танылған талаптарға сәйкес өлшем бірлігін беруді қамтамасыз етеді. Осылайша, мемлекеттік эталондар өлшем бірліктерін бастапқы эталондардан калибрлеу/салыстырып тексеру арқылы салыстырып тексеру, калибрлеу және сынақ зертханаларының эталондарына беруге көпір болып табылады..

1.1-сурет – Өлшем бірлігінің өлшемін беру

ӨЛШЕМДЕРДІ БАҚЫЛАП ТЕКСЕРУДІ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

- Өлшемдерді бақылап тексеру былай қамтамасыз етіледі:
- ✓ Калибрлеу арқылы;
 - ✓ Салыстыруға қатысумен;
 - ✓ Зертхананы ISO/IEC 17025 стандартына сәйкестігіне аккредиттеу



ХӨСБ деректер базасында барлығы мынадай өлшем түрлері бойынша 93 СМС-қатар жарияланды

- Геометриялық шамаларды өлшеу
- Массаны өлшеу
- Күш пен қаттылықты өлшеу
- Тығыздық пен тұтырылғышты өлшеу
- Физикалық-химиялық өлшеу
- Жылу-физикалық және температуралық өлшеу
- Оптикалық-физикалық өлшеу
- Электр шамаларын өлшеу
- Уақыт пен жиілікті өлшеу



Салыстырып тексеру және калибрлеу зертханаларының эталондары қатысатын екінші деңгейде өлшем бірлігін беруді қамтамасыз етудің ұқсас жүйесі бар.

Өлшем бірлігін осы деңгейде беруді қамтамасыз ету үшін зертханаларға метрологиялық бақылап тексеру схемаларын белгілейтін өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласындағы мемлекетаралық, ұлттық стандарттарға немесе халықаралық құжаттарға сәйкес Қазақстан Республикасының шама бірліктерінің мемлекеттік эталондарына метрологиялық бақылап тексерілуі бар ұйымдарда өз эталондарын калибрлеуді жүргізу қажет.

Шама бірліктерінің мемлекеттік эталондары болмаған жағдайда, шама бірліктерінің өлшемдерін Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросының (KCDV BIPM) негізгі салғастырулар дерекқорында баламалылық дәрежесі расталған басқа мемлекеттердің шама бірліктерінің ұлттық эталондарынан беруге рұқсат етіледі.

Сондай-ақ Ұлттық аккредиттеу органының (ҰАО) талаптарына сәйкес зертханалар салыстырып тексеру/калибрлеу жөніндегі жұмыстарды жүргізуге арналған ИСО/МЭК 17025-2009 стандартының талаптарына сәйкестігіне Ұлттық аккредиттеу жүйесінде аккредиттеу рәсімінен өту

үшін зертханааралық салыстыруларға, ал сынақ зертханааралары үшін зертханааралық салыстырмалы сынақтарға қатысу арқылы өзінің техникалық құзыреттілігін көрсетуі қажет.

Халықаралық сапа стандарттары (ISO 9000, ISO/IEC 17025 және т.б.) бақылап тексеруді немесе өлшем бірлігін талап етеді. Бақылап тексеру тұжырымдамасы өнеркәсіпте қолданылатын аспаптан бастап мемлекеттік эталонға дейін өлшеу дәлдігі жоғары (өлшем белгісіздігі аз) аспаптармен салғастырудың үздіксіз тізбегін білдіреді.

Осылайша, өлшеулердің бақыланып тексерілуі ҚР-да жүргізілетін өлшеулердің нәтижелеріне, сәйкестік сертификаттарына және өнімді халықаралық деңгейде сынау хаттамаларына сенімділікті, нарықты өлшемнің анық емес нәтижелерінен қорғауды, сондай-ақ отандық өндірушілер тауарларының халықаралық нарықта кедергісіз айналымын қамтамасыз етеді.

Ұлттық метрология институтының негізгі функциялары келесідей тұжырымдалуы мүмкін

- бұл бастапқы метрологиялық зертхана; бұл ретте ол ұлттық өлшем стандарттарын әзірлейді және олардың бірліктерінің мөлшерін елдегі өнеркәсіп пен тұтынушыларға береді;

- ол екінші және үшінші зертханалар желісіне техникалық қолдау көрсете отырып, ұлттық өлшем жүйесін құрады және сақтайды;

- ол ұлттық жүйеге және ол арқылы халықаралық жүйеге өлшемдердің бақыланып тексерілуін қамтамасыз етеді;

- ол өлшемдерге, стандартты үлгілерге, калибрлеуге және олардың өлшемдерінің бақыланып тексерілуін ұйымдастыруға арналған ақпаратқа қатысты барлық салаларға техникалық қолдау көрсетеді;

- ол қазіргі бар әлемдік нарықтарда бәсекелестікті қамтамасыз ету үшін өнеркәсіп тарапынан талап етілетін ғылыми және техникалық инфрақұрылымды нығайтуға жәрдемдесе отырып, ғылыми қоғамдастық, өнеркәсіп және үкімет арасындағы эталондарды жаңғыртуға және

технологияларды тапсыруға қатысады;

- ол бастапқы эталондар мен ұлттық эталондар жүйесін әзірлеуді және оларды кейіннен жетілдіруді қолдайды;

- бұл өлшеу нәтижелерін халықаралық үйлестіру мен салыстыруды жеңілдетеді;

- ол ӨМҰ аймақтық метрологиялық ұйымында және BIPM үйлестіретін дүниежүзілік метрологиялық жүйеде елді білдіреді;

- ол халықаралық деңгейде ұйымдастырылған өзара салғастыруларға қатысады және ұлттық аккредиттеу органымен бірге елдегі калибрлеу зертханалары үшін ұлттық өзара салғастыруларды ұйымдастырады.

1.1 Өлшем бірліктерінің эталондарын салғастыру

Салғастыруды жүргізу және СМС-қатарларды декларациялау эталондар мен калибрлеу сертификаттарын өзара тану туралы халықаралық келісімнің (MRA келісімі) техникалық базасы болып табылады.

CIPM MRA Келісімінің міндеттері:

- ұлттық эталондардың барабарлық дәрежесін белгілеу (яғни, бұл эталондардың негізгі салғастыру кезінде анықталатын тірек мәндермен үйлесімділік дәрежесі, демек, бір-бірімен үйлестіріледі);

- CIPM MRA-ға қол қойған ҰМИ беретін калибрлеу және өлшем сертификаттарын өзара тану;

- үкіметтер мен басқа да әкімшілік органдарды халықаралық саудаға, ғылыми-техникалық ынтымақтастыққа және нормативтік құжаттаманы әзірлеуге қатысты неғұрлым кең уағдаластықтар үшін сенімді техникалық базамен қамтамасыз ету.

CIPM MRA келісімінің міндеттерін іске асыру тетіктері:

- салғастыруды ұйымдастыру және жүргізу;

- негізінен салғастыру нәтижелеріне негізделген қатысушылардың калибрлеу және өлшем мүмкіндіктерін ашық сараптамалық бағалау;

- қатысушылардың сапа менеджменті жүйесін енгізуі және құзыреттілігін көрсету.

CIPM MRA келісімінің нәтижелері BIPM негізгі салғастыруларының (KCDB) жалпыға қолжетімді дерекқорында жарияланған қатысушы институттардың халықаралық танылған (сарапшы тексерген және мақұлдаған) өлшемдік және калибрлеу мүмкіндіктері (СМС) болып табылады.

Ұлттық эталондардың барабарлық дәрежесі-бұл салғастыруға қатысатын ұлттық эталондардың негізгі салғастырудың тірек мәнімен үйлесімділігі және сол арқылы бір-бірімен үйлесімділік дәрежесі. Ол салғастыруға қатысу және СМС-мерзімін декларациялау нәтижелері бойынша белгіленеді.

СМС-қатарлар шама бірлігінің белгілі бір мемлекеттік эталонының калибрлеу және өлшеу мүмкіндіктерін білдіреді. Басқаша айтқанда, бұл институт өзінің метрологиялық қызметтерін тұтынушыларға кепілдік беретін калибрлеу мен өлшемдерінің дәлдік деңгейі.

Қазақстан Республикасының аумағында төменде келтірілген құжаттарда шама бірліктерінің мемлекеттік эталондары Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросының шама бірліктерінің эталондарымен және басқа мемлекеттердің шама бірліктерінің ұлттық эталондарымен салғастыруға жататыны туралы жазылған:

«Өлшем бірлігін қамтамасыз ету туралы» ҚР Заңы (10-бап);

2. Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрінің 27.12.2018 жылғы №927 бұйрығымен бекітілген Шама бірліктерінің мемлекеттік эталондарын және аккредиттеу субъектілері шама бірліктерінің эталондарын жасау, бекіту, сақтау, қолдану және салғастыру қағидалары (5-тарау);

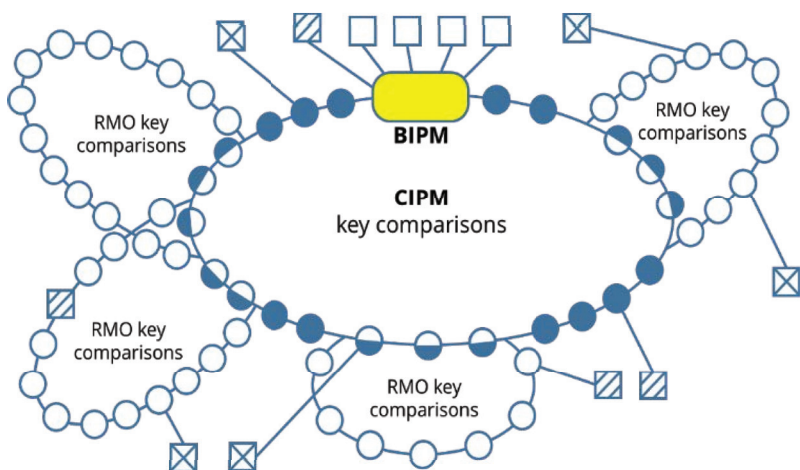
3. ҚР СТ 2.431 «Мемлекеттік шама бірліктері эталондарын құру, бекіту, тіркеу, салғастыру, калибрлеу, сақтау, қолдану, зерттеу, жетілдіру (жаңғырту) мен мемлекеттік өлшем бірлігі эталондарынан шама бірліктерін беру тәртібі» (9-бөлім).

Халықаралық салғастыруды жүргізу және KCDB базасында СМС-қатарларды жариялау тәртібі BIPM «Measurement comparisons in the CIPM MRA. Guidelines for organizing, participating and reporting CIPM MRA-G-11» и «Calibration

and measurement capabilities in the context of the CIPM MRA. Guidelines for their review, acceptance and maintenance CIPM MRA-G-13» құжаттарында регламенттеледі.

ҰМИ Өңірлік метрологиялық ұйымдар мен BIPM өлшеу түрлері жөніндегі консультативтік комитеттері шеңберінде халықаралық салғастыруларға қатыса алады. Сондай-ақ ҰМИ келісімі бойынша шама бірліктерінің эталондарын екі жақты салғастыруды жүргізе алады (1.2-сурет).

1.2-сурет – ҰМИ-дың салғастыруға қатысуы туралы иллюстрация



1.1.1 Салғастыру түрлері

Салғастырудың базалық және негізгі үш санаты бар:

- Халықаралық өлшем және салмақ бюросының негізгі және қосымша салғастырулары;
- Өңірлік метрологиялық ұйымдардың негізгі және қосымша салғастырулары;
- пилоттық салғастырулар.

BIPM дерекқорында елдің калибрлеу және өлшеу мүмкіндіктерін растау оңай емес. Салғастыру объектілерін өлшеу жүргізіледі және алынған нәтижелер шет елдердің құзыретті ұлттық метрологиялық институттары тарапынан екі сатылы халықаралық сараптамадан өтеді (1.3-сурет).

1.3-сурет – Салғастырудың салыстырмалы кестесі

	СІРМ салғастыру		ӨМҰ		
Іс-шара	Негізгі	Қосымша	Негізгі	Қосымша	Пилоттық
Мақсат	Таңдалған саладағы негізгі техника мен әдістерді тексеру	Негізгі салғастырулар мен қамтылмаған нақты қажеттіліктерді і қамтамасыз ету үшін	Түйінді салғастыруларды қамтуды кеңейту өңірлік	ӨМҰ негізгі салғастыруларымен қамтылмаған нақты қажеттіліктерді қамтамасыз ету үшін	Негізінен жаңа салалар немесе құралдар үшін өлшеу параметрлерін белгілеу үшін, немесе жаттықтыру жаттығулары ретінде жүргізіледі
Ұйыдастырушы	КК немесе ӨМҰ		ӨМҰ ТК/РГ		ВІРМ, КК, ӨМҰ
Техникалық хаттама	Түйінді салғастырулардың негізгі мөндерін анықтау әдісі жөніндегі ұсынысты қамтиды	Жалпы талаптарға сәйкес	СІРМ негізгі салғастыруларына және КК басшылық қағидаттарына сәйкес келеді	Жалпы талаптарға сәйкес	КК және ӨМҰ байланысты
Тіркеу	КСДБ-де тіркеледі				КСДБ-де тіркелмейді
Қатысушылар	Ең жоғары техникалық құзыреттілігі мен тәжірибеге ие зертханалар үшін ашық (КК мүшелері)		Ұйымдастырушы ӨМҰ шешімі бойынша ӨМҰ барлық мүшелері мен басқа институттар (оның ішінде бас РМО) үшін ашық		КК, ӨМҰ
Нәтижелер	Өлшенген мән және белгісіздік				
	Түйінді салғастырулардың негізгі мәні және эквиваленттілік деңгейі	Эквиваленттілік деңгейін қамтуы мүмкін	Эквиваленттілік деңгейі	Эквиваленттілік деңгейін қамтуы мүмкін	
Растау					КК және ӨМҰ практикасына сәйкес
	СМС расталады	СМС расталады	СМС расталады	СМС расталады	
СМС қолдау	DraftB СМС-ті қолдау үшін пайдаланылады	СМС қолдау үшін соңғы есеп керек	DraftB СМС-ті қолдау үшін пайдаланылады	СМС қолдау үшін соңғы есеп керек (КК бақылаумен)	Әдетте СМС қолдамайды
Жариялау	КСДБ-де жарияланады. Өзекті ақпаратқа қол жеткізу үшін пилоттық институт салғастыру мәртебесі туралы хабарлауға тиіс. Metrologia				КСДБ-де жарияланбайды. ВІРМ пилоттық салғастырулары ВІРМ сайтында қолжетімді. КК немесе ӨМҰ пилоттық салғастырулары қолжетімді болмауы мүмкін

1.1.2 Эталондарды салғастыру тәртібі

Салғастыруға қатысу және СМС-қатарларды жариялау тәртібі мынадай кезеңдерден тұрады:

ӨМҰ техникалық комитетінде салғастыру тақырыбын талқылау;

пилоттың қатысушылардың ұсыныстары негізінде салғастыру формулярын дайындауы;

ӨМҰ/ ВІРМ-де салғастыру тақырыбын тіркеу;

- пилоттың салғастырудың техникалық хаттамасын дайындауы және қатысушылармен келісуі;

- пилоттың салғастыру объектісін дайындауы және оны қатысушыларға табыстауы;

- техникалық хаттамаға сәйкес қатысушылардың салғастыру объектісін өлшеуді жүргізуі және нәтижелерді пилотқа жіберуі;

- пилоттың өлшеу нәтижелерін өңдеуі, Draft A және Draft B есебін дайындауы және қатысушылармен келісуі;

- қорытынды есеп жобасын BIPM-де қарауға жіберу;

- жобаға қатысушылардың СМС-қатарларды дайындауы және BIPM -де сараптамаға жіберуі;

- KCDB деректер базасында жариялау.

BIPM СМС-қатарының деректер базасы халықаралық саудадағы маңызды алғышарт болып табылатын және индустриялық әлемдегі барлық дерлік қиындықтарды жеңілдететін өлшемдерге сенімділікті қамтамасыз ететін өте маңызды халықаралық құжат болып табылады.

BIPM тізбесіндегі Қазақстан Республикасының СМС-қатарларының санын арттыру ел экономикасының драйвері болып табылады, өйткені ол ішкі және халықаралық ойыншылар үшін мемлекетіміздің метрологиялық ресурстарының өлшеу және калибрлеу мүмкіндіктерін растайды.

Ұзындық бірлігінің мемлекеттік эталондарының халықаралық салғастырулары

Халықаралық салғастырулар – ұлттық метрологиялық институттардың өлшеу және калибрлеу мүмкіндіктерін растау.

Физикалық шаманың мөлшерін, оның еселік немесе үлестік мәндерін жаңғыртуға, сақтауға және (немесе) беруге арналған ұлттық (мемлекеттік) эталондар халықаралық салғастырудан өтеді. Салғастыруды жүргізу қажеттілігі туралы шешімді халықаралық және (немесе) өңірлік метрология жөніндегі ұйымдардың ұсынымдарын ескере отырып, мемлекет, эталон иесі (пилот) қабылдайды. Салғастырулар ұлттық эталонды зерттеу және ол Халықаралық бірліктер жүйесі жаңғыртатын бірліктің мөлшерін анықтау жөніндегі жұмыстардың міндетті құрамдас бөлігі болып табылады. Салғастыру, әдетте, бірдей дәлдік деңгейінің эталондарына жатады. Эталондарды салғастыру тасымалданатын салыстырма-эталон (салғастыру объектісі) арқылы жүзеге

асырылады, ал ол болмаған жағдайда, салғастыруға қатысушы мемлекеттердің келісімі бойынша салғастыру құралы таңдалады. Салыстырма-эталон (салғастыру объектісі) тұрақтылық талаптарына сай болуға тиіс. Эталондарды салғастыру дөңгелек, радиалды немесе аралас болуы мүмкін. Салғастыру түрін таңдау (дөңгелек немесе радиалды) салыстырма-эталонның (салғастыру объектісі) тұрақтылығына байланысты жүзеге асырылады.

Эталондарды халықаралық салғастыру Халықаралық өлшемдер мен салмақтар комитетінің (ХӨСК) консультативтік комитеттерінің (ҚК) және өңірлік метрологиялық ұйымдардың қолдауымен жүргізіледі. Олар салғастырылатын эталондардың эквиваленттілігін және тиісінше салғастыруға қатысушы елдердегі өлшеулер мен сертификаттау сынақтарының дұрыстығын танудың заңды негізі болып табылады.

Эталондардың эквиваленттілігі деп олардың мәні немесе маңыздылығы бойынша практикалық мақсаттар үшін эталондардың теңдігі түсініледі. Эталондардың эквиваленттілігі олардың бірдейлігін білдірмейді. Екі ұлттық эталонның эквиваленттік дәрежесі – метрологиялық институттардың екі ұлттық эталоны эталоннан жаңғыртылатын бірлік мәні бойынша бір-біріне сәйкес келетін дәреже.

Халықаралық салғастыруларда салғастыру пилоты техникалық хаттаманы әзірлейді, хаттамада мынадай бөлімдер болады:

- жобаның сипаттамасы;
- жобаның мақсаты;
- салғастыруға қатысушылар;
- салғастыруды ұйымдастыру (салғастыруды жүргізу схемасы, салғастыру кестесі);
- салғастыру кезінде қолданылатын салғастыру объектісі;
- өлшемдерді орындау әдістемесі;
- өлшеу нәтижелерін ұсыну нысаны.

Геометриялық шамалардың эталондарының бірін салғастыруға мысал келтірейік.

Беткі текстураның параметрлері аймағынан эталондардың негізгі/қосымша салғастырулары.

Бөлшектің мұқият өңделген кез келген беті толығымен тегіс бола алмайды. Бөлшектің бетінің жылтырлығы мен тегістігінің мәні кез келген жағдайда сызбада көрсетілген мәннен, яғни номиналды мәннен өзгеше болады. Беткі параметрлерді алу профилометрлермен жүзеге асырылады. Профилометрлерді калибрлеу үшін кедір-бұдырлықтың эталондық өлшемдері (бір штрихты, көп штрихты) қолданылады. Калибрлеу және өлшеу мүмкіндіктерін бағалау және ұлттық эталондардың эквиваленттілік дәрежесін белгілеу мақсатында кедір-бұдырлық өлшемдерімен салғастыру жүргізіледі.

Салғастырудың мақсаты: ұлттық эталондардың эквиваленттілік дәрежесін белгілеу.

Салғастыру жүргізу схемасы: дөңгелек.

Салғастыру қағидаты: Салғастыруға қатысушылар өздерінің ұлттық эталондарында белгілі бір ғана учаскедегі бет текстурасының өлшемдерін өлшеуді орындайды. Алынған нәтижелер бойынша әр өлшем үшін мыналар есептеледі:

негізгі мән;

негізгі мәnnің кеңейтілген белгісіздігі;

эталондардың эквиваленттілік дәрежесі.

Салғастыруға қатысушылар 1.1-кестеде берілген.

1.1-кесте

№	Ел / Ұлттық метрология институты	Байланыстағы тұлға/мекенжайы
1.	1-зертхана	Эталон үшін жауапты адамның Т.А.Ә. Лауазымы Мекенжайы: Тел.: e-mail:
2.	2-зертхана	Эталон үшін жауапты адамның Т.А.Ә. Лауазымы Мекенжайы: Тел.: e-mail:

3.	3-зертхана	Эталон үшін жауапты адамның Т.А.Ә. Лауазымы Мекенжайы: Тел.: e-mail:
----	------------	---

Салғастыру кезінде қолданылатын салғастыру объектісі.

Жұмыстарды жүргізу үшін мынадай екі өлшем қолданылды – 1 мкм Ra номиналымен ПРО-10 және 0,1 мкм Ra номиналымен техникалық бетті салыстыру үлгісі (ШП жайпақ тегістеу). Өлшемдердің жалпы түрі және өлшеу аймақтарының орналасуы 1.4-суретте берілген.

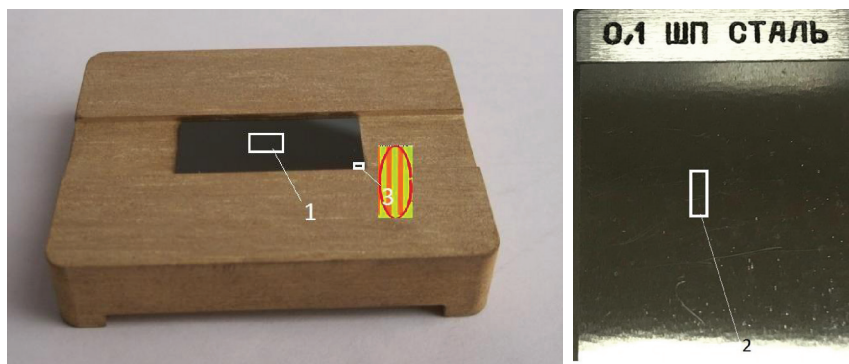
Салғастыру жүргізу кезіндегі сыртқы орта жағдайлары

Өлшемдерді өлшеу жүргізілген сыртқы ортаның жағдайлары 1.2-кестеде берілген.

1.2-кесте

Сипаттама атауы	Салғастыру хаттамасына сәйкес өлшеуге рұқсат етілетін жағдайлар
Қоршаған ауа температурасы, °C	20±1
Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы, %	40-тан 50-ге дейін
Ауа температурасының өзгеруі, °C/сағ, артық емес	1,0

1.4-сурет – Өлшемдердің жалпы түрі және өлшеу аймақтарының орналасуы



а) ПРО-10 өлшемі

б) Салыстыру үлгісі жайпақ тегістеу

Өлшеу жүргізу әдістемесі

Өлшеу жүргізу үшін әр өлшемде өлшемі 5×4 мм болатын орташа аймақ таңдалды. ПРО-010 өлшемінде жеке кедір-бұдырдың (жырықтың) тереңдігін өлшеу үшін өлшемі 0,9×0,9 мм болатын өлшемнің төменгі оң жақ бұрышына орналасқан аймақ таңдалды, ал одан әрі талдау үшін өлшемі 0,7×1,2 мм болатын учаске таңдалды.

Өлшемдерде аймақ ауданы бойынша біркелкі орналасқан және аражабынсыз, алаңның көлемі 0,9×0,9 мм тиісінше 1 және 2-аймақтарда он өлшемнен, ал 3-аймақта бір рет өлшеу жүргізілді. Әрбір өлшеу үшін (1 және 2-аймақтарда) бағдарлама көмегімен Sa топографиялық параметрін есептеу, содан кейін алынған нәтижелерді профильдер сериясында конвертациялау және профиль параметрлерін (Ra) есептеу жүргізілді. Әрбір аймақ үшін параметрдің орташа мәні және ОША есептелді. 3-аймақты өлшеу нәтижесі де бағдарламаға жүктелді, профильдер сериясына түрлендіру жүргізілді және ISO 5436-1 сәйкес тәуекел тереңдігі параметрі есептелді, параметрдің орташа мәні және ОША есептелді.

Өлшеу нәтижелерін ұсыну

Эталонның құрамына кіретін аспап пен бергіштің типтері 1.3-кестеде берілген.

1.3-кесте

Зертхана	Бергіш типі	Өлшенетін алаңның мөлшері, мм
1-зертхана	Калибрленген пьезожетек	0,9×0,9
2-зертхана	Фазалық шкалалы интерферометр базасында	0,9×0,9
3-зертхана	Сүңгішті, фазалық шкалалы интерферометр базасында	0,9×0,9

Өлшеудің математикалық моделі

Беттің биіктік параметрінің мәні мына формула бойынша есептеледі:

$$Y = X_u + \delta_{RS} + \delta_s + \delta_{str} + \delta_{FR} + \delta_R + \delta_L + \delta_C \quad (1.1)$$

мұндағы Y – беткі элементтің биіктігі, мкм;

X_u - өлшеу нәтижелерінің орташа арифметикалық мәні, мкм;

δ_{RS} - есептеу кезінде сүңгіш радиусын есепке алмау әсеріне түзету (сүңгіш аспаптар үшін);

δ_s - өлшемнің белгісіздігі (орташа СКО), мкм;

δ_{str} - бағыттаушының түзу сызығынан ауытқуға түзету (сүңгішті аспаптар үшін);

δ_{FR} - жүйенің қайталануына түзету, мкм;

δ_R - жүйенің рұқсат ету қабілетіне түзету, мкм;

δ_L - пьезожетектің/бергіштің сызықтық еместігіне түзету, мкм;

δ_C - калибрлеу өлшеміне түзету, мкм.

Өлшеу нәтижелері

Ұлттық эталондардағы өлшемдерді өлшеу нәтижелері 1.4-кестеде көрсетілген.

1.4-кесте

Өлшем	Пара-метр	Алынған мән, мкм			Декларацияланатын жиынтық стандартты белгісіздік, мкм		
		1-зерт-хана	2-зерт-хана	3-зерт-хана	1-зерт-хана	2-зерт-хана	3-зерт-хана
ПРО-10 1-аймақ	Sa	1,024	1,035	1,054	0,0075	0,0075	0,009
	Ra	1,014	1,027	1,043	0,007	0,0075	0,009
ШП 0,1 2-аймақ	Sa	0,131	0,150	0,125	0,01	0,009	0,009
	Ra	0,098	0,121	0,098	0,008	0,0075	0,009
ПРО-10 зона 3	h (жы-рық те-реңді-гі)	2,207	2,210	2,210	0,007	0,007	0,009

E_n - өлшемшарт бойынша өлшеу нәтижелерін тексеру

Жеке өлшеулердің нәтижелері арасындағы ішкі тығыздықты тексеру үшін E_n -өлшемшарт қолданылды. $k=2$ үшін, $|E_n| \leq 1$.

$$E_n = \frac{1}{k} \cdot \frac{x_j - x_{ref}}{\sqrt{u_j^2 - u_{ref}^2}}, \quad (1.2)$$

$$x_{ref} = \frac{\sum_{j=1}^n p_j \cdot x_j}{\sum_{j=1}^n p_j}, \quad (1.3)$$

$$u_{ref} = \frac{1}{\sqrt{\sum_{j=1}^n \frac{1}{u_j^2}}}, \quad (1.4)$$

$$p_j = \frac{1}{u_j^2}, \quad (1.5)$$

гмұндағы x_j , - j нөмірлі зертхананы өлшеу нәтижесі;

u_j - j нөмірлі зертханадан мәлімделген стандартты белгісіздік;

p_j - j нөмірлі зертхананың өлшеу нәтижесінің безбені;

x_{ref} – салғастырулардың негізгі мәні (орташа өлшенген);

u_{ref} - негізгі мәннің стандартты белгісіздігі;

n – салғастыруға қатысушылардың саны.

Про-10 өлшемі үшін E_n -өлшемшартының мәні (S_a параметрі) 1.5-кестеде берілген.

1.5-кесте

Сипаттама атауы	Зертхананың аббревиатурасы		
	1-зертхана	2-зертхана	3-зертхана
Зертхананың өлшеу нәтижесі x_j , мкм	1,024	1,035	1,054
Зертханадан мәлімделген u_j жиынтық стандартты белгісіздігі, мкм	0,0075	0,0075	0,009
x_{ref} салғастырулардың негізгі мәні (орташа өлшенген), мкм	1,036		
u_{ref} негізгі мәннің стандартты белгісіздігі, мкм	0,0046		
E_n өлшемшартының мәні	-0,68	-0,05	0,9

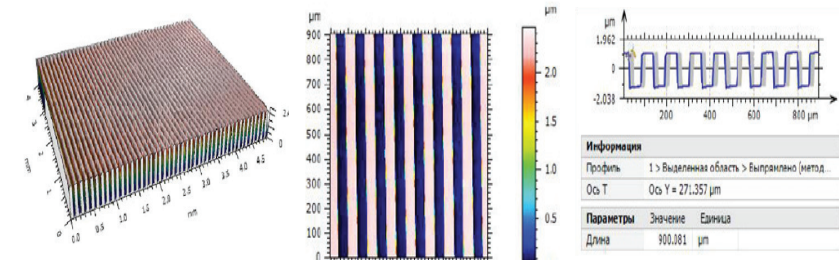
ПРО-10 өлшемі үшін E_n -өлшемшартының мәндері (Ra параметрі) 1.6-кестеде берілген.

1.6-кесте

Сипаттама атауы	Зертхананың аббревиатурасы		
	1-зерт-хана	2-зерт-хана	3-зерт-хана
Зертхананың өлшеу нәтижесі x_j , мкм	1,014	1,027	1,043
Зертханадан мәлімделген u_j жиынтық стандартты белгісіздігі, мкм	0,007	0,0075	0,009
x_{ref} салғастырулардың негізгі мәні (орташа өлшенген), мкм	1,026		
u_{ref} негізгі мәnnің стандартты белгісіздігі, мкм	0,0045		
E_n өлшемшартының мәні	-0,71	0,08	0,87

3D форматындағы ПРО-10 өлшемінің өлшенген беткі текстурасы 1.5-суретте көрсетілген.

1.5-сурет – 3D форматындағы ПРО-10 өлшемінің өлшенген беткі текстурасы



ШП өлшемі үшін E_n -өлшемшартының мәні (S_a параметрі) 1.7-кестеде берілген.

1.7-кесте

Сипаттама атауы	Зертхананың аббревиатурасы		
	1-зерт-хана	2-зерт-хана	3-зерт-хана
Зертхананың өлшеу нәтижесі x_j , мкм	0,131	0,150	0,125
Зертханадан мәлімделген u_j жиынтық стандартты белгісіздігі, мкм	0,01	0,009	0,009
x_{ref} салғастырулардың негізгі мәні (орташа өлшенген), мкм	0,136		

u_{ref} негізгі мәннің стандартты белгісіздігі, мкм	0,0054		
E_n өлшемшартының мәні	-0,21	0,69	-0,51

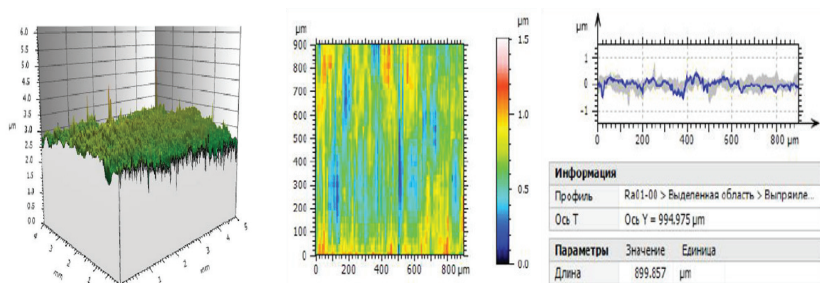
ШП өлшемі үшін E_n -өлшемшартының мәні (Ra параметрі) 1.8-кестеде берілген.

1.8-кесте

Сипаттама атауы	Зертхананың аббревиатурасы		
	1-зерт-хана	2-зерт-хана	3-зерт-хана
Зертхананың өлшеу нәтижесі x_j , мкм	0,098	0,121	0,098
Зертханадан мәлімделген u_j жиынтық стандартты белгісіздігі, мкм	0,008	0,0075	0,009
x_{ref} салғастырулардың негізгі мәні (орташа өлшенген), мкм	0,107		
u_{ref} негізгі мәннің стандартты белгісіздігі, мкм	0,0047		
E_n өлшемшартының мәні	-0,49	0,08	-0,45

3D форматындағы ШП өлшемінің өлшенген беткі текстурасы 1.6-суретте көрсетілген.

1.6-сурет – 3D форматындағы ШП өлшемінің өлшенген беткі текстурасы

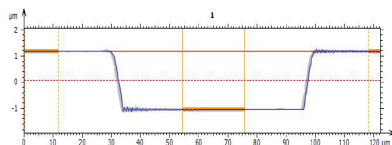
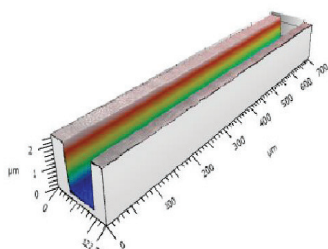


Бір штрих өлшемі үшін E_n - өлшемшартының мәндері (ПРО-10, 3-аймақ) 1.9-кестеде берілген. 3D форматындағы ПРО-10 бір штрихты өлшемінің өлшенген беткі текстурасы 1.7-суретте көрсетілген.

1.9-кесте

Сипаттама атауы	Зертхананың аббревиатурасы		
	1-зерт-хана	2-зерт-хана	3-зерт-хана
Зертхананың өлшеу нәтижесі x_j , мкм	2,207	2,210	2,210
Зертханадан мәлімделген u_j жиынтық стандартты белгісіздігі, мкм	0,007	0,007	0,009
x_{ref} салғастырулардың негізгі мәні (орташа өлшенген), мкм	2,209		
u_{ref} негізгі мәннің стандартты белгісіздігі, мкм	0,0044		
E_n өлшемшартының мәні	-0,12	0,07	0,06

1.7-сурет – 3D форматындағы ПРО-10 бір штрихты өлшемінің өлшенген беткі текстурасы



Информация			
Профиль	Rad > Выбрано (метод наименьших квадратов) > Выделенная область > Выделенная область		
Объём	Объём = 1748,745 µm³		
Режим отображения параметров	Статистические результаты по серии		
Параметры			
	Стат.	Шаг 1	Единица
Средняя глубина	Среднее значение	2,210	µm
	Стандартное отклонение	0,002	µm

Салыстыруға қатысушылардың өлшемдері үшін E_n өлшемшартының барлық мәндері белгіленген деңгейден $|E_n| \leq 1$ төмен болады.

Қорытындылар

Салғастыру нәтижелері өлшеу белгісіздіктерінің мәлімделген мәндерге сәйкестігін көрсетеді.

Салғастырылатын эталондар эквивалентті.

1-зертханада, 2-зертханада және 3-зертханада жүргізілген беткі құрылым параметрлерін өлшеу саласындағы ұзындық бірлігі эталондарын салғастыру нәтижелері оң деп танылады.

Масса бірлігінің мемлекеттік эталондарының халықаралық салғастырулары

Масса бірлігінің мемлекеттік эталондарын халықаралық салғастырудың мақсаты – масса саласындағы ұлттық эталондардың эквиваленттілік дәрежесін белгілеу және СМС-қатарларды [5] Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросы-

ның деректер базасында жариялау мүмкіндігін қамтамасыз ету мақсатында килограмның еселік және үлестік бірліктері саласында [4] негізгі салғастыруларды жасау.

Салғастыруға қатысушы елдердің мемлекеттік бастапқы эталоны белгілі номиналды массасы бар, платина-иридий қорытпасынан немесе тот баспайтын болаттан жасалған кіртас болып табылады. Масса бірлігін массаның өлшем құралдарына беруге арналған қайталама-эталондар тот баспайтын болаттан жасалған кіртастар болып табылады. Масса бірлігін жоғары дәлдікпен бақылап тексеру 1 мг-ден 20 кг-ға дейінгі диапазонда жүзеге асырылады. Негізгі салғастырулардың мақсаты – массаны өлшеу саласындағы қатысушы елдердің ҰМИ калибрлеу және өлшеу мүмкіндіктерін (СМС) тексеру.

Әр кіртастың массасын (нақты мән) және осы мәннің кеңейтілген белгісіздігін салыстыру ұсынылады. Негізгі мән ретінде барлық қатысушылардың нәтижелері бойынша алынған массаның орташа өлшенген мәні (CRV) пайдаланылады. Байланыс зертханалары ретінде ССМ: ССМ.М1-К1 және ССМ.М5-К1 негізгі салғастыруларына қатысқан масса зертханалары болады.

Кіртастармен орындалатын барлық манипуляциялар пинцеттермен немесе басқа қолайлы аксессуарлармен орындалуға тиіс. Кіртастардың бетіне жалаңаш қолды тигізбеу керек.

Салыстырма-эталондар зертханада болған уақытта – өлшеулер орындалмайтын кезде, кіртастар шаңнан, ылғалдан және конденсат тамудан қорғалған жерде, мысалы, шыны қалпақ астында сақталуға тиіс.

Температураны тұрақтандыру: өлшеуді орындар алдында кіртастар температураны тұрақтандыруға жеткілікті қалыпты жағдайда сақталуға тиіс (келген күннен бастап 5 күннен кем емес уақыт).

Өлшеу алмастыру әдісімен (Борд) жүзеге асырылады. АВВА немесе АВВВ циклдерінен 6-дан кемінде 3 серия орындалады. Кіртастың массасы максималды ықтимал дәлдікпен анықталуға тиіс.

Итергіш күшке түзету жасау міндетті. Ауа тығыздығын CIPM 1981/91 формуласы немесе аппроксимациялық форму-

ла арқылы анықтауға болады. Салғастырулар жөніндегі есепте салғастыруға қатысушы қандай формула қолданылғанын көрсетуге тиіс.

Зерттелетін кіртас (салыстырма-эталон) массасының мәнін бағалау үшін оны бастапқы эталон кіртаспен немесе эталон кіртастардың жиынтығымен салыстыру жүргізілуге тиіс. Нақты массаны бағалау мынаған сәйкес орындалады:

$$m_X = m_R + \overline{\Delta m}, \quad (1.6)$$

мұндағы m_R – бастапқы кіртастың немесе бастапқы кіртастар жиынтығының массасы.

Кіртастарды салғастыру нәтижесі ретінде кіртастарды «X» және «R» индекстерімен салыстырудың n нәтижесінің арифметикалық орташа мәні алынады, олардың әрқайсысы АВВА циклі бойынша орындалады.

$$\overline{\Delta m} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \Delta m_i. \quad (1.7)$$

Салыстырудан алынған әрбір нәтижеден ауаның итергіш күшіне түзету енгізіледі:

$$\Delta m_i = \Delta m_{w_i} + \rho_{a_i} (V_X - V_R), \quad (1.8)$$

мұндағы Δm_{w_i} – зерттелетін және бастапқы кіртас көрсеткіштерінің мына формула бойынша анықталатын түзетілген айырмасы:

$$\Delta m_{w_i} = \Delta I_i (1 - \rho_0 / \rho_c) \cdot \frac{1 - \rho_{a,adj} / \rho_{adj}}{1 - \rho_0 / \rho_{adj}}. \quad (1.9)$$

$\Delta I < 3000d$ шартын орындау кезінде (d – компараторды санау дискреттілігі) мынаны қабылдауға болады:

$$\Delta m_{w_i} = \Delta I_i. \quad (1.10)$$

Бөлу бағамы λ болатын таразылар үшін:

$$\Delta m_{w_i} = \Delta I_i \cdot \lambda \cdot \left(1 - \frac{\rho_a}{\rho_s} \right), \quad (1.11)$$

$$\lambda = \frac{m_s}{I(m_R + m_s) - I(m_R)} - \text{таразының бөлу бағамы.} \quad (1.12)$$

$$\Delta I_i = \frac{1}{2} (I_{X1_i} - I_{R1_i} - I_{R2_i} + I_{X2_i}) \quad (1.13)$$

n өлшеу циклінің A типті белгісіздіктері мына формула бойынша анықталады:

$$u_A^2 = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (\Delta m_i - \overline{\Delta m})^2. \quad (1.14)$$

B типті белгісіздіктер мына формула бойынша бағаланады:

$$u_B^2 = u_{m_R}^2 + u_b^2 + u_{\Delta m_W}^2, \quad (1.15)$$

мұндағы $u_{m_R} = \sqrt{\left(\frac{U_R}{k} \right)^2 + u_{inst}^2}$ - бастапқы кіртасқа байланысты белгісіздік құрауышы;

u_b – итергіш күшке түзетудің дәлсіздігіне байланысты белгісіздік құрауышы;

$u_{\Delta m_W}$ – өлшеу процесіне байланысты белгісіздік құрауышы.

Итергіш күшке түзетудің дәлсіздігіне байланысты белгісіздік құрауышына u_{ρ_a} ауа тығыздығының мәніне байланысты құрауышты және зерттелетін және бастапқы кіртастың көлемінің (тығыздығының) белгісіздігіне байланысты құ-

рауыштарды қамтиды.

Массаның нақты мәні үшін итергіш күшке түзетудің дәлсіздігіне байланысты белгісіздік мына формула бойынша анықталады:

$$u_b^2 = (V_X - V_R)^2 \cdot u_{\rho_a}^2 + \rho_a^2 \cdot (u_{V_X}^2 + u_{V_R}^2), \quad (1.16)$$

немесе:

$$u_b^2 = \left(m_R \cdot \frac{\rho_R - \rho_X}{\rho_R \rho_X} u_{\rho_a} \right)^2 + (m_R \rho_a)^2 \cdot \left(\frac{u_{\rho_X}^2}{\rho_X^4} - \frac{u_{\rho_R}^2}{\rho_R^2} \right). \quad (1.17)$$

u_{ρ_a} ауа тығыздығының белгісіздігі C.6.3-3 OIML R 111 формуласы бойынша есептеледі.

Өлшеу процесіне байланысты белгісіздік құрауышы мына формула бойынша есептеледі:

$$u_{\Delta m_W}^2 = \left[\frac{(1 - \rho_A / \rho_S)}{I(m_0 + m_S) - I(m_0)} \right]^2 \cdot (\overline{\Delta I} \cdot u_{m_S})^2 \quad (1.18)$$

немесе:

$$u_{\Delta m_W}^2 = \left(\Delta \bar{I} \cdot \frac{u_{adj}}{c_{adj}} \right)^2. \quad (1.19)$$

Әдетте, $u_{adj} / c_{adj} \leq 5 \cdot 10^{-4}$ электрмагниттік компенсация қағидатына құрылған компаратор үшін.

Ус жиынтық стандартты белгісіздік:

$$u_c(m_X) = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}. \quad (1.20)$$

Массаны өлшеу үшін u кеңейтілген белгісіздігі, әдетте $k = 2$ қамту коэффициенті, кеңейтілген белгісіздік мына формула

бойынша есептеледі

$$U = 2 \cdot u_c(m_X) \quad (1.21)$$

Қамту коэффициентін таңдаудың негізділігін тексеру үшін ν_{eff} тиімді еркіндік дәрежесі есептеледі:

$$\nu_{eff} = (n-1) \frac{u_c^4(m_X)}{u_A^4}. \quad (1.22)$$

Егер тиімді еркіндік дәрежесі 50-ден кем болса, онда қамту коэффициенті 1.10-кестеден таңдалуға тиіс.

1.10-кесте – Стьюдент бөлуі кестесі

Стьюдент бөлуі		Стьюдент бөлуі		Стьюдент бөлуі	
1	12,7060	15	2,1314	29	2,0452
2	4,3020	16	2,1190	30	2,0423
3	3,1820	17	2,1098	32	2,0360
4	2,7760	18	2,1009	34	2,0322
5	2,5700	19	2,0930	36	2,0281
6	2,4460	20	2,0860	38	2,0244
7	2,3646	21	2,0790	40	2,0211
8	2,3060	22	2,0739	42	2,0180
9	2,2622	23	2,0687	44	2,0154
10	2,2281	24	2,0639	46	2,0129
11	2,2010	25	2,0595	48	2,0106
12	2,1788	26	2,0590	50	2,0086
13	2,1604	27	2,0518	51	2,0000
14	2,1448	28	2,0484		

Белгіленулер:

X – зерттелетін кіртасты белгілейтін индекс;

R – бастапқы эталондық кіртасты белгілейтін индекс;

m_x – зерттелетін кіртастың массасы;

m_R – бастапқы эталондық кіртастың массасы;

$\overline{\Delta m}$ – зерттелетін және бастапқы эталондық кіртастар массаларының айырмашылығы;

Δm_w – ауадағы зерттелетін және бастапқы эталондық кіртастарды салыстыру нәтижесі;

ΔI – кіртастарды салыстыру кезінде салмақ көрсеткіштерінің айырмашылығы;

m_s – салмақтың сезімталдығын анықтауға арналған кіртас массасы;

ρ_a – ауа тығыздығы;

V_R – бастапқы эталондық кіртастың көлемі;

V_x – зерттелетін кіртастың көлемі;

ис – стандартты белгісіздік (1σ), «с» индексі жиынтық белгісіздікті білдіреді;

U_R – А типі бойынша стандартты белгісіздік;

U_R – бастапқы кіртастың кеңейтілген белгісіздігі;

u_{inst} – бастапқы кіртастың тұрақсыздығына байланысты стандартты белгісіздік.

Уақыт пен жиілік бірлігінің мемлекеттік эталондарының халықаралық салғастырулары

Уақыт пен жиіліктің мемлекеттік бастапқы эталоны (бұдан әрі – УЖМБЭ) әлемнің 80 жетекші зертханасымен қатар халықаралық атомдық уақыт шкаласын қалыптастыруға үнемі қатысады, сондай-ақ Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросында өлшеу және калибрлеу мүмкіндіктерінің тіркелген қатарлары бар.

Салғастыруларға қатысу

Ұлттық уақыт шкаласын жүргізу туралы деректер Халықаралық өлшемдер мен салмақтар бюросының (Circular T, UTC rapid) бюллетенінде ай сайын жарияланады. Есепті кезең ішіндегі уақыт пен жиілік эталоны «CCTF-K001.UTC Calculation of the reference time scale

UTC» (UTC уақыттың эталондық шкаласын есептеу) тақырыбы бойынша халықаралық негізгі салғастыруларға қатысты.

BIPM-ге берілетін УЖБЭ өлшем ақпараты UTC және UTCr қалыптастыруға арналған бірнеше ақпарат ағындарын қамтиды:

- UTC(KZ) ұлттық уақыт шкаласына қатысты УЖБЭ құрамынан СУЖС уақыт шкалаларының ығысуы туралы деректер;

- UTC(KZ) ұлттық уақыт шкаласына қатысты ҒНСЖ және GPS уақыт шкалаларының ығысулары туралы деректер.

1.13-сурет – УЖБЭ-2021 сыртқы түрі

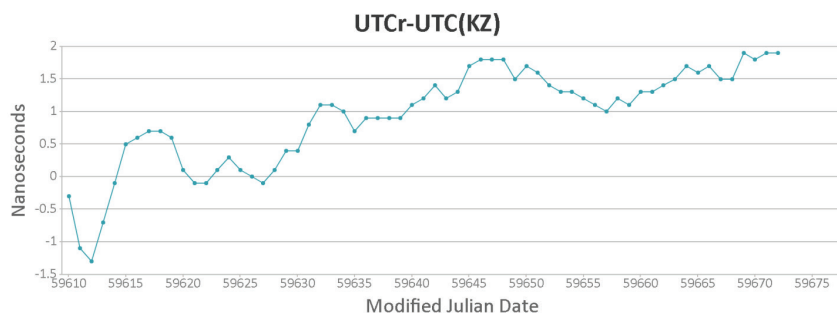


Осылайша:

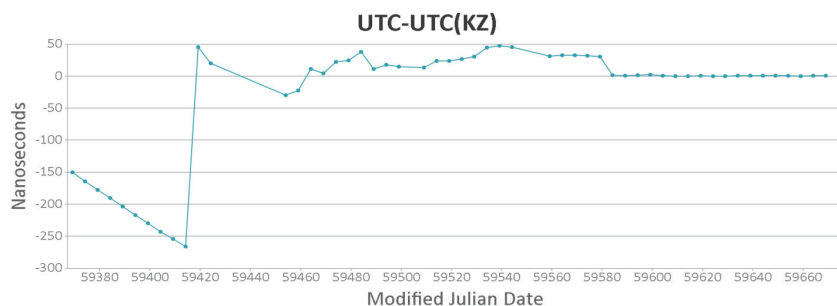
- халықаралық Негізгі Салғастыруларға УЖБЭ қатысуын;
- UTC, UTCr уақыт шкалаларын қалыптастыруға үлесін;
- UTC-ке UTC(KZ) ұлттық уақыт шкаласын бақылап тексеруін қамтамасыз етеді.

Төменде BIPM «Т» №№ 402÷410 циркулярларында жарияланған халықаралық Негізгі Салғастырулардың нәтижелері берілген (1.14, 1.15-суреттер).

1.14-сурет – UTC қатысты үйлестірілген уақыт шкалаларының ығысуы



1.15-сурет – UTCr қатысты үйлестірілген уақыт шкалаларының ығысуы



Ұлттық уақыт шкалалары UTC(KZ) өз сипаттамалары бойынша жетекші шетел зертханаларының уақыт шкалалары деңгейінде болады.

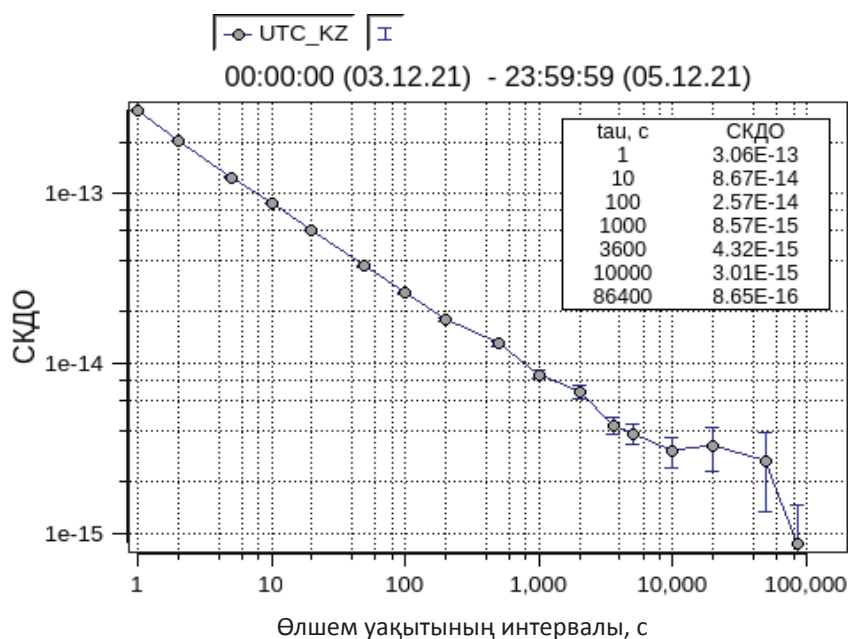
СМС декларациялау

Уақыт және жиілік зертханасы Негізгі Салғастырулар Деректер Қорында (KCDV) тіркелген. УЖБЭ тану өнімнің техникалық сипаттамаларын растау құралы болып табылатын дәлелқорын қамтамасыз ете отырып, ҚР УЖБЭ өлшеу мүмкіндіктерін растайтын калибрлеу және өлшеу мүмкіндіктерінің (СМС) 21 жолы жарияланды.

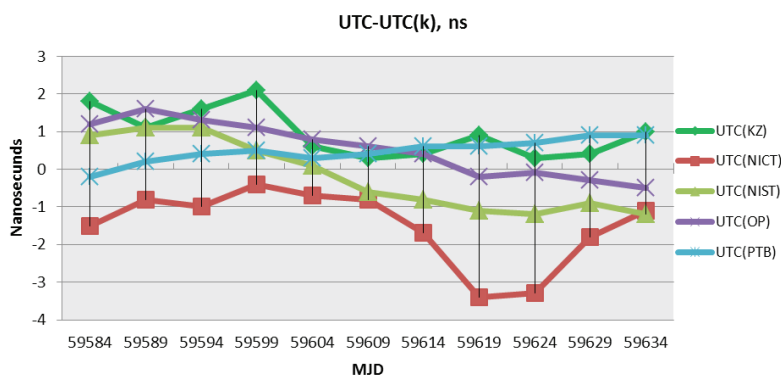
ВІРМ Уақыт департаментінің (Circular T және UTCr) ай сайынғы жарияланым нәтижелері бойынша қазіргі күні UTC қатысты UTC(KZ) ұлттық шкала тәртібі ± 2 нс құрайды, бұл УЖБЭ-2007 бұрынғы шкаласынан ± 2500 нс дәл (жаңартуға дейін UTC(KZ) жай-күйі) және «CSTF-K001.

UTC Calculation of the reference time scale UTC» (UTC эталондық уақыт шкаласын есептеу) тақырыбы бойынша халықаралық негізгі салғастыруларға қатысатын әлемнің 80 зертханасының жоғары көрсеткіштерінің бірі болып табылады.

1.9-сурет – UTC(KZ) жиілік тұрақсыздығы



1.10-сурет – UTC қатысты UTC(KZ) ұлттық шкаласының тәртібі



1.2 Өлшем құралдарын салыстырып тексеру

Салыстырып тексеру заңнамалық метрологияның бөлігі болып табылады.

Мемлекеттік реттеуге жатқызылатын өлшем тізбелерінде және нормативтік құқықтық актілерде метрологиялық талаптар белгіленген мемлекеттік метрологиялық бақылау объектілері болып табылатын ӨҚ айналымға шығарылу алдында олардың типі бекітілгеннен кейін немесе метрологиялық аттестаттаудан және өлшем бірлігін қамтамасыз ету мемлекеттік жүйесінің тізілімінде тіркелгеннен кейін, жөндеуден кейін пайдаланылу кезеңінде салыстырылып тексеріледі.

Анықтамаға сәйкес, ӨҚ салыстырып тексеру – ӨҚ міндетті метрологиялық талаптарға сәйкестігін растау мақсатында орындалатын операциялар жиынтығы. Қарапайым сөзбен айтқанда, салыстырып тексеру - оның көрсеткіштерінің дұрыс екендігін растайтын аспаппен өлшеуді орындаудың дұрыстығын тексеру. Салыстырып тексерудің оң нәтижелері сертификатпен және/немесе таңбамен куәландырылады.

Салыстырып тексеру процедурасынан өту үшін міндетті түрде бірліктердің мемлекеттік және жұмыс эталондары, салыстырып тексеру схемалары, арнайы техникалық жабдықтар, әзірленген салыстырып тексеру әдістемелері, дайындалған салыстырып тексеруші қызметкерлер, сондай-ақ бірқатар салыстырып тексеру өлшем жабдықтары болуы керек. Бұл процесті іске асыру өте қиын, сондықтан ҰМИ және аккредиттелген зертханалар салыстырып тексеруді орындайды.

Салыстырып тексеру жұмыстарын тиісінше орындамағаны және тиісті нормативтік құжаттардың талаптарын сақтамағаны үшін метрология қызметі немесе салыстырып тексеру жұмыстары орындалған аккредиттелген зертхана жауапты болады.

Жабдықты пайдалану қауіпсіздігі мен тиімділігін қамтамасыз ету үшін оның қаншалықты маңызды екенін тек сенімді жабдықты пайдалану қажет болатын қызмет салалары заңнамалық түрде белгіленгендігін білдіреді. Газ және мұнай, медициналық және фармакологиялық, химия және құрылыс өнеркәсібі салыстырып тексеру міндетті болып табылатын аспаптарды пайдаланады.

Салыстырып тексеруді ұйымдастыру және жүргізу тәртібі ҚР

СТ 2.4 «Өлшем құралдарын салыстырып тексеру. Ұйымдастыру және өткізу тәртібі» стандартында баяндалған.

1.2.1 Салыстырып тексеру ұғымы мен түрлері

ӨҚ бастапқы, мерзімді, кезектен тыс, инспекциялық және сараптамалық салыстырып тексерулерден өтеді.

Бастапқы салыстырып тексеру - жаңа ӨҚ немесе жөндеуден, техникалық қызмет көрсетуден, реттеуден кейін, сондай-ақ сату кезінде шетелден ӨҚ әкелу кезінде салыстырып тексеру.

Мерзімді (қайталама) салыстырып тексеру пайдалануда немесе сақтауда болатын ӨҚ қатысты жүзеге асырылады, осы ӨҚ үшін белгіленген салыстырып тексеру аралық уақыт интервалдары арқылы орындалады.

Кезектен тыс салыстырып тексеру – оны кезекті мерзімді салыстырып тексеру мерзімі басталғанға дейін жүргізілетін ӨҚ салыстырып тексеру. Мүдделі тұлғаның (иесінің, пайдаланушының және т.б.) бастамасы бойынша жүргізіледі

Инспекциялық салыстырып тексеру – ӨҚ жай-күйі мен қолданылуына инспекциялық бақылауды жүзеге асыру кезінде мемлекеттік метрология қызметінің органы жүргізетін салыстырып тексеру.

Жиынтық салыстырып тексеру - ӨҚ метрологиялық сипаттамаларын анықтайтын, оған біртұтас тұтастық берілген салыстырып тексеру.

Элемент бойынша салыстырып тексеру - ӨҚ метрологиялық сипаттамаларының мәндері оның элементтерінің немесе бөліктерінің метрологиялық сипаттамалары бойынша белгіленетін салыстырып тексеру.

Іріктемелі салыстырып тексеру – партиядан кездейсоқ іріктелген ӨҚ тобын салыстырып тексеру, оның нәтижелері бойынша бүкіл партияның жарамдылығы бағаланады.

Сараптамалық салыстырып тексеру - ӨҚ метрологиялық сипаттамалары, дұрыстығы және ӨҚ пайдалануға жарамдылығы мәселелер бойынша келіспеушіліктер туындаған кезде жүргізіледі.

Метрологиялық тізбектің барлық буындарындағы бірліктер өлшемінің дұрыс берілуін қамтамасыз ету салыстырып тексеру схемалары арқылы жүзеге асырылады. Салыстырып

тексеру схемасы - бұл әдістер мен дәлсіздіктерді көрсете отырып, бірліктің өлшемін эталоннан жұмыс өлшем құралдарына беруге қатысатын ӨҚ қатар бағынуды белгілейтін нормативтік құжат. Салыстырып тексеру схемалары туралы негізгі ережелер ГОСТ 8.061-80 келтірілген. Салыстырып тексеру схемалары мемлекеттік және жергілікті болып бөлінеді.

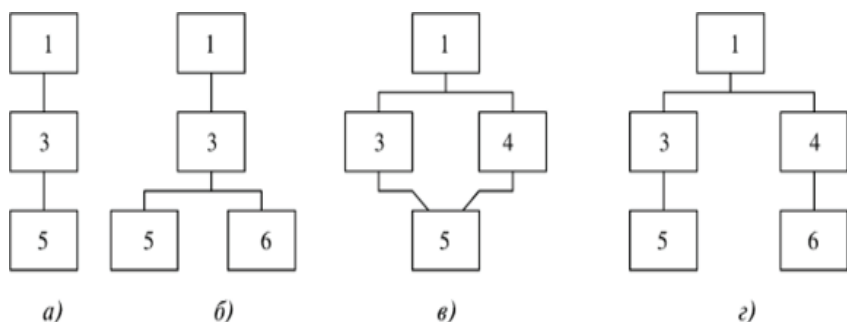
Мемлекеттік салыстырып тексеру схемасы елдегі берілген физикалық шаманың барлық ӨҚ таралады. Ол салыстырып тексеру схемасының сызбасынан және сызбаға түсініктемелері бар мәтіндік бөліктен тұратын мемлекеттік стандарт түрінде әзірленеді.

Жергілікті салыстырып тексеру схемасы өңірде, салада, ведомствода немесе жеке кәсіпорында (ұйымда) қолданылатын ӨҚ таралады.

Жергілікті тексеру схемалары бірдей физикалық шамалардың ӨҚ үшін мемлекеттік салыстырып тексеру схемаларына қайшы келмеуге тиіс. Олар мемлекеттік салыстырып тексеру схемасы болмаған кезде жасалуы мүмкін. Онда аспаптардың нақты типтерін (даналарын) көрсетуге жол беріледі. Жергілікті салыстырып тексеру схемалары сызба түрінде рәсімделеді.

Салыстырып тексеру схемасы бір немесе бірнеше өзара байланысты шамалардың бірліктерінің өлшемін беруді белгілейді. Ол өлшемді берудің кем дегенде екі сатысын қамтуға тиіс. Өлшемді беру кезінде салыстырып тексеру схемаларының графикалық кескінінің элементтері 1.23-суретте көрсетілген.

1.23-сурет - Өлшемді беру кезінде салыстырып тексеру схемаларының графикалық кескін элементтері



а - 1-эталоннан 3-әдіспен 5-объектіге; б - 1-эталоннан 3-әдіспен 5 және 6-салыстырып тексеру объектілеріне; в - 1-эталоннан 3 немесе

4-әдіспен 5-салыстырып тексеру объектісіне; 2 - 1-эталоннан 3-әдіспен 5-салыстырып тексеру объектісіне және 4-әдіспен 6-салыстырып тексеру объектісіне

Өлшеу ауқымдары, қолдану шарттары мен салыстырып тексеру әдістері бойынша біршама ерекшеленетін бірдей шамадағы ӨҚ үшін, сондай-ақ бірнеше физикалық шамалардың өлшем құралдары үшін бөліктерге бөлуге рұқсат етіледі. Салыстырып тексеру схемасының сызбаларында мыналар көрсетілуге тиіс:

- өлшем құралдары мен салыстырып тексеру әдістерінің атаулары;
- физикалық шаманың номиналды мәндері немесе олардың ауқымдары;
- өлшем құралдарының дәлсіздіктерінің рұқсат етілген мәндері;
- салыстырып тексеру әдістерінің дәлсіздіктерінің рұқсат етілген мәндері.

ӨҚ салыстырып тексеру әдістемесі - орындалуы ӨҚ белгіленген метрологиялық сипаттамаларға сәйкестігін айқындауға және растауға мүмкіндік беретін операциялар жиынтығының сипаты.

ӨҚ салыстырып тексеру әдістемесі ұлттық стандарт, мемлекетаралық стандарт немесе ұйым стандарты түрінде әзірленеді және ӨҚ белгіленген техникалық және метрологиялық талаптарға сәйкестігін растау үшін пайдаланылады.

1.3 Өлшем құралдарын калибрлеу

Калибрлеу өнеркәсіптік метрологияның бөлігі болып табылады.

ӨҚ калибрлеу – өлшем бірліктерін қамтамасыз етудің мемлекеттік реттеу саласынан тыс қолданылатын сол ӨҚ метрологиялық сипаттамалар мен метрологиялық жарамдылықтың нақты мәндерін анықтау мақсатында орындалатын операциялар жиынтығы.

1.3.1 Калибрлеу ұғымы мен түрлері

Аспаптарды калибрлеу процедурасының екі типі бар, атап айтқанда:

- бастапқы калибрлеу;
- қайталама калибрлеу.

Бастапқы калибрлеу

Осы процедураға сәйкес жүйе бастапқы эталон бойынша калибрленеді.

Шығын өлшегіштерді калибрлеу кезінде, егер шығын сұйықтықтың уақыты мен көлемін немесе салмағын өлшеу арқылы анықталса, онда бұл бастапқы калибрлеу деп аталады.

Қайталама калибрлеу

Осы процедураға сәйкес, бастапқы калибрлеуден өткен құрылғы дәлдігі төмен басқа құрылғыларды одан әрі калибрлеу үшін қайталама эталон ретінде пайдаланылады.

Турбиналық типтегі шығын өлшегіш басқа шығын өлшегіштерді калибрлеу үшін қайталама эталон ретінде пайдаланылады.

ӨҚ калибрлеу осы ӨҚ өндірушісі, иесі немесе пайдаланушысы айқындайтын тәртіппен шама бірліктерінің мемлекеттік эталондарына бағынатын шама бірліктерінің эталондарын қолдана отырып жүргізіледі.

Шама бірліктері мен ӨҚ эталондарын калибрлеу процедура-сын МҒМО, өндірушілер, ӨҚ иелері немесе пайдаланушылары, сондай-ақ «Сәйкестікті бағалау саласындағы аккредиттеу туралы» Қазақстан Республикасының Заңына сәйкес аккредиттелген калибрлеу зертханалары жүргізеді.

Өлшем бірліктері мен ӨҚ эталондарын калибрлеу нәтижелері ӨҚ салынатын калибрлеу белгісімен және (немесе) калибрлеу сертификатымен куәландырылады. Калибрлеу сертификатында метрологиялық сипаттамалардың нақты мәндері, өлшемдердің метрологиялық бақылап тексерулері, өлшем нәтижесінің белгісіздігі және ҚР СТ ИСО/МЭК 17025 стандартының талаптарына сәйкес басқа да мәліметтер келтіріледі.

Өндірістен шығару кезінде калибрлеуден өтетін ӨҚ жай-күйі үшін өндірушілер, пайдалану кезінде осы ӨҚ пайдаланушылары және (немесе) иелері жауапты болады.

Калибрлеу жүйесі - бұл мемлекеттік метрологиялық бақылауға жатпайтын және калибрлеу жұмыстарын ұйымдастыруға және жүргізуге қойылатын белгіленген талаптар негізінде әрекет ететін салалардағы өлшем бірлігін қамтамасыз етуге бағытталған қызмет

субъектілері мен калибрлеу жұмыстарының жиынтығы.

Калибрлеу құралдары - калибрлеу әдістемелеріне сәйкес калибрлеу кезінде қолданылатын эталондар және басқа ӨҚ.

ӨҚ калибрлеу әдістемесі - өлшем бірлігі немесе ӨҚ эталонына калибрлеуді жүргізу тәртібі мен процедураларын белгілейтін құжат.

ӨҚ калибрлеу әдістемелері шама бірліктері эталондарының және ӨҚ метрологиялық сипаттамаларының түпкі мәндерін белгілеу жөніндегі операцияларды жүргізу үшін пайдаланылады және ӨҚ калибрлеу әдістемелерін шама бірліктерінің эталондарын және калибрлеуді орындайтын заңды тұлғалар, оларды жасаушылар, иелері және (немесе) пайдаланушылар әзірлейді және бекітеді.

Қазақстан Республикасының калибрлеу жүйесінің қатысушыларының функциялары

Уәкілетті орган келесі функцияларды жүзеге асыра отырып, ҚР КЖ субъектілерінің қызметін үйлестіреді:

мемлекеттік органдардың, жеке және заңды тұлғалардың өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласындағы қызметін үйлестіру;

шама бірліктерінің мемлекеттік эталондарын және аккредиттеу субъектілерінің шама бірліктерінің эталондарын құру, бекіту, сақтау, қолдану және салғастыру тәртібін айқындау;

аккредиттеу кезінде аккредиттеу субъектілері мен заңды тұлғалар үшін өлшемдердің метрологиялық бақылап тексеруін қамтамасыз ету тәртібін айқындау.

МҒМО мынадай функцияларды жүзеге асырады:

ҚР КЖ жұмыс істеуінің негізгі қағидаттары мен қағидалары бойынша ұсыныстар қалыптастырады;

ҚР СТ қызметін жетілдіру бойынша ұсынымдар әзірлейді;

өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласындағы нормативтік құқықтық актілердің жобаларын қарайды, ҚР СТ қызметін регламенттейтін нормативтік құжаттарға өзгерістер мен толықтыруларды бекіту немесе енгізу туралы ұсыныстар жібереді;

калибрлеу саласында зерттеулер жүргізудің негізгі бағыттарын айқындайды;

калибрлеу саласындағы халықаралық ынтымақтастықтың бағыттарын қарайды және айқындайды;

елдегі калибрлеу қызметін реттейтін нормативтік құжаттарды әзірлейді;

ӨҚ калибрлеу әдістемелерін әзірлеуді, метрологиялық са-
раптаманы ұйымдастыруды және үйлестіруді жүзеге асырады;

метрология саласындағы ғылыми-техникалық білімді на-
саттауды және таратуды, калибрлеу қызметімен айналысатын
метролог мамандардың тәжірибе алмасуын ұйымдастыруды
жүзеге асырады;

ҚР КЖ мәселелері бойынша консультациялық қызметті жүзе-
ге асырады;

республиканың және шет елдердің калибрлеу зертханала-
рымен өзара іс-қимылды жүзеге асырады;

калибрлеу қызметі саласында кадрларды даярлау және
олардың біліктілігін арттыру жөніндегі іс-шараларды жүргізеді;

шама бірліктерінің мемлекеттік немесе халықаралық эталон-
дарынан өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласында өз қызметін
жүзеге асыратын аккредиттелген заңды тұлғаларға эталондар
мен ӨҚ калибрлеу жолымен бірлік өлшемдерін беруді қамтама-
сыз етеді.

Аккредиттеу саласындағы заңнамаға сәйкес аккредиттеу
жөніндегі органның негізгі функцияларына мыналар жатады:

- өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласында өз қызметін жү-
зеге асыратын заңды тұлғаларды аккредиттеу және калибрлеу
жұмыстарын жүргізуге қойылатын талаптардың сақталуына ин-
спекциялық тексерулер жүргізу;

- өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласында өз қызметін жүзе-
ге асыратын аккредиттелген заңды тұлғалардың тізбесін жүргі-
зу және аккредиттеу нәтижелері бойынша ақпаратты жариялау
үшін дайындау.

Аккредиттелген калибрлеу зертханаларының және құрамы-
на ҚР КЖ калибрлеу зертханалары кіретін заңды тұлғалардың
негізгі функцияларына мыналар жатады:

- ӨҚ калибрлеу, оның ішінде бөгде ұйымдар үшін;
- ӨҚ калибрлеу әдістемелерін әзірлеу.

1.4 Зертханааралық салғастыру сынақтары

Зертханалардың біліктілігін тексеру (РТ) зертханалар жүргі-

зетін өлшеу/сынау/ талдау/зерттеу қызметінің сапасын сыртқы (үшінші тарап) мониторинг процедураларына жатады. ISO/IEC 17025, ISO 15189, ISO 15193 халықаралық құжаттарының ережелеріне сәйкес, құзыретті зертхана, егер мұндай мүмкіндік болса, қолданыстағы біліктілікті тексеру бағдарламаларына мезгіл-мезгіл қатысуға тиіс. Біліктілікті тексеру зертханаішілік бақылауға қосымша зертхана қызметінің сапасын мониторингілеу және растау тәсілі болып табылады.

Біліктілікті тексеруді жүргізуге Біліктілікті тексеру провайдерлері жауапты болады. Провайдерлердің біліктілікті тексеру бағдарламаларын ұйымдастыру және жүргізу жөніндегі қызметі және олардың сапа жүйесіне қойылатын талаптар ISO/IEC 17043 халықаралық құжатымен реттеледі.

Біліктілікті тексерудің негізгі құралы зертханааралық салғастыру болып табылады.

Зертханааралық салғастырулар (бұдан әрі - ЗАС) - бұрын белгіленген шарттарға сәйкес екі немесе одан да көп зертханалардың бір немесе бірнеше ұқсас үлгілерді өлшеуді немесе сынауды ұйымдастыру, орындау және бағалау.

Зертханааралық салғастырулар - бұл негізгі болып табылатын көптеген мәселелерді шешуге болатын әмбебап құрал:

- 1) біліктілікті тексеру;
- 2) өлшем әдістемелерін валидациялау;
- 3) стандартты үлгілерді сертификаттау;
- 4) ұлттық эталондардың негізгі салғастырулар.

Зертханааралық салғастырулар бірқатар міндеттер үшін кеңінен пайдаланылады және халықаралық деңгейде көбірек қолданылудан табады. Зертханааралық салғастырудың міндеттері мыналар болып табылады:

белгілі бір сынақтар немесе өлшемдер жүргізу бойынша зертханалардың жұмыс істеу сипаттамаларын бағалау және оларға тұрақты мониторинг жүргізу;

зертханаларда, мысалы, дұрыс емес өлшеу немесе сынау процедураларын қолданумен, оқыту мен персоналды басқарудың тиімділігінің жеткіліксіздігімен немесе жабдықты дұрыс емес калибрлеумен байланысты проблемаларды анықтау және оларды жою;

сынау әдістерінің тиімділігі мен салыстырымдылығын белгілеу;

зертхана тапсырыс берушілерінің қосымша сенімін қамтамасыз ету;

зертханалар арасындағы айырмашылықтарды анықтау;

салғастыру нәтижелеріне негізделген қатысушы зертханаларды оқыту;

мәлімделген белгісіздікті растау.

Зертхананың жұмыс сапасына үнемі сенім арту қажеттілігі тек зертханалар мен олардың тапсырыс берушілері үшін ғана емес, сонымен қатар инспекциялық ұйымдар, зертханаларды аккредиттеу органдары және зертханаларға қойылатын талаптарды белгілейтін басқа ұйымдар сияқты басқа да мүдделі тараптар үшін маңызды. Аккредиттелген зертханалар үшін ЗАС қатысу Қазақстан Республикасының Аккредиттеу жүйесіндегі техникалық құзыреттілікті растаудың ажырамас бөлігі болып табылады. БСТ ISO/IEC 17011-2008 «Сәйкестікті бағалау. Сәйкестікті бағалау органдарын аккредиттеу жөніндегі органдарға қойылатын талаптар» аккредиттеу жөніндегі органдарға біліктілікті тексеруге зертханалардың қатысуын және осындай тексеру кезінде алынған жұмыс істеу сипаттамаларын назарға алуды талап етеді.

Біліктілікті тексеру белгілі бір сынау, өлшеу, салыстырып тексеру/калибрлеу немесе бақылау саласында бір немесе бірнеше турда әзірленуі және жүзеге асырылуы мүмкін біліктілікті салыстырып тексеру бағдарламалары арқылы іске асырылады. Біліктілікті тексеруге қатысушылар нәтижелерінің жұмыс істеу сипаттамалары алынған деректерді талдау және ГОСТ ISO/IEC 17043-2013 (В қосымшасы) және БСТ ISO 13528-2011 «Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons» (Зертханааралық салғастыру арқылы зертханалардың біліктілігін тексеру кезінде қолданылатын статистикалық әдістер) баяндалған статистикалық әдістерді қолдану негізінде айқындалады

БСТ ISO 13528-2011 ГОСТ ISO/IEC 17043-2013 қосымшасы болып табылады және зертханалардың біліктілігін тексеру кезінде статистикалық әдістерді қолдану бойынша егжей-тегжейлі нұсқауды қамтамасыз етеді.

2-тарау

Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесінің тізілімі

«Өлшем бірлігін қамтамасыз ету туралы» Қазақстан Республикасы Заңының (бұдан әрі – Заң) 1-бабына сәйкес Қазақстан Республикасының мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесінің тізілімі - бұл өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласындағы объектілерді, жұмысқа қатысушылар мен құжаттарды тіркеуді есепке алу құжаты.

«Өлшем бірлігін қамтамасыз ету туралы» Қазақстан Республикасы Заңының 6-4 - бабына сәйкес уәкілетті орган ҚР СИМ Техникалық реттеу және метрология комитеті (бұдан әрі – Комитет) Қазақстан Республикасының мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесінің тізілімін (бұдан әрі - ҚР МӨЖ тізілімі) жүргізу тәртібін айқындайды.

ҚР МӨЖ тізілімін жүргізу «Өлшем бірлігін қамтамасыз ету мемлекеттік жүйесінің тізілімін жүргізу қағидаларына» (Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрінің 2018 жылғы 27 желтоқсандағы № 929 бұйрығымен бекітілген) сәйкес жүзеге асырылады.

Комитет ҚР МӨЖ тізілімін мына бөлімдер бойынша жүргізуді ұйымдастырады:

- «Шама бірліктерінің мемлекеттік эталондары»;
- «Өлшем құралдарының бекітілген типтері»;
- «Метрологиялық аттестаттаудан өткен өлшем құралдары»;
- «Стандартты үлгілердің бекітілген типтері»;
- «Өлшем құралдарын салыстырып тексеру әдістемесі»;
- «Өлшемді орындау әдістемесі»;
- «Шама бірліктерінің мемлекеттік эталондарын сақтаушы ғалымдар»;
- «Өлшем құралдарын салыстырып тексерушілер».

ҚР МӨЖ тізілімі ресми ақпарат көзі болып табылады. ҚР МӨЖ тізілімінде қамтылған мәліметтер базасында мүдделі

мемлекеттік басқару органдарына, жеке және заңды тұлғаларға, оның ішінде шет елдерге ақпараттық қызмет көрсету жүзеге асырылады.

Барынша толық және жедел қызмет көрсету мақсатында ҚР МӨЖ тізілімінен ақпарат ақпараттық сипаты бар тізілім деректеріне еркін қол жеткізу мүмкіндігімен веб-порталда орналастырылады.

«Шама бірліктерінің мемлекеттік эталондары» бөлімінде метрологиялық қызметтер қолда бар бастапқы эталондардың метрологиялық қамтамасыз етілуін талдау үшін салыстырып тексеруді және калибрлеуді қамтамасыз ету үшін эталондардың сипаттамаларын қарай алады.

ҚР МӨЖ тізілімінде ӨҚ болуы туралы ақпарат Заң талаптарын орындау үшін ӨҚ жеткізушілер мен пайдаланушылар үшін қажет.

Тізілімнен алынған ақпарат Заңның 19-бабының 1-тармағын сақтау үшін салыстырып тексеру құқығына аккредиттелген метрологиялық қызметтердің жұмысын жеңілдетеді, ҚР МӨЖ тізіліміне енгізу кезінде белгіленген ӨҚ салыстырып тексеру аралық интервалы туралы ақпарат алады.

ӨҚ салыстырып тексеру әдістемесі ӨҚ белгіленген техникалық және метрологиялық талаптарға сәйкестігін анықтау және растау үшін пайдаланылады және ҚР МӨЖ тізілімінде міндетті тіркеуге жатады. ҚР МӨЖ тізілімінде бекітілген және тіркелген салыстырып тексеру әдістемелерін салыстырып тексеруге келіп түсетін ӨҚ салыстырып тексеру үшін метрологиялық қызметтер пайдаланады.

ҚР МӨЖ тізілімінде республикадан тыс жерлерде жүргізілген ӨҚ бастапқы салыстырып тексеруді тану туралы ақпарат көрсетіледі.

ҚР МӨЖ тізілімінде тіркелген стандартты үлгілер сынақтар кезінде ӨҚ типін бекіту, метрологиялық аттестаттау және салыстырып тексеру мақсаттары үшін пайдаланылады. Сонымен қатар, стандартты үлгілер зертханаларда сапаны ішкі бақылауды жүзеге асыру, калибрлеу, градуирлеу, ӨҚ теңшеу, зертханааралық салыстырмалы сынақтар жүргізу және т.б. кезінде пайдаланылады.

«Өлшем құралдарының бекітілген типтері», «Стандартты үлгілердің бекітілген типтері» және «Метрологиялық аттестаттаудан өткен өлшем құралдары» бөлімдерінде метрологиялық сипаттамалар (өлшеу ауқымы, дәлсіздік шегі және т.б.) туралы ақпаратты қамтиды, бұл тұтынушыларға қажетті ӨҚ мен стандартты үлгілерді таңдау кезінде бағдарлауға мүмкіндік береді.

ӨОӘ қажетті сипатталған сипаттамадан аспайтын дәлсіздікпен өлшемдердің орындалуын қамтамасыз ету мақсатында әзірленеді және қолданылады.

Мемлекеттік метрологиялық бақылауды жүзеге асыру салаларында қолданылатын ӨОӘ міндетті метрологиялық аттестаттауға және мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесінің тізілімінде тіркеуге жатады.

ҚР МЖӘ тізілімінің «Өлшем құралдарын салыстырып тексерушілер», «Шама бірліктерінің мемлекеттік эталондарын сақтаушы ғалымдар» бөлімдері метрология саласындағы мамандардан метрологиялық жұмыстардың нақты түрлерін (ӨҚ салыстырып тексеру, техникалық құжаттаманы метрологиялық сараптау, өлшемдерді орындау әдістемелерін метрологиялық аттестаттау, мемлекеттік эталондарға қызмет көрсету және пайдалану жөніндегі жұмыстарды орындау және т.б) жүргізуге мүмкіндік беретін тиісті біліктіліктің болуы туралы ақпаратты, республикада өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласындағы аттестатталған салыстырып тексерушілердің жалпы саны туралы ақпаратты алуға мүмкіндік береді; өлшемнің нақты түрлерін тексеру немесе метрологиялық жұмыстардың белгілі бір түрлерін жүзеге асыру бойынша мамандарды іздеуге, республиканың нақты кәсіпорындары немесе өңірлері бойынша мамандарды іздеуге мүмкіндік береді.

ҚР МӨЖ тізілімінде көрсетілген ақпарат кәсіпорындардың метрологиялық қызметтері, аккредиттелген салыстырып тексеру зертханалары, ӨҚ пайдаланушылар, мемлекеттік метрологиялық бақылауды жүзеге асыратын органдар үшін қызығушылық тудырады.

ҚР МӨЖ тізілімінің бағдарламасы бөлімдер бойынша ҚР МӨЖ тізілімінің дерекқорымен жұмыс істеуге мүмкіндік бе-

реді, оның көмегімен қажетті жолдар бойынша іздеуді жүзеге асыруға болады. Деректерді іздеу функциясы тиісті жолдарда бір жазбаны немесе жазбалар тобын жедел іздеу үшін қажет. Жалпы, бағдарлама тізілім объектілері туралы ақпарат алу мақсатында қолайлы.

2.1 Өлшем құралдарының типін бекіту тәртібі

ӨҚ Қазақстан Республикасындағы мемлекеттік метрологиялық бақылаудың маңызды объектілері болып табылады. Айналысқа шығарар алдында бұл құралдар оларды ел аумағында заңды қолдану үшін кейіннен типті бекіте отырып, сынауға жатады.

ӨҚ сынау - бұл ӨҚ белгіленген нормаларға сәйкестігін анықтауға бағытталған бірқатар операцияларды қамтитын процесс. Бұл процесс сынақ объектілеріне әртүрлі сынақ әсерлерін, өндіруші мәлімдеген метрологиялық сипаттамаларды растауды және ҚР МӨЖ тізіліміне ӨҚ деректерін енгізуді қамтиды.

Сынаууды жүргізу және өлшем құралдарының типін бекіту тәртібін сипаттайтын ҚР СТ 2.21 «Қазақстан Республикасының мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Сынақтар жүргізу және өлшем құралдарының типін бекіту тәртібі» сәйкес сынауды жүргізеді.

ӨҚ типін бекіту ӨҚ типін және партиясының типін бекіту мақсатында сынауларды қамтитын процесс болып табылады. Бұл процестерді МҒМО Қазақстан Республикасы мен үшінші елдердің аккредиттелген сынақ, салыстырып тексеру, калибрлеу зертханаларының материалдық-техникалық базасын пайдалана отырып жүргізеді.

Процедураны орындау барысында сынақ бағдарламасы, типті сипаттау жобасы және салыстырып тексеру әдістемесі әзірленеді. Осы құжаттардың негізінде мәлімделген метрологиялық сипаттамалар расталады және техникалық реттеу және метрология жөніндегі уәкілетті орган (бұдан әрі – уәкілетті орган) ӨҚ типін бекіту туралы сертификат береді.

Сериялық шығарылатын ӨҚ типін бекіту туралы сертификаттың қолданылу мерзімі уәкілетті органның шешімімен 5 жылға айқындалады.

ӨҚ партиясының типін бекіту туралы сертификаттың қолданылу мерзімі мерзімсіз болып табылады.

2.2 Өлшем құралдарын метрологиялық аттестаттауды жүргізу тәртібі

Қазақстан Республикасының аумағында оларды заңды қолдану мақсатында мемлекеттік метрологиялық бақылау объектілері болып табылатын жеке даналарда айналысқа шығарылатын ӨҚ үшін метрологиялық аттестаттауды жүргізуге жол беріледі. Метрологиялық аттестаттау ҚР СТ 2.30 «Қазақстан Республикасының мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Өлшем құралдарын метрологиялық аттестаттауды жүргізу тәртібі» сәйкес жүргізіледі.

Әдетте метрологиялық сертификаттау мұнай мөлшерін өлшеу жүйесі, газ шығынын өлшеу жүйесі және т.б. сияқты өлшеу жүйелерінен өтеді. Осы процесті Қазақстан Республикасының және басқа елдердің аккредиттелген сынақ, салыстырып тексеру, калибрлеу зертханаларының материалдық-техникалық базасын тарта отырып, МҒМО жүзеге асырады.

Метрологиялық аттестаттау процесінде өлшем құралдарын салыстырып тексеру бағдарламасы мен әдістемесі әзірленеді. Егер өлшем құралы аттестаттаудан сәтті өтсе, онда ол бастапқы салыстырып тексеруді қажет етпейді. Алайда, өлшеулердің дәлдігін қамтамасыз ету үшін кезекті салыстырып тексеру эксперименттік зерттеулер хаттамасының күнінен салыстырып тексеру аралық интервал өткеннен кейін жүргізіледі.

Өлшем құралдарын метрологиялық аттестаттау туралы шешім мерзімсіз қолданылу мерзімі бар метрологиялық аттестаттау туралы сертификатпен расталады.

2.3 Өлшем құралдарының типін бекітуді тану тәртібі

ӨҚ типін бекіту мақсатында сынау, оларды метрологиялық аттестаттау, салыстырып тексеру және калибрлеу нәтижелерін өзара тану туралы келісімге қатысушы мемлекеттердің аумақтарында шығарылған ӨҚ МАҚ 06-2019 «Сынақ нәтижелерін және ӨҚ типін бекітуді, бастапқы салыстырып

тексеруді, метрологиялық аттестаттауды тану тәртібі» процедурасы бойынша ҚР МӨЖ тізілімінде тіркеуден өте алады.

Сынақтардың нәтижелерін тану және ӨҚ типін бекіту, сондай-ақ оларды бастапқы салыстырып тексеру Келісімге қатысушы мемлекеттердің аумақтарында жүргізілген өлшем құралдарына қатысты жүзеге асырылады.

Келісімге қатысушы мемлекеттердің құрамына Ресей Федерациясы, Әзірбайжан Республикасы, Армения Республикасы, Беларусь Республикасы, Түрікменстан, Қазақстан Республикасы, Өзбекстан Республикасы, Қырғыз Республикасы, Молдова Республикасы сияқты елдер кірді.

Сынақтардың нәтижелерін тануды және ӨҚ типін бекітуді, оларды бастапқы салыстырып тексеруді Келісімге қатысушы мемлекеттің метрология (өлшем бірлігін қамтамасыз ету) жөніндегі уәкілетті органы (бұдан әрі – ұлттық орган) жүзеге асырады.

ӨҚ метрологиялық аттестаттауды тануды, егер келісімге қатысушы мемлекеттің өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласындағы заңнамада осы метрологиялық рәсім көзделген жағдайда, ұлттық органдар жүзеге асырады.

ӨҚ типін бекітуді және бастапқы салыстырып тексеруді тану туралы шешімді Ұлттық орган Келісімге қатысушы мемлекеттің ұлттық органы өтініш берушіге берген ӨҚ типін бекіту туралы куәліктің (сертификаттың) қолданылу мерзімі кезеңінде береді, оның аумағында өтініш беруші бекітілген типтегі ӨҚ өндірістен шығаруды жүзеге асырады және оларды бастапқы салыстырып тексеруді ұйымдастырады.

3-тарау

Өлшемдерді орындау әдістемесі

Өлшемдерді орындау әдістемесі - орындалуы өлшем жүргізудің осы өлшемдерді орындау әдістемесімен белгіленген дәлдікпен өлшем нәтижелерінің алынуын қамтамасыз ететін операциялар мен ережелер жиынтығы.

ӨОӘ ұлттық стандарт, мемлекетаралық стандарт немесе ұйым стандарты түрінде әзірленеді және олардың параметрлерін белгіленген дәлдікпен бағалау мақсатында, сондай-ақ есепке алу операцияларын жүргізу үшін зерттеу объектілерін сынау кезінде қолданылады.

Мемлекеттік метрологиялық бақылауды жүзеге асыру салаларында қолданылатын ӨОӘ міндетті метрологиялық аттестаттауға және мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесінің тізілімінде тіркеуге жатады.

3.1 Өлшемдерді орындау әдістемелерін әзірлеу тәртібі

ӨОӘ-сін МҒМО, өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласындағы қызметті жүзеге асыратын жеке және заңды тұлғалар әзірлейді.

7. ӨОӘ-ге құжаттар әзірлеу мынадай:

1) ГОСТ 8.010 «Мемлекеттік өлшем бірлігін қамтамасыз ету жүйесі. Өлшемдерді орындау әдістемелері. Негізгі ережелер» (бұдан әрі – ГОСТ 8.010) стандартына сәйкес бастапқы деректерді қалыптастыру;

2) өлшеу есебін тұжырымдау және өлшенетін шаманың сипаттау;

3) өлшеу есебін шешудің ықтимал әдістерін алдын ала іріктеу;

4) өлшем әдістерін және құралдарын (оның ішінде стандартты үлгілерді, аттестатталған қоспаларды) қосалқы жабдықтарды, реактивтерді және материалдарды таңдау;

5) еңбек қауіпсіздігі мен экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз ету жөніндегі талаптарды, операторлардың біліктілігіне қойылатын талаптарды қоса алғанда, өлшеулерді дайын-

дау және орындау кезінде операциялардың дәйектілігі мен мазмұнын белгілеу;

6) әзірленген ӨОӘ-нің дәлдік көрсеткіштерін бағалау бойынша теориялық және эксперименттік зерттеулерді ұйымдастыру және жүргізу, ӨОӘ-ні экспериментальды сынап байқау, дәлдік көрсеткіштерінің бастапқы талаптарға сәйкестігін талдау;

7) осы ӨОӘ көмегімен алынған өлшемдердің аралық нәтижелерін өңдеу және түпкілікті нәтижелерді есептеу;

8) өлшемдердің алынатын нәтижелерінің дәлдігін бақылау нормативтерін белгілеу және процедураларын әзірлеу;

9) ӨОӘ құжатының жобасын әзірлеу;

10) ӨОӘ аттестаттау;

11) ӨОӘ бекіту;

12) ӨОӘ-лерін ҚР МӨЖ тізілімінде тіркеу кезеңдерін көздейді.

8. Өлшем құралдарының әдістері мен құралдарын таңдау, ӨОӘ өлшеу дәлсіздігінің сипаттамаларын анықтау бойынша теориялық және экспериментальдық метрологиялық зерттеулер жүргізу бағдарламасын қалыптастыру және құрылымы, жедел бақылаудың, өлшем дәлсіздігінің сипаттамасын ұсыну және бағалау нысаны ГОСТ 8.010 және ҚР СТ 2.18 «Қазақстан Республикасының өлшем бірлігін қамтамасыз етудің мемлекеттік жүйесі. Өлшемдерді орындау әдістемесі. Әзірлеу, метрологиялық аттестаттау, тіркеу және қолдану тәртібі» стандартына сәйкес жүзеге асырылады.

3.2 Өлшемдерді орындау әдістемелерін метрологиялық аттестаттау

ӨОӘ метрологиялық аттестаттау 2018 жылғы 27 желтоқсандағы № 932 «Өлшемдерді орындау әдістемелерін және өлшемдерді орындаудың референттік әдістемелерін әзірлеу, метрологиялық аттестаттау, бекіту және өлшем бірлігін қамтамасыз ету мемлекеттік жүйесінің тізілімінде тіркеу қағидалары» (бұдан әрі – қағидалар) және ҚР СТ 2.18-2009 «ҚР МӨЖ. Өлшемдерді орындау әдістемесі. Әзірлеу, метрологиялық аттестаттау, тіркеу және қолдану тәртібі» сәйкес жүргізіледі.

ӨОӘ метрологиялық аттестаттау ӨОӘ оған қойылатын метрологиялық талаптарға сәйкестігін анықтау (растау) мақсатында жүргізіледі.

ӨОӘ метрологиялық аттестаттауды «Сәйкестікті бағалау саласындағы аккредиттеу туралы» Қазақстан Республикасының Заңында белгіленген тәртіппен аккредиттелген өлшем бірлігін қамтамасыз ету саласындағы қызметті жүзеге асыратын заңды тұлғалар МҒМО жүзеге асырады.

ӨОӘ метрологиялық аттестаттауды жүргізу үшін:

1) ӨОӘ қолданылу саласының көрсете отырып ӨОӘ метрологиялық аттестаттау жүргізуге ерікті нысандағы өтінім;

2) осы Қағидалардың 7-тармағына сәйкес ӨОӘ әзірлеуге бастапқы деректер, бағдарлама және теориялық және эксперименталдық зерттеулердің нәтижелері бойынша есеп;

3) әзірлеуші-кәсіпорынның басшысы бекіткен ӨОӘ (екі да-
нада);

4) егер ӨОӘ қауіпсіздік көрсеткіштерін анықтауға арналған болса, қолданылу саласына байланысты, мемлекеттік бақылау және қадағалау органдарымен берілген ӨОӘ келісу (қолдануға рұқсат ету);

5) егер ӨОӘ коммерциялық есептер үшін пайдаланылатын болса, мүдделі жеке және заңды тұлғалармен келісу;

6) егер ӨОӘ құрамында бағалы металдар бар шикізат тауарларындағы зиянды қоспалар мен бағалы металдардың, сондай-ақ құрамында бағалы металдар бар зергерлік және басқа да бұйымдардың құрамының мәнін белгілейтін болса, бағалы металдарды өндіруді және бағалы металдар мен асыл тастардың, құрамында бағалы металдар бар шикізат тауарларының, зергерлік және басқа да бұйымдардың айналымын реттеу саласындағы сондай-ақ басшылықты салааралық үйлестіруді жүзеге асыратын уәкілетті органмен келісуді қамтитын құжаттар жиынтығы ұсынылады.

ӨОӘ метрологиялық аттестаттау ұсынылған құжаттар жиынтығына сараптама жүргізу арқылы жүзеге асырылады.

13. Құжаттар жиынтығына сараптама кезінде ӨОӘ-нің белгіленген талаптарға сәйкестігін дұрыстығын (негізділігін) мыналарды:

- 1) өлшем модельдерін;
- 2) ӨОӘ-сін әзірлеу кезінде алынған өлшемдер нәтижесі белгісіздігінің бюджетін сипаттау кезінде немесе туындаған дәлсіздігінің құрылымында келтірілген мәліметтерді;
- 3) сынамаларды іріктеу мен дайындау әдістерін қоса алғанда, экспериментталдық зерттеулердің жоспары мен көлемін;
- 4) ӨОӘ-не эксперименталдық зерттеулер жүргізу кезінде пайдаланылатын ӨҚ, шама бірліктерінің эталондарын, стандартты үлгілерді, техникалық құралдарды және материалдарды таңдауды;
- 5) ӨОӘ-не эксперименталдық зерттеулер жүргізу талаптарын таңдауды;
- 6) ӨОӘ-сін эксперименталдық зерттеу тәсілдерін, оның ішінде бағдарламалық қамтамасыз етуді қоса алғанда, нәтижелерін өңдеу құралдарын таңдауды;
- 7) дәлсіздік сипаттамаларын ұсыну тәсілдерін немесе белгісіздікті ұсыну тәсілдерін таңдауды;
- 8) өлшем нәтижелерінің дәлдігі көрсеткіштерін бақылаудың ұсынылған рәсімдерін таңдауды бағалау арқылы расталады.

Егер әдіс пен ӨҚ дұрыс таңдалуын, сондай-ақ ӨОӘ-де қамтылған талаптардың толықтығын растау қажет болса, ӨОӘ-ге қосымша эксперименталдық метрологиялық зерттеулер жүргізіледі.

Сараптаманың нәтижелері бойынша тиісті қорытынды жіберіледі.

Метрологиялық сараптаманың оң нәтижелері кезінде белгіленген нысанда ӨОӘ метрологиялық аттестаттау туралы куәлік ресімделеді.

Сараптаманың теріс нәтижелері кезінде ӨОӘ тиісті қорытындымен пысықтауға қайтарылады.

ӨОӘ қайта метрологиялық аттестаттау мына:

- 1) ӨОӘ-нің бастапқы деректерінің немесе метрологиялық сипаттамаларын өзгерту;
- 2) өлшемдерді жүргізу рәсімдеріне өзгерістер мен толықтырулар енгізу;

3) ӨОӘ метрологиялық аттестаттау туралы куәлігінің қолданылу мерзімі өткен жағдайларда жүргізіледі.

Қайтадан метрологиялық аттестаттау жүргізу тәртібі осы Қағидалардың 12-18-тармақтарына сәйкес жүзеге асырылады.

ӨОӘ Еуразиялық экономикалық одақтың мүше мемлекеттері мойындаған жағдайда, ӨОӘ метрологиялық аттестаттау Еуразиялық экономикалық комиссия кеңесінің 2016 жылғы 17 наурыздағы № 21 шешімімен бекітілген «Өлшемдер әдістемесін (әдісін) метрологиялық аттестаттау тәртібіне» сәйкес жүзеге асырылады.

Егер ӨОӘ ТМД елдерінде танылған болса, онда аттестаттау Стандарттау, метрология және сертификаттау жөніндегі мемлекетаралық кеңесі қабылдаған МАҚ 44-2001 «Өлшемдерді орындау әдістемелерін тану тәртібіне» сәйкес жүзеге асырылады.

Қорытынды

Метрология барлық уақытта адамның іс-әрекетімен тығыз байланысты. Қазіргі заманда метрология сапа инфрақұрылымының негізі болып табылады. Халықаралық және ішкі сауда сәйкестікті растауды және өлшемдерді өзара тануды талап етеді. Өнеркәсіп салаларының экономикалық жетістігі тауарлардың қаншалықты сапалы өндірілуіне байланысты, мұнда өлшемге қойылатын талаптары негізгі рөл атқарады.

Адамның денсаулығы мен қауіпсіздігі диагностикада, терапияда, тамақ пен азық-түлік өнімдерін өндіру мен сатуда сенімді өлшемдерге байланысты.

Қоршаған ортаны өндірістік қызметтің зиянды әсерінен қорғауды дәл және сенімді өлшемдер негізінде ғана қамтамасыз етуге болады. Өндіріс инфрақұрылымы сапаға тек өлшем стандарттарына негізделген өлшемдер негізінде кепілдік береді, олар өз кезегінде іргелі және атомдық константалармен байланысты.

Метрология - бұл іргелі ғылымдардың тоғысында қалыптасқан және физика, математика және химия сияқты ғылымдардың барлық жақсы жетістіктерін қолданатын қолданбалы ғылым, сонымен қатар ақпараттық және цифрлық технологиялар метрологияда кеңінен қолданыла бастады.

Қазіргі заманғы метролог нақты ғылымдарда ғана емес, сонымен бірге өзінің ақпараттық және экономикалық сауаттылығын меңгеруге тиіс.

Осы оқулықты жазудың негізгі мақсаты Қазақстан стандарттау және метрология институтының метрологтары көп жылдық тәжірибе барысында жинақтаған ауқымды практикалық материалды қолжетімді түрде баяндау болып табылады. Оқулықта берілген ақпараттың жеткілікті көлеміне қарамастан, бұл қазіргі әлемде сұранысқа ие болу үшін метролог маман білуі керек нәрсенің аз ғана бөлігі болып табылады. Авторлар ұжымы бұл оқулық күнделікті өлшемдермен бет-бет келетін және оның кәсіби білімін, дағдылары мен дағ-

дыларын жақсартуға көмектесетін кез келген маманның үстелінде тұратын кітабы болады деп үміттенеді.

Ұсынылатын әдебиеттер

1. Tasse, Gregory (2017). "The Roles and Impacts of Technical Standards on Economic Growth and Implications for Innovation Policy," *Annals of Science and Technology Policy*, 1: 215–316.

2. US National Institute of Standards and Technology, viewed 3 September 2013, <http://www.nist.gov/director/planning/summary-studies.cfm>

3. R. Schwartz, M. Borys, F.Scholz, Guide to Mass Determination with High Accuracy, HND-MA-80e, Braunschweig, March 2007

4. OIML R 111–1:2004 Weights of classes E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} and M_3 . Part 1: Metrological and technical requirements

5. KOOMETR/GM/11:2008 KOOMET ұлттық метрологиялық институттар эталондарын салғастыру туралы ЕРЕЖЕ

6. Библиография: Шишмарев В.Ю. Техникалық өлшемдер және аспаптар. 2019 ж.

7. СТ ҚазСтандарт 48. Сыртқы және ішкі диаметрлер өлшемдері. Калибрлеу әдістемесі.

8. Herrmann K. Hardness testing. Principles and application – 1-ші бас. - USA: ASM International, 2011. – 247-б.

9. ҚР СТ 2.118 ҚР МӨЖ. Газ ортасындағы компоненттердің мөлшерінің өлшем құралдарына арналған мемлекеттік салыстырып тексеру схемасы.

10. ҚР СТ 2.349 ҚР МӨЖ. Газ талдағыштар. Салыстырып тексеру әдістемесі.

Метрология бойынша практикум

МАЗМҰНЫ

Алғысөз.....	183
Белгілену тізімі	184
1-тарау Өлшем нәтижелерін өңдеу және ұсыну.....	186
1.1 Өлшем дәлсіздіктерін есептеу формулалары мен мысалдары.....	186
1.2 Өлшем белгісіздігін есептеу формулалары мен мысалдары.....	199
2-тарау Міндеттер.....	217
2.1 Өлшем құралдарын салыстырып тексеру нәтижелерін есептеу жөніндегі міндеттер (өлшем түрлері бойынша).....	217
2.2 Өлшем құралдарын калибрлеу нәтижелерін есептеу бойынша міндеттер (өлшем түрлері бойынша).....	225
2.3 Өлшем белгісіздігін есептеу мысалдары (өлшеу түрлері бойынша).....	235

Алғысөз

Осы оқулық қазіргі заманғы метрологияда пайдаланылатын әдістер мен құралдарды зерделеуге және игеруге, өлшем нәтижелерін өңдеу және ұсыну туралы теориялық білімнің қажетті көлемін қамтамасыз етуге арналған.

Оқулықтың мақсаты - өлшемдердің әртүрлі түрлерін өңдеуді орындау үшін қажетті дәлсіздік теориясы мен математикалық статистикадан алынған мәліметтерді жүйелеу.

Осы практикум екі бөлімнен тұрады.

Оқу құралының бірінші тарауында өлшем нәтижелерін өңдеудің негізгі кезеңдері, дәлсіздік теориясынан және өлшем нәтижесінің дәлсіздігін қалыптастыру құрылымынан қажетті мәліметтер берілген. Жанама өлшем дәлсіздігін бағалау туралы мәліметтер берілген. Өлшемдердің белгісіздігі, оны бағалаудың негізгі қағидаттары туралы қажетті мәліметтер енгізілген. Математикалық статистикадан қажетті мәліметтер келтірілген (бағалаулар мен оларға қойылатын талаптарды анықтау, интервалды бағалау және өлшем нәтижелерін бөлу заңын бағалаудың статистикалық өлшемшарттары). Байқау нәтижелерін математикалық өңдеуді орындаудың жекелеген кезеңдерін түсіндіретін мысалдар қарастырылған.

Екінші тарауда ӨҚ салыстырып тексеру және калибрлеу нәтижелерін есептеу бойынша міндеттері, өлшемдердің белгісіздігін есептеу мысалдары келтірілген. Міндеттер мен мысалдар практикалық шешімдер негізінде құрылған.

Белгілену тізімі

- a_i – белгісіздіктің корреляцияланбаған жүйелі құрауыш бағаланған жартылай шегі, мүмкін болатын таралуы белгісіз, мұнда $i = 1 \dots N$
- a_d – шамадағы белгісіздіктің басқа құрауыштарына үстемдік ететін белгісіздіктің жүйелік құрауышы, бұл арнайы қарау кеңейтілген белгісіздікті есептеуде болуға тиіс;
- c_i – оны Y өлшенетін шама терминдерінде өрнектеу үшін X_i кіріс шамасын x_i көбейту үшін сезімталдық коэффициенті;
- f – y шығыс бағалауы арасында Y тәуелді және y тәуелді x_i , Y өлшенетін шама мен X_i кіріс шамасы арасындағы функционалдық өзара байланыс;
- $\partial f / \partial x_i$ – өлшенетін шама мен кіріс шамалары арасындағы f функционалдық қатынастан X_i кіріс шамасына қатынасы бойынша жеке туынды;
- k – қамту коэффициенті (жалпы);
- k_p – ықтималдылықтың белгілі бір шекаралары үшін U_p кеңейтілген белгісіздікті есептеу үшін пайдаланылатын қамту коэффициенті;
- k_s – арнайы шекаралармен салыстыру мақсатында таңдалған қамту коэффициенті;
- m – егер ол n ерекшеленсе, $s(q)$ бағалау үшін қолданылатын көрсеткіштер немесе байқаулар саны;
- n – орташа мәнге енгізілген өлшемдер немесе байқаулар саны;
- N – өлшенетін шаманың мәні тәуелді болатын x_i кіріс бағалауларының саны;
- q_j – q ретсіз өзгертін шаманы – j -ші қайталама байқаулар;
- $\bar{q}$ – арифметикалық орташа немесе кездейсоқ өзгертін q шамасының n қайталанған байқауларының орташа мәні;
- p – пайызбен немесе 0-ден 1-ге дейінгі интервалда көрсетілген қамту ықтималдығы немесе құпиялылық деңгейі;
- $\{$ – осы жиынтықтағы барлық үлгілерді пайдалана отырып, деректер жиынтығының стандартты ауытқуы;
- $s(q_j)$ – $\{$ осы жиынтықтан алынған нәтижелердің шектеулі санына негізделген кездейсоқ өзгертін q шамасының мәндерінің жиынтығы бойынша стандартты ауытқуды бағалау;
- $s(\bar{q})$ – орташа мәннің эксперименттік стандартты ауытқуы $\bar{q}$;
- $t_p(\epsilon_{eff})$ – берілген ықтималдық үшін еркіндік дәрежелерінің саны $\{\epsilon_{eff}$ үшін Студент коэффициенті p ;
- $u(x_i)$ – x_i кіріс бағалауының стандартты белгісіздігі;
- $u_c(y)$ – c - y шығыс бағалауының жиынтық стандартты белгісіздігі;

- U – жоғары қамту ықтималдығымен $Y=y \pm U$ интервал ретінде өлшенетін шаманы сипаттайтын y шығыс бағалауының кеңейтілген белгісіздігі;
- U_p – белгілі бір қамту ықтималдығымен $Y=y \pm U_p$ интервал ретінде өлшенетін шаманы сипаттайтын y шығыс бағалауының кеңейтілген белгісіздігі;
- $\{$ – еркіндік дәрежелерінің саны, негізінен, жиынтықтағы мүшелер минус жиынтық терминдеріндегі константалар саны;
- $\{_i$ – стандартты белгісіздіктің еркіндік дәрежелері стандартты белгісіздік еркіндік дәрежелерінің саны i (x_i) кіріс бағалаулары x_i ;
- $\{_{\text{eff}}$ – $t_p(\{_{\text{eff}})$.алу үшін пайдаланылатын еркіндік дәрежесінің тиімді саны $u_c(y)$.

1-тарау

Өлшем нәтижелерін өңдеу және ұсыну

Өлшем нәтижелерін өңдеудің негізгі кезеңдері:

1. Тікелей өлшенген шамалардың әрқайсысы үшін есептеу:

- а) орташа арифметикалықты $\langle X \rangle$;
- б) орташа шаршылық ауытқуды $S_{\langle X \rangle}$;
- в) ϵ_x кездейсоқ дәлсіздіктің сенімділік шекарасын;
- г) жүйелі қатенің сенімділік шекарасын θ_x ;
- д) толық дәлсіздіктің сенімді шекарасын ΔX .

2. Әрбір тікелей өлшемнің нәтижесін былайша жазу:

$$X = \langle X \rangle \pm \Delta X, P=0,95.$$

3. Жанама өлшем нәтижесінің ең ықтимал мәнін есептеу $\langle Y \rangle$.

4. Салыстырмалы дәлсіздік үшін өрнек δY жанама өлшем алу (егер ол зертханалық жұмыс нұсқаулығында берілмесе) және оның сандық мәнін табу.

5. Жанама өлшем нәтижесінің ΔY абсолютті дәлсіздігінің сенімді шекарасын есептеу.

6. Жанама өлшемнің соңғы нәтижесін былайша жазу:

$$Y = \langle Y \rangle \pm \Delta Y, P=0,95.$$

7. Егер сызықтық функционалдық тәуелділік зерттелсе, онда ең кіші шаршылар әдісін пайдалана отырып, осы сызықтық тәуелділіктің параметрлері, дәлсіздіктер анықталады және корреляция коэффициенті есептеледі.

1.1 Өлшем дәлсіздіктерін есептеу формулалары мен мысалдары

Кез келген өлшеммен кез келген шаманы дәл өлшеуге мүмкіндік бермейтін дәлсіздіктер сөзсіз болады. Бұл

дәлсіздіктер бір жағынан өлшем құралдарымен - олардың кемшіліктері, жетілмегендігі және сезімталдықтың табиғи шектері, екінші жағынан өлшем әдісінің жетілмегендігі, біздің біліміміздің толық еместігі немесе осы құбылысқа байланысты барлық факторларды есепке алудың практикалық мүмкін еместігі анықталады. Физика нақты ғылым екенін, оның өлшемдері абсолютті дәл екендігіне емес, әр жағдайда ол ішінде өлшенетін шама болып табылатын шектерді көрсетуі мүмкін екендігін түсіну маңызды. Өлшем құралы мен өлшем әдістемесі неғұрлым жетілдірілген болса, өлшем дәлсіздігінің шамасын анықтайтын бұл шектеулер соғұрлым тар болады.

Ұсыну түрі бойынша дәлсіздіктер абсолютті және салыстырмалы болып бөлінеді.

Абсолютті дәлсіздік - өлшенетін физикалық параметрдің өлшемі бар және ішінде өлшенетін шаманың шын мәні орналасқан интервалдың енінің жартысына тең сан. Мысалы, «өзектің орташа ұзындығы 0,01 м абсолютті дәлсіздік кезінде 2 метрге тең» деген тіркес сол өзектің ұзындығын қайталап өлшеу кезінде оның ұзындығы 1,99 м-ден 2,01 м-ге дейінгі интервалда болуы мүмкін дегенді білдіреді. $L = 2 \pm 0,01$ м немесе $L=2,00$ (1) мм.

Жалпы абсолютті дәлсіздік өлшемді толығымен сипаттайды, бірақ кейде **салыстырмалы дәлсіздік** - абсолютті дәлсіздіктің өлшемнің орташа нәтижесіне қатынасына тең өлшемсіз сан пайдаланылады. Соңғы мысалда салыстырмалы дәлсіздік 0,005 құрайды. Басқаша айтқанда, салыстырмалы дәлсіздік - бұл орташа мәнге қатысты дәлсіздік. Кейде ол пайызбен өлшенеді - ол үшін оны 100-ге көбейту қажет (жоғарыда келтірілген мысалда салыстырмалы пайыздық дәлсіздік 0,5% құрайды).

Табиғаты бойынша немесе көрініс сипаты бойынша өлшем дәлсіздіктері *жүйелік, кездейсоқ және жаңсақтық болып бөлінеді.*

Жүйелік дәлсіздіктерге олардың шығу тегінің өз шамасы және факторлар бағыты бойынша жүйелі, өзгер-

мейтін әсерге міндеттілерге жатады. Әдетте, жүйелік дәлсіздіктер эксперименттік қондырғының дәлсіздігінен - аспаптардың сезімталдық шегінен, олардың жетілмегендігінен, бұрмалануынан немесе елеусіз ақауларынан туындайды. Негізінен, жүйелік дәлсіздік аспаппен енгізіледі, сондықтан оны осыған бола аспаптық деп атайды. Жүйелік дәлсіздік шамасы іс жүзінде өлшемдер санына байланысты емес. Осыған байланысты бұл дәлсіздік кейде жөнделмейтін дәлсіздік деп аталады. Жүйелік дәлсіздікті айтарлықтай төмендетудің жалғыз әдісі - өлшем аспабын жетілдіру, оның сезімталдығын арттыру.

Кездейсоқ дәлсіздіктерге кейбір (белгісіз) факторлардың жиынтық әрекетінің бұзылуына байланысты шамасы бойынша да, бағыты бойынша да болжауға болмайтын дәлсіздіктер жатады. Мысалы, ауа ағындары, микро салмақтардың призмаларына қонатын және ұшатын шаң-тозаңдар өлшем нәтижелеріне әсер етуі мүмкін. Дәл сол факторлар өте өрескел таразылау нәтижесін (дәл емес таразыларда) өзгеріссіз қалдыратынын атап өткен жөн. Бұл мұндай жағдайда дәлсіздіктің абсолютті шамасы өлшем аспабының дәлсіздігінен үлкен екендігін білдіреді. Осылайша, *кездейсоқ дәлсіздіктердің пайда болуы өте сезімтал аспапты пайдаланудың белгісі болып табылады.*

Кездейсоқ дәлсіздіктер, жалпы, барлық ретсіз құбылыстармен бірге жүретін күрделілікке байланысты қандай да бір айқын физикалық заңмен білдірілмейді. Алайда, құбылыстардың себептік байланысы осы жерде де сақталады және кездейсоқ дәлсіздіктер белгілі бір статистикалық заңдылықтарға бағынады.

Кездейсоқ дәлсіздіктердің негізгі қасиеттерін тізімдейміз:

- 1) Кездейсоқ дәлсіздіктер абсолютті шамаға тең, бірақ белгі бойынша қарама-қарсы, тең ықтимал (бірдей жиі кездеседі).
- 2) Кездейсоқ өлшем дәлсіздігі абсолютті шама бойынша неғұрлым үлкен болса, оның ықтималдығы соғұр-

лым аз болады, яғни ол сирек кездеседі.

3) Кез келген физикалық шаманы өлшеу кезінде кездейсоқ дәлсіздіктерден орташа арифметикалық мәні өлшемдер санының көбеюі арқылы нөлге шектеусіз ұмтылады.

Жаңсақтықтарға аспаптар бойынша санаудың немқұрайлылығы немесе олардың көрсеткіштерін жазудағы түсініксіздік нәтижесінде пайда болатын қателер жатады. Оларды жоюдың жалғыз жолы - бұл мұқият қайта өлшем жасау.

Тікелей өлшем дәлсіздігін бағалау

Бірдей шарттардағы бірдей шаманың тікелей өлшем сериясының **толық дәлсіздігі** бір аспаппен жүйелі және кездейсоқ дәлсіздіктен қалыптасады. *Жүйелік дәлсіздік өлшем аспабына, ал кездейсоқ өлшем процесіне негізделген деп айтуға болады.*

Кездейсоқ дәлсіздікті бағалау

Х физикалық шамаларын өлшеу қатарының нәтижесінде $x_1, x_2, \dots, x_n$ мәндер алынған, мұнда n - өлшем саны. Егер X_0 - өлшенетін шаманың шын мәні болса, онда оның және өлшенген x_n мәні арасындағы $n \Delta x'_n$ айырмасы **түпкі дәлсіздік** деп аталады. Дегенмен:

$$\begin{aligned} X_0 - x_1 &= \Delta x'_1 \\ X_0 - x_2 &= \Delta x'_2 \\ &\dots\dots\dots \\ X_0 - x_n &= \Delta x'_n \end{aligned} \quad (1.1)$$

Бұл теңдіктерді мүшелеп қосамыз, онда

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i + \sum_{i=1}^n \Delta x'_i}{n}, \quad (1.2)$$

мұнда $\Delta x'_i$, 1-қасиетке байланысты 3-қасиетке сәйкес оң және теріс сандар да болуы мүмкін:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=1}^n \Delta x'_i = 0 \quad (1.3)$$

Онда:

$$X_0 = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum x_i}{n} = X_{cp\infty} \quad (1.4)$$

яғни, жеке өлшемдердің шексіз санының нәтижелерінен орташа арифметикалық мәні $X_{cp\infty}$ дәлдігінде өлшенетін шаманың X_0 түпкі мәніне тең болар еді.

Іс жүзінде n әрдайым соңғы, бірақ теория көрсеткендей, $X_{орт}$ өлшенетін X шамасының ең ықтимал мәні болып қала береді. Көбінесе ол $\langle X \rangle$ немесе $\bar{X}$ деп белгіленеді, яғни

$$\langle X \rangle \equiv \bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (1.5)$$

Қатынастар (1.1) мынадай түрде келесідей болады

$$\begin{aligned} \langle X \rangle - x_1 &= \Delta x_1 \\ \langle X \rangle - x_2 &= \Delta x_2 \\ &\dots\dots\dots \\ \langle X \rangle - x_n &= \Delta x_n \end{aligned} \quad (1.6)$$

мұнда Δx_i дәлсіздіктері түпкі мәннен біршама ерекшеленеді. X физикалық шаманың өлшенген мәндері мен олардың орташа арифметикалық мәндері арасындағы айырма ретінде анықталған Δx_i дәлсіздігі **ықтимал** немесе **қалдық** деп аталады. Тікелей өлшемдерді өңдеу процесінде есептеуге тура келетін бірінші шама (1.5) өлшенетін шаманың түпкі мәнін бағалау, яғни (1.5) өрнегімен анықталған n теңдәлдік өлшемдердің орташа арифметикалық мәні болып табылады.

Сонымен, X өлшенетін физикалық шаманың түпкі мәнін анықтау үшін оның байқауларының шексіз санын жүргізу және алынған нәтижелердің арифметикалық орташа мәнін табу қажет. Бұл - орындалмайтын міндет. Кез келген нақты экспериментте байқаулар соңғы, сондықтан олардың

нәтижелерінің орташа арифметикалық мәні нақты мәннен ерекшеленеді. Зерттеушінің міндеті - берілген байқаулар жиынтығы үшін орташа арифметикалық $\langle X \rangle$ түпкідан X_0 ықтимал ауытқуларды бағалау. Бұл ықтималдықтар теориясының математикалық аппаратын қолдану арқылы жасалады.

Жоғарыда айтылғандай, кейбір X шамасын байқаулардың үлкен сериясын жүргізу кезінде көбінесе оның түпкі мәніне өте жақын нәтижелер кездеседі. x_i кездейсоқ мәні шын мәнінен қаншалықты көп ерекшеленсе, соғұрлым ол сирек кездеседі. Байқаулардың ықтимал нәтижелерінің арасынан белгілі бір интервалды Δx анықтайды. Әйтсе де n жүргізілген байқаулар Δn осы интервалда жатқан нәтижелерді берді. Байқау нәтижесінің ықтималдығы x_i -нің x интервалына түсуі өрнек арқылы анықталады:

$$P = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\Delta n}{n} \quad (1.7)$$

Егер берілген x мәні үздіксіз болса, онда кез келген қарапайым dx интервалында жеке байқау нәтижесінің нөлден басқа dp ықтималдығы бар. Бұл ықтималдық жалпы жағдайда dx интервалының еніне және осы интервал қандай x мәнінің маңайында таңдалғанына байланысты, яғни

$$dP = f(x)dx. \quad (1.8)$$

$f(x)$ функциясы **толықтай ықтималдылық** немесе X кездейсоқ шаманың **толықтай таралу функциясы** деп аталады.

Көбінесе физикалық шамаларды өлшеу кезінде байқау нәтижелерінің таралуы **қалыпты** немесе гаусс **заңына бағынады**:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(x - X_0)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (1.9)$$

σ^2 параметрі **таралу дисперсиясы**, ал σ - **орташа шаршылық ауытқу** деп аталады. Бұл параметр өлшенетін шаманың

мәндерінің оның түпкі мәніне қатысты таралуын сипаттайды X_0 . σ неғұрлым үлкен болса, бұл таралу соғұрлым үлкен болады.

Ықтималдықтар теориясында егер X шамасын бақылаудың шексіз үлкен сериясы жүргізілсе және нәтижелер қалыпты (гаусс) заңға сәйкес бөлінсе, онда әрбір жеке байқаудың x_i нәтижесі $0-\sigma$ -ден $0+\sigma$ -ге дейінгі мәндер интервалына түсу ықтималдығы дәлелденді (немесе кездейсоқ дәлсіздік $p = 0,6827$ -ге тең σ) мәнінен аспайды. Байқау нәтижелерінің өте кең $X_0 \pm 2\sigma$ және $X_0 \pm 3\sigma$ интервалдарына түсу ықтималдығы тиісінше 0,9545 және 0,9975 құрайды. Басқаша айтқанда, 0,9545 және 0,9975 ықтималдығы бар бұл жағдайларда кездейсоқ дәлсіздіктер 2σ және 3σ мәндерінен аспайды.

Байқау нәтижелерінің берілген мәндер аралығына түсу ықтималдығы **сенімділік ықтималдығы**, ал интервалдың өзі - сенімділік аралығы, дәлсіздіктер шекаралары - сенімділік шекаралары деп аталады. Сонымен, қарастырылған мысалдардың біріншісінде сенімділік интервалы $X_0 \pm \sigma$, сенімділік ықтималдығына $P=0,6827$ тең.

σ табу үшін байқаулардың шексіз көп санын жүргізу және $f(x)$ салу қажет. Нақты жағдайда бақылап тексерулер саны соңғы, сондықтан тек шамамен σ бағалауын табуға болады. Бұл бағалау жеке байқау нәтижесінің S_x таңдамалы орташа шаршылық ауытқуы деп аталады және мына формула бойынша есептеледі:

$$S_x = \sqrt{\frac{(x_1 - \langle X \rangle)^2 + (x_2 - \langle X \rangle)^2 + \dots + (x_n - \langle X \rangle)^2}{n - 1}} \quad (1.9)$$

мұнда $\langle X \rangle$ байқаулардың берілген үлгісі (соңғы сериясы) үшін X шамасының орташа арифметикалық мәні болып табылады.

Осылайша, байқаулардың соңғы сериясын жүргізе және орташа шаршылық ауытқуды анықтай отырып, кез келген байқау нәтижелері үшін белгілі бір ықтималдықпен мәндердің сенімділік интервалын және кездейсоқ дәлсіздіктің

сенімділік шекараларын көрсетуге болады. Алайда, әдетте, кездейсоқ дәлсіздік шектерін әрбір жеке өлшемнің нәтижесі емес, олардың орташа арифметикалық $\langle X \rangle$ мәнін бағалау маңызды, оны әдетте X физикалық шамасын өлшеу нәтижесі деп атайды. Орташа арифметикалық $\langle X \rangle$ сондай-ақ кездейсоқ шама болып табылады. Ықтималдықтар теориясының бір теоремасына сәйкес, егер қандай-да бір X физикалық шаманың көптеген өлшемдер сериясы жүргізілсе, онда X жеке серияда қалай бөлінгеніне қарамастан, оның орташа арифметикалық мәні қалыпты таралу заңына бағынады. Бұл жағдайда арифметикалық орташа мәннің ауытқуы $\langle X \rangle$ түпкі мәннен X_0 S_x мәнімен емес, **арифметикалық орташа шаршылық (түпкі мәннен) ауытқу** деп аталатын $S_{\langle X \rangle}$ кіші мәнімен сипатталады.

$$S_{\langle X \rangle} = \frac{S_x}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{(x_1 - \langle X \rangle)^2 + (x_2 - \langle X \rangle)^2 + \dots + (x_n - \langle X \rangle)^2}{n(n-1)}} \quad (1.10)$$

Байқаулардың $\langle X \rangle$ және $S_{\langle X \rangle}$ осы сериясы үшін анықтай отырып, $X = \langle X \rangle \pm 2S_{\langle X \rangle}$, $P=0,95$ түрінде түпкілікті нәтижені жазуға болады, яғни $P=0,95$ ықтималдықпен $\langle X \rangle$ табылған мән түпкі мәннен X_0 $2S_{\langle X \rangle}$ артық ерекшеленеді (екі жағында).

$S_{\langle X \rangle}$ мен $\sigma_{\langle X \rangle}$ арасындағы айырмашылық шамалы, ал өлшем нәтижелерінің таралуы n ($n > 30$) жеткілікті үлкен мәндерде ғана қалыптыдан аз ерекшеленеді. Оқу зертханаларында олар әдетте аз байқау санымен шектеледі (3...5). Мұндай жағдайда $S_{\langle X \rangle}$ және $\sigma_{\langle X \rangle}$ қатты ерекшеленеді, сондықтан бүтінсанды коэффициенттердің орнына кездейсоқ дәлсіздігінің сенімді шекараларын дұрыс бағалау үшін $S_{\langle X \rangle}$ кезінде олардың бөлшектері артатын Стюдент коэффициенттері енгізіледі.

Ықтималдықтар теориясының әдістерімен жұмыс жасай отырып, ағылшын математигі Госсет 1908 жылы «Стюдент» бүркеншік атымен шыққан жұмыста аз байқаулар болған жағдайда орташа арифметикалық кездейсоқ дәлсіздіктің ϵ_x сенімділік шекарасы мына формула бойынша бағаланатынын көрсетті:

$$\epsilon_x = t_{p,n} S_{\langle X \rangle} \quad (1.11)$$

мұнда $t_{p,n}$ - қабылданған P сенімділік ықтималдығына және n байқау санына байланысты Стюдент коэффициенті;

$S_{<x>}$ - орташа арифметикалық мәннің орташа шаршылық ауытқуы. n өлшемдер үшін $P=0,99$; $P=0,95$; $P=0,68$ сенімділік ықтималдығы үшін Стюдент коэффициенттердің мәні 1.1-кестеде келтірілген.

1.1-кесте - Стюдентті таралудың сыни нүктелері

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10	∞
$P=0,99$	63,7	9,92	5,84	4,60	4,03	3,71	3,50	3,36	3,25	2,58
$P=0,95$	12,7	4,30	3,18	2,77	2,57	2,45	2,36	2,31	2,26	1,96
$P=0,68$	1,82	1,31	1,19	1,13	1,10	1,08	1,07	1,06	1,05	0,99

$n \rightarrow \infty$ $t_{0,95;n} \rightarrow 1.96 \approx 2$ кезінде байқап көреді

Жүйелік дәлсіздікті бағалау.

Кейбір жағдайларда модуль мен жүйелік дәлсіздік белгісі белгілі. Мұндай дәлсіздік тиісті түзетуді енгізу жолымен алынып тасталуға тиіс. Сонымен, мысалы, егер белгілі бір оқиғаның басталу уақыты көзбен шолып тіркелсе, онда адамның реакциясына шамамен 0,2 сек құрайтын түзету қажет; басқаша айтқанда, қарапайым адамда оқиғаны көрген сәт пен секундомер батырмасын басқан сәт арасында реакция деп аталатын және шамамен 0,2 сек құрайтын біраз уақыт өтеді.

Алайда, модуль мен белгісі белгісіз жүйелік дәлсіздіктер бар. Мұндай қателік алынып тасталмаған болып аталады және олар ескерілуге тиіс.

Өлшем құралының (аспаптың) паспортында, әдетте, $\theta_{\text{нег}}$ дәлсіздік шегі (қысқаша - негізгі дәлсіздік), яғни бұл құралды қалыпты жағдайда пайдалану кезінде туындауы мүмкін дәлсіздік көрсетіледі. Мысалы, егер микрометр паспортында негізгі дәлсіздік шегі 0,004 мм (кейде $\pm 0,004$ мм деп жазады) деп көрсетілсе, бұл өлшеу қағидаларын бұзбай және қалыпты жағдайда кез келген дененің сызықтық өлшемдерін өлшеу кезінде негізгі жүйелі өлшем дәлсіздігі 0,004 мм-ден аспайтынын білдіреді.

Көбінесе өлшем құралының негізгі дәлсіздігінің шегі дәлдік сыныбымен беріледі. Өлшем құралының δ дәлдік сыныбы оның

$X_{\max}$ (шкала өлшемі) жоғарғы өлшем шегінің қанша пайызы осы құралдың негізгі дәлсіздік шегін құрайтынын көрсетеді:

$$\delta = \frac{\theta_{\text{осн}}}{X_{\max}} \cdot 100\% \quad (1.12)$$

Электр өлшем аспаптарында келесі дәлдік сыныптары болуы мүмкін: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0. Аспаптың дәлдік сыныбы әдетте оның шкаласында көрсетіледі.

Негізгі дәлсіздіктің шегі аспаптың $\theta_{\text{нег}}$ оның барлық өлшем ауқымында бірдей, бірақ мүмкін болатын салыстырмалы дәлсіздік аспаптың көрсеткішіне байланысты. Мысалы, егер $I_{\max} = 100$ мА өлшеу шегі бар миллиамперметрмен $I = 20$ мА ток күші және $\delta = 1,0$ миллиамперметрдің дәлдік сыныбы өлшенсе, онда негізгі дәлсіздік шегі $\theta_{\text{нег}} = 1$ мА, ал өлшеудің салыстырмалы негізгі дәлсіздігі $\gamma = \theta_{\text{нег}} / I = 0,05 = 5\%$ аспайды. Бірақ егер өлшенген ток $I = 10$ мА құраса, онда салыстырмалы негізгі дәлсіздік 10% құрайды деп есептеу қиын емес. Осыдан **өлшемнің маңызды қағидасы** шығады: *өлшем кезінде шкаланың мүмкіндігінше көп бөлігін пайдалану керек - шкаланың басында өлшеу қажет емес* (мүмкін болса, ең кіші шегіне ауысу керек).

Өлшем құралының негізгі дәлсіздігімен қатар, жүйелік дәлсіздігіне егер көрсеткіштерді санау бүтін бөлімдерге дейінгі дәлдікпен жүргізілсе, шкаланың ең кіші бөлу бағасының жартысына тең $\theta_{\text{оқу}}$ оқып алу немесе санау дәлсіздігі де кіреді. Цифрлық таблосы бар аспаптар үшін $\theta_{\text{сан}}$ соңғы разрядтың бірлігіне, таблода көрсетілген санға тең.

Жалпы, жүйелік дәлсіздіктің бірнеше құрауыштары бар. Белгіленген негізгі дәлсіздік пен санау дәлсіздіктерден басқа, әдіс дәлсіздігі және басқа тұрақты қателік көздерінен туындаған дәлсіздіктер бар. Алынып тасталмаған θ_x жүйелік дәлсіздіктің сенімділік шекарасын бағалауда $n = 1$ кезінде өлшем құралының негізгі дәлсіздігін $\theta_{\text{нег}}$ және санау дәлсіздігін $\theta_{\text{сан}}$ ескеру қажет. Онда ықтималдық теориясына сәйкес θ_x толық жүйелік дәлсіздігін бағалау үшін $P = 0,95$ кезінде формуласы пайдаланылады:

$$\theta_x = \sqrt{\theta_{осн}^2 + \theta_{отсч}^2} \quad (1.13)$$

$n > 1$ жағдайында тек $\theta_{нег}$ ескеру мағынасы бар (мұндай жағдайда санау дәлсіздігі кездейсоқ дәлсіздікте ескеріледі), яғни

$$\theta_x = \theta_{нег}. \quad (1.14)$$

Зертханалық жұмыстардағы әдістің дәлсіздігі, егер зертханалық жұмыстың сипаттамасында бұл туралы аса ештеңе айтылмаса, әдетте ескерілмейді.

Толық дәлсіздікті бағалау.

Кездейсоқ және жүйелік дәлсіздіктердің сенімділік шекаралары анықталғаннан кейін өлшем нәтижесінің толық дәлсіздігінің шекараларын бағалау қажет. Ол үшін, ең алдымен, жүйелік дәлсіздіктің θ_x сенімділік шекарасы мен өлшем нәтижесінің кездейсоқ дәлсіздігінің ε_x сенімділік шекарасы салыстырылады.

1. Егер $\frac{\theta_x}{\varepsilon_x} < 0,1$, онда кездейсоқ дәлсіздікпен салыстырғанда жүйелік дәлсіздік ескерілмейді және нәтиженің $\Delta X = \varepsilon_x$ дәлсіздік шегі қабылданады.

2. Егер $\frac{\theta_x}{\varepsilon_x} > 10$, онда кездейсоқ дәлсіздік жүйелік дәлсіздікпен салыстырғанда ескерілмейді және нәтиженің $\Delta x = \theta_x$ дәлсіздік шегі қабылданады.

3. Егер $0,1 < \frac{\theta_x}{\varepsilon_x} < 10$, онда өлшем нәтижесінің дәлсіздіктерінің екі құрауыштарын да ескеру қажет. Мұндай жағдайда нәтиженің дәлсіздігінің сенімді шекарасы мына формула бойынша бағаланады:

$$\Delta X = \sqrt{\varepsilon_x^2 + \theta_x^2} \quad (1.15)$$

Өлшем нәтижесінің Δx дәлсіздік шекарасы анықталғаннан кейін, соңғы нәтиже мынадай түрде жазылады:

$$X = \langle X \rangle \pm \Delta X, P=0,95 . \quad (1.16)$$

$\langle X \rangle$ және ΔX шамалар *дәлдік бойынша сәйкес келуге* тиіс: олар бір және сол разрядта соңғы маңызды цифрды қамтуға тиіс. Егер, мысалы, $\langle X \rangle = 64,538$ мм және $\Delta X = 0,028$ мм, онда ΔX бірінші маңызды цифрға дейін дөңгелектеу қажет: $\Delta X = 0,03$ мм, ал содан кейін және $\langle X \rangle$ дәлсіздік өрнектелген сол ондық разрядтағы цифрға дейін дөңгелектейді: $\langle X \rangle = 64,54$ мм. Өлшемнің соңғы нәтижесі былайша жазылды:

$$X = (64,54 \pm 0,03) \text{ мм}, P=0,95 , \quad (1.17)$$

және былайша оқылады: *$P = 0,95$ ықтималдығымен өлшенген түпкі мән X мәні $64,51$ мм-ден $64,57$ мм-ге дейінгі интервалда болады.*

Кейде былай жазады:

$$X = 64,54(3) \text{ мм}, P=0,95.$$

Жанама өлшем дәлсіздігін бағалау.

Жанама өлшеу кезінде қажетті Y шаманың мәні Y белгілі функционалдық тәуелділігіне байланысты $X_1, X_2, \dots, X_m$ шамаларын тікелей өлшеу нәтижелері бойынша анықталады

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_m). \quad (1.18)$$

$X_1, X_2, \dots, X_m$ шамаларды тікелей өлшеу сериясын жүргізе отырып, олардың бағалауын табуға болады, яғни орташа арифметикалық $\langle X_1 \rangle, \langle X_2 \rangle, \dots, \langle X_m \rangle$ және олардың өлшем нәтижелерінің дәлсіздіктерінің сенімді шекаралары $\Delta X_1, \Delta X_2, \dots, \Delta X_m$. Ең ықтимал Y мәні (1.18) формуласына аргументтердің орташа мәндерін ауыстырған жағдайда алынатын $\langle Y \rangle$ деп саналуы керек:

$$\langle Y \rangle = f(\langle X_1 \rangle, \langle X_2 \rangle, \dots, \langle X_m \rangle). \quad (1.19)$$

Ықтималдықтар теориясы өлшенетін аргументтердің дәлсіздіктері бір-біріне тәуелді болмаған кезде салыстырмалы дәлсіздіктің δY сенімділік шекарасы Y шамасын өлшеу мына формула бойынша бағаланады:

$$\delta Y = \frac{\Delta Y}{\langle Y \rangle} = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial X_1} \frac{\Delta X_1}{f} \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial X_2} \frac{\Delta X_2}{f} \right)^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial X_m} \frac{\Delta X_m}{f} \right)^2} \quad (1.20)$$

$\frac{\partial f}{\partial X_1} \frac{1}{f}$ - X_1 бойынша жеке туынды $\ln f$ екенін ескере отырып, (1.20) формуласына мынадай түр беруге болады:

$$\delta Y = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial(\ln f)}{\partial X_i} \Delta X_i \right)^2} \quad (1.21)$$

Өлшем шамасының Y абсолютті дәлсіздігінің шекарасын табу үшін δY -ні $\langle Y \rangle$ көбейту керек:

$$\Delta Y = \delta Y \langle Y \rangle \quad (1.22)$$

Әрине, барлық X_i аргументтерінің шекаралары бірдей $P=0,95$ сенімділік ықтималдығына сәйкес келуге тиіс. Содан кейін Y шамасын жанама өлшеудің дәлсіздік шекарасы да сол сенімділік ықтималдығына сәйкес келеді.

Жанама өлшемнің соңғы нәтижесі былайша жазылады:

$$Y = \langle Y \rangle \pm \Delta Y, P=0,95. \quad (1.23)$$

Жазба мынаны білдіреді: $P=0,95$ ықтималдығымен Y_0 түпкі мән $\langle Y \rangle - \Delta Y$ -тен $\langle Y \rangle + \Delta Y$ дейін интервал шегінде жасалған.

1.2-кестеде ΔX , ΔY - параметрлердің абсолютті дәлсіздіктері X және Y , δX , δY -салыстырмалы дәлсіздіктері $f(X, Y)$ кейбір қарапайым функциялар үшін жанама өлшеу қателіктерін есептеу келтіріледі.

1.2-кесте - Жанама өлшем дәлсіздіктерін есептеу қағидалары

$f(X,Y)$ немесе $f(X)$ функциясы	Абсолютті дәлсіздік	Салыстырмалы дәлсіздік
$C \oplus X$	$ C \oplus \otimes X$	${}^{\text{TM}}X$
$X \pm Y$	$\sqrt{(X)^2 + (Y)^2}$	$\sqrt{(X)^2 + (Y)^2}$
$X \oplus Y$	$ X \cdot \otimes Y + Y \cdot \otimes X$	$\sqrt{(X)^2 + (Y)^2}$
X^a	$ a \oplus X ^{a-1} \oplus \otimes X$	$ a \oplus {}^{\text{TM}}X$
$\frac{C}{X}$	$\frac{ C }{X^2} X$	${}^{\text{TM}}X$
$\frac{X}{Y}$	$\sqrt{\left(\frac{X}{Y}\right)^2 + \left(\frac{ X Y}{Y^2}\right)^2}$	$\sqrt{(X)^2 + (Y)^2}$
e^x	$e^x \otimes X$	$X \oplus {}^{\text{TM}}X$

1.2 Өлшем белгісіздігін есептеу формулалары мен мысалдары

Өлшем белгісіздігі - бұл халықаралық деңгейде қабылданған өлшемдердің дұрыс еместігінің сипаттамасы.

«Белгісіздік» ұғымы ағылшын «uncertainty» сөзінен шыққан. Белгісіздік Y өлшенетін шаманың (түпкі) мәнін дәл білуінің болмауын көрсетеді және y қаншалықты дәл өлшем нәтижесі Y көрсететіндігіне күмән білдіреді.

Белгісіздік - бұл Y өлшемдерінің нәтижесімен байланысты және өлшенетін y шамасына негізді түрде жатқызуға болатын мәндердің таралуын сипаттайтын параметр. «Uncertainty» U сөзінің бірінші әрпі осы параметрдің белгілеуі болды.

Стандартты белгісіздік - стандартты ауытқу ретінде көрсетілген өлшем нәтижесінің белгісіздігі.

Жиынтық стандартты белгісіздік - нәтиже бірқатар

басқа шамалардың мәндерінен алынған кезде өлшеу нәтижесінің стандартты белгісіздігі, мүшелер қосындысының оң шаршы түбіріне тең, мүшелер осы шамалардың өзгеруіне байланысты өлшеу нәтижесі қалай өзгеретініне сәйкес өлшенетін осы басқа шамалардың дисперсиялары немесе ковариациялары болып табылады.

А типті белгісіздікті бағалау - бірқатар байқаулардың статистикалық талдау жолымен белгісіздікті бағалау әдісі.

В типі бойынша белгісіздікті бағалау - бірқатар байқауларды статистикалық талдауға қарағанда басқа тәсілмен белгісіздікті бағалау әдісі.

Кеңейтілген белгісіздік - шегінде жеткілікті негізбен өлшенетін шамаға жатқызуға болатын мәндердің таралуының көп бөлігі болады деп күтуге болатын өлшем нәтижесінің айналасындағы интервалды анықтайтын шама.

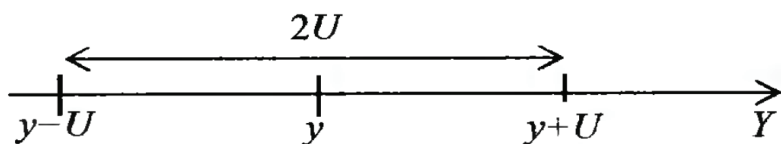
Қамту коэффициенті - кеңейтілген белгісіздікті алу үшін жиынтық стандартты белгісіздік көбейткіші ретінде пайдаланылатын сандық коэффициент.

Келтірілген анықтама өлшем нәтижесін жазудың стандартты нысанымен жақсы суреттелген:

$$Y = y \pm U, P = 0,95. \quad (1.24)$$

Өрнектен (1.24) мәндердің Y ықтимал шашырауы y өлшеу нәтижелеріне қатысты $\pm U$ ауқымында болады (1.1-сурет), ал мәндерді табудың негізділік дәрежесі Y осы интервалда $P = 0,95$ ықтималдықпен (сенімді деңгеймен) анықталады.

1.1-сурет - Өлшем белгісіздігін анықтау



Өлшем белгісіздігін бағалаудың негізгі қағидаттары.

Осы оқу құралында өлшемдердің белгісіздігін бағалауға арналған модельдік тәсіл қарастырылады. Оның мәні модельдік теңдеуді қолдану болып табылады

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_m), \quad (1.25)$$

Y өлшенетін шамамен (шығыс) өлшеу процестің өзара байланыстыратын шығыс шамалары $X_1, X_2, \dots, X_m$ (1.2-сурет). Бұл ретте кіріс шамаларымен байланысты белгісіздіктер өлшенетін шаманың белгісіздігін есептейді, сондықтан модельдік тәсіл көбінесе өрлемелі деп аталады.

1.2-сурет - Модельдік тәсілдің иллюстрациясы



Кіріс шамаларының белгісіздігінің барлық құрауыштарын оларды бағалау әдісіне сәйкес екі санатқа топтастыруға болады:

А санаты - статистикалық әдістерді қолдану жолымен (бірнеше өлшеулердің нәтижелерін өңдеу жолымен) бағаланатын құрауыштар;

В санаты - басқа тәсілмен бағаланатын құрауыштар (өлшем құралының (ӨҚ) спецификациясынан, калибрлеу сертификатынан, өлшемдерді орындау әдістемесінен, алдыңғы эксперименттерден, анықтамалықтардан және т.б. алынған сипаттамалар бойынша).

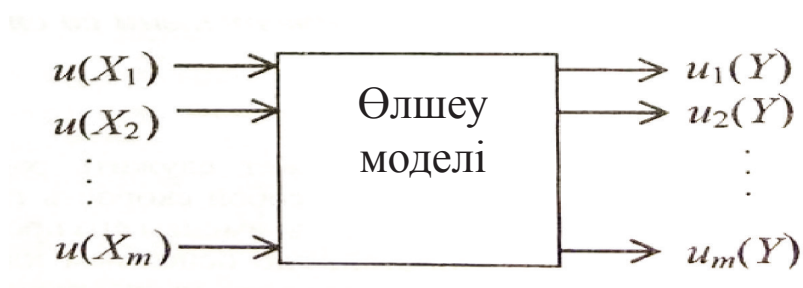
А типінің құрауыштары орташа арифметикалық қайталанатын (бірнеше) байқаулардың орташа шаршылық (стан-

дартты) ауытқуларына (ОША) тең стандартты белгісіздіктермен (u_A) өрнектеледі.

В типті құрауыштар кіріс шамаларының өзгергіштігі туралы априорлық ақпараттан алынған стандартты белгісіздіктермен (u_B) өрнектеледі.

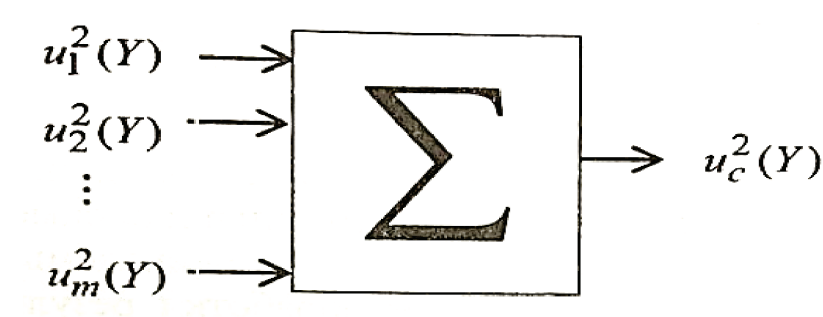
I-ші кіріс шамасының стандартты белгісіздігі және (X_j), өлшенетін шаманың $u_i(Y)$ белгісіздігіне пропорционалды үлес қалыптастырады (1.3-сурет).

1.3-сурет - Белгісіздік үлестерін қалыптастыру



Кіріс шамаларының белгісіздіктерінің барлық үлестері дисперсияларды қосу қағидасы бойынша есептелетін өлшенетін шаманың стандартты белгісіздігін құрайды $u(Y)$ (жиынтық стандартты белгісіздік $u(c)$ (1.4-сурет)).

1.4-сурет - Жиынтық стандартты белгісіздіктің қалыптасуы



1.4-суретте көрсетілген $u_i(Y)$ белгісіздік үлестері үшін бұл қағида мынадай болады:

$$u_c^2(Y) = u_1^2(Y) + u_2^2(Y) + \dots + u_m^2(Y) \quad (1.26)$$

мұнда теңдіктің екі бөлігінің түбірін алу жолымен GUM-да белгісіздіктің таралу заңы деп аталатын өрнекті аламыз:

$$u_c(Y) = \sqrt{u_1^2(Y) + u_2^2(Y) + \dots + u_m^2(Y)} \quad (1.27)$$

Белгісіздікті интервалды бағалауы U_c стандартты жиынтық белгісіздігін k қамту коэффициентіне көбейту жолымен алынатын U кеңейтілген белгісіздігі болып табылады::

$$U = k \cdot U_c. \quad (1.28)$$

Қамту коэффициенті өлшенетін шаманың таралу заңына және таңдалған P деңгейіне байланысты. Көп жағдайда 0,95 ықтималдығы үшін қамту коэффициенті өлшенетін шаманың қалыпты таралу заңы туралы болжамға сүйене отырып, 2-ге тең қабылданады.

Өлшемнің белгісіздік көздері.

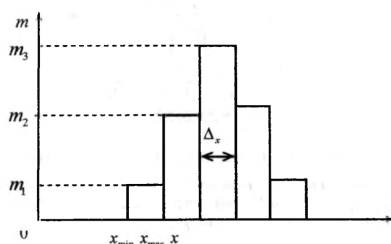
Өлшем белгісіздігінің көздері: ӨҚ өлшеу кезінде қолданылатын **көрсеткіштердің байқалатын** таралуы (А типті стандартты белгісіздіктерге келісілген) және ӨҚ **алынып тасталмаған жүйелік дәлсіздіктеріне** (АЖД) түзетулер (В типті стандартты белгісіздіктеріне келісілген) болып табылады.

Сонымен қатар, В типті белгісіздік көздері пайдаланылған анықтамалық деректердің сенімсіздігі, өлшем нәтижелерінің дөңгелектенуі немесе қолданылатын константалар болуы мүмкін.

Көрсеткіштердің байқалған шашырауы.

Егер Θ көрсеткіштерінің өлшенетін шамасының $x_1, x_2, \dots, x_n$ бірдей мәндерін n -есе өлшеу кезінде бір бірінен хаотикалық ерекшеленсе (шашырау болса), онда оларды кездейсоқ шаманы іске асыру ретінде қарастыруға болады. Кез келген кездейсоқ шаманың ең толық сипаттамасы оның таралу заңы болып табылады. Экспериментті түрде таралу заңын **гистограмма** (бағанды диаграмма) түрінде Θ көрсеткіштерінің үлкен саны болған кезде ($n \geq 40$) құруға болады (1.5-сурет).

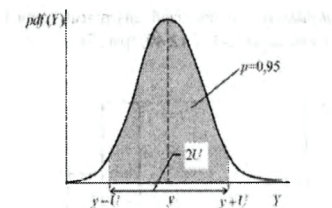
1.5-сурет - Θ көрсеткіштерінің таралу гистограммасы



Әр бағанның биіктігі ені $\Delta_x = (x_{\max} - x_{\min})/L$ оның бар интервалына енген Θ көрсеткіштерінің санына тең. L интервалдарының саны n өлшемдерінің санына байланысты.

Кездейсоқ дәлсіздіктердің таралу заңы (гаусс) қалыпты деп саналады (1.6-сурет).

1.6-сурет- Қалыпты заң үшін ықтималдық таралу тығыздығы



Мұндай таралу заңы күйінің сипаттамасы **өлшем нәтижесі** ретінде қабылданған Θ жеке көрсеткіштерінің орташа арифметикалық x мәні болып табылады.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1.29)$$

МЫСАЛ

Адамның дене салмағын үш рет өлшеу кезінде салмақ көрсеткіштері 81 кг, 79 кг және 80 кг құрайды. Бұл көрсеткіштердің орташа арифметикалық мәні тең.

$$\underline{m} = \frac{81 + 79 + 80}{3} = 80 \text{ кг.}$$

ӨҚ жеке көрсеткіштерінің ауытқуы $x_1, x_2, \dots, x_n$ орташа мән $\bar{x}$ дисперсия деп аталатын сипаттамамен сипатталады:

$$D(x) = \frac{(x_1 - \underline{x})^2 + (x_2 - \underline{x})^2 + \dots + (x_n - \underline{x})^2}{n - 1} = \frac{1}{n - 1} \sum_{i=1}^n (x_i - \underline{x})^2.$$

МЫСАЛ

Жоғарыда келтірілген салмақ көрсеткіштері үшін жеке көрсеткіштердің дисперсиясы мыналарды құрайды:

$$D(m) = \frac{(81 - 80)^2 + (79 - 80)^2 + (80 - 80)^2}{3 - 1} = 1 \text{ кг}^2.$$

Қарастырылған мысалдан өлшем нәтижесінің өлшемділігі (кг) дисперсия өлшемдігінен (кг²) ерекшеленетінін көруге болады. Осы өлшемділіктерді келісу үшін дисперсия мәнінен түбір алынады және жеке көрсеткіштердің ОША алынады:

$$S(x) = \sqrt{D(x)} = \sqrt{\frac{1}{n - 1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (1.30)$$

МЫСАЛ

Жоғарыда келтірілген таразы көрсеткіштері үшін ОША жеке көрсеткіштер мынаны құрайды:

$$S(m) = \sqrt{\frac{(81 - 80)^2 + (79 - 80)^2 + (80 - 80)^2}{3 - 1}} = 1 \text{ кг.}$$

Егер бірнеше рет өлшеу нәтижесі үшін ӨҚ орташа арифметикалық жеке көрсеткіштері қабылданса, онда шашырау сипаттамасы $\mathbf{x}$ жекелеген көрсеткіштердің ОША $S(x)$, ал осы көрсеткіштердің орташа арифметикалық мәнінің ОША), $\sqrt{n}$ бірнеше есе аз $S(x)$ болатын $A(U_A)$ типті стандартты (орташа шаршылық) белгісіздік деп аталатын $S(\bar{x})$ болмайды:

$$u_A(\bar{x}) = \frac{S(x)}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}. \quad (1.31)$$

Бұл белгісіздікті еркіндік дәрежелерінің $v_A(m) = n - 1$ санына жатқызады

МЫСАЛ.

Жоғарыда келтірілген салмақ көрсеткіштері үшін А типті стандартты белгісіздік мынаны құрайды:

$$u_A(\underline{m}) = \sqrt{\frac{(81 - 80)^2 + (79 - 80)^2 + (80 - 80)^2}{3(3 - 1)}} = 0,58 \text{ кг.}$$

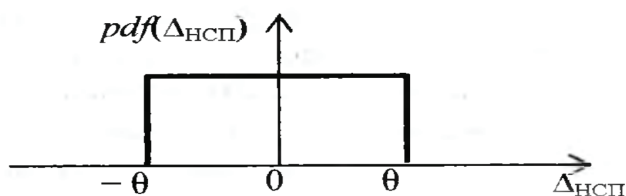
Бұл стандартты белгісіздікті $v_A(\tau) = 3 - 1 = 2$ еркіндік дәрежелерінің санына жатқызады.

Жүйелік дәлсіздік - γ шамасын қайталап өлшеу кезінде тұрақты болып қалатын немесе табиғи түрде өзгеретін дәлсіздік. Жүйелік дәлсіздіктің бұл ерекшелігі оның мәнін бағалауға (калибрлеу нәтижесінде) және өлшеу нәтижесіне түзетулер енгізуге мүмкіндік береді.

Түзетудің мәні дәл анықталмағандықтан, өлшемнің түзетілген нәтижесінде оның белгісіз мәні тең ықтималдықта болуы мүмкін интервалдың $\pm\theta$ шекаралары белгілі $\Delta_{\text{АЖД}}$ болатын, алынып тасталмаған жүйелік дәлсіздік (АЖД) болады.

Сондықтан АЖД Θ қ ықтималдық тығыздық 1.6-суретте бейнеленген (*pdf*) АЖД таралудың тең ықтималды (біркелкі) заңын жатқызады.

1.6-сурет - АЖД біркелкі таралу заңы



ОША осындай таралу заңы үшін АЖД (В типті белгісіздік) тең:

$$u_B = \frac{\theta}{\sqrt{3}}. \quad (1.32)$$

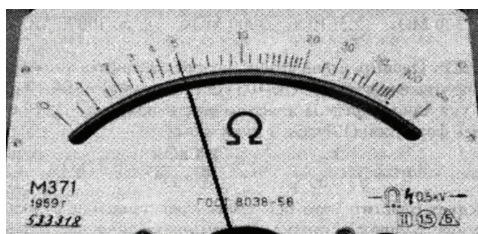
Салыстырып тексерілген Θ қ үшін В типті белгісіздікті бағалау 1.3-кестеге сәйкес жүргізіледі. Кестеде өлшем құралдарының дәлдік сыныбы, шекаралар ішінде АЖД біркелкі таралу болжамында ϑ абсолютті дәлсіздік беттері өрнектелетін S салыстырмалы шекараларды және келтірілген u және λ дәлсіздіктерді байланыстыратын белгілі формулалар қолданылған.

1.3-кесте В типті стандартты белгісіздікті есептеуге арналған формулалары

Дәлдік сыныбын белгілену мысалы	Нормаланған қатенің түрі мен белгіленуі	В типті стандартты белгісіздікті есептеуге арналған формуласы
1,0 1.7-сурет	Салыстырмалы, δ	$u_B = \delta \frac{X_{\text{изм}}}{\sqrt{3} \cdot 100\%} \quad (1.33)$
1,0 1.8-сурет	Келтірілген, γ	$u_B = \gamma \frac{X_H}{\sqrt{3} \cdot 100\%} \quad (1.34)$
1,0 1.8-сурет	Біркелкі емес шкаланың ұзындығына келтірілген, λ	$u_B = \lambda \frac{(X_{\text{ср}} + X_{\text{изм}})^2}{X_{\text{ср}} \sqrt{3} \cdot 100\%} \quad (1.35)$
2,0/0,1 1.9-сурет	Салыстырмалы, c/d	$u_B = \left[c + d \left(\left \frac{X_H}{X_{\text{изм}}} \right - 1 \right) \right] \frac{X_{\text{изм}}}{\sqrt{3} \cdot 100\%} \quad (1.36)$

1.3-кестеде мынадай белгілеулер пайдаланылған: $X_{\text{өлш}}$ - өлшенген мән (ӨҚ көрсеткіші), X_H - өлшенген шаманың нормаланған мәні (көбінесе - өлшем шегі); $X_{\text{орт}}$ - біршама біркелкі емес шкаланың геометриялық ортасына сәйкес келетін өлшенген шама мәні.

1.7-сурет - 1,5 дәлдік сыныпты омметр шкаласы



МЫСАЛ.

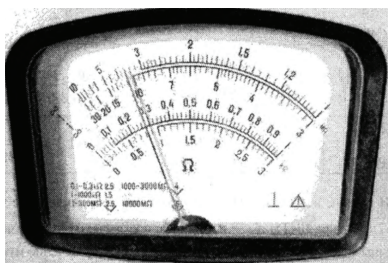
М371 омметрмен кедергіні өлшеу В типті стандартты белгісіздікті бағалау қажет (1.7-сурет)

Аспаптың көрсеткіштері 5 Ом. Аспаптың дәлдік сыныбы

1.5. 1.3-кестесінен алынған (1.33) формуласын пайдалана отырып, мынаны аламыз:

$$u_B = \delta \frac{X_{изм}}{\sqrt{3} \cdot 100\%} = 1,5\% \frac{5 \text{ Ом}}{\sqrt{3} \cdot 100\%} = 0,043 \text{ Ом}$$

1.8-сурет - Е6-17 мегомметр



Дәлдік сыныптары: 0,1 ... 0,3 кОм -2,5 ауқымында; 1 ... 1000 кОм-1,5;

1 ... 300 МОм -,5; 1000 ... 3000 МОм -4; 10000 МОм -6 дейін

МЫСАЛ:

Е6-17 мегомметрмен 100 кОм шегінде кедергіні өлшеудің В типін стандартты белгісіздікті бағалау (1.8-сурет).

Көрсетілген шекте аспаптың дәлдік сыныбы 1,5 құрайды. 1.3 кестесінен (1.34) формуласын пайдалана отырып аламыз:

$$u_B = \gamma \frac{X_H}{\sqrt{3} \cdot 100\%} = 1,5\% \frac{100 \text{ кОм}}{\sqrt{3} \cdot 100\%} = 0,87 \text{ кОм.}$$

В типті белгісіздіктің дәлдік сыныбын мұндай ұсыну кезінде өлшенген шаманың мәніне байланысты емес екендігін атап өткен жөн.

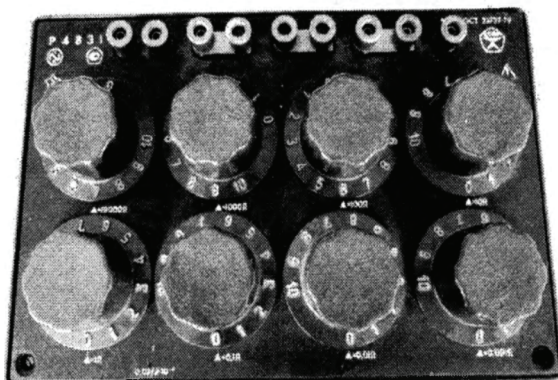
МЫСАЛ.

Е6-17 мегомметрмен 10 МОм шегінде кедергіні өлшеудің В типті стандартты белгісіздігін бағалау қажет (1.8-сурет). Көрсетілген шекте аспаптың дәлдік сыныбы 2,5 құрайды. Бұл шектегі шкаланың геометриялық ортасы 20 МОм құрайды. Аспап көрсеткіштері 36 МОм. 1.3 кестесіндегі (1.35) формула-

ны пайдалана отырып аламыз:

$$u_B = \lambda \frac{(X_{\text{ср}} + X_{\text{изм}})^2}{X_{\text{ср}} \sqrt{3} \cdot 100\%} = 2,5\% \frac{(20 \text{ МОм} + 36 \text{ МОм})^2}{20 \text{ МОм} \sqrt{3} \cdot 100\%} = 2,3 \text{ МОм}.$$

1.9-сурет – Кедергіні өлшеуге арналған 0,02/2-10-6 дәлдік сыныпты құрал-қорап



МЫСАЛ.

R4831 құрал-қораппен кедергіні жаңғыртуда В типті стандартты белгісіздікті бағалау қажет (1.9-сурет).

Құрал-қорапта белгіленген кедергі мәні 79,6 кОм. Кедергінің нормаланған мәні 111110 Ом құрайды. Құрал-қораптың дәлдік сыныбы $0,02/2 \cdot 10^{-6}$. 1.3 кестеден (1.36) формуланы пайдалана отырып, мынаны аламыз:

$$u_B = \left[c + d \left(\left| \frac{X_{\text{н}}}{X_{\text{изм}}} \right| - 1 \right) \right] \frac{X_{\text{изм}}}{\sqrt{3} \cdot 100\%} = \left[0,02 + 2 \cdot 10^{-6} \left(\frac{111110}{79600} - 1 \right) \right] \frac{79600}{\sqrt{3} \cdot 100} = 9,2 \text{ Ом}.$$

Калибрленген ӨҚ үшін стандартты белгісіздікті мына формула бойынша калибрлеу туралы сертификаттан алынған U кеңейтілген белгісіздік және k қамту коэффициенті туралы деректерден есептеледі:

$$u_B = \frac{U}{k} \quad (1.37)$$

МЫСАЛ:

R321 шарғысының кедергісін жаңғырту кезінде В типті стандартты белгісіздігін бағалау.

Калибрлеу туралы сертификатта кедергінің мәніне сенім деңгейі үшін $k = 2$ қамту коэффициенті бар кеңейтілген 1 мОм белгісіздігі тіркелгендігін көрсетеді. (1.37) формуласын пайдалана отырып, біз В типті стандартты белгісіздікті аламыз:

$$u_B = \frac{1 \text{ мОм}}{2} = 0,5 \text{ мОм.}$$

МЭӨ өлшеу кезіндегі белгісіздікті бағалау әдістемесі.

1) Кіріс шамаларын өлшеу және бағалау моделі

1.1) Өлшем моделі:

$$Y = f(X_i, \delta X_a, \delta X_b, \delta X_n), \quad (1.38)$$

мұнда белгісіздік көздері:

X_i – МЭӨ өлшенген мәні;

δX_a – кондуктометрдің дәлсіздігі;

δX_b – термостат дәлсіздігі;

δX_n – кондуктометрдің цифрлық таблосының рұқсаты.

Электролит ерітінділерінің меншікті электр өткізгіштігін өлшеу процесінде ерітіндінің МЭӨ нақты мәні анықталады.

МЭӨ кіріс шамасы формула бойынша анықталады:

$$Y = X_i + {}^{\text{TM}}X_a + {}^{\text{TM}}X_b + {}^{\text{TM}}X_n, \quad (1.39)$$

1.2) X_i шамасын бағалау $\bar{\sigma}_n$ байқаулардан X_i ($i = 1, 2, \dots, n$) орташа арифметикалық мән немесе орташа мән болады:

$$\bar{\sigma} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (1.40)$$

X_i шамасының стандартты белгісіздігін біркелкі өлшем жағдайларында n тәуелсіз байқауларын статистикалық талдау жолымен А типі бойынша бағалаймыз.

Стандартты шаманың белгісіздігі X_i ($u(X_i)$) орташа мәnnің эксперименттік стандартты ауытқуы болып табылады және мына формула бойынша есептеледі:

$$u(X_i) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{\delta})^2} \quad (1.41)$$

1.3) Шаманы бағалау δX_a тең деп қабылданады, бірақ оның кондуктометрдің дәлсіздігіне тең кеңейтілген белгісіздік түріндегі ауытқуы бар. Кондуктометрдің дәлсіздігі тікбұрышты таралу заңы кезінде кеңейтілген белгісіздік болып табылады. Ол МЭӨ (мСм/см) өлшем бірліктерінде көрсетілуге тиіс, сонда стандартты белгісіздік $\sqrt{3}$ бөлінген кеңейтілген белгісіздікке тең.

1.4) МЭӨ өлшеу кезінде біз қоршаған орта параметрлерінің әсерін ескермейміз, себебі МЭӨ өлшеулерін термостатта жүргіземіз.

Өлшем нәтижесін қалыпты температураға (әдетте 25°C) келтіру термостат көмегімен жүзеге асырылады және ${}^{TM}X_b$ шамасын бағалау ауытқуы термостат температурасын ұстап тұру дәлсіздігі болады.

${}^{TM}X_b$ шамасын бағалау 0-ге тең қабылданады, бірақ ол термостат температурасын ұстап тұру дәлсіздігіне тең кеңейтілген белгісіздік түрінде ауытқуы бар. Термостаттың температураны ұстап тұру дәлсіздігі оған арналған сертификаттан алынады немесе термостаттың температураны ұстап тұру дәлсіздігінің есептелген шектері тікбұрышты таралу заңы кезінде кеңейтілген белгісіздік болып табылады деген шартпен есептеледі. Онда стандартты белгісіздік $u({}^{TM}X_b)$ бөлінген өлшем бірліктерімен өрнектелген $\sqrt{3}$ кеңейтілген белгісіздікке тең.

1.5) ${}^{TM}X_c$ шамасын бағалау 0-ге тең қабылданады, бірақ

оның кондуктомердің цифрлық таблосының рұқсатына тең кеңейтілген белгісіздік түрінде ауытқуы бар.

Кондуктометрдің рұқсаты МЭӨ өлшеудің әртүрлі ішкі ауқымдары үшін әртүрлі. Кондуктометрдің рұқсаты тікбұрышты таралу заңы кезінде кеңейтілген белгісіздік ауқымы болып табылады. Онда стандартты белгісіздік $u(\delta X_{\hat{n}})$ өлшемдердің кез келген ішкі ауқымы үшін $\sqrt{3}$ бөлінген кеңейтілген белгісіздіктің 1/2 бөлігіне тең.

$$u(\delta X_c) = \frac{\delta X_c}{2 \cdot \sqrt{3}} = 0,29 \delta X_c$$

2) Корреляцияны талдау, әсер ету коэффициенттерін есептеу.

Кіріс шамалары корреляцияланбаған деп есептеледі. 1.39-өрнекке кіретін X_i , ${}^{\text{TM}}X_a$, ${}^{\text{TM}}X_b$, әр қосылғыштың жеке туындысы анықталды, әр айнымалы бойынша әсер ету коэффициенті алынды.

Әсер ету (сезімталдық) коэффициенттері мына формулалар бойынша есептеледі:

$$C_{X_i} = \frac{\partial f}{\partial X_i} = 1 \quad (1.42)$$

$$C_{\delta X_a} = \frac{\partial f}{\partial \delta X_a} = 1 \quad (1.43)$$

$$C_{\delta X_{\hat{n}}} = \frac{\partial f}{\partial \delta X_{\hat{n}}} = 1 \quad (1.44)$$

$$C_{\delta X_b} = \frac{\partial f}{\partial \delta X_b} = 1 \quad (1.45)$$

3) Шығыс шамасын және шығыс шамаларының стандартты белгісіздігін есептеу

3.1) у шығыс шамасының бағасы кіріс шамаларын олардың бағаларымен ауыстырған кезде 2-теңдеуден алынады.

Стандартты белгісіздік әр шығыс шамасы үшін кезең-кезеңімен есептеледі.

3.2) Шығыс шамалары үшін стандартты белгісіздіктер мына формулаларға есептеледі:

Шама үшін шығыс шамасының стандартты белгісіздігі X_i :

$$\begin{aligned} u_{x_i}(y) &= C_{x_i} \cdot u(\bar{x}) \\ C_{x_i} &= 1 \\ u_{x_i}(y) &= u(\bar{x}) \end{aligned} \quad (1.46)$$

Шама үшін шығыс шамасының стандартты белгісіздігі δX_a :

$$\begin{aligned} u_{\delta X_a}(y) &= C_{\delta x_a} \cdot u(\delta X_a) \\ C_{\delta x_a} &= 1 \\ u_{\delta X_a}(y) &= u(\delta X_a) \end{aligned} \quad (1.47)$$

Шама үшін шығыс шамасының стандартты белгісіздігі $\delta X_{\hat{a}}$:

$$\begin{aligned} u_{\delta X_{\hat{a}}}(y) &= C_{\delta x_{\hat{a}}} \cdot u(\delta X_b) \\ C_{\delta x_{\hat{a}}} &= 1 \\ u_{\delta X_{\hat{a}}}(y) &= u(\delta X_b) \end{aligned} \quad (1.48)$$

Шама үшін шығыс шамасының стандартты белгісіздігі $\delta X_{\hat{n}}$:

$$\begin{aligned} u_{\delta X_{\hat{n}}}(y) &= C_{\delta x_{\hat{n}}} \cdot u(\delta X_{\hat{n}}) \\ C_{\delta x_{\hat{n}}} &= 1 \\ u_{\delta X_{\hat{n}}}(y) &= u(\delta X_{\hat{n}}) \end{aligned} \quad (1.49)$$

3.3) Шығыс шамасы үшін жиынтық стандартты белгісіздік мына формула бойынша есептеледі:

$$u_c(y) = \sqrt{u_{x_i}^2(y) + u_{\delta X_a}^2(y) + u_{\delta X_b}^2(y) + u_{\delta X_{\bar{n}}}^2(y)}. \quad (1.50)$$

1.50-ге 1.46, 1.47, 1.48, 1.49 өрнектерін қоя отырып, мыналарды аламыз:

$$u_c(y) = \sqrt{u^2(X_i) + u^2(\delta X_a) + u^2(\delta X_b) + u^2(\delta X_{\bar{n}})}. \quad (1.51)$$

Белгісіздік бюджеті.

Есептеу нәтижелері бойынша 1.4-кестеге сәйкес белгісіздік бюджеті жасалады.

Кіріс шамаларының бағаларын есептеу нәтижелері 1.4-кестенің 4-бағанына енгізіледі.

Стандартты белгісіздік мәндері 1.4-кестенің 7-бағанына енгізіледі.

1.4-кесте - Белгісіздік бюджеті

Шамасы X_i	Өлшем бірлігі	Бағалау X_i	Максималды ықтимал ауытқулар	Белгісіздік типі	Ықтималдықтың таралуы	Стандартты белгісіздік $u(X)$	Белгісіздік коэффициенті C_i	Үлес $u_i(y) = C_i \cdot u(X_i)$	Пайыздық үлес
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
X_i	См/м	0		A		$u(X_i)$	C_{X_i}	$u(X_i)$	
δX_a	См/м	0		B	Тікбұрышты	$u(\delta X_a)$	$C_{\delta X_a}$	$u_{\delta X_a}(y)$	
δX_b	См/м	0		B	Тікбұрышты	$u(\delta X_b)$	$C_{\delta X_b}$	$u_{\delta X_b}(y)$	
δX_y	См/м	0		B	Тікбұрышты	$u(\delta X_{\bar{n}})$	$C_{\delta X_{\bar{n}}}$	$u_{\delta X_b}(y)$	
y	См/м	y				$u_{\bar{n}}(y)$			

$u_i(y)$ X_i , δX_a , δX_b , $\delta X_{\bar{n}}$ құрауыштардан белгісіздік үлесін 1.4-кесте 9-бағанға енгізеді.

Әр шығыс шамасының белгісіздігіне пайыздық үлес $u_i(y)$

мына формула бойынша есептеледі:

$$u_i^2(y) \cdot \frac{100}{\sum u_c^2(y)}, \quad (1.52)$$

және 1.3-кестенің 10-бағанына енгізіледі.

Кеңейтілген белгісіздікті есептеу.

25°C кезінде оның номинал мәнінен нақты мәннің ауытқуының кеңейтілген белгісіздігі мына формула бойынша есептеледі

$$U = k \cdot u_{\bar{n}}(y), \quad (1.53)$$

мұнда k - қамту коэффициенті.

Шығыс шамасының ықтималдық таралуы қалыпты екендігіне және қалыпты таралу үшін кеңейтілген белгісіздік $k = 2$ қамту коэффициенті шамамен 95% қамту ықтималдықпен орташадан ауытқуға сәйкес келетіндігіне жол береміз.

Өлшеу нәтижесін ұсыну.

Өлшеу нәтижесі мынадай түрде ұсынылады:

$$Y = X_i \pm U. \quad (1.53)$$

2-тарау

Міндеттер

2.1 Өлшем құралдарын салыстырып тексеру нәтижелерін есептеу жөніндегі міндеттер (өлшем түрлері бойынша)

1-міндет. ИТП-МГ4 «100» жылу өткізгіштік өлшегіштерді салыстырып тексеру.

ИТП-МГ4 «100» жылу өткізгіштік өлшегіштердің метрологиялық сипаттамалары 2.1-кестеде келтірілген.

2.1-кесте

Сипаттамасы	Мәні
Жылу өткізгіштігін өлшеу ауқымы, Вт/(м*К)	0,02-ден 1,5-ке дейін
Рұқсат етілген салыстырмалы дәлсіздік, %	± 5,0 артық емес

Жылу өткізгіштік өлшегіштерді салыстырып тексеру KZ.04.02.05729-2011 «ИТП-МГ4 жылу өткізгіштік өлшегіштері ИТП-МГ4 «100», ИТП-МГ4 «250», ИТП-МГ4 «300», ИТП-МГ4 «100/Зонд», ИТП-МГ4 «250/Зонд», ИТП-МГ4 «300/Зонд», ИТП-МГ4 «Зонд» модификациялау». СӘ 2413-0022-2010 салыстырып тексеру әдістемесі» сәйкес және 2.2-кестеде көрсетілген эталондық ӨҚ көмегімен жүргізіледі.

2.2-кесте

Эталон атауы	Калибрленген мән, Вт/(м*К)	Рұқсат етілген салыстырмалы дәлсіздік, %
Пеноплекстен жылу өткізгіштік өлшемі	0,033	± 3,0
Органикалық шыныдан жасалған жылу өткізгіштік өлшемі	0,196	
Кварц шыныдан жылу өткізгіштік өлшемі	1,340	

Салыстырып тексеру жүргізу барысында алынған өлшем мәндері 2.3-кестеде келтірілген.

2.3-кесте

Эталон атауы	ИТП-МГ4 « 100 » жылу өткізгіштік өлшегішімен өлшенген мән, Вт/(м ² К)		
	1	2	3
Пеноплекстен жылу өткізгіштік өлшемі	0,032	0,033	0,033
Органикалық шыныдан жасалған жылу өткізгіштік өлшемі	0,192	0,191	0,192
Кварц шыныдан жылу өткізгіштік өлшемі	1,337	1,337	1,336

Алынған нәтижелерден ИТП-МГ4 «100» жылу өткізгіштік өлшегішінің одан әрі пайдалану үшін жарамдылығын анықтау қажет. Ол үшін салыстырып тексеру барысында алынған аспаптың салыстырмалы дәлсіздіктеріне рұқсат етілген салыстырмалы дәлсіздікпен салыстыру жүргіземіз (2.4-кесте).

2.4-кесте

Эталондық мән, Вт/(м ² К)	Өлшенген мән, Вт/(м ² К)	Аспаптың салыстырмалы дәлсіздігінің мәні, %	Рұқсат етілген салыстырмалы дәлсіздік, %
0,033	0,032	3,0	± 5,0
	0,033	0,0	
	0,033	0,0	
0,196	0,192	2,0	
	0,191	2,6	
	0,192	2,0	
1,340	1,337	0,2	
	1,337	0,2	
	1,336	0,3	

Нәтижелері бойынша қорытынды: ИТП-МГ4 «100» жылу өткізгіштік өлшегіштерін салыстырып тексеру нәтижелері бойынша пайдалану үшін **жарамды** деп танылады және қолдануға рұқсат етіледі.

2-міндет. Шыны капиллярлық вискозиметрді салыстырып тексеру.

ВПЖ-2 типті капиллярлық шыны вискозиметрге салыстырып тексеру жүргізу қажет, тұрақтының салыстырмалы

дәлсіздігі $\delta = \pm 0,3 \%$ құрайды.

Қолданылатын салыстырып тексеру құралдары:

$4 \cdot 10^{-7}$ -ден $1 \cdot 10^{-1}$ м²/с дейін кинематикалық тұтқырлықты өлшеу ауқымы бар эталонды шыны капиллярлық вискозиметрлер жинағы;

МИ 1289-86 сәйкес дайындалған сұйықтықтың кинематикалық тұтқырлығының немесе градуирлеу сұйықтығының стандартты үлгілері;

ГОСТ 8.423 бойынша механикалық секундомер;

сұйықтық термостаты, 20 °С-тан 50 °С-қа дейін ауқым үшін.

Паспорттан вискозиметр тұрақтысы мм²/с²: $K_1 = 0,01018$.

Градуирлеу сұйықтығының тұтқырлығы, мм²/с: $V = 4,7515$.

Астана қаласында еркін құлау үдеуі, м/с²: $g = 9,8110$.

Сұйықтықтың ағу уақыты, с: 1) 466,18;

2) 466,20;

3) 466,19;

4) 466,16;

5) 466,18.

Жарамдылық мерзімінің орташа мәні, t, с 466.18.

Тұтқырлықты анықтау формуласы:

$$v = K \cdot t \cdot \frac{g}{9.807}, \quad (2.1)$$

мұнда: v - сұйықтықтың кинематикалық тұтқырлығы, мм²/с;

K - тұрақты вискозиметр, мм²/с²;

t - сұйықтықтың ағу уақыты, с;

g - сұйықтықтың тұтқырлығын өлшеу орнында еркін құлау үдеуі, м/с².

Формула бойынша тұрақты K_2 вискозиметрді анықтаймыз:

$$4,7515 : 466,18 = 0,01019. \quad (2.2)$$

Тұрақты арифметикалық орташа мәнді табамыз K , мм²/с²:

$$K = \frac{K_1 + K_2}{2} = \frac{0,01018 + 0,01019}{2} = 0,01085.$$

Тұрақты анықтау дәлсіздігін есептейміз, %

$$\delta = \frac{K_1 - K_2}{K} \cdot 100 \% = \frac{0,01018 - 0,01019}{0,01085} \cdot 100 \% = 0,09 \%$$

Жауап: вискозиметр тұрақтысын анықтаудағы дәлсіздік $\delta = 0,09\%$ құрайды.

3-міндет. Уақыт пен жиілік бойынша ӨҚ салыстырып тексеру.

Салыстырып тексеру объектісі: «Symmetricom Inc.», АҚШ фирмасы шығарған SSU2000е зияткерлік синхрондау аппаратурасы.

Салыстырып тексеру орындалған қолданылатын эталондар мен ӨҚ атауы:

RFS рубидийлі жиілік стандарты;

SR620 уақыт интервалы мен жиілік өлшегіші.

Салыстырып тексеру әдістемесі: ҚР СТ 2.59 «ҚР МӨЖ. Жоғары дәлдіктегі жиілік пен уақыт өлшемдері. Салыстырып тексеру әдістемесі»

Номиналды жиілік: 2,048 МГц

Уақыт интервалындағы жиіліктің өлшенген мәндері $\tau=100$ с (2.5-кестеге сәйкес).

2.5-кесте

№ р / с	Өлшенген мәндер, МГц
1	2,047999999670
2	2,047999999650
3	2,047999999640
4	2,047999999632
5	2,047999999613
6	2,047999999666
7	2,047999999669
8	2,047999999757
9	2,047999999622
10	2,047999999639
11	2,047999999653

Міндет: берілген мәндерге сәйкес $\Delta f/f$ жиіліктің салыстырмалы айырмашылығын және жиіліктің орташа шаршылық салыстырмалы екі іріктемелі ауытқуын (ОШЕА) анықтау.

Шешім:

Салыстырмалы айырмашылық $\Delta f/f = (f_{узм} - f_{ном})/f_{ном}$

Байқаулардың алынған қатарынан $\frac{\Delta f_1}{f}, \frac{\Delta f_2}{f}, \frac{\Delta f_3}{f}, \dots, \frac{\Delta f_n}{f}$ формула бойынша TM жиіліктің орташа шаршылық салыстырмалы ауытқуын есептейді:

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\Delta f_i}{f} - \frac{\Delta \bar{f}}{f} \right)^2}{n-1}}. \quad (2.3)$$

τ_b , тең σ іріктеме уақытының интервалы үшін жиіліктің орташа шаршылық салыстырмалы кездейсоқ вариациясын (2.4) формуласы бойынша есептейді

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{\Delta f_{i+1}}{f} - \frac{\Delta f_i}{f} - \nu \cdot \tau_{\Delta} \right)^2}{n-2}} \quad (2.4)$$

мұнда n - кем дегенде 10 болуға тиіс өлшемдер саны;

{ - I - іріктеме уақыты интервалы үшін жиіліктің салыстырмалы жүйелі өзгерісі (I_b іріктеме уақытының интервалы және I_n байқау уақытының интервалы бірдей уақыт бірліктерінде өлшенуге тиіс).

Өлшемге арналған пайдалану құжаттамасында жиіліктің орташа шаршылық салыстырмалы кездейсоқ вариацияның орнына $\frac{\sigma}{\sqrt{2}}$ тең жиіліктің орташа шаршылық салыстырмалы екі іріктемелі ауытқуы берілуі мүмкін, мұнда σ - (2.4) формуласы бойынша есептелген жиіліктің орташа шаршылық салыстырмалы кездейсоқ вариациясы.

Жауап: Есептеу нәтижелері 2.6-кестеде келтірілген.

2.6-кесте

өлш. №	Өлшенген мәндер, МГц	Номи- налды жиілік, МГц	Жиіліктің салыстырмалы айырмашылығы $\Delta f/f$	Стандартты белгісіздік	Жиіліктің орташа шаршылық салыстырмалы екі таңдамалы ауытқуы
1	2,047999999670	2,048	1,61E-10	1,85E-11	2,07E-11
2	2,047999999650		1,71E-10		
3	2,047999999640		1,76E-10		
4	2,047999999632		1,80E-10		
5	2,047999999613		1,89E-10		
6	2,047999999666		1,63E-10		
7	2,047999999669		1,62E-10		
8	2,047999999757		1,19E-10		
9	2,047999999622		1,85E-10		
10	2,047999999639		1,76E-10		
11	2,047999999653		1,69E-10		
Орт. мәні	2,047999999656		1,68E-10		

4-міндет Астық және астық өнімдерінің талдағыштарын салыстырып тексеру.

Салыстырып тексеру объектісі: талдағыш.

Салыстырып тексеру орындалған қолданылатын эталондар мен ӨҚ атауы: Астық құрамынан СҮ. Ылғалдылығы 10,1% және ақуызы 13,6% болатын бидайдың бақылау үлгісін пайдалану.

Салыстырып тексеру әдістемесі: KZ.04.02.05644-2011 ««Pertin Instruments AB», Швеция шығарған INFRAMATIC инфрақызыл талдағыштар. Салыстырып тексеру әдістемесі».

Компоненттердің массалық үлесін өлшеу ауқымы: дән-дегі ылғалдылық (5-26)%; протеин (7-45)% .

Талдағыштың рұқсат етілген абсолютті дәлсіздігінің шегі: $\pm 0,5\%$.

Шешім: Талдағышты қосады, 20 минут қыздырады. Дәннің СҮ үйеді.

Талдағышта ақуыз мен ылғалдылықты өлшейді.

Өлшеу нәтижесінде талдағышта ылғалдылық пен ақуыздың бес көрсеткіші алынды (2.7-кесте).

2.7-кесте

№	Ылғал- дылықтың өлшенген мәні, $W_{изм}$, %	Ылғал- дылықтың орташа мәні, $W_{ср}$, %	Ылғал- дылықтың мәні, $W_{э}$, %	Алынған Δ , %	Рұқсат етілген Δ , %
1	10,2	10,2	10,1	-0,1	$\pm 0,5$
2	10,3				
3	9,9				
4	10,2				
5	10,3				
	Ақуыздың өлшенген мәні өлш %	Ақуыздың орташа мәні орт %	СҮ-дегі ақуыздың мәні, %	Алынған Δ , %	Рұқсат етілген Δ , %
1	13,8	13,8	13,6	-0,2	$\pm 0,5$
2	13,9				
3	13,8				
4	13,9				
5	13,6				

Талдағыштың өлшем нәтижелері талап етілген нормаларға сәйкес келеді.

5-міндет. Амперметрді салыстырып тексеру.

Номиналды тогы бар магнит-электрлік жүйенің амперметрі I_p , номиналды бөлімдер саны $\alpha = 100$, шкаланың әрбір бестен бір бөлігіне орналастырылған нөлден номиналды мәнге дейін цифрланған бөлімдер бар (токсызданған амперметрлердің көрсеткілері нөлдік күйді алады).

Амперметрді салыстырып тексеру сол жүйенің эталондық амперметрімен жүзеге асырылды.

Өлшем түзетулерін анықтау.

Келтірілген дәлсіздікті анықтау.

Осы аспап қайсы ең жақын стандартты дәлдік сыныбына жататынын көрсету.

Міндетті орындауға арналған бастапқы деректер 2.8-кестеде көрсетілген.

2.8-кесте

Салыстырып тексерілетін параметр	Өлшем бірліктері	Шифрдың соңғының алдындағы цифры	Соңғы цифр Шифр
			9
Абсолютті дәлсіздік	A	-	+0,03 +0,06 -0,05 +0,04 -0,02
Номиналды ток I_n	A	1	2,5

Аспаптың да түзетуі - өлшенетін шаманың нақты мәні мен аспаптың көрсеткіші арасындағы айырмашылық, яғни:

$$\delta A = A - A_1. \quad (2.5)$$

Түзету кері белгісімен алынған абсолютті дәлсіздікке тең:

$$\Delta A = - \delta A \quad (2.6)$$

Берілген дәлсіздік - бұл абсолютті дәлсіздіктің аспапты өлшеудің жоғарғы шегіне қатынасы.

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_n} \times 100 \%$$

3. Дәлдік дәрежесіне байланысты ГОСТ 13600-68 сәйкес көрсететін және өздігінен жазатын электр өлшеуіш аспаптары тоғыз сыныпқа бөлінеді: 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

Сыныпты білдіретін сан аспаптың оның шкаласын жұмыс бөлімінің барлық белгілерінде өте үлкен келтірілген дәлсіздіктері болып табылады.

Мәселені шешудің нәтижелері 2.9-кестеде жазылған.

2.9-кесте

Цифрландырылған масштабты бөлу	Абсолютті дәлсіздік	Түзетулер измерений δ, A	Келтірілген дәлсіздік $\gamma_n, \%$	Ең жақын стандартты сынып
0,5	+0,03	-0,03	6	-

1	+0,06	-0,06	6	-
1,5	-0,05	+0,05	3,3	4
2	+0,04	-0,04	2	2,5
2,5	-0,02	+0,02	0,8	1

2.2 Өлшем құралдарын калибрлеу нәтижелерін есептеу бойынша міндеттер (өлшем түрлері бойынша)

1-міндет. Шыны сұйық термометрді калибрлеу.

Шыны сұйықтық термометр (өлшеу ауқымы 0 °С-тен 50 С дейін, бөлу бағасы 0,1 °С) сұйықтық термостатында ЛТ-300 электронды термометрмен калибрленеді (өлшеу ауқымы минус 50 °С-тен 300 °С дейін, дәлсіздік $\pm 0,05^\circ\text{C}$, бөлу бағасы 0,001 °С) (техникалық құжаттамаға сәйкес температурасы температурасын ұстау тұрақтылығы $\pm 0,02^\circ\text{C}$, біркелкілігі емес $\pm 0,02^\circ\text{C}$). Калибрлеу 40 °С нүктесінде жүргізіледі. 5 көрсеткіш алынды: шыны термометрдің көрсеткіші өзгермейді және 40,1 °С құрайды; ЛТ-300 электронды термометрдің көрсеткіші: 40,046 °С; 40,031 °С; 40,041 °С; 40,025 °С; 40,042°С. 0,95 ықтималдық және $k=2$ кезінде белгіздікті есептеу қажет. Нәтижелерді үтірден кейін екі таңбаға дейін дәлдікте ұсынады.

Шешім:

Өлшем моделі:

$$\Delta T_x = \bar{T}_i - \bar{T}_{sm} + \delta \bar{T}_x + \delta T_s + \delta T_j + \delta T_D + \delta T_i + \delta T_T,$$

мұнда $\delta \bar{T}_x$ - калибрленетін термометр мен ШТ температура көрсеткіштерінің орташа мәнінің айырмашылығының стандартты ауытқуы, °С ;

δT_s - ЛТ-300 электронды термометрдің дәлсіздігіне негізделген түзету, °С.

δT_j – ЛТ-300 электронды термостаттың рұқсат ететін қабілетіне негізделген түзету, °С;

δT_D – жаңғыртылған термостаттың тұрақсыздығына негізделген түзету, °С;

δT_i – жаңғыртылған термостаттың біркелкі еместігіне негізделген түзету, °C;

δT_T – калибрленетін термометрдің рұқсат етілетін қабілетіне негізделген түзету, °C.

Өлшем нәтижелері 2.10-кестеге келтірілген.

2.10-кесте

№	Эталондық мән, °C	Өлшенген мәні, °C	Ауытқу ΔT_x , °C
1	40,046	40,1	0,054
2	40,031	40,1	0,069
3	40,041	40,1	0,059
4	40,025	40,1	0,075
5	40,042	40,1	0,058
Ср. зн.	40,037	40,1	0,063

Стандартты белгісіздік үлесін $u_A S(\bar{T}_x)$, А типі бойынша есептейміз, бірнеше рет есептелген калибрленген термометр мен эталондық термометрдің көрсеткіштерінің орташа айырмасының стандартты ауытқуынан анықталады, (2.7) формула бойынша есептеледі:

$$u_A S(\bar{T}_x) = \frac{S(\bar{T}_x)}{n} = \sqrt{\sum_{x=1}^n \frac{(\Delta T_i - \bar{T}_x)^2}{n(n-1)}} \quad (2.7)$$

мұнда δT_S - электронды термометрдің дәлсіздігіне негізделген түзету. Мүмкін болатын мәндер ауқымы $u_a(\delta T_s)$ термометрдің белгілі бір типіне арналған техникалық сипаттамадан алынады.

$u_a(\delta T_s)$ (2.8) формуласы бойынша тікбұрышты таралу заңын болжаудағы В типті стандартты белгісіздік:

$$u_a(\delta T_s) = \frac{\delta T_s}{\sqrt{3}}, \text{ °C}, \quad (2.8)$$

мұнда δT_i - электрондық термометрдің рұқсат ету қабілетіне негізделген түзету ең кіші разрядтың жартысына тең мәнмен бағаланады. Үқтимал мәндер ауқым $\pm r(\delta T_i)$ термометрдің белгілі бір түріне техникалық сипаттамадан алы-

нады, мұнда $r(\delta T_i)$ - ең кіші разрядтың жартысы.

Тікбұрышты таралу заңының болжамындағы $u_a(\delta T_i)$ В типті стандартты белгісіздік (2.9) формуласы бойынша анықталады:

$$u_a(\delta T_i) = \frac{r(\delta T_i)}{\sqrt{3}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.9)$$

мұнда δT_D - жаңғыртылған термостаттың тұрақтылығына негізделген түзету, $^\circ\text{C}$. Түзету нөлдік мәнмен бағаланады, ал түзетудің мүмкін мәндерінің шекаралары $\pm r(\delta T_D)$ ретінде анықталады, мұнда r – жаңғыртылған термостаттың рұқсат етілген тұрақтылық шекарасының шегі. Шаманың таралуының болжамды заңы - тікбұрышты.

Оқшаулау кедергісін өлшеу белгісіздігін есептеу мысалы.

Бастапқы деректер:

Өлшем объектісі - күш кабелі;

Өлшенетін шама – оқшаулау кедергісі;

Өлшем бірліктері - МОм.

Оқшаулау кедергісін өлшеу Е6-24 мегаомметрiнiң көмегімен тікелей бағалау әдісімен жүзеге асырылады.

Өлшеу Е6-24 мегаомметрiнiң өлшеу ауқымында 100-ден 999 МОм-ға дейін, қоршаған ауа температурасы 22°C және ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 65% құрайды.

Өлшем функциясын құрастыру.

Оқшаулау кедергісі мынадай өлшем функциясына сәйкес анықталады:

$$R = R_{ind} + F_{\Delta} + F_c, \quad (2.24)$$

мұнда r - оқшаулау кедергісі, МОм;

R_{ind} – оқшаулау кедергісінің қайталама өлшемінің орташа арифметикалық мәні, МОм;

F_{Δ} - Е6-24 мегаомметрiнiң кедергісін өлшеудің рұқсат етілген негізгі дәлсіздігін ескеретін түзету, МОм;

F_c - Е6-24 мегаомметрмен кедергі көрсеткіштерін беретін кіші разряд бірлігін ескеретін түзету, МОм.

Ескертпе: Өлшем функциясы қоршаған ортаның температурасы мен ылғалдылығының жұмыс ауқымындағы қалыпты жағдайлардан тиісінше ауытқуынан туындаған Е6-24 мегаомметр кедергісін өлшеудің қосымша дәлсіздіктеріне $F_{\Delta t}$ және $F_{\Delta \phi}$ түзетулерін есепке алмайды. Түзетулер қоршаған ортаның температурасының және/немесе салыстырмалы ылғалдылығының өлшенген мәндері жұмыс ауқымында болған жағдайда ғана енгізіледі, бірақ Е6-24 мегаомметрiнiң қалыпты жұмыс жағдайларының ауқымынан асып түседі (қалыпты және жұмыс жағдайларының мәндері Е6-24 мегаомметрді пайдалану жөніндегі нұсқаулықта көрсетілген).

Кіріс шамаларын талдау.

1) Оқшаулау кедергісін қайталап өлшеудің орташа арифметикалық R_{ind} МОм.

Күш кабелін оқшаулау кедергісін өлшеу кезінде мынадай қайталама өлшеу нәтижелері алынды: $R_1 = 124 \text{ МОм}$; $R_2 = 131 \text{ МОм}$; $R_3 = 137 \text{ МОм}$.

R_{ind} шамасын бағалау мәні (2.25) формула бойынша анықталады

$$R_{ind} = \frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n} = \frac{124+131+137}{3} = 130,67, \quad (2.25)$$

мұнда R_i - Е6-24 мегаомметр дисплейінен алынған көрсеткіш ретінде анықталған оқшаулау кедергісін i - ші қайта өлшеу нәтижесі, МОм;

n - қайталанатын өлшемдер саны, $n = 3$.

R_{ind} өлшемдерінің стандартты белгісіздігі, МОм, (2.26) формула бойынша ықтималдықтың қалыпты таралуын болжау арқылы есептеледі

$$u(R_{ind}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R_{ind})^2}{n \cdot (n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (R_i - 130,67)^2}{3 \cdot (3-1)}} \approx 3,756. \quad (2.26)$$

2) Е6-24, F_{Δ} мегаомметр кедергісін өлшеудің рұқсат етілген негізгі дәлсіздігін ескеретін түзету.

F_{Δ} шамасын бағалау мәні 0,0 МОм тең қабылданады.

Стандартты белгісіздік $u(F_{\Delta})$, МОм, Е6-24 $\pm \Delta$ мегаом-

метрдің кедергісін өлшеудің рұқсат етілген негізгі абсолютті дәлсіздігінің шегі туралы ақпарат негізінде бағаланады, МОм. Шектердегі дәлсіздік мәндерінің ықтималдығының тікбұрышты таралуын болжауда $\pm \Delta$ мына (2.27) формула бойынша анықталады:

$$u(F_{\Delta}) = \frac{\Delta}{\sqrt{3}} = \frac{0,03 \cdot R_{md} + 3 \cdot c}{\sqrt{3}} = \frac{0,03 \cdot 130,67 + 3}{\sqrt{3}} \approx 3,995. \quad (2.27)$$

Ескертпе: [15] сәйкес кедергіні өлшеудің рұқсат етілген негізгі дәлсіздігінің шектері $\pm$ (% + е.м.р.) түрінде берілген, яғни, абсолютті өлшеу дәлсіздігінің шегін алу үшін Δ формуланы пайдалану керек:

$$\Delta = \frac{\delta''}{100} \cdot R_{md} + m \cdot c, \quad (2.28)$$

мұнда δ'' – кедергіні өлшеудің рұқсат етілген негізгі дәлсіздігінің шегін жазбада [15]-те тұрған бірінші санға тең қабылданатын кедергіні өлшеудің рұқсат етілген салыстырмалы дәлсіздігі, %;

100 - үлестерден пайызға ауысу коэффициенті, %;

m – кіші разрядты бірліктердің санын анықтайтын кедергіні өлшеудің рұқсат етілетін негізгі дәлсіздіктері шегіндегі жазбада [15]-те тұрған екінші сан;

c - Е6-24 мегаомметр беретін кедергі көрсеткіштерінің кіші разряд бірлігі, МОм.

3) Е6-24 мегаомметр беретін кедергі көрсеткіштерінің кіші разряд бірлігін ескеретін түзету, F_c .

F_c шамасын бағалау мәні 0,0 МОм-ға тең қабылданады.

Стандартты белгісіздік $u(F_c)$, МОм,

Е6-24 мегаомметрмен берілген кіші разряд бірлігі туралы ақпарат негізінде анықталады, кедергі көрсеткіші $c = 1$ МОм (Е6-24 от 100-ден 999 МОм дейін Е6-24 мегаомметрмен өлшеу ауқымы үшін).

$\pm c/2$ шекараларындағы c шамасының ықтималдығының тікбұрышты таралуын болжауда (2.29) формула бойынша анықталады

$$u(F_c) = \frac{c}{2 \cdot \sqrt{3}} = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{3}} \approx 0,289. \quad (2.29)$$

Корреляцияны талдау.

Өлшем функциясына кіретін барлық шамалар (2.24) корреляцияланбаған ретінде қаралады.

Өлшенетін шаманы бағалау.

R , МОм, «оқшаулау кедергісі» шамасын бағалау мәні мына формула бойынша есептеледі:

$$R = R_{ind} + F_{\Delta} + F_c = 130,67 + 0,0 + 0,0 = 130,67 \approx 130,7 \quad (2.30)$$

Оқшаулау кедергісінің мәні (МОм) үтірден кейін бір белгіге дейін дөңгелектенеді.

Тікбұрышты таралу заңының болжамындағы В типті $u_{\dot{a}}(\delta T_D)$ стандартты белгісіздік (2.10) формуласымен анықталады:

$$u_{\dot{a}}(\delta T_D) = \frac{r(\delta T_D)}{\sqrt{3}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.10)$$

мұнда δT_i - жаңғыртылатын термостаттың біртекті еместігіне негізделген түзету, $^\circ\text{C}$. Түзету нөлдік мәнмен бағаланады, ал түзетудің мүмкін мәндерінің шекаралары $\pm R$ (δT_i) ретінде анықталады, мұнда r – жаңғыртылатын термостаттың біртекті емес рұқсат етілген шекарасының шегі. Шаманың таралуының болжамды заңы - тікбұрышты.

$u_{\dot{a}}(\delta T_i)$ тікбұрышты таралу заңының болжамындағы В типті стандартты белгісіздік (2.11) формула бойынша есептеледі:

$$u_{\dot{a}}(\delta T_i) = \frac{r(\delta T_i)}{\sqrt{3}}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (2.11)$$

мұнда δT_0 - калибренетін термометрдің рұқсат ету қабі-

летіне негізделген түзету ең кіші разрядтың жартысына тең мәнмен бағаланады. Ықтимал мәндер ауқымы $\pm r(\delta T_{\dot{o}})$ термометрдің белгілі бір типіне техникалық сипаттамадан алынады, мұнда $r(\delta T_{\dot{o}})$ - ең кіші разрядтың жартысы.

Тік бұрышты таралу заңының болжамындағы В типті стандартты белгісіздік $u_{\dot{a}}(\delta T_{\dot{o}})$ (2.12) формула бойынша анықталады:

$$u_{\dot{a}}(\delta T_{\dot{o}}) = \frac{r(\delta T_{\dot{o}})}{\sqrt{3}} \text{ , } ^\circ\text{C.} \tag{2.12}$$

Белгісіздік бюджеті 2.11-кестеде келтірілген.

2.11-кесте

Шама	Мәні	Стандартты белгісіздік. u (x _i)	Таралу	Сезімт. коэфф. C _i	Үлес u _i (y) C _i ·u(x _i)
1	2	3	4	5	6
$\overline{\delta T_x}$	0,063	0,004	қалыпты	1	0,004
δT_s	0,05	0,029	тікбұрышты.	1	0,029
δT_i	0,001	0,0003	тікбұрышты.	1	0,0003
δT_D	0,02	0,012	тікбұрышты.	1	0,012
δT_i	0,02	0,012	тікбұрышты.	1	0,012
δT_T	0,1	0,029	тікбұрышты.	1	0,029
T_x					0,044

U=2·0,044=0,088 °C.

Жауап: 0,06±0,09 °C.

2-міндет. Кондуктометрді калибрлеу.

Эталон	Сұйықтықтың меншікті электр өткізгіштігінің стандартты үлгісі χ_{ref} =0,008418См/м $U_{эТ}$ = ±0,000021 См/м
--------	--

Калибрлеу
объектісі

Кондуктометр
 ΔD (ең кіші бөлу бағасы)=0,00001 См/м

$\chi_i^{cal} =$
{0,00826 0,00827 0,00829 0,00829 0,00829 0,00828 0,00829 0,00829 0,00829 0 См/м

Кондуктометр көрсеткіштерінің эталондық мәннен ауытқуы (2.13) формула бойынша анықталады:

$$\Delta = \chi^{cal} - \chi_{ref} \quad (2.13)$$

Кіріс шамаларының белгісіздіктерін талдау.

Өлшем әдісін талдау нәтижесінде (2.2.7) формулаға кіретін әрбір кіріс шамасы үшін белгісіздіктер кезең-кезеңімен есептелетін әсер етуші шамалар анықталды. Барлық кездейсоқ әсер ететін шамалардың белгісіздіктері А және В типі бойынша бағаланады. Кіріс шамалары корреляцияланбаған деп болжанады.

Кіріс шамаларының белгісіздігін бағалау 2.12-кестеде келтірілген.

2.12-кесте - Кіріс шамаларының белгісіздігін бағалау

Параметрлер	Есептеу әдістері
Кіріс шамасы: МЭӨ бақылау ерітіндісінің аттестатталған мәні $X_{эм}$	Белгісіздік: бағаланбайды. Бағалау мәні: мән МСМЭӨ $X_{эм}$ сертификатынан (паспортынан) алынады.
Кіріс шамасы: калибрленетін кондуктометрдің орташа көрсеткіші χ	Белгісіздікті бағалау типі: А. Таралу түрі: қалыпты. Бағалау мәні: $\chi^{cal} = \frac{\sum_{i=1}^n \chi_i^{cal}}{n}$ Стандартты белгісіздік (ОША): $u_A^{cal} = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \times \sum (\chi_i^{cal} - \chi^{cal})^2}$ мұнда χ_i^{cal} pH_{min} - он өлшем кезінде алынған МЭӨ мәндері.

Кіріс шамасы: кондуктометрдің ең аз бөліну бағасы ΔD	Белгісіздікті бағалау типі: B. Таралу түрі: тікбұрышты. Стандартты белгісіздік: $u_B^{cal} = \frac{\Delta D}{2\sqrt{3}}$
--	--

Белгісіздік бюджеті

Есептеулер нәтижелері бойынша 2.13-кестеге сәйкес белгісіздік бюджеті жасалады.

2.13-кесте - Белгісіздік бюджеті

Кіріс ша- масы, x_i	Кіріс шама- сының мәні, x_i	Өлшем бірлігі	Ықтимал- дықты таралу	Белгісіздік типі	Стандарт- ты бел- гісіздік, $u(x_i)$	Сезім- талдық коэф- фициенті, c_i	Белгісіздік үлесі, $u(y) = c_i u(x_i)$
$X_{эм}$	0,008418	См/м	тікбұрыш- ты	B	0,0000105	1	0,0000105
χ	0,008283	См/м	қалыпты	A	0,0000033	1	0,0000033
ΔD	0,00001	См/м	тікбұрыш- ты	B	0,0000029	1	0,0000029

Калибрлеу нәтижесінің жиынтық стандартты белгісіздігі (2.14) формуласы бойынша есептеледі:

$$u_{\Sigma} = \sqrt{u_B^{ref^2} + u_A^{cal^2} + u_B^{cal^2}} = 0,000011 \text{ См/м} \quad (2.14)$$

Кеңейтілген белгісіздік қалыпты таралу заңы үшін (қамту коэффициенті 2, ықтималдық $P = 95\%$) (2.15) формула бойынша есептеледі:

$$U(\chi) = k \times u_{\Sigma} = 0,000022 \text{ См/м, где } k=2, P=0,95 \% \quad (2.15)$$

3-міндет. Testo 625 термогигрометрін салыстырмалы ылғалдылық арнасы бойынша калибрлеу

Тапсырыс берушінің өтініміне сәйкес 35% және 70% нүктелерінде калибрлеу жүргізу қажет. Калибрлеу $\pm 0,4\%$ кеңейтіл-

ген белгісіздікпен ылғалды газ генераторында жүргізіледі.

Testo 625 термогигрометрi гiгрометрдiң батпалы типi болып табылады және батпалы бөлiгi генератор камера-сының ұяшықтарының бiрiне салынады. Генераторда 35% салыстырмалы ылғалдықты белгiлеймiз, тұрақтандыруды күтеміз және генератор мен термогигрометрдiң бес қайталанатын мәнін жазамыз. 70% салыстырмалы ылғалдылық үшін алдыңғы әрекеттерді қайталаймыз.

Өлшеу нәтижелері 2.14-кестеде келтірілген

2.14-кесте

35% нүктесінде		70% нүктесінде	
Эталондық мән, %	Өлшенген мән, %	Эталондық мән, %	Өлшенген мән, %
35,0	36,2	70,0	71,8
35,0	36,2	70,0	71,8
35,0	36,2	70,0	71,8
35,0	36,2	70,0	71,8
35,0	36,2	70,0	71,8

Калибрлеудің белгісіздігін есептеу.

Шешім:

Бірнеше рет өлшеу жүргізу кезінде нәтижелер өзгермейді. Сондықтан стандартты белгісіздік нөлге теңеледі.

Калибрленетін термогигрометрдің белгісіздік көзі бөлу бағасы 0,1% болып табылады.

Белгісіздік бюджеті 2.15-кестеде келтірілген.

2.15-кесте

Шама	Мәні	Стандартты белгісіздік $u(x_i)$	Таралу	Сезімт. коэфф. C_i	Үлес $u_i(y)$ $C_i \cdot u(x_i)$
1	2	3	4	5	6
δRH_d	0,1	0,03	тікбұрышты.	1	0,03
δRH_s	0,4	0,2	қалыпты	1	0,2
T_x					0,2

$U=2 \cdot 0,2=0,4 \%$.

Жауап: $\pm 0,4\%$.

2.3 Өлшем белгісіздігін есептеу мысалдары (өлшеу түрлері бойынша)

0 – 200 МГц ауқымындағы жиілік бойынша сигнал генераторларын калибрлеу мысалы.

Мақсаты: Дәлсіздік пен жиіліктің тұрақсыздығын калибрлеу кезеңдерін түсіндіру.

Қолданылу саласы: калибрлеу 0...200 MHz жиілік ауқымын қамтиды.

АББРЕВИАТУРАЛАР:

TIC	Уақыт интервалының есептеушісі (Time Interval Counter) немесе жиілік есептеушісі
DUT	Тестілеуге арналған құрылғысы (Device Under test)
TFS	Жиілік және уақыт стандарты (Time & Frequency Standart)
PC	Компьютер (Personal Computer)

Құжаттарға сілтемелер:

Пайдалану жөніндегі нұсқаулық PM6680	Жиілік есептегішінің пайдаланушы нұсқаулығы
EA 4/02	Белгісіздікті есептеу бойынша нұсқаулық
Жиілікті калибрлеуге енгізу	http://tf.nist.gov/service/pdf/calibrations.pdf

Калибрлеу процедурасының сипаттамасы.

Калибрлеу жиілік стандартымен жасалған белгінің жиілік мәнін TIC және PC пайдалану арқылы уақыт пен жиіліктің эталондық стандартымен салыстыру жолымен орындалады. DUT-тен алынған белгі B TIC арнасына қолданылады, ал TFS-тен алынған 1PPS белгісі A TIC арнасына қолданылады. Уақыт интервалының алынған өлшеулері GPIB көмегімен ДК жұмыс істейтін деректерді жинау бағдарламасы арқылы сақталады.

Калибрлеу объектісі: Жиіліктің дәлсіздігі және тұрақсыздығы.

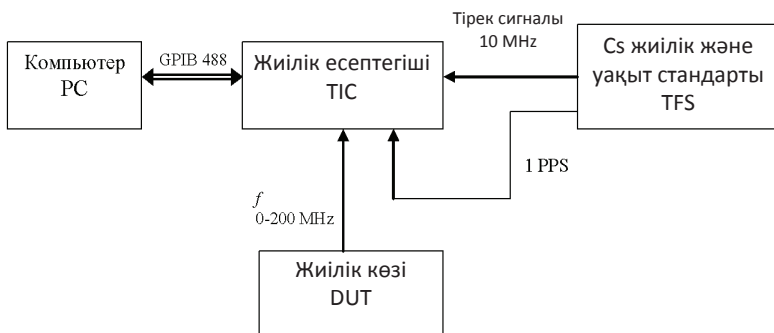
Өлшеу ауқымы: 0 ... 200 МГц.

Калибрлеу процедурасы.

Дәлсіздік пен тұрақтылықты калибрлеу схемасы 2.1-суретте көрсетілген.

Калибрлеу құралдары 2.16-кестеде келтірілген.

2.1-сурет - Дәлсіздік пен тұрақтылықты калибрлеу схемасы



2.16-кесте

Құрылғының атауы	Маркасы	Моделі	Сериялық нөмір	Бақылап тексеру (соңғы калибрлеу сертификаты/орны)
TIC	PHILIPS	PM 6680	944606680656	ҰМИ
TFS	HP	5071A	252	Circular T

Калибрлеу процесіне түсініктеме.

Калибрлеу басталғанға дейін кемінде 24 сағат бұрын DUT қосады.

2.1-суреттен схеманы жинау.

TIC TIME A-B уақыт интервалын өлшеу режиміне қояды.

TIC өлшеу уақытын дара (single) етіп жасайды. Авто триггерге арналар триггерінің деңгейін орнатады. Режимде бұл V_p -р мәнінің жартысы. Бұл мәнді TIC іске қосу үшін пайдалана алады.

TIC экранында оқылған мәндердің мағынасы бар екеніне және олардың тұрақты екеніне көз жеткізеді.

DUT жүйесінде тұрақты жиілік мәндері пайда болғаннан кейін кем дегенде 1 сағат ішінде деректерді жазады. Алынған деректерді пайдалана отырып, $f(ығысу) = \Delta T / T$ немесе графиктен $f(\Delta T, t)$ көлбеуді есептейді. Алдыңғы калибрлеу сертификаттарында калибрлеуге дейін жиіліктің ығысуы немесе жиілік дәлсіздігінің мәні көрсетілуге тиіс.

DUT жиілігін теңшеу орнын анықтайды. Бұл орын құрылғы-

ның сыртында, сондай-ақ құрылғының ішінде болуы мүмкін. Егер құрылғы ішінде болса, құрылғыны қосу үшін тиісті компанияға хабарласады.

2.1-суреттегі схеманы пайдалана отырып, $DUT f(ығысу)=\Delta T/T$ мәні нөлдік немесе минималды болатындай DUT жиілігін белгілейді. 1 сағат деректерді алады және $f(ығысу) = \Delta T/T$ есептейді. Бұл мәнді қалпына келтіру үшін бұл әрекетті тағы бірнеше рет орындайды және оны сертификатта көрсету үшін ең төменгі соңғы мәнді сақтайды.

Деректерді кем дегенде 24 сағат (86400 с) ішінде жиілікті теңшеуді өзгертей ТІС арқылы алады.

ДК-ден алынған шамамен 24 сағат (86400 с) деректерді пайдалана отырып, сертификатта пайдалану үшін $f(ығысу)=\Delta T/T$ мәнін есептейді. Бұл мән бір сағаттық мәннен ерекшеленуі мүмкін, дегенмен DUT жиілігін теңшеу өзгермейді.

Аллан дисперсиялық статистикасын қолданады немесе ДК-ден алынған деректерден шамамен 86400-ді Аллан девиациясының келесі формуласына бейімдеу арқылы $AlaVar$ бағдарламасын пайдаланады:

$$y_{j+1} = x_{j+1} - x_j, \quad (2.16)$$

мұнда x_j -1 секундына уақыт интервалындағы ТІС көрсеткіші.

Аллан девиациясы (тұрақсыздық):

$$\sigma(y, \tau) = \sqrt{\frac{1}{2(n-1)} \sum_{j=1}^{n-1} (y_{j+1} - y_j)^2}. \quad (2.17)$$

мұнда τ – уақыт интервалының орташа мәні.

Сертификатта көрсету үшін 1, 3, 10, 30, 100, 300, 1000, 3000, 10000 уақыт интервалдарындағы Аллан девиация мәндері.

Өлшеу белгісіздігін есептеу үшін келесі әрекеттерді орындайды.

Калибрлеуді өлшеудің белгісіздігі.

Модель функциясын анықтау.

Жиілік дәлсіздігі:

$$f(offset) = \frac{\Delta f}{f} \Big|_{offset} = \frac{\Delta f}{f} \Big|_{UTC(KZ)-DUT} + \frac{\Delta f}{f} \Big|_{UTC-UTC(KZ)} \quad (2.18)$$

мұнда $\frac{\Delta f}{f} \Big|_{UTC(KZ)-DUT}$ – айырмашылық DUT пен TFS арасындағы жиіліктің ауысуында. Есептегіш көмегімен алынған деректерді талдаудан алынған дәлсіздіктің өлшенген мәні;

$\frac{\Delta f}{f} \Big|_{UTC-UTC(KZ)}$ – дәлсіздік немесе уақыт жиілігінің эталондық стандартының (TFS) UTC сәйкес жиілік ығысуының мәні. Ай сайынғы Circular T XXX ретінде BIPM-де жарияланады.

Жиіліктің тұрақтылығы:

$$\sigma_X(\tau) = \sqrt{\sigma_{TFS}^2(\tau) + \sigma_{DUT}^2(\tau)}, \quad (2.19)$$

мұнда $\sigma_X(\tau)$ – есептелген мән;

$\sigma_{DUT}(\tau)$ – DUT тұрақсыздығы;

$\sigma_{TFS}(\tau)$ – TFS тұрақсыздығы. Бұған жиілік есептегішін пайдалана отырып үш атомдық сағатын үш рет салыстыру жолымен қол жеткізеді. Бұл мәндер 17-кестеде көрсетілген.

2.17-кесте - TFS тұрақсыздық мәндері

Уақыт интервалы (τ)	$\sigma_{TFS}(\tau)$
1 s	$2,8 \times 10^{-11}$
3 s	$6,5 \times 10^{-12}$
10 s	$2,7 \times 10^{-12}$
30 s	$1,2 \times 10^{-12}$
100 s	$6,6 \times 10^{-13}$
300 s	$3,6 \times 10^{-13}$
1000 s	$1,8 \times 10^{-13}$
3000 s	$1,1 \times 10^{-13}$
10000 s	$6,7 \times 10^{-14}$

Дәлсіздік бойынша белгісіздігін құрауыштар:

$\left. \frac{\Delta f}{f} \right|_{UTC(KZ)-DUT}$: тиісті уақыт интервалындағы ($\sigma_{DUT}(\tau)$) дәлсіздік белгісіздігінің мәні;

$\left. \frac{\Delta f}{f} \right|_{UTC-UTC(KZ)}$: UTC-тен дәлсіздік немесе жиілік ығысуы бойынша TFS белгісіздігінің мәні. Ай сайынғы Circular T XXX ретінде BIPM жарияланады.

Тұрақсыздық бойынша белгісіздік құрауыштар:

$\sigma_{TFS}(\tau)$: жиілік стандартының тұрақсыздық және уақыттың белгілі бір интервалында уақыт белгісіздігі;

$\sigma_{DUT}(\tau)$: DUT жиілігінің тұрақсыздық белгісіздігі..

DUT сертификатында өлшеу нәтижелерінде жиіліктің тұрақсыздығының мәндері көрсетіледі (2.18-кесте).

2.18-кесте

Уақыт интервалы (τ)	Тұрақсыздық	Белгісіздік
1 s	$\sigma_{DUT}(1)$	$\sigma_{ZFS}(1)$
3 s	$\sigma_{DUT}(3)$	$\sigma_{ZFS}(3)$
10 s	$\sigma_{DUT}(10)$	$\sigma_{ZFS}(10)$
30 s	$\sigma_{DUT}(30)$	$\sigma_{ZFS}(30)$
100 s	$\sigma_{DUT}(100)$	$\sigma_{ZFS}(100)$
300 s	$\sigma_{DUT}(300)$	$\sigma_{ZFS}(300)$
1000 s	$\sigma_{DUT}(1000)$	$\sigma_{ZFS}(1000)$
3000 s	$\sigma_{DUT}(3000)$	$\sigma_{ZFS}(3000)$
10000 s	$\sigma_{DUT}(10000)$	$\sigma_{ZFS}(10000)$

Белгісіздік бюджеті 2.2-суретте келтірілген.

Калибрлеу аралық интервалдарын қамтитын белгісіздік тізімі (қолданылу саласы) 2.19-кестеде келтірілген.

2.19-кесте

Өлшеу объектісі және калибрлеу құралдары/ Calibration Scope and Calibrated Instruments	Өлшеу ауқымы / Measurement Range	Ең жақсы өлшеу мәндері (кеңейтілген белгісіздік түрінде көрсетілген (k=2))/ Best Measurements Capability (Expressed as an Expanded Uncertainty (k=2))	Ескертпе/ Remarks
Жиілік дәлсіздігі, жиілік тұрақсыздығы Жиілік пен уақыттың атомдық стандарты Жиіліктің кварц стандарты Осцилляторлар	0 – 200 МГц	4×10^{-14} , $6,7 \times 10^{-14}$	Атомдық сағат KZ, салғастыру

2.2-сурет - Белгісіздік бюджеті

КАЛИБРЛЕУ ОБЪЕКТІСІ АУТЗДЫ				Жиілік тұрақтылығы 0 - 200 МГц				$\sigma_X(\tau) = \sigma_{TIS}(\tau) + \sigma_{DUT}(\tau)$						
ЖИІЛІК ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ МОДЕЛІНІҢ ФУНКЦИЯСЫ														
Белгісіздік көздері				Стандартты белгісіздік				Сейілділер коэффициенттері				Дисперсия белгісі		
Сипат	Символ	Мән	Өлшем бірлігі	Символ	Мән	Өлшем бірлігі	Түралу	Коэффициент	Символ	Мән	Өлшем бірлігі	Мән	Өлшем бірлігі	
Ж тұрақтылығы	σ_{JIS}	1,34E-16	Hz	σ_{JIS}	1,34E-16	Hz/Hz	Қағаты	0,5	σ_{JIS}	1	-	4,54E-33	(Hz/Hz) ²	
Т жиілік тұрақтылығы	σ_{TIS}	6,70E-12	Hz	σ_{TIS}	6,70E-12	Hz/Hz	Қағаты	1	σ_{TIS}	1	-	4,97E-23	(Hz/Hz) ²	
												ЖАЛПЫ ДИСПЕРСИЯ	$u_{\sigma}^2 = 4,59E-25$	(Hz/Hz) ²
												Стандартты белгісіздік	$u_{\sigma} = 6,78E-12$	Hz/Hz
												Көрсетілген белгісіздік (k=2, 95% ci)	$U_{95} = 1,35E-11$	Hz/Hz

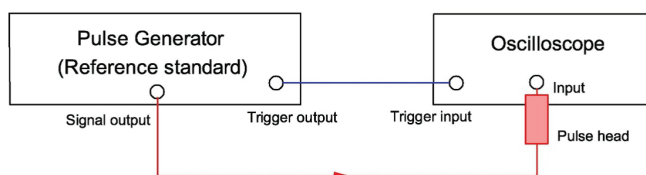
КАЛИБРЛЕУ ОБЪЕКТІСІ АУТЗДЫ				Жиілік қателігі 0 - 200 МГц				$f(\text{offset}) = \frac{\Delta f}{f} = \frac{\Delta f}{f_{ref}} + \frac{\Delta f}{f_{ref}} + \frac{\Delta f}{f_{ref}}$						
ЖИІЛІК КАТЕЛІГІ МОДЕЛІНІҢ ФУНКЦИЯСЫ														
Белгісіздік көздері				Стандартты белгісіздік				Сейілділер коэффициенттері				Дисперсия белгісі		
Сипат	Символ	Мән	Өлшем бірлігі	Символ	Мән	Өлшем бірлігі	Түралу	Коэффициент	Символ	Мән	Өлшем бірлігі	Мән	Өлшем бірлігі	
ДІТ қателіксі мәні	$\Delta f(t) (UTC-UTC)$	2,01E-10	Hz	$\Delta f(t) (UTC-UTC)$	1,00E-10	Hz/Hz	Тығарымсы	1	$\Delta f(t) (UTC-UTC)$	1	-	1,01E-20	(Hz/Hz) ²	
UTC бойынша СУЖ қателісі	$\Delta f(t) (UTC-UTC)$	1,50E-15	Hz/Hz	$\Delta f(t) (UTC-UTC)$	7,50E-16	Hz/Hz	Қағаты	0,5	$\Delta f(t) (UTC-UTC)$	1	-	1,00E-31	(Hz/Hz) ²	
												ЖАЛПЫ ДИСПЕРСИЯ	$u_{\sigma}^2 = 1,01E-20$	(Hz/Hz) ²
												Стандартты белгісіздік	$u_{\sigma} = 1,00E-10$	Hz/Hz
												Көрсетілген белгісіздік (k=2, 95% ci)	$U_{95} = 2,03E-10$	Hz/Hz

20 ГГц жиілікті осциллографтың өсу уақытын калибрлеу мысалы [14].

Калибрлеу процедурасы.

Бұл мысалда 20 ГГц өткізу жолағы бар осциллограф белгілі өсу уақыты бар импульс генератор (импульс стандарты) көмегімен калибрленеді. Импульстер стандартының шығыс сигналы осциллографтың кірісіне беріледі және осциллографтың өсу уақыты осциллограф дисплейіндегі сигнал көрсеткіші бойынша есептеледі.

2.3-сурет - Өсу уақытын калибрлеуге арналған теңшеу



Өлшеу қондырғысы негізінен үш компоненттен тұрады:

- 1) импульс генераторы (PSPL 41016);
- 2) импульстік бастиек;
- 3) осциллограф (DUT).

Сыртқы импульстік бастиек осциллографқа тікелей қосылған кезде, байланыс сызығынан туындаған ықтимал бұрмаланулар жойылады. Өспелі немесе құлау шебінің айқын көрінісін қамтамасыз ету үшін импульстер генератордың іске қосу сигналы 50 нс импульске озып кетеді.

Бағалау моделі.

Осциллографтың өсу уақыты мына формула бойынша анықталады:

$$t_{r_DUT} = \sqrt{t_{r_meas}^2 - t_{r_standard}^2} + \delta t_{method}, \quad (2.20)$$

мұнда:

$$t_{r_meas} = t_{90} - t_{10} + \delta t_{timebase} + \delta t_{toplevel} + \delta t_{reflevel}, \quad (2.21)$$

мұнда t_{r_DUT} - калибрленетін осциллографтың өсу уақыты (өлшеу нәтижесі);

t_{r_meas} - осциллографпен көрсетілген өлшенген өсу уақыты;

$t_{r_standard}$ - эталондық импульстің өсу уақыты (калибрлеу сертификатында көрсетілген);

δt_{method} - геометриялық шегеру дәлсіздігіне бола түзету;

t_{10} - толық импульстік кернеуден 10% деңгей кезінде осциллографта өлшенген уақыт;

t_{90} - толық импульстік кернеуден 90% деңгей кезінде осциллографта өлшенген уақыт;

$\delta t_{timebase}$ - осциллографтың уақыт базасына байланысты түзету;

$\delta t_{toplevel}$ - көрсетілген кернеудің жоғарғы деңгейіне байла-

нысты түзету;

$\delta t_{\text{reflevel}}$ - толық импульстік кернеу деңгейінің 10% және 90% есебінен түзету.

Өлшеу дәлсіздіктерін есептеу.

Калибрлеу әдісі тікелей өлшеуге негізделген. Модельдік теңдеу сондай-ақ белгісіздікті талдау үшін негізгі теңдеуі болып табылады. Өлшеулердің белгісіздігін есептеу үшін келесі деректер мен белгісіздікке қосқан үлестер ескеріледі:

- а) PSPL 4016 импульстік генераторы үшін өсу уақыты $t_{r_standard} = 6,0 \text{ пс} \pm 1,9 \text{ пс}$;
- б) t_{r_meas} осциллографының өсу уақытын өлшеу үшін.

Белгісіздік үлестері және белгісіз түзетулер, тиісінше базалық мәнді (0% кернеу), жоғарғы мәнді (100% кернеу), 10% және 90% кернеу нүктелерін және уақыт базасының жетілмегендігін ($\delta t_{\text{timebase}}$ уақыт базасының дәлдігі) анықтаудың нәтижесі болып табылады.

Кейде алдыңғы немесе құлау шебіндегі кернеу деңгейлері арасындағы 20% - дан 80% - ға дейінгі өсу уақытын анықтау қажет болуы мүмкін. Гаусс төменгі жиіліктері үшін келесі түрлендіруді қолдануға болады:

$$t_r = t_{r10-90} = 1.5227 \cdot t_{r20-80} . \quad (2.22)$$

Белгісіздік үлесі:

$t_{r_standard}$	Импульстік стандарт ретінде PSPL 4016 типті (пикосекундтық импульстік зертханалар) импульстік генератор пайдаланылады. Ол -5В жуық оқыс түсу мен амплитудасы бар кернеу импульстарын түрлендіреді. Импульстің жоғары амплитудасына бола осциллограф іріктемесінің бастиегіне зақым келтірмеу үшін импульстік бастиек пен осциллографтың кірісі арасында 20 дБ аттенюатор қойылған. Осы конфигурацияда импульс стандартының өзі калибрленген. Өсу уақыты $t_{r_standard} = 6,0 \text{ пс} \pm 1,9 \text{ пс}$ (кеңейтілген белгісіздіктен $k = 2$ қамту коэффициенті) тиісті сертификатта көрсетілген. PSPL 4016 импульстік генераторын 30 ГГц-тен артық осциллографтарды калибрлеу үшін пайдалануға болмайды, өйткені өлшем дәлсіздігі айтарлықтай артады, себебі осциллографтың өсу уақыты стандарттың өсу уақытымен салыстырғанда қысқа.
-------------------	---

t_{r_meas}	t_{meas} өсу уақыты осциллограф дисплейінің көрсеткіштері бойынша анықталады. Ол $t_{r_meas} = t_{90} - t_{10}$ ретінде беріледі. Ең алдымен орташалау режимі қосылған кезде V_{100} импульстік кернеудің 100% деңгейі анықталады. Бұдан әрі, $0,9 \cdot V_{100}$ және $0,1 \cdot V_{100}$ деңгейлерінде t_{90} және t_{10} қайталама өлшемдерінің орташа мәні экранда 4 мВ анықталады. Екі орташа мән арасындағы айырмашылық t_{r_meas} өсу уақытын береді.
t_{90}	Осциллографтың кернеу деңгейінде өлшенген уақыт $0,9 \cdot V_{100}$. Стандартты белгісіздік t_{90} «А типі» әдісімен анықталады. $t_{90} = 29$ пс үшін біз: $u(t_{90}) = 0,2$ пс аламыз.
t_{10}	Осциллографтың кернеу деңгейі кезінде өлшенген уақыт $0,1 \cdot V_{100}$. Стандартты белгісіздік t_{10} белгісіздігі «А типі» әдісімен анықталады. $t_{10} = 10,8$ пс үшін біз: $u(t_{10}) = 0,2$ пс аламыз.
$\delta t_{timebase}$	Уақыт базасын дискретизациялауға бола белгісіз түзету. Уақыт базасының $\delta t_{timebase}$ бағалау мәні $\delta t_{timebase} = 0$ пс уақыт базасына тең. Уақыт базасын калибрлеуден тек төменгі және жоғарғы шектер белгілі: тиісінше $-0,4$ пс және $+0,4$ пс. Демек, $\delta t_{timebase}$ уақыт базасының белгісіздігі тікбұрышты таралуды болжайтын стандартты «В типі» белгісіздікті бағалау арқылы анықталады.
$\delta t_{toplevel}$	Жоғарғы деңгейдегі импульстік кернеуді өлшеуге бола белгісіз түзету (100%). Импульстің жоғарғы жағы біркелкі болып табылмағандықтан, V_{100} жоғарғы деңгейінің кернеуі 2% - дан артық емес салыстырмалы ауытқумен анықталады. Осылайша, t_{r_meas} өлшенген өсу уақытының осындай 2% салыстырмалы ауытқуы бар. $t_{r_meas} = 9,2$ пс мәні кезінде жоғарғы деңгейді өлшеуге негізделген абсолютті ауытқу $\delta t_{toplevel} = 0,18$ пс құрайды. Жоғарғы деңгейдегі $\delta t_{toplevel}$ бағалау мәні $E[\delta t_{toplevel}] = 0$ пс тең. Тек төменгі және жоғарғы шектер $-0,18$ пс және $+0,18$ пс тиісінше белгілі. Осылайша, $\delta t_{toplevel}$ жоғарғы деңгейінің белгісіздігі тікбұрышты таралуды қамтитын «В типі» әдісімен анықталады.
$\delta t_{reflevel}$	90% және 10% кернеу деңгейінің ауытқуына бола белгісіз түзету. V_{90} және V_{10} кернеу деңгейлеріне сәйкес келетін t_{90} және t_{10} нүктелерін анықтау V_{100} 0,5% -ға бағанатын белгісіздікпен байланысты. Себебі $v-t$ сипаттамасының көлбеуі $\Delta u/\Delta t = 0,8 \cdot 0,5B/9,2$ пс беріледі, t_{90} және t_{10} өлшенген уақыттарынан δt_{90} және δt_{10} ауытқулары әрқайсысы 0,06 пс құрайды. Бұл ауытқулар корреляцияланбағандықтан, жалпы ауытқу $\delta t_{reflevel} = 0,08$ пс құрайды. Бағалау $\delta t_{reflevel}$ мәні тиісінше $+0,08$ пс және $-0,08$ пс максимал ауытқуымен $E[\delta t_{reflevel}] = 0$ пс тең. Ауытқу шектері ғана белгілі болғандықтан, $\delta t_{reflevel}$ деңгейімен туындаған белгісіздік тікбұрышты таралуды ұйғаратын «В типі» әдісімен анықталады.
δt_{method}	Өлшенген өсу уақыты мен импульс эталонының өсу уақытының жеңілдетілген геометриялық шегерілуіне байланысты белгісіз түзету. Бағалау δt_{method} мәні $\pm 0,37$ пс (18,5 пс-тан 2 %) максимал ауытқуымен $E[\delta t_{reflevel}] = 0$ пс тең. Ауытқу шектері ғана белгілі болғандықтан, δt әдісімен туындаған белгісіздік тікбұрышты таралуды ұйғаратын «В типі» әдісімен анықталады.

Өлшеу статистикалық режимде жүргізілгендіктен, діріл өлшеу нәтижесіне ешқандай әсер етпейді (статистикалық режим - бұл орташаланбаған көрініс режимі, бірақ бір жан-жақты көріністегі бірнеше графиктердің суперпозициясы, нәтиже берген графиктің қалыңдығы бойынша дірілдің қарқындылығын анықтауға болады). Джиттердің өсу уақытын өлшеуге әсері W. Maichen Digital timing Measurements Frontiers in Electronic Testing, Springer 2006 талқыланады.

Белгісіздік бюджеті (50 ГГц жиілікті осциллографтың t_r DUT өсу уақыты) 2.20-кестеде келтірілген

2.20-кесте

Символ X_i	Бағалау x_i	Стандартты белгісіздік $u(x_i)$	Таралу ықтималдығы	Сезімталдық коэффици- енті* c_i	Үлестің белгісіздігі** $u(y)$
1	2	3	4	5	6
t_{standard}	6,00 пс	0,95 пс	Қалыпты	0,86	0,82 пс
t_{90}	29,30 пс	0,20 пс	Тіктөрт- бұрышты	1,3	0,26 пс
t_{10}	10,80 пс	0,20 пс	Тіктөрт- бұрышты	1,3	0,26 пс
1	2	3	4	5	6
δt_{method}	0,0 пс	0,21 пс	Тіктөрт- бұрышты	1	0,21 пс
$\delta t_{\text{timebase}}$	0,0 пс	0,23 пс	Тіктөрт- бұрышты	1,3	0,30 пс
$\delta t_{\text{toplevel}}$	0,0 пс	0,09 пс	Тіктөрт- бұрышты	1,3	0,12 пс
$\delta t_{\text{reflevel}}$	0,0 пс	0,05 пс	Тіктөрт- бұрышты	1,3	0,07 пс
$t_{r, \text{DUT}}$	17,5 пс				0,98 пс

* Сезімталдық c_i коэффициенттері x_i кіріс шамасына қатынасы бойынша бағалаудың ішінара туынды модельдері ретінде анықталады .

**** Белгісіздік үлестерінің корреляцияланбағандығын болжайды**

Кеңейтілген белгісіздік.

Осциллографтың t_{r_DUT} өсу уақытын өлшеуге байланысты кеңейтілген белгісіздік:

$$U(t_{r_DUT}) = k \cdot u(t_{r_DUT}) = 2 \cdot 0.96 \text{ ps} = 1.9 \text{ ps} . \quad (2.23)$$

Нәтижелерді рәсімдеу.

20 ГГц жиілікті осциллографтың $t_{r_DUT} = 17,5 \text{ PS} \pm 2,0 \text{ пс}$ өсу уақыты бар.

Өсу уақытының хабарланатын кеңейтілген белгісіздігі $k=2$ қамту коэффициентіне көбейтілген стандартты өлшем белгісіздігі ретінде көрсетіледі, бұл қалыпты таралу үшін шамамен 95% қамту ықтималдығына сәйкес келеді.

Мембраналық вакуумметрдің белгісіздігін есептеу мысалы.

Эталон: 5,5-разрядты цифрлық индикаторы бар мембраналық вакуумметр.

Өлшеу ауқымы: 0,001-ден 100 мбарға дейін.

Калибрлеу объектісі (KG): 4,5-разрядты цифрлық индикаторы бар мембраналық вакуумметр.

Өлшеу ауқымы: 0,01-ден 100 мбарға дейін.

Калибрлеу қысымы (номиналды): 5 мбар.

Эталон көрсеткіші: 5,078 мбар.

Калибрлеу процедурасына негізделген әсерлер:

Эталондық және калибрлеу объектісін қосудың биіктік белгілерінің айырмасы: $15 \text{ см} \pm 1 \text{ см}$.

Бөлме мен жабдық температурасы: $23,0^\circ \text{C} \pm 1^\circ \text{C}$.

Эталонмен енгізілген u_N белгісіздігіне үлес:

$u_{\text{Anz}' N}$ - опция ретінде жұмыс аспабы қысымды өлшеудің орташа мәнін құруға мүмкіндік береді. Осының салдарынан қысым индикациясы тұрақтандырылады және өлшенген мәндердің шашырауы азаяды. Белгісіздік $\pm 1 \oplus 10^{-4}$ мбар ретінде бағаланады.

$u(2a) = 2 \oplus 10^{-4}$ мбар.

$u_{\text{off},N}$ – ығысу мәнінің белгісіздігі (нөлдік белгі) температуралық коэффициент арқылы нөлдік белгі үшін есептелуі мүмкін.

Температура коэффициенті/

нөлдік белгі = соңғы мәннен 0,0004 %/°C;

$$= 0,000004 \cdot 100 \text{ мбар/}^\circ\text{C};$$

$$= 4 \cdot 10^{-4} \text{ мбар/}^\circ\text{C};$$

= сезімталдық коэффициенті c_p ;

(Температураның ауытқуы $\pm 1^\circ\text{C}$ құрайды).

$u_{D,N}$ - эталонды белгіленген сәттен бастап нөлдік дрейф салдарынан эталонды өлшеудің белгісіздігі. Бұл өлшеудің белгісіздігі анықталған нөлдік ауытқулардан шығарылады $u(2a) = 6 \oplus 10^{-4}$ мбар.

$u_{\text{cal},N}$ - калибрлеу сертификатына сәйкес эталонға негізделген құрауыш белгісіздік:

$$u(2\sigma) = \text{өлшенген мәннен } 0,15\% = 0,0015 \text{ мбар} = 7,3 \cdot \times$$

$$p/p_0 = T/T_0 = 296,17 \text{ К}/296,15 \text{ К} = 1,000068,$$

яғни 0,0068% $p/\text{К} = 0,00034 \text{ мбар/К}$ = сезімталдық коэффициенті c_p .

Ескертпе: Белгісіздіктің бұл компонентінде түзету компоненті жоқ, бірақ өлшемдердің белгісіздігіне үлесін қосады.

$u_{k,v}$ - байланыстырушы ернемектердің әртүрлі биіктігі кезінде гидростатикалық қысым айырмашылығына негізделген құрауыш белгісіздік:

Δp	$= p \cdot g \cdot h$	Бірлік
$= 1,27 \cdot 10^{-3}$	$(p / \text{мбар}) \cdot 9,81 \cdot (h / \text{м})$	$\text{кг/м}^3 \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{м}$
$= 1,2 \cdot 10^{-2}$	$(p / \text{мбар}) \cdot (h / \text{м})$	$\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{м}^{-2}$
$= 1,2 \cdot 10^{-2}$	$(p / \text{мбар}) \cdot (h / \text{м})$	$\text{Н} \cdot \text{м}^{-2}$
$= 1,2 \cdot 10^{-4}$	$(p / \text{мбар}) \cdot (h / \text{м})$	$\text{Па} \cdot 0,01 \text{ мбар} / \text{Па}$
$= 1,2 \cdot 10^{-4}$	$(p / \text{мбар}) \cdot (h / \text{м})$	мбар

мұнда $p = p_0 \cdot p/p_0 = 1,2929 \text{ кг м}^{-3} \cdot p / 1013 \text{ мбар} = 1,27 \cdot 10^{-3} \cdot (p / \text{мбар}) \text{ кг м}^{-3}$, где $p_0 = 1,2929 \text{ кг м}^{-3}$ (273,15 К; 1013,25 мбар).

Ескертпе: Есептеу кезінде Δp қысым p мбар және биіктікте h берілуге тиіс, м. Δp үшін нәтиже беретін сандық мән мбар-

мен көрсетіледі.

$$\Delta\rho = 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (5 \text{ мбар} / \text{мбар}) \cdot (0,15 \text{ м} / \text{м}) = 0,00009 \text{ мбар}.$$

Сезімталдық коэффициенті $c_i = \rho \cdot g = 1,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\rho / \text{мбар})$ мбар м^{-1} . 5 мбар өлшенген қысым кезінде сезімталдық коэффициенті $c_i = 0,0006 \text{ мбар/м}$. Биіктік айырмасының белгісіздігі $\pm 0,01 \text{ м}$ құрайды.

$u_{m,v}$ - өлшем әдістемесіне байланысты ауытқуларға негізделген құрауыш белгісіздік. $5 \cdot 10^{-6} \text{ мбар л/с}$ тең ағып кету шамасы кезінде қазандықтағы қысым (20 л) 20 с ішінде $5 \cdot 10^{-6} \text{ мбарға}$ артады. Қысымның бұл өзгерісі түзету ретінде алынбайды, бірақ өлшемдердің белгісіздігіне үлесін қосады.

5 мбар калибрлеу қысымы кезінде мембраналық вакуумметр үшін өлшеудің белгісіздік бюджеті 2.21-кестеде келтірілген.

2.21-кесте

Шама	Бағалау	Ені таралау	Таралу*)	Бөлгіш	Белгісіздік	Сезімталдық коэффициенті	Белгісіздікке үлес	Индекс
X,	X,	2a			$u(x)$	Ci	$ui(y)$	
	мбар						мбар	%
$P_{\text{Anz,N}}$	5,078	2,00E-04 мбар	T	$2 \cdot \sqrt{3}$	5,77E-05 мбар	1,0	5,77E-05	0,0
$P_{\text{Offs,N}}$	0	2 °C	T	$2 \cdot \sqrt{3}$	5,77E-01 °C	4,0E-04 мбар/°C	2,31 E-04	0,2
$\delta p_{D,N}$	0	6,00E-04 мбар	T	$2 \cdot \sqrt{3}$	1,73E-04 мбар	1,0	1,73E-04	0,1
$\delta p_{\text{Cal,N}}$	-0,003	7,30E-03 мбар	K	2	3,65E-03 мбар	1,0	3,65E-03	48,5
$\delta p_{L,N}$	0	1,00E-02 мбар	T	$2 \cdot \sqrt{3}$	2,89E-03 мбар	1,0	2,89E-03	30,3
$\delta p_{j,N}$	0	2 °C	T	$2 \cdot \sqrt{3}$	5,77E-01 °C	5,0E-05 мбар/°C	2,89E-05	0,0
$\delta p_{s,N}$	0	0				1,0	0	0,0
p_N	5,075						0,0047	79,1

$p_{\text{Анз,KG}}$	5,140	0,004 мбар	К	2	2,00E-03 мбар	1,0	2,00E-03	14,5
$p_{\text{Офф,KG}}$	0	2,00E-03 мбар	Т	$2 \cdot \sqrt{3}$	5,77E-04 мбар	1,0	5,77E-04	1,2
$\delta p_{\text{D,KG}}$	0	2 °C	Т	$2 \cdot \sqrt{3}$	5,77E-01 °C	2,0E-03 мбар/°C	1,15E-03	4,8
$\delta p_{\text{T,KG}}$	0	2 °C	Т	$2 \cdot \sqrt{3}$	5,77E-01 °C	5,0E-04 мбар/°C	2,89E-04	0,3
p_{KG}	5,140						0,0024	20,9
$\delta_{\text{T,V}}$	0	0,02 °C	Т	$2 \cdot \sqrt{3}$	5,77E-03 °C	3,4E-04 мбар/°C	1,96E-06	0,0
$\delta p_{\text{K,V}}$	-9,0E-05	0,02 м	Т	$2 \cdot \sqrt{3}$	5,77E-03 м	6,0E-04 мбар/м	3,46E-06	0,0
$\delta p_{\text{M,V}}$	0	5,00E-06 мбар	Т	$2 \cdot \sqrt{3}$	1,44E-06 мбар	1,0	1,44E-06	0,0
δp_{V}	-9,0E-05						0,00000	0,0
Δp	0,0649	Өлшеудің кеңейтілген белгісіздігі $U = \kappa \cdot u$ ($\kappa = 2$):					0,0106	100,0

*Т - тікбұрышты таралу;

Қ - қалыпты таралу.

Нәтиже:

Калибрлеу объектісінің өлшеу дәлсіздігі мыналарды құрайды:

$$\Delta p = 0,0649 \text{ мбар} \pm 0,0106 \text{ мбар}.$$

Ескертпе: «Индекс» бағанында көрсетілген мәндер өлшемдердің жиынтық белгісіздігіндегі өлшемдердің ішінара белгісіздіктерінің пайыздық үлесін білдіреді және жекелеген әсер етуші шамалардың салыстырмалы бағалауын айқын көрсетеді. Оларды есептеу ұйғарым болып табылмайды, дегенмен ол өлшеудің белгісіздігін азайту үшін қандай жолмен жүру керектігін көрсетеді.

Жалпы стандартты белгісіздік.

$u(R)$ күш кабелінің оқшаулау кедергісін өлшеудің жиынтық стандартты белгісіздігі, МОМ, мына формула бойынша анықталады:

$$u(R) = \sqrt{u^2(R_{ind}) + u^2(F_{\Delta}) + u^2(F_c)} = \sqrt{3,756^2 + 3,995^2 + 0,289^2} \approx 5,491. \quad (2.31)$$

$u(R)$ жиынтық стандартты белгісіздікке әсер ететін шамалардың белгісіздіктерінің пайыздық үлестері мына формулалар бойынша анықталады:

$$\delta_{F_r} = \frac{u^2(R_{ind})}{u^2(R)} \cdot 100 \% = \frac{(3,756)^2}{(5,491)^2} \cdot 100 \% \approx 46,8 \%, \quad (2.32)$$

$$\delta_{F_{\Delta}} = \frac{u^2(F_{\Delta})}{u^2(R)} \cdot 100 \% = \frac{(3,995)^2}{(5,491)^2} \cdot 100 \% \approx 52,9 \%, \quad (2.33)$$

$$\delta_{F_c} = \frac{u^2(F_c)}{u^2(R)} \cdot 100 \% = \frac{(0,289)^2}{(5,491)^2} \cdot 100 \% \approx 0,3 \%. \quad (2.34)$$

Белгісіздік бюджеті.

Күш кабелінің оқшаулау кедергісін өлшеудің белгісіздік бюджеті 2.22-кестеде келтірілген.

2.22-кесте - Күш кабелінің оқшаулау кедергісін өлшеудің белгісіздік бюджеті

Шама	Өлшем бірлігі	Бағалау мәні	Ықтималдықтың таралуы	Стандартты белгісіздік	Пайыздық үлес, %
R_{ind}	МОМ	130,67	Қалыпты	3,756	46,8
F_{Δ}		0,0	Тік бұрышты	3,995	52,9
F_c		0,0	Тік бұрышты	0,289	0,3
R		130,67	Стъюдент	5,491	100

Кеңейтілген белгісіздік.

$U(R)$ күш кабелінің оқшаулау кедергісін өлшеудің кеңейтілген белгісіздігі, МОМ, Стъюденттің мына формула бойынша таралуын болжаудағы 95% ықтималдығы үшін анықталады

$$U(R) = k \cdot u(R) = 2,26 \cdot 5,491 = 12,410 \approx 12,5, \quad (2.35)$$

мұнда қамту коэффициенті $k = 2,26$, мына формула бойынша есептелетін v_{eff} тиімді еркіндік дәрежелерінің санына байланысты таңдалады:

$$v_{eff} = \frac{u^4(R) \cdot (n-1)}{u^4(R_{md})} = \frac{(5,491)^4 \cdot (3-1)}{(3,756)^4} \approx 9,14, \quad (2.36)$$

Өлшеу нәтижесі.

Күш кабелінің оқшаулау кедергісі мынаны құрайды:

$(130,7 \pm 12,5)$ МОм ($k = 2,26$, $v_{eff} = 9,14$, $P = 95\%$).

Кіртастарды калибрлеу кезінде белгісіздікті есептеу мысалы.

$m = 500$ г рұқсат етілген ауытқуы $0,500$ г.

Қолданылатын жұмыс эталондары:

эталондық кіртас жиынтығы ГО-II 1110-II №1 разряд;

ВЛО таразы компараторы - 1 кг - бөлу бағасы $0,005$ мг;

эталондық кіртастың номиналды салмағы: $m = 499,997600$ кг;

кеңейтілген белгісіздік $U(m) = 0,00010$ г ықтималдық үшін $p = 0,95$.

Модельдік теңдеу:

$$\otimes = m_c - (m_s + \otimes m_D) + (m_0 + \otimes B + \otimes m_0),$$

мұнда m - калибрленетін кіртастың салмағы;

m - эталондық кіртас салмағы;

$\otimes m_D$ - соңғы калибрлеу уақытынан эталондық кіртас салмағының өзгеруі ($\pm 0,0000001$ г);

m - компаратордың көрсеткіштері;

$\otimes B$ - компаратордың бейсызықтығы ($0,0000005$ г);

$\otimes m_0$ - компаратордың кванттау дәлсіздігі ($1/2$ бөлу бағасы $\pm 0,00000025$ г);

$u(m_0)$ - кіртас салмағын бірнеше рет өлшеу нәтижелері негізінде А типі бойынша бағалау.

Өлшеу нәтижелері 2.23-кестеде келтірілген.

2.23-кесте - Өлшеу нәтижелері

Өлшеу нөмірі	1	2	3	4
m_0 , г	-0,152600	-0,150000	-0,150650	-0,1510833

А типі бойынша стандартты $u(m_0)$ белгісіздігін есептеу:

$$u_A(m_0) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (m_{0i} - \bar{m}_0)^2}{n(n-1)}} = 0,00078113 \text{ \AA}$$

В типі бойынша стандартты белгісіздіктерді есептеу:

$$u_B(m_s) = \frac{U(m_s)}{2} = 0,00005 \text{ \AA}, \quad u_B(\Delta m_D) = \frac{\Delta m_D}{\sqrt{3}} = 0,00000006 \text{ \AA},$$

$$u_B(\Delta m_D) = \frac{\Delta B}{\sqrt{3}} = 0,00000029 \text{ \AA}, \quad u_B(\Delta m_0) = \frac{\Delta m_0}{\sqrt{3}} = 0,00000014 \text{ \AA}$$

Шығыс шамасын бағалау

$$\Delta = m_c - m_s + m_0 = 500 - 499,9976 - 0,15101833 = -0,1486833.$$

Калибрлеу белгісіздігінің бюджеті 2.24-кестеде келтірілген.

$$u_c = \sqrt{\sum_i c_i^2 u_i^2} = \sqrt{u^2(m_s) + u^2(\Delta m_D) + u^2(\bar{m}_0) + u^2(\Delta m_c) + u^2(\Delta B)}.$$

2.24-кесте

Кіріс шамасы, г	Кіріс шамасының мәні, г	Таралу типі	Таралу заңы	Кіріс шамасының белгісіздігі, $u(x_i)$, г	Сезімт. коэфф. c_i	$c_i^2 u^2(x_i)$
m_c	500	-	-	-	-	-
m_s	499,9976	В	Тікбұрышты.	0,00005	1	25×10^{-10}
$\otimes m_D$	0	В	Тікбұрышты.	0,00000006	1	36×10^{-16}
	-0,1510833	А	Қалыпты.	0,00078113	1	$61,016408 \times 10^{-8}$
$\otimes m_c$	0	В	Тікбұрышты.	0,00000014	1	$1,96 \times 10^{-14}$
$\otimes B$	0	В	Тікбұрышты.	0,00000029	1	$8,41 \times 10^{-14}$
Шығыс шамасы, г	Шығыс шамасының мәні, г				Шығыс шамасының жиынтық стандартты белгісіздігі u_c	
$\otimes$	-0,1486833				0,000782729	

Кеңейтілген белгісіздікті есептеу мына формула бойынша жүргізіледі:

$$U = k u_c.$$

Қалыпты таралу заңы үшін қамту коэффициенті $k = 1,96$.

$$U = 1,96 \times 0,000782729 = 0,00153414884 \approx 0,0015 \text{ г.}$$

Біздің жағдайда жиынтық белгісіздікке ең үлкен үлес әеткіліксіз статистикамен жүргізілген кіртастың салмағын өлшеудің белгісіздігін береді, сондықтан қамту коэффициенті ретінде $\nu = n - 1 = 2$ $T_{0,95} = 4.30$ үшін Стьюдент коэффициентін алған дұрыс.

Осыны ескере отырып, $U = 4,30 \times 0,000782729 = 0,0033657347 \approx 0,003 \text{ г.}$

$$U = 0,003 \text{ г}$$

Өлшеу нәтижесін ұсыну:

$$\otimes = (-0,149 \pm 0,003) \text{ г}$$

Эталондық кіртастар кеңейтілген белгісіздігі $U(m_s) = 0,00010 \text{ г}$

МЭӨ өлшемдерінің белгісіздігін есептеу мысалы.

Өлшеу міндеті: хлорлы калий ерітіндісінің МЭӨ өлшеу.

Өлшем схемасы немесе жоспары:

өлшенетін ерітінді - термостаттау - кондуктометрде өлшеу;

пайдаланылатын жабдық:

Seven S70K 2-разрядты кондуктометр, МЭӨ өлшеу ауқымы 1×10^{-6} -дан 100 См/м-ге дейін, салыстырмалы дәлсіздік $\pm 0,5 \%$;

сұйық термостат ТЖ-КС-01Н, 0 -ден 100°C дейін, температураны ұстап тұрудың рұқсат етілген дәлсіздік шегі $\pm 0,02^\circ \text{C}$;

өлшем шарттары:

қоршаған орта температурасы, $^\circ\text{C}$	20,2;
салыстырмалы ылғалдылық, %	75;
атмосфералық қысым, кПа	96,5;

қорек кернеуі, В 220;

қоректендіретін кернеу жиілігі, Гц 50.

Хлорлы калийдің өлшенетін ерітіндісі термостатта белгілі бір температура кезінде болады, сондықтан қоршаған орта жағдайлары ескерілмейді. Өлшем ерітіндінің берілген температурасы 25°C кезінде жүргізіледі.

А.1 Бірдей жағдайларда хлорлы калийдің МЭӨ шамасын 10 тәуелсіз өлшеу алынды:

9,10; 9,10; 9,10; 9,10; 9,10; 9,10; 9,10; 9,10; 9,10; 9,10
См/м.

X_i Шаманы бағалау орташа арифметикалық мән немесе X_n бақылаулардың орташа мәні болады X_i ($i=1, 2, \dots, 10$):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i = 9,10 \text{ См / м.}$$

Нәтижелерді 2.25-кестенің 4-бағанына енгіземіз.

Шаманың стандартты белгісіздігі X_i мына формула бойынша есептеледі:

$$u(X_i) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{x})^2} = 0. \quad (2.37)$$

Нәтижені 2.25-кестенің 7-бағанына енгіземіз.

А.2 Шаманы бағалаудың ауытқуы δX_i кондуктометрдің дәлсіздігі 0,5% тең болады.

Біз кондуктометрдің дәлсіздігін См/м-де білдіреміз, ол үшін кондуктометрдің салыстырмалы дәлсіздігін X_i кондуктометрінің алынған көрсеткіштеріне көбейтеміз және 100% - ға бөлеміз.

$$\frac{0,5 \cdot 9,10}{100} = 0,0455 \text{ См / м.}$$

Сонда стандартты белгісіздік мынаған тек:

$$u(\delta X_a) = 0,0455 / \sqrt{3} = 0,0263 \text{ См / м.}$$

Есептелген стандартты белгісіздік мәні 2.25-кестенің 7-бағанына енгізіледі.

А.3 Шаманы бағалаудың ауытқуы $\delta X_{\hat{a}}$ термостаттың температураны ұстап тұру дәлсіздігі болады. Температураны термостатпен ұстап тұру дәлсіздігі $\delta X_{\hat{a}}$ салыстырып тексеру туралы сертификаттан алынады және $0,02^\circ \text{C}$ -қа тең.

Температураны термостатпен ұстап тұру дәлсіздігінің мәнін МЭӨ бірліктеріне аударамыз, ол үшін дәлсіздікті алынған көрсеткіштерге көбейтеміз және $X_i 25^\circ \text{C}$ -қа бөлеміз.

$$\frac{0,02 \cdot 9,10}{25} = 0,00728 \text{ См / м.}$$

Стандартты белгісіздік анықталады:

$$u(\delta X_b) = 0,00728 / \sqrt{3} = 0,0042 \text{ См / м.}$$

Алынған мәнді 2.25-кестенің 7-бағанына енгіземіз.

А.4 Шаманы бағалаудың $\delta X_{\tilde{n}}$ ауытқуы осы өлшемдер жүргізілетін кіші диапазон үшін $0,01 \text{ См/м}$ тең болатын кондуктометрдің цифрлық таблосының рұқсаты болады.

Сонда стандартты белгісіздік $u(\delta X_c)$ мынаған тең:

$$u(\delta X_c) = \frac{\delta X_c}{2 \cdot \sqrt{3}} = 0,29 \delta X_c = 0,29 \cdot 0,01 = 0,0029 \text{ См / м.}$$

Алынған мәнді 2.25-кестенің 7-бағанына енгіземіз.

А.5 7 және 8-бағандарды көбейту арқылы тиісінше шығыс шамалары үлес мәндерін аламыз және оларды 2.25-кестенің 9-бағанына енгіземіз.

А. 6 Шығыс шамасы үшін жиынтық стандартты белгісіздікті есептейді:

$$u_c(y) = \sqrt{u^2(X_i) + u^2(\delta X_a) + u^2(\delta X_{\hat{a}}) + u^2(\delta X_{\tilde{n}})} =$$

$$= \sqrt{0,0^2 + 0,026^2 + 0,004^2 + 0,003^2} =$$

$$= \sqrt{0,0 + 0,000676 + 0,000016 + 0,000009} = \sqrt{0,000701} = 0,02648 = 0,03 \text{ См / м.}$$

Алынған мәнді 2.25-кестенің 7-бағанына енгіземіз.

А.7 Әрбір кіріс шамасының шығыс шамасының белгісіздігіне пайыздық үлесті есептейміз және 2.25-кестенің 10-бағанын толтырамыз.

2.25-кесте - Өлшем белгісіздігінің бюджеті

Ша- ма X_i	Өлшем бірлігі	Баға- лау X_i	Ең жоғары мүмкін болатын ауытқу- лар	Белгі- сіздік типі	Ықти- малды таралу	Стан- дарт- ты белгі- сіздік $u(\hat{\theta})$	Сезім- тал- дық ко- эфф- ици- енті C_i	Үлес $u_c(y) =$ $= C_i \cdot u(X_i)$	Пай- ыз- дық үлес
X_i	См/м	0	9,10	А		0	1	0	0
$\delta X_{\hat{a}}$	См/м	0	0,0455	В	Тікбұ- рышты	0,026	1	0,026	96,4
$\delta X_{\hat{a}}$	См/м	0	0,00728	В	Тікбұ- рышты	0,004	1	0,004	2,3
$\delta X_{\hat{n}}$	См/м	0	0,01	В	Тікбұ- рышты	0,003	1	0,003	1,3
Y	См/м	y	y		Қалыпты	0,03			

А.7 Кеңейтілген белгісіздікті есептейміз:

$$U = k \cdot u_c(y) = 2 \cdot 0,03 = 0,06 \text{ См / м.}$$

А.8 Өлшемдердің толық нәтижесі келесі түрде беріледі:

$$Y = (9,10 \pm 0,06) \text{ См / м.}$$

Калий хлориді ерітіндісінің МЭӨ өлшенген мәні $(9,10 \pm 0,06)$ См/м құрайды. Көрсетілген кеңейтілген

белгісіздік өлшеудің стандартты белгісіздігін $k = 2$ қамту коэффициентіне көбейту арқылы алынады. Ол шамамен 95% қамту ықтималдығы бар қалыпты таралуға сәйкес келеді.

Ұсынылатын әдебиеттер

Tasse, Gregory (2017). "The Roles and Impacts of Technical Standards on Economic Growth and Implications for Innovation Policy," *Annals of Science and Technology Policy*, 1: 215–316.

US National Institute of Standards and Technology, viewed 3 September 2013, <http://www.nist.gov/director/planning/summary-studies.cfm>.

R. Schwartz, M. Borys, F. Scholz, Guide to Mass Determination with High Accuracy, HND-MA-80e, Braunschweig, March 2007.

OIML R 111–1:2004 Weights of classes E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_{1-2} , M_2 , M_{2-3} and M_3 . Part 1: Metrological and technical requirements.

KOOMETP/GM/11:2008 KOOMET ұлттық метрологиялық институттарының эталондарын салғастыру туралы ереже.

Шишмарёв, В. Ю. Техникалық өлшемдер мен аспаптар: ЖОО арналған оқулық/В. Ю. Шишмарев. - 3-ші басылым., қайта өңд. және қос. – Мәскеу: Юрайт баспасы, 2019. – 377 б.

ҚазСтандарт СТ 48. Сыртқы және ішкі диаметрлердің өлшемдері Калибрлеу әдістемесі.

Herrmann K. Hardness testing. Principles and application-1-ші басылым. - USA: ASM International, 2011. - 247 с.

ҚР СТ 2.118 ҚР МӨЖ. Газ ортасындағы компоненттердің мөлшерінің өлшем құралдарына арналған мемлекеттік салыстырып тексеру схемасы.

ҚР СТ 2.349 ҚР МӨЖ. Газ талдағыштар. Салыстырып тексеру әдістемесі.

Физикалық практикум зертханасында өлшеу нәти-

желерін математикалық өңдеу: Оқу-әдістемелік әзір-
леме. - Свердловск: бас. С.М. Киров ат. УПИ, 1987. –
29 б.

Камке Д. Өлшем бірліктерінің физикалық негіздері
/ Д. Камке, К. Кремер; А.Н. Матвеева ред. нем.т.ауд.
- М.: Әлем, 1980. — 208 б.

Ықтималдықтар теориясы және математикалық
статистика: ЖОО арналған оқу құралы/В. Е. Гмурман.
- 9-шы басылым., М.: Жоғ. м., 2003. — 479-б: ил.

Calibration of measuring devices for electrical
quantities calibration of oscilloscopes. Calibration Guide.
EURAMET cg-7. Version 1.0 (06/2011).

РЛПА 411218.001 ПН Пайдалану жөніндегі нұсқау-
лық. Е6-24, Е6-24/1 және Е6-24/2 мегаомметрлері.

МЕТРОЛОГИЯ

Авторлар:

Г. Мұхамбетов, В. Михалченко,
М. Конканов

Рецензенттер:

О.В. Стукач, А.Ю. Кузин,
Р.К. Ниязбекова

Беттеуші: Шияпов О.С.

Корректор: Бакирова А.М.

Қалып 70x100 1/16.

Офсеттік басылым. Бас. таб. 17,23.

Тапсырыс №384 Таралымы 500 дана

«Надежда» ЖШС баспаханасынан басылып шығарылды
Көкшетау қаласы, Баймұқанов көшесі, 3 үй

