ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
«Алматы энергетика және байланыс университеті»
Коммерциялық емес акционерлік қоғамы

С.Г. Хан, Л.К.Ибраева

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТТАУ, СЕРТИФИКАТТАУ ЖӘНЕ САПАНЫ БАСҚАРУ

Оқу құралы

Алматы
АЭжБУ
2018

УДК 389.001

Пікір берушілер:
техника ғылымдарының докторы, К.И.Сәтпаев атындағы КазҰТЗУ
автоматтандыру және басқару кафедрасының профессоры
Б.А. Сулейменов,
техника ғылымдарының докторы, Әль-Фараби атындағы КазҰУ
ақпараттық технологиялар кафедрасының профессоры
Б.К. Айтчанов
техника ғылымдарының кандидаты, IT-инжиниринг кафедрасының доценті
А.А.Аманбаев
Алматы энергетика және байланыс университетінің Ғылыми кеңесі
басуға ұсынды (дд.мм.2018 ж. №н хаттама). АЭжБУ 2018 ж. ведомостік
әдебиеттер басылымдарын шығарудың қосымша тақырыптық жоспары
бойынша басылады, реті нн

Хан С.Г., Ибраева Л.К.

Х19 Метрология, стандарттау, сертификаттау және сапаны басқару: Оқу құралы (жоғары оқу орындарының «Автоматтандыру және басқару» мамандығы студенттеріне арналған)/С.Г.Хан, Л.К.Ибраева; АЭжБУ. Алматы, 2018. - 118 б.: кесте - 7, без. - 25, әдеб. көрсеткіші – 21 атау.

ISBN

Оқу құралында метрологияның негізгі түсініктемелері, қателіктер теориясының негіздері, өлшеулердің нәтижелерін практикалық өңдеудің әдістері, стандартау, сертификаттау (техникалық реттеу) және сапаны басқарудың негіздері баяндалады. Халықаралық бірліктердің СИ жүйесі, метрология және стандарттау бойынша халықаралық ұйымдар, ҚР мемлекеттік метрологиялық қызметі туралы мәлімет келтіріледі, ҚР «Өлшеу бірліктерін қамтамасыздандыру» және «Техникалық реттеу» Заңдары баяндалады.

Оқу құралы «5В070200 – Автоматтандыру және басқару» мамандығының студенттеріне арналған.

УДК 389.001

ISBN

©АЭжБУ, 2018
Хан С.Г., Ибраева Л.К., 2018

Мазмұны

Кіріспе ……..…….. 5
1 Метрология негіздері……..…… 8
1.1 Метрология – өлшеу бірлігін қамтамасыз етудің Мемлекеттік жүйесінің ғылыми негізі 8
1.2 Физикалық шама ……..... 13
1.3 Физикалық шамалар бірліктерінің жуйесі ..…… 15
1.4 Бірліктердің халықаралық СИ жүйесі…….. 18
1.5 Өлшеу ....……. 22
1.6 Бақылау сұрақтары .....…… 28
2 Өлшеулер қателіктері ……..... 29
2.1 Өлшеулер қателіктерінің классификациясы …….. 29
2.2 Кездейсоқ қателіктер. Өлшеу нәтижелерін және қателіктерін ықтималдылық сипаттау .....……..... 31
2.3 Таралу заңдарының негізгі сипаттамалары .....…….. 34
2.4 Оценки основных характеристик ряда наблюдений…….... 36
2.5 Өлшеу нәтижесінің қателігін ықтималдылық бағалау **.....**……. 36
2.6 Байқау нәтижесінің қателігін (дәлдігін) бағалау..... 40
2.7 Өлшеу нәтижесінің қателігін (дәлдігін) бағалау …….... 40
2.8 Жүйелік қателіктер. Оларды анықтау және жою **.....**… 41
2.9 Жүйелік қателікті компенсациялау әдістері **.....**……. 44
2.10 Бақылау сұрақтары .....……. 47
3 Өлшеу нәтижелерін өңдеу ……..... 48
3.1 Көпреттік байқаулары бар тура өлшеулерді статистикалық өңдеу …….... 48
3.2 Бірреттік тура өлшеулер **.....**…….. 54
3.3 Жанама өлшеулер дәлдігін бағалау **.....**…….. 59
3.4 Өлшеу нәтижесін дөңгелектендіру ережелері .....…… 63
3.5 Бақылау сұрақтары .....……... 65
4 Өлшеу құралдары туралы негізгі мәліметтер **.....**…….. 66
4.1 Өлшеу құралдарының классификациясы …… 66
4.2 Өлшеу құралдарының метрологиялық сипаттамалары **..**……..... 70
4.3 Өлшеу құралдар қателіктерінің классификациясы .....…… 75
4.4 Өлшеу каналының жиынтық қателігін анықтау..... 80
4.5 Бақылау сұрақтары .....…… 82
5 Стандарттау және сәйкестікті растау **.....**……..... 84
5.1 Стандарттау негіздері.....……. 84
5.2 Стандарттау бойынша нормативтік құжаттар және стандарттар түрлері..... 86
5.3 Халықаралық стандарттау .....……. 89
5.4 Қазақстан Республикасында стандарттау. «Техникалық реттеу туралы» Заңы.....…… 93
5.5 Сәйкестікті бағалау және дәлелдеу (сертификаттау).....……. 95

5.6 Бақылау сұрақтары .....…… 100
6 Сапаны басқару (квалиметрия негіздері)…….....……..... 102
6.1 Сапаны басқару түсінігі мен механизмі .....…… 102
6.2 Сапаны өлшеу және бағалау .....……. 104
6.3 Сапа көрсеткіштерінің қасиеттері және оларды қалыптастыру ережелері .....…….. 108
6.4 Сапа көрсекіштерін анықтау әдістері..... ……. 112
6.5 Бақылау сұрақтары ...…… 115
Әдебиет тізімі.....…….. 117

Кіріспе

Ғылым және техниканың дамуымен, жаңа технологияларының пайда болуымен бірге жаңа физикалық шамаларды өлшеу пайда болады, өте кіші шамаларды өлшеумен бірге физикалық шамалардың үлкен мәндерін өлшеулер пайда болу себебінен өлшеу диапазондарыда өзгереді. Өлшеу дәлдігіне қойылатын талаптар үздіксіз өзгеріп отырады; Инфоратөмен жиілкітерден аса жоғары жиіліктерге дейінгі диапазондардағы процестердің параметрлері мен сипаттамаларын жоғапғы дәлдікпен өлшеу қажет болады; сонымен бірге өлшеу өткізілетін объекттердің геометриялық мөлшерлері бір бірінен бірнеше рет аыйрылады (микроэлектроника өнімдері мен ірі машина жасау өндірісінің өнімдері).

Осы шарттарда көптеген және әртүрлі өлшеулер проблемаларын ойдағыдай көтеру үшін оларды шешудің кейбір жалпы принциптерін игеру қажет; өлшеулер қайда, қандай мақсатымен орындалатына тәуелді емес олардың практикада жоғарғы сапасын қамтитын бірыңғай ғылыми және заңнамалық фундамент қажет. Осындай фундамент болып метрология табылады. *Метрология – өлшеулер туралы, өлшеулердің бірлігін және қажетті дәлдігіне жетуді қамтитын әдістер мен құралдар туралы ғылым.*

Егер де әлі XX ғасырдың басында әртүрлі елдерде, аймақтарда қолданылатын түрлі-түрлі өлшемдерді бейнелейтін ғылымды метрология деп түсінетін болса, қазіргі уақытта бұл түсініктемесінің кең ғылым және практикалық мағнасы бар, метрологиялық қызметтің мазмұны кеңейді. Метрологияның екі - ғылыми және заңнамалық тарамдары қалыптасты және дамуда. Ғылыми метрология өлшеу техниканың негізі бола отырып, келесі сұрақтарды оқумен айналысадыы: өлшеулердің жалпы проблемаларын және өлшеулерді құрастыратын элементтерін: өлшеу қралдары, физикалық шамалар, олардің бірлітерін, өлшеу әдістері мен әдістемелерін, өлшеу нәтижелері мен қателіктерін, т.б.

Күнде елімізде миллиондаған өлшеулер орындалады. Сірә, әрекет принциптері, қолдану әдістемелері және дәлдігі бойынша әртүрлі болатын өлшеу құралдарының көмегімен орындалатын өлшеулер тек қана олардың нәтижелеріне сенуге, әртүрлі уақытта әртүрлі тәжірибелерден әртүрлі орындарда орындалған өлшеулерді өзара салыстыруға мүмкіндік болса, сонда осы өлшеулер пайдалы болады. Басқа сөзбен айтқада: *кіші кәсіпорыннан бастап мемлекетк денгейі масштабтарда өлшеулер бірлігін қамтамасыздандыру қажет.* Ол үшін метрологияның заңнамалық функциялары бар.

Ғылым мен техниканың көптеген салаларында қажетті болатын ең маңызды физикалық тұрақтылырының (жарық жылдамдығы, ауырлық күш үдеуі, т.с.) ең дәл болатын мәндерін орнатуда заманауи метрологияның қызмет аймағына кіреді. Физика-химия сипаттамалары мен құрамдары қажетті дәлдікпен анықталған заттар мен материалдардың стандартты

үлгілерімен пайдаланушыларды метрология қамтиды. *Метрология әдістері білімдердің көршілес салаларында: өнімнің сапасын бағалау және бақылау, өндірістік өнімдерді сертификаттау, мәліметтерді өңдеудің программалары мен алгоритмдерін аттестаттау, т.б. кең қолданылады.*

Бірақ, тек қана метрологиялық ережелер мен номаларды білу инженерлік қызметтің ойдағыдай болатының кепілі емес. Міндетті түрде *физикалық шамаларды өлшеу құралдарын жасаудың жалпы принциптерін және өлшеу әдістерін оқып, игеріп алу к*ерек. Сонымен, өлшеу әдістерін білуді бірінші орынға қою керек. Себебі, өлшеу әдістері мен аспаптар жұмысының принциптері ең тұрақты компонент болып табылады, ал өлшеу құралдардың белгілі сұлбалық шешімдері мен элементтік базалары үздіксіз өзгереді және жетілдіреді.

Өндіріске келгенде маман тікелей немесе жанама өлшеулермен байланысты болса, өлшеу есептерінің, орнындауға міндетті болатын (стандарттар, әдістемелік нұсқаулықтар, инструкциялар) жалпы техникалық және метрологиялық мазмұны бар нормативті құжаттардың үлкен көлемімен кездеседі. Осы әдістер мен өлшеу құралдарын оқу және осы құжаттардың талаптарын орындауын жеңілдету келесі «Метрология және өлшеулер» и «Метрология, стандарттау, сертификаттау және сапаны басқару» пәндерді оқу көмектесуге бағытталған.

Қазіргі таңда осы бағыт *техникалық реттеу* деп аталады. Стандарттау және сертификаттау техникалық реттеупроцесінің маңызды құрамдастырушылары болып табылады.

Міндетті талаптар жүйесін құру, сәйкестікті бағалау және растау, бақылау және қадағалау, аккредитация және стандарттау механизмдерін техникалық реттеудің реформасы қарастырады. Осындай реформаның қажеттілігі - шыруашылықты жүргізудің нарықтық механизмдерінің жұмыс істеуге және өздік ұйымдасуға жайлы жағдайларын орнату. Соңғы жылдардағы Қазақстан экономикасының құрылысының өзгеруі мемлекеттік стандарттау және міндетті түрдегі сертификаттудың көнерген жүйесімен ұамту және сүймелдене алмайды.

Саудадағы техникалық бөгеулер Келісімі, санитарлы және фитосанитарлы шараларды қолдану Келісімі, адал практика Кодексі бойынша орнатылған техникалық реттеудің принциптерін орындау Қазақстанның дуниежүзілік сауда ұйымына кіруінің негізгі талаптарының бірі болды.

Заңы қабылданғаннан кейін осы заңның ережелерін іске асырумен байланысты және стандарттар статустарының өзгеруімен сипатталатын Қазақстанда стандарттау дамуының жаңа, өтпелі кезеңі басталады.

Қазақстан Республикасының Мемлекеттік стандарттары мемлекеттік техникалық реттеудің негізгі құралынан ерікті ұлттық стандарттарға түрленеді; олар дүниежүзілік стандарттармен бірге техникалық регламенттерді құрудың негізі болады; техникалық регламенттерде орнатылған міндетті талаптарды орындауға мүмкіндік тұғызады; және

өнімдердің бәсекеге қабілеттіліктерін жоғарлату мақсатымен сапа және қауіпсздіктің озатын нормаларын ұстайды.

Стандарттау, сертификатау және метрология мемлекеттік саясатының келесі аталған бағыттарының кілттік факторлары болады: бәсекелік, инновацияларды ендіру, сауда бөгеулерін жою, сауданы кеңейту, тұтынушылардың құқықтары мен пайдаларын қорғау, қоршаған ортаны қорғау, мемлекеттік сатып алу, т.с.

Стандарттау, сертификатау және метрология саласында тиімді мемлекеттік саясатын қамту мақсатымен Қазақстан Республикасының бірлес ұлттық стандарттау және өлшеулер бірлігі жүйесін құру, техникалық регламент талаптарына сәйкестігін растауды ұйымдастыру керек.

Метрология, стандарттау және сертификатту – сапаны көтеру құралдары болып табылады. ИСО 9000:2000 халықаралық стандартына сәйкес сапа дегеніміз, себепші немесе болжанатын қажеттіліктерді қанағаттандыратын өнімнің қасиеттері мен сипаттамаларының жиыны.

Өнімнің сапасын басқару – өнімді жасағанда, қолданғанда және тұтынғанда сапасының қажетті деңгейін орнатуды, қамтуды және сүйемелдеуді қамтамасыздандаратын әрекеттер.

XXI ғасырда отандық экономикасының басты есебі сапаны өсу себебімен бәсекеге қабілеттіліктің өсуі деп өнімдер мен қызметтер сапасы саласындағы Қазақстанның ұлттық саясатының тұжырымдамасында ерекше көңіл аударған.

Осымен байланысты өндіріс пен коммерция салаларындағы болашақ мамандарды дайындау деңгейіне, олардың тұтынушылар ретіндегі ой-кріс кеңдігіне қойылатын талаптар өседі.

Өзінің құрылымы бойынша оқу құралы метрология, стандарттау, сертификаттау және сапаны басқару саласында автоматтандыру және басқару жүйелерін құрудың мамандарының қажетті деңгейін қамтитын 6 тараудан тұрады.

Оқу құралының бірінші тарауында игеруі ең кең тараған физикалық шамаларды өлшеудің әдістері мен өлшеу құралдарын оқуына ұғынды жақындауға мүмкіндік беретін метрология негіздері баяндалады.

Өлшеулер нәтижелері мен қателіктерін анализдеу сұрақтары екінші тарауда қарастырылған. Үшінші тарауда бірретті және көпретті өлшеулер нәтижелерін өңдеу сұрақтары толық баяндалған. Физикалық шамаларды өлшеу әдістері және өлшеу құралдары оқу құралының төртінші таруында қарастырылады. Бесінші тарауда сатанддартау және сертификаттау (техникалық реттеу) сұрақтарына негіделген. Алтыншы тарауда автоматтандыру және басқару саласындағы маманға, сонымен бірге технологтарға, конструкторларға, зерттеуші инженерлерге білуге қажетті болатын өнімнің сапасын басқару сұрақтары қарастырылады.

1. Метрология негіздері

1.1 Метрология – өлшеу бірлігін қамтамасыз етудің Мемлекеттік жүйесінің ғылыми негізі

Қазақстан нарық экономикасына енді. Әлемдік шаруашылық пен халықаралық экономикалық қатынастардың тең құқықты қатысушысы болу үшін әлемдік жетістіктер мен беталыстарын ескере отырып, ұлттық экономиканы жетілдіру керек.

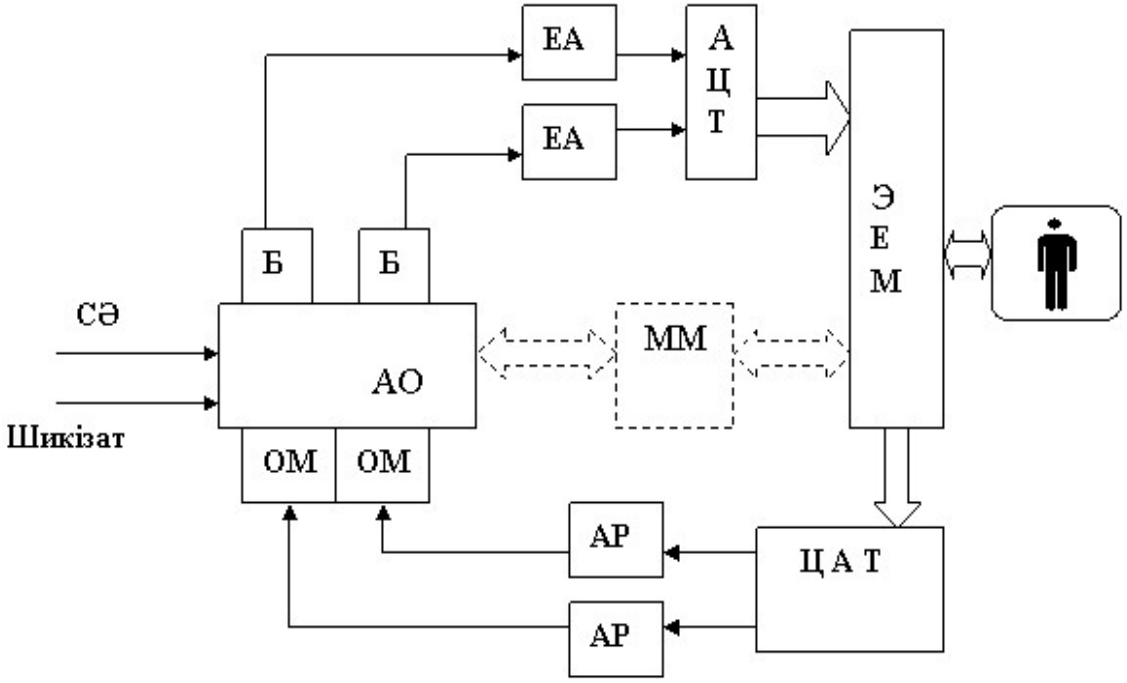
Өркениетті экономикалық өндіріске Қазақстанның бірлесуіне келесідей себептер кедергі жасайды: 1) Ұлттық стандарттау және сертификаттау жүйесінің артта қалуы; 2) тек өлшемдер бірлігін қамтамасыз ету; 3) КСРО жоспарлық шаруашылығының қалдығы; 4) тек сыртқы нарықта ғана емес, ішкі нарықта да қазіргі бәсекелестік жағдайында отандық кәсіпорындардың қиыншылықтары.

Шет елдік тәжірибені механикалық отандық өндірісіне ауыстыру мүмкін еместігіне байланысты біздің мамандар оны білу керек және қажетті деңгейде елімізде немесе шет елде өнімін, қызметін іске асыруға мүмкіндік беретін жаңа прогрессивті шешімдерді өндіріп, қабылдауға шығармашылық жағынан келу үшін ой өрісі кең болу керек. Ол үшін тек өндірістік саладағы мамандар ғана емес, менеджерлер, маркетологтар, өнімді іске асыратын мамандардың да метрология, стандарттау және серификаттау саласында білімдері өте маңызды болады. Сол білімдері бәсекелеске қабілетті өнімдерді құрған кезде стандарттау және сертификаттау мүмкіндіктері мен артықшылықтарын пайдалану үшін, өндірісте ғылым мен техника жетістіктерін енгізу үшін маңызды болады.

Қазіргі мамандарға метрология, стандарттау және сертификаттау бойынша білімінің қажеттілігі мамандықтың оқу жоспарына осы пәнді енгізу арқылы дәлелденеді. «Автоматтандыру және басқару» мамандығының студенттері оқитын басқа пәндердің арасында осы пәннің орнын анықтау үшін 1.1 суретте келтірілген технологиялық процестерді басқарудың автоматтандырылған жүйесінің (ТП БАЖ) құрылымдық сұлбасын, оның жеке блоктарын түрлі пәндермен оқыту жағынан қарастырайық.

Технологиялық процестің әр учаскесі бола алатын автоматтандыру объектісіне (АО) шикі зат, реагенттер жіберіледі, сондай-ақ түрлі сыртқы әсерлер (СӘ) әсер етеді, мысалы, қоршаған ортаның температурасы, діріл, қысым, тағы басқалар. АО шығысында өндірістің түрлі өнімдерін алады. Автоматтандыру процесін құру үшін өлшеу құралдары – бергіштер (Б) және екінші реттік аспап (ЕА) арқылы АО туралы өлшеу ақпаратын алады. Қазіргі өндірістер технологиялық аппараттардың күрделігімен және қуатымен, өлшеуге қажетті түрлі параметрлердің көптеген санымен сипатталады. Күрделілігі және түрлі әрекет ету қағидалары бойынша өлшеуіш құрылғылар, қондырғылар, жүйелер деп аталатын арнайы техникалық құралдар арқылы

өлшемдер жүзеге асырылады және өлшеу техникасына жатады. Осы өлшеу техникасын, олардың жіктелуін, метрологиялық сипаттамалар мен түрлі қасиеттерін оқытуға метрология тарауы арналды.



1.1 сурет – ТП АБЖ құрылымдық сұлбасы

Технологиялық процестер мен объектілердің математикалық модельдерін әзірлеу үшін ЭЕМ программалауды, орындаушы механизмдеріне (ОМ), автоматты реттеуіштеріне (АР) негізделген АЦТ (аналогты-цифрлік түрлендірушілерін), ЦАТ (цифрлік-аналогты түрлендірушілерін) оқуын студенттер басқа: информатика, математикалық модельдеу (ММ), автоматика элементтері мен құралдары, микропроцессорлар мен микропроцессорлық жүйелер, технологиялық процестерді автоматтандыру, т.б. пәндерде кездеседі.

Метрология өлшеу бірлігін қамтамасыз етудің Мемлекеттік өлшеу жүйесінің ғылыми негізі болып табылады [21]. Грек тілінен сөзбе-сөз аударғанда μέτρον — өлшем, λογοζ — сөйлеу, сөз, ілім немесе ғылым. «Өлшем» деген сөз жалпы мағынады бірнәрсені бағалау деген. Меторологияда оның екі мәні бар: бірлікті белгілеу (мысалы, «квадратты метрлер») және бірлігін жаңғырту құралы ретінде. Замануи метрологияда «*физикалық шаманың өлшемі*» деген термин жалғыз немесе бірнеше берілген мөлшердегі физикалық шаманы сақтауға немесе жаңғыртуға негізделген өлшеу құралын түсінеді. Өлшемдер мысалдары: гірлер, өлшеу кедергілер, т.б. Сонымен, метрология – өлшеулер туралы ғылым.

Қабылданған анықтама бойынша, *метрология – өлшеулер, олардың бірлігі мен талап етілетін дәлдігін қамтамасыз етудің әдістері мен құралдары туралы ғылым.*

Өлшеулер туралы ғылым ретінде метрология келесі есептерді қарастырады:

- өлшеулердің жалпы теориясы;
- физикалық шамалардың бірліктері мен олардың жүйелері;
- өлшеулердің әдістері мен құралдары;
- өлшеу дәлдіктерн анықтау әдістері;
- өлшеу бірлігін қамтамасыз етудің негіздері;
- физикалық шамалар бірліктерінің эталондары;
- бірліктер мөлшерін эталондардан өлшеудің жұмыс құралдарына табыстау әдістері.
- Қазіргі метрологияның үш түрі болады:
- а) заңнамалық метрология;
- б) фундаменталдық (ғылыми) метрология;
- в) тәжірибелік (қолданбалы) метрология.

Заңнамалық метрология – өзара байланысқан және өзара шартталған жалпы ережелердің жиынтықтары, сондай-ақ мемлекет жағынан өлшеулер бірлігі мен өлшеу құралдарының бірқалыптылығын қамтамасыз етуге бағытталған, тәртіпке келтіруді, бақылауды қажетсінетін және басқа да мәселелері кіретін метрология тарауы.

Заңнамалық метрологияны өздігінше тарауға бөлінуі мемлекет жағынан өлшеулер бірлігін қаматамсыздандыру қызметтерін заңнамалық реттеу және бақылау қажеттілігі себеп болады.

Өлшеу бірлігі – нәтижелері заңдандырылған бірліктерде көрсетілген, ал қателері берілген ықтималдықпен белгілі және бекітілген шектерден аспайтн өлшеу жағдайы.

Өлшеу бірлігі әртүрлі орында және түрлі уақытта әртүрлі өлшеу құрылғыларымен орындалатын өлшемдердің нәтижелерін салыстыруға қажет. Өлшеу бірлігін сақтау қалай еліміздің ішінде қарым-қатынаста маңызды болса, солай елдер арасында өзара қарым-қатынаста маңызды болып табылады.

Өлшеу бірлігін қамтамасыздандыру қызметі 1993 жылы «Өлшеу бірлігін қамтамасыз ету туралы» қабылданған Заңы бойынша реттеледі [4]. Бұл заң ҚР өлшеу бірліктерін қаматамасыздандырудың құқықтық негіздерін орнатады. Заң ҚР мемлекеттік басқару ұйымдарының жеке және құқытық тұлғаларымен келесі өлшеу құралдарын жасау, шығару, қолдану, жөндеу, сату, тексеру және импорттау сұрақтары бойынша қатынастарын реттейді және де өлшеулердің күмәнді нәтижелерінің жағымсыз салдарынан азаматтар мен отан экономика пайдаларын қорғауға бағытталған.

1993 жылға дейін метрология саласындағы құқықтық нормалар өкімет қаулысымен бекітілген. «Өлшеу бірлігін қамтамасыз ету туралы» Заңы метрологиялық әрекеттің терминологиясынан лицензиялауға дейін талай жаңа енгізулерді бекітті.

Заңның негізгі баптары келесні белгілейді:

а) өлшеу бірлігімен қамтамасыз етудің мемлекеттік басқармасының ұйымдастырушылық құрылымын;

б) өлшеу бірлігін қамтамасыз ету бойынша нормативтік құжаттарды;

в) шамалар бірлігі мен шамалар бірлігінің мемлекеттік эталондарын;

г) өлшеу құралдары мен өлшеу әдістемелерін.

Мемлекеттік метрология қызметі және мемлекеттік басқару органдары мен заңды тұлғалардың қызметтері арқылы тәжірибеге енгізілетін заңдармен, заңнамалық ережелермен метрологиялық әрекетті мемлекеттік реттейтін қызметтін заңнамалық метрология атқарады.

Заңнамалық метрология саласына өлшеу құралдарының (ӨҚ) түрін сынау және бекіту, ӨҚ мемлекеттік метрологиялық бақылау және қадағалау және өлшеу бірлігін нақты қамтамасыз ету бойынша шаралар жатады.

Өлшем бірлігін қамтамасыз ету метрологияның негізгі міндеттерінің бірі.

Бұл мәселе негіз болатын екі шарттарды сақтаған кезде шешіледі:

- заңдандырылған бірегей бірліктерде өлшеу нәтижелерін көрсету;

- өлшеу нәтижелерінің рұқсат етілген қателерін орнату және олардың берілген ықтималдықпен аспайтындай шектеулер бекіту.

Фундаменталдық және тәжірибелік метрология көне дәуірде пайда болған.

Өлшеулер қажеттілігі ерте замандарда пайда болған. Біріншіден ол үшін күнделікті құралдар қолданылған. Мысалы, ертедегі ғасырлардан біздерге жеткен асыл тастардың салмақ бірлігі — *карат,* аудармасы - «бұршақ дәні»; дәріхана салмағының бірілгі — *гран,* латын тілінен «дән»дегенді білдіреді [20].

Ежелгі Ресейде өлшем жүйесінің негізі Көне Греция мен Римнен кірген көне египеттік өлшемдер бірлігі болған. Бірліктер атауы мен олардың мөлшері арнайы құрылғыны қолданбай, «қолмен» өлшеу тәсілімен сәйкесті жүзеге асырылған. Көптеген өлшемдер адамның қызметімен байланысты немесе антропометриялық пайда болған. Сөйтіп, әртүрлі уақытта Ресейде келесідей ұзындық бірліктері қолданылған: *вершок* — «саусақтың жоғарғы жағы» — көрсеткіш саусақтың бөлігінің ұзындығы; *пядь* —«пять», «пятерня» дегеннен —үлкен және көрсеткіш саусақтарының шектері арасындағы қашықтық (қазақша сәйкесінше «қарыс» деген бар); *локоть* — шынтақ (қол шынтағы қайырылғаннан бастап ортаңғы саусағы аяқталғанға дейін қашықтық); шынтақтан орта саусаққа дейін; *сажень* - сажын (орыс өлшемі = 3 локоть = 152 см) —«сягать», «достигать» дегенн сөзден, яғни қол жетуге болады деген мағнада; *косая сажень* (248 см) — кере құлаш, қол жетудің шегі: сол аяқтың табанынан жоғарыға көтерген оң қолдың орта саусағының соңына дейінгі қашықтық; *верста* - «верти» деген сөзден, соқаны кері айналдыру, соқа айналдырған іздің ұзындығы; *аршин* (оның пайда болуы қарыстың жойылуын еліктірді – ¼ аршин).

«Табиғи» өлшемдер ескіден пайда болған. Олардың ішіндегі бірінші барлық жерге тараған уақыт өлшемдері болып табылады. Астрономиялық бақылаудан ежелгі вавилон тұрғындары *жыл, ай, сағат* өлшемдерін орнатқан. Соңынан Жердің өз осі бойынша айналуының орта периодының 1/86400 бөлігі *секунда* деп аталды. Сонымен бірге, hоркениет таңында адамадар «заттық» өлшемдер мен өлшеу бірліктерінің бағасын түсіне бастады. Мысалы, Вавилонда біздің заманға дейінгі II ғ. уақыт *мина* деген бірліктерде өлшенген. Ол су сағатының массасы 500 г = «мина» болатын суы ағып болатын уақыт аралығы (жуықтап екі астрономиялық сағатқа тең). Соңынан, мина қысқартылып, *минутке* айналды. Уақыт өте келе, су сағаттары құм сағаттарымен, соңынан күрделі маятник механизмдермен алмастырылды.

Ежелгі елдерде де, орта ғасырларда да метрологиялық қызмет болмаған, бірақ үлгілі өлшемдерді қолдану және оларды шіркеулер мен монастырлерде сақтау, сонымен бірге өлшеу құралдарын жыл сайын тексеру туралы қапарат бар. Сондай-ақ, Святослав Ярославич (1070-і ж.ж.) князьдің «алдын белдігі» ұзындықтың үлгі өлшемі болды, ал Новгородтың Всеволод князьдің «Шіркеу соттары, адамдар және сауда қлшемдері» жарғысында сауда таразыларын сақтап, жыл сайын тексеру қажеттілігі айтылған. Бұзақылар жазаға салынатын еді [20].

Петр 1 реформасымен Ресейде пайдалануға ағылшын өлшемдерге — *фут, дюйм* рұқсат етілген, әсіресе олар флот пен кеме жасау салаларында кең тараған. Есептеулерді жеңілдету үшін ұзындық орыстар мен ағылшын өлшемдерінің кестелері шығарылған: дюйм («саусақ» = 2,54 см); ағылшын футы = 12 дюйм = 30,48 см.

Ондық жүйе негізінде өлшеу жүйесін құру идеясы француз астрономы Г. Мутон (XVII ғ.) ұсынған. 1790 ж. 8 мамырда Франция Құрылтай Жиналысы өлшемдер жүйелерінің реформасы туралы декрет қабылдап, Париж Ғылым Академиясына сәйкес ұсыныстарды жасауға тапсырды. Лагранж басқарған академия комиссиясы еселенген және бөлшектенген бірліктердің ондық бөлінуін және ұзындық бірлігі ретінде жер меридианның 1/40000000 бөлігін қабылдауға ұсынды. Осы жалғыз бірлік — *метр* негізінде, соңынан *метрикалық* деп аталатын тұтас жүйе құрылды. Аудан бірлігі ретінде *квадратты метр,* көлем бірлігі - *кубтік метр,* масса бірлігі — *килограмм* — температура 4°С болғанда таза судың кубтік дециметрінің массасы қабылданған. Метрикалық жүйе басынан халықаралық ұйғарған. Оның бірліктері үлттық бірліктерінің біреуімен де бірдей болмады.

1795 ж. 7 сәуірінде Конвент метрикалық жүйенің Францияда қабылданғаны туралы заң енгізіп, Кулон, Деламбр, Лагранж, Лавуазье, Лаплас және басқа да ғалымдар мүшесі болатын комиссияға ұзындық пен массаны тәжірибелік анықтайтын жұмыстарды орындауын тапсырды. Халықаралық комиссияның бақылауымен орындалған осы жұмыс 1799 ж. аяқталып, заңмен бекітілген метр мен килограммның платинді прототиптері Франция Архивіне тапсырылды. Сол уақыттан олар *архивті* деп аталады..

Өзінің анық артықшылығына қарамастан метрикалық жүйе көп қиындықтарымен ендірілді және Францияда ақырғы 1840 ж.1 қантарынан мүндетті деп енгізілді. «Халықтардың болашақ жақындасу» құралы ретінде оның маңыздығын Д.И. Менделеев баса айтып кеткен.

Ғылым мен техниканың дамуымен жаңа өлшеулер және жаңа өлше бірліктері қажет болуы фундаменталды және қолданбалы метрологияны ынталандырылды. Бастапқыда өлшеу бірліктерінің прототипін макрообъекттер мен олардың қозғалуын зерттеумен табиғатта іздеген. Мысалы, *секунда* – Жердің өзінің осі айналасында қозғалу периодының бөлігі. Бара-бара ізденістер атомдық және атом ішіндегі деңгейге көшті. Қазірде секунда – сыртқы өрістердің әсерлері болмағандағы Цезий-133 атомының негізгі күйінің аса жіңішке құрылымының екі деңгейі арасындағы көшулерге сәйкес 9192631770 сәулелену периодтарының ұзындығы.

Сонымен, ғылым реінде метрология динамикалық дамуда.

Физикалық шамалардың (ФШ) қабылданған бірліктердің табиғи, жаратылыс пайда болуы туралы түсініктеме беретін *физикалық шамалар бірліктерінің Халықаралық жүйесі (СИ жүйесі)* қабылдаған ФШ бірліктерінің анықтамаларын фундаменталды метрологияның әрі қарай дамуы дәлелдейді.

1.2 Физикалық шама

Біздердің қоршаған ортамыздағы физикалық объектілерінің шексіз жиынының сапалары мен қасиеттерінің шексіз саны бар. Осы үлкен саннан адам біртекті объектілер қатарына сапа жағынан жалпы болатын және оларды бейнелеуге жеткілікті кейбір шектелген қасиеттер санын таңдайды. Осындай спалардың әрқайсысында бірнеше саралауды анықтауға болады. Егер де біздер саралау бірілгін яғни осы сапаның бірлігін орната алсақ, және оны өлшем немесе шкала ретінде іске асыра алсақ, онда біздерге қажетті объект қасиетінің өлшемін осы өлшем немесе шкаламен салыстырып, оның сандық бағасын аламыз. Белгілі өлшемі бар саралаулар орнатылатын және іске асырылатын қасиеттер *физикалық шамалар* деп аталады.

Метрология саласындағы терминдер мен анықтамалар стандартында физикалық шама келесідей анықталады: *көптеген объектілерге, физикалық жүйелерге, лардың күйлеріне және оларда өтіп жатқан процестерге сапа жағынан жалпы, бірақ сан жағынан олардың әрқайсысына индивидуалды болатын ұасиет физикалық шама болып табылады* [2].

Физикалық шама түсініктемесінің сапа жағы шаманың «тұқымдасы» (қашықтықтың жалпы сипаттамасы ретіндегі ұзындық; элект өткізгіштердің жалпы қасиеті ретіндегі электр кедергі, т.с.), ал сан жағынан – оның «өлшемін» (белгілі заттың ұзындығы, белгілі өткізгіштің кедергісі) анықтайды. Физикалық шаманың өлшемі объективті бар болады, біздер оны білгенімізгі әлде білмегенімізге тәуелді емес.

Физикалық шаманың мәнін табу өлшеудің мақсаты және оның соңғы нәтижесі. *Физикалық шаманың мәні* дегеніміз берілген шаманы өлшеу үшін қабылданған бірліктерінде физикалық шаманы бағалауы. Әрине, өлшеу нәтижесінің сандық мәні физикалық шаманың бірлігін таңдауына тәуелді.

Метрология тек қана физикалық шамаларды яғни физикалық іске асырылатын және қалпына келтірілетін шама бірліктері бар болуы мүмкін жағдайдағы өлшеулерді оқиды және олармен істейді.

Өлшеу теориясында физикалық шаманың шындық, өлшенген және нақты мәні түсініктемелері еңгізіледі.

Өлшенетін физикалық шаманың шындық мәнін табу метрологияда орталық проблема болып табылады. Стандарт бойынша сапалық және мөлшерлік жағынан объектінің сәйкес қасиетін идеалды бейнелейтін физикалық шаманың мәні шындық мәнін болады [2]. Метрология постулатының бірі физикалық шаманың шындық мәні бар, бірақ оны өлшеу жолымен анықтау мүмкін емес деген ереже.

Мысалы, дөңгелек дискінің диаметрін өлшеуін қарастырайық. Бір жағынан, өлшеу құралдың дәлдігін сәйкес таңдап алсақ, диск диаметрін өлшеудің дәлдігін жоғары және оданда жоғары дәлдікпен жүргізуге болатын сияқты. Бірақ, өлшеу құралдың қателігі молекула өлшемі деңгейінде болған кезде, молекулалардың ретсіздік қозғалуы себебінен дискінің шегі өзгеріп тұрады, сондықтан, дәлдік шегінің бір шамасында диск диаметрі түсініктемесі өзінің бастапқы мағынасын жоғалтып, әрі қарай дәлдікті жоғарылатуы пайдасыз. Сірә, диаметрдің «шындық» мәні анықтамасының ықтималдық маңызы шығып атыр, сондықтан, тек анықталған ықтималдықпен шындық мәні болатын мәндер интервалын белгілеуге болады. Сонда, стандартта келтірілген шындық мәннің анықтамасын тек макроәлем объектілері үшін пайдалануға болады.

Физикалық шаманың шындық мәнін анықталуы болмағандықтан, өлшеу тәжиребесінде нақты мәні ұғымын қолданады. *Тәжірибелік жолымен табылған және шындық мәніне сонша жақын болғанынан, берілген мақсат үшін оның орнына қолдануға болатын физикалық шаманың мәнін нақты мәні* деп атаймыз.

Өлшеу құралдың есептеуіш құрылғысымен есептелген шаманың мәні *өлшенген мәні* болып табылады.

Қойылған өлшеу мақсатына сәйкес өлшеуге ұсынылған физикалық шаманы *өлшенетін физикалық шама* деп атайды.

Тікелей өлшеу құралымен өлшенбейтін, бірақ осы құралдың өлшеу нәтижесін бұрмалайтын әсері бар физикалық шаманы *әсер етуші физикалық шама* деп аталады. Мысалы, резистордың кедергісі температураға тәуелді болса, онда резистордың кедергісін өлшеген кезде температура әсер етуші шама болып табылады.

Өлшеу есебі шарттары бойынша өлшеу уақытынан асатын уақытта өлшемі өзгермейді деп санауға болатын физикалық шама *тұрақты шама* болып табылады.

Өлшеу барысы бойынша өлшемі өзгеретін физикалық шама *айнымалы шама* деп аталады.

1.3 Физикалық шамалар бірліктерінің жүйесі

Зерттелетін объектілердің қасиеттері жөнінде сандық ақпарат өлшеу көмегімен алынуы мүмкін. Оны алу, немесе физикалық шама бейнелейтін қасиеттің сандық жағынан айырмашылықтарын анықтау үшін метрологияда өлшемділік және өлшем деген ұғымдар еңгізілген. Бұл ұғымдар бойынша кез келген физикалық шаманы сапалық және сандық жағынан анықтауға болады.

Физикалық шамалардың арасындағы сапалық айырмашылығын анықтайтын олардың өлшемділігі табылады. ISO 31/0 халықаралық стандартына сәйкес өлшемділікті *dim* деп белгілейді. Негізгі физикалық шамалар өлшемділігі латын немесе грек бас әріптермен белгіленеді. Мысалы, негізгі физикалық шамалар: ұзындық, масса және уақыт болса, онда олар сәйкес *L, M, T* әріптерімен белгіленеді.

Бір физикалық шамалар тәуелсіз деп алынатын болса, ал басқалары тәуелсіз шамалардың функциялары болып анықталатын болса, онда осы алынған принциптер бойынша жасалынатын физикалық шамалар жиынтығын - *физикалық шамалар жүйесі* деп атайды. Жүйенің басқа шамаларынан тәуелсіз болып алынатын физикалық шаманы *негізгі* деп атайды. Шамалар жүйесіне кіретін және сол жүйенің негізгі шамалары арқылы табылатын физикалық шаманы *туынды* деп атайды.

Туынды шамалар өлшемділігін анықтаған кезде байланыс теңдеулері қолданыланады; бұл теңдеулер шамалар арасындағы байланысты бейнелейді, оларда физикалық шамалар әріптік символдармен белгіленеді. Байланыс теңдеулер табиғат заңдарын бейнелейді (мысалы, Ом заңы $I=U/R$) немесе кейбір шамалардың анықтаулары болып табылады (мысалы, тығыздықтың анықтамасы $\rho = m/V^3$). Туынды физикалық шамалардың өлшемділігін табу үшін, осы шаманы анықтау үшін пайдаланатын байланыс теңдеудің оң жағына шамалар белгілердің орнына олардың өлшемділігін қою керек.

Физикалық шаманың негізгі және туынды бірліктерінің жиыны физикалық шамалардың бірліктер жүйесі болып табылады.

XIX ғасырда әртүрлі ғылым және техника саласында өзара әрекеттестігі күшейіп, халықаралық ғылыми және экономикалық байланыстар кеңейеді. Бұл физикалық шамаларын өлшеу нәтижелерін бірдей болуын талап етеді. Бәріне жарайтын бірліктер жүйесін құру жұмыстары басталады.

1832 жылы, ең бірінші осындай жүйесін құру әдістемесін ұсынған неміс ғалымы К. Гаусс. Оның идеясы бойынша жүйе негізі болып кейбір негізгі бір-бірінен тәуелсіз физикалық шамалар алынады, олардың өлшеу бірліктері бір-

бірінен тәуелсіз таңдалады және жүйенің негізгі бірліктері деп аталады. Барлық қалған шамалар туынды деп аталады және олардың өлшеу бірліктерін негізгі бірліктер арқылы орнатады, ол үшін белгілі физикалық заңдары және арақатынастары пайдаланылады. Метрологияда бұл арақатынастарын шамалар арасындасындағы байланыс теңдеулері деп атайды.

К. Гаусс өзінің ұсынған әдісі бойынша үш негізгі бірліктерден тұратын жүйесін құрастырған: ұзындық бірлігі ретінде миллиметр, масса бірлігі ретінде миллиграмм, уақыт бірлігі ретінде секунда. Ол өзінің жүйесін *абсолюттік* деп атаған. К. Гаусс ұсынған шама бірліктері, сол заманда үстемдік етуші физика тарауларында пайдалану үшін ыңғайсыз болатын, сондықтан оның бірліктер жүйесі кең тараған жоқ, бірақ жүйені құрастыру әдісі қалды.

Одан кейін, ғылым және техниканың әртүрлі салаларында қажеттіліктеріне ыңғайлатылған, физикалық шама бірліктерінің жүйелері пайда болды. Солардың арасында өлшеу тәжірибесінде келесі жүйелер қолданылатын.

1.3.1 СГС жүйесі.

1861 – 1870 жылдарында жасалған және әлемдік тәжиребесіне 1-ші Халықаралық электршілер конгрессімен еңгізілген. Жүйенің негізгі бірліктері болып *сантиметр, грамм, секунда* (СГС) табылады. Әртүрлі өлшеулер түрлерінде қолданылатын СГС жүйесінің жеті түрі болатын. Электрлік өлшеулерде СГСЭ жүйесі қолданылатын, мұнда, үш негізгі бірліктерімен бірге, вакуумның диэлектрлік өткізгіштігі өлшемсіз бірлікке тең болып алынатын. Сонда, Кулон заңын пайдаланып, механикалық және электрлік шамаларды байланыстыруға болатын. Магниттік өлшеулерде СГСМ жүйесі пайдаланылатын, мұнда магниттік өткізгіштік өлшемсіз бірлікке тең болып алынатын. Бұл жүйелерде электрлік және магниттік өлшемдері бір-біріне сәйкес келмейтін. Мысалы, электрлік ток күшінің бірлігі СГСЭ жүйесіндегі мәні: СГСЭ-ің 1 бірлігі = $3{,}33564 \cdot 10^{-10}$ А, ал СГСМ жүйесінде – СГСМ-ің 1 бірлігі = 10 А. Бұл кемістігі жоқ СГС жуйесі симметриялы деп аталады, мұнда вакуумның диэлектрлік және магниттік өткізгіштіктері бір санына теңестірілген. Бірақ онда, кейбір электромагнетизм теңдеулерінде физикалық константа – жарық жылдамдығы түрінде қосымша көбейткіш пайда болады.

Симметриялы СГС жүйесінің құрылымы үйлесімділікпен және құрудың логикалығымен өзгеше көрінеді, ол когерентті (келісілген) және физика салаларының көбінде өлшеу және есептеу үшін халықаралық СИ жүйесі практикаға ендірілгенше кең қолданылған. Бірақ, СГС жүйеде көп бірліктердің өлшемдері тәжірибелік пайдалану үшін ыңғайсыз.

1.3.2 МКГКС жүйесі.

Салмақ бірлігі ретінде килограммның бірінші прототипы қабылданғаны біздерге мәлім. Килограммды алдымен салмақ бірлігі ретінде, одан кейін күш бірлігі ретінде қолдануы XIX ғасырдың аяғында үш негізгі бірліктері бар жүйені құруына әкелді: *метр* – ұзындық бірлігі, *килограмм-күш* – күш бірлігі,

секунда – уақыт бірлігі (МКГКС жүйесі). Бұл жүйе механикада және техникада қолданыланатын. Күшті салмақ бірлігімен көрсету ыңғайлығы және тәжірибе үшін ыңғайлы күштің негізгі бірлігінің өлшемі жүйенің ел арасына таралғандығының себебі болды.

Жүйенің электрлік және магниттік бірліктерімен келісілмегендігі, оның негізгі кемшілігі болып табылады, сөйтіп есептеулерде механикалық шамалардан электрлік шамаларға өту үшін өтпелі көбейткіш талап етіледі. Одан басқа, МКГКС жүйенің масса бірлігі СИ жүйесінің масса бірлігімен еркін құлау үдеуі арқылы байланысады – МКГКС-ің 1 бірлігі ~9,81 кг.

1.3.3 МТС жүйесі.

Бұл жүйе ең алдымен Францияда орнатылған. МТС жүйесінің негізгі бірліктері: *метр* – ұзындық бірлігі, *тонна* – масса бірлігі және *секунда* – уақыт бірлігі. Масса бірлігі ретінде тоннаның таңдалуы сәтті болған, себебі ұзындық, көлем және масса бірліктер арасында сәйкестік болады (техникалық есептердің көбіне жеткілікті дәлдікпен, 1 тонна судың 1 $м^3$ массасына сәйкес).

1.3.4 Электрлік бірліктердің абсолютты практикалық жүйесі.

1881 жылы электршілердің 1-ші Халықаралық конгрессінде СГСМ-нің туындысы ретінде орнатылған және электрлік пен магниттік бірліктер өлшемдердің тәжірибесіне жақындау мақсатымен тәжірибелік өлшеулер үшін тағайындалған. Аболюттік тәжірибелік жүйесінде электрлік және магниттік бірліктерін табу үшін СГСМ жүйенің бірліктерін 10 санының сәйкес дәрежесіне көбейтілген. Солай кәзір таралған электрлік шама бірліктері пайда болған: *вольт, ампер, ом, фарада*. 1889 жылы электршілердің 2-ші Халықаралық конгрессінде бұл бірліктеріне *джоуль, ватт, квадрант* (соңында *генри*) қосылды.

1.3.4 МКСА жүйесі.

Жүйенің негізгі бірліктері метр, килограмм, секунда және *ампер* болып табылады. Негізгі бірліктер санына ток күші еңгізілуі механикалық бірліктерді;:метр, килограмм, секунда және т.б. - тәжірибелік электрлік бірліктеріне: вольт, ом, ватт және т.б. сәйкес келтіруге мүмкіншілік берді. Кәзіргі кезде МКСА жүйесі халықаралық СИ жүйесінің құрастырушы бөлігі болып табылады.

1.4 Бірліктердің халықаралық СИ жүйесі

Халықаралық бірліктер жүйесі (қыскаша халықаралық аталуы SI, ал орысша транскрипциясы СИ) LMTIΘJN шамалар жүйесі негізінде құрастырылған. 1948 жылы өлшеуіштер және салмақтар бойынша IX Генералдық конференциясында (ӨСГК) тәжірибелік Халықаралық бірліктер жүйесін құру туралы шешім қабылданған. 1960 жылы алты негізгі бірліктер негізінде Халықаралық бірліктер жүйесінің жобасы бекітілген. Халықаралық

қатынастарда қолдану үшін алты негізгі физикалық шамалар анықталды: метр, килограмм, секунд, ампер, Кельвин градусы, шам. 1971 жылы СИ жүйесінің бірліктеріне жетінші негізгі бірлік қосылады – зат мөлшері – моль.

Стандарттау жөніндегі Халықаралық ұйым (ISO) халықаралық ISO 31 стандарттарын жариялады: 1992 «Шамалар және бірліктер» (14 бөлігі ба) және ISO 1000: 1992 «СИ бірліктері және олардың еселі тағы да басқа бірліктерін пайдалану жөнінде кепілдемелер».

СИ жүйесін құру принциптері:

1) СИ жүйесі өлшемдері бір-бірінен тәуелсіз болып орнатылатын жеті бірліктерде негізделген;

2) туынды бірліктер шамалар арасындағы ең қарапайым байланыс теңдеулер – шама өлшемдері СИ бірліктеріне тең болып алынатын, анықтаушы теңдеулер көмегімен пайда болады. Шамалардың әрбір түріне тек қана бір СИ бірлігі бар болады;

3) туынды бірліктер негізгі бірліктерімен бірге когерентті (келісілген) жүйені құрастырады;

4) тәжірибелік маңыздылықтан және іс-әрекеттің әртүрлі салаларында барлық жерде қолданғандықтан СИ бірліктерімен қатар саны шектелген жүйеден тыс бірліктері қолдануға жіберілген;

5) СИ бірліктері немесе жүйеден тыс бірліктері сөз алды қосымшасымен қолдануы мүмкін, бұл белгілі деңгейдегі он санына бірлікті көбейту. Сөз алды қосымшасы бар бірлікті ондық еселік немесе бөліктік деп атайды – деңгей көрсеткіші оң немесе теріс болғанына қарай.

Халықаралық жүйенің негізгі бірліктері:

1) *метр* (халықаралық белгілеуі *m*; орысша - *м*; өлшемділігі *L*) – ұзындық бірлігі, вакуумда 1/299 792 458 секунд бөлшегінде жарық өтетін жол ұзындығы (XVII ӨСГК мақұлданған, 1983 жыл, 1 резолюция);

2) *килограмм* (халықаралық белгілеуі *kg*; орысша - *кг*; өлшемділігі *M*)– салмақ бірлігі: килограммның халықаралық прототипінің массасына тең масса (III ӨСГК мақұлданған, 1901 жыл, 3 резолюция);

3) *секунд* (халықаралық белгілеуі *s*; орысша - *с*; өлшемділігі *T*) – уақыт бірлігі: сыртқы өрістер жағынан ауытқу жоқ болған кезде Цезий-133 атомының негізгі күйінің аса жұқа құрылымының екі деңгейі арасында өтетін сәйкесті сәуле шығару 9 192 631 770 периодтар ұзақтығы (XIII ӨСГК мақұлданған, 1967 жыл, 1 резолюция);

4) *ампер* (халықаралық белгілеуі *A*; орысша - *А*; өлшемділігі *I*)– электрлік ток күші бірлігі: айнымас тоқтың күші, ол бір - бірінен 1 м аралығында вакуумда орналасқан және сымның айналмалы қимасы соншалық кіші болса, екі параллель шексіз ұзындығы бар өткізгіштіктерден өткен кезде, сол өткізгіштіктердің әрбір метр ұзындықта $2 \cdot 10^{-7}$ Н күші пайда болуы керек (IX ӨСГК мақұлданған, 1948 жыл);

5) *кельвин* (халықаралық белгілеуі *K*; орысша - *К*; өлшемділігі Θ)– термодинамикалық температура бірлігі: судың үштік нүкте

термодинамикалық температурасының 1/273,16 бөлігі (XIII ӨСГК мақұлданған, 1967 жыл, 4 резолюция);

6) *кандела* (халықаралық белгілеуі *cd*; орысша - *кд*; өлшемділігі *J*) жарық күші бірлігі: көздің берілген бағытта жарық күші, ол көздің монохроматикалық сәуле шығару жиілігі $540 \cdot 10^{12}$ Гц, осы бағыттағы энергетикалық күші 1/683 Вт/$ср^2$ (XVI ӨСГК мақұлданған, 1979 жыл, 3 резолюция);

7) *моль* (халықаралық белгілеуі *mol*; орысша - *моль*; өлшемділігі *N*)– зат мөлшері бірлігі. Моль жүйенің зат мөлшері, ол жүйенің құрылымдық элементтері болғаны сонша, қанша атомдар массасы 0,012 кг көміртегі 12 нуклидинде. Моль бірлігін қолданған кезде құрылымдық элементтерінің өзгешеліктері анықталған болу керек және олар атомдар, иондар, электрондар тағы да басқа кішкентай бөлшектері немесе өзгешіліктері анықталған кішкентай бөлшектер топтары болуы мүмкін (XIV ӨСГК мақұлданған, 1971 жыл, 3 резолюция).

Бірліктер аталуы әрбір тілде әртүрлі болғанына қарамастан, олардың белгілеуі халықаралық болып табылады, және ISO 31-0:1992 кепілдемелері бойынша сәйкес бірліктерді халықаралық белгілеуінен басқа еш қандайын қолдануға болмайды. Дегенмен ГОСТ 8.417 шамаларды екі түрлі әрпі белгілеуін орнатты: халықаралық (латин немесе грек әліппе әріптерін қолдануымен) және орысша (орыс әліппе әріптерін қолдануымен). Бірақ шет елдерімен келісім - шарттық ынтымақтастық қатынастарда, халықаралық ұйымдардың іс-әрекетіне қатысу кезінде, шекара сыртына жіберілетін экспорттық өнімдерімен бірге техникалық және басқа құжаттарда бірліктердің халықаралық белгілеуін қолданады.

СИ жүйесіне екі қосымша бірліктері еңгізілген – радиан және стерадиан.

- *радиан* (халықаралық белгілеуі *rad*, орысша - *рад*) – жазық бұрышын өлшеу бірлігі, шеңбердің екі радиусы арасындағы ішкі бұрышы, олардың арасындағы доға ұзындығы радиусына тең;

- *стерадиан* (халықаралық белгілеуі *sr*, орысша - *ср*) – денелік бұрыштың бірлігі. Стерадиан – төбесі сфераның ортасындағы денелік бұрыш. Сфераның бетінде кесіп алатын аудан, қабырғасы радиусқа тең квадраттың ауданына тең.

СИ жүйесі когерентті (келісілген) болып табылады. Егер байланыс теңдеуіндегі сандық коэффициент 1 ден басқа болса, онда туынды бірлігін когерентті жасау үшін теңдеудің оң жағына қойылатын СИ бірліктері бар шамалардың мәндері коэффициентке көбейтілгеннен кейін 1-ге тең жалпы сандық мәнін беру керек.

М ы с а л Егер энергия бірлігін құру үшін $E = 1/2\ mv^2$ теңдеуін пайдаланаса, мұнда - *E* - кинетикалық энергия, *m* – материалды нүктесінің массасы, *v* – нүктенің қозғалыс жылдамдығы, онда когерентті СИ бірлігі келесі түрде құрылады:

$$[E] = 0,5(2[m][v]^2) = 0,5(2\ \text{кг})(1\ \text{м/с})^2 = 1\ \text{кг м/с}^2\ \text{м} = 1\ \text{Н·м} = 1\ \text{Дж},$$

$$[E] = 0{,}5(1\ \text{кг})(\sqrt{2}\ \text{м/с})^2 = 1\ \text{кг м/с}^2\ \text{м} = 1\ \text{Н·м} = 1\ \text{Дж}.$$

Сондықтан, СИ жүйесіндегі энергия бірлігі джоуль (ньютон-метрге тең) болады. Бұл мысалдарда джоуль бір теңдеуінде - қозғалыс жылдамдығы 1 м/с, массасы 2 кг дененің кинетикалық энергиясына тең, ал екінші теңдеуінде қозғалыс жылдамдығы $\sqrt{2}$ м/с, массасы 1 кг дененің кинетикалық энергиясына тең.

XI ӨСГК Халықаралық бірліктер жүйесін қабылдағанымен бірге 12 ондық еселік және бөліктік сөз алды қосымшаларын қабылдады, кейін оларға жаңалары қосылды. Бірлікке біріккен сөз алды қосымшасы – бұл бірлік тұтас деңгейіндегі онға көбейтілді деп саналады. Жаңа бірлік еселік немесе бөліктік деп аталады. СИ жүйесінде пайдаланатын 20 сөз алды қосымшалары [19] келтірілген.

Өте үлкен немесе кіші сандық мәндерінен қашу үшін сөз алды қосымшалары пайдаланылады, бірақ бөліктік және еселік бірліктер когерентті СИ бірліктері болып табылмайтынын ескеру керек. Тек когерентті бірліктерін пайдалану үшін, есептеу процесінде барлық шамаларды СИ бірліктерінде көрсету керек, ал еселік және бөліктік бірліктерін тек қана соңғы нәтижесіне қойу керек.

Сөз алды қосымшалар көмегімен түрлілік еселік және бөліктік бірліктердің арасынан таңдалатын бірлік тәжірибелікке жарайтын сандық мәнін алуға мүмкіндік береді. Еселік және бөліктік сөз алды қосымшаларын таңдаған кезде шамалардың сандық мәндері 0,1-1000 диапазонында жату керек.

Басқа сөз алды қосымшыларын қолдануға ыңғайсыз болғанда, «гекто», «деци», «дека», «санти» сөз алды қосымшылары пайдалануы керек. Бірліктердің аттарына екі және одан көп сөз алды қосымшыларын қатарынан қосуға рұқсат берілмейді. Мысалы микромикрофарад бірлік атының орнына пикофарад деп жазылғаны дұрыс.

Килограмм деген – негізгі бірліктің атында «кило» сөз алды қосымшасы бар болғанына байланысты, массаның еселік және бөліктік бірліктерін құру үшін грамм бөліктік бірлігі пайдаланылады. Сондықтан, сөз алды қосымшыларын «грамм» сөзіне қосу қәжет: мысалы, миллиграмм (мг) микрокилограммның (мккг) орнына. Грамм деген - массаның бөліктік бірлігіне сөз алды қосымшасын қоспай қолдануға рұқсат беріледі.

СИ бірліктері ғылым мен техниканың тәжірибелік барлық салаларын қамтиды. Бірақ ӨСГК кейбір жүйеден тыс бірліктерін, олардың тәжірибелік маңыздылығына байланысты, СИ бірліктерімен бірге пайдалануын мақұлдады. СИ бірліктерімен бірге қолдануға рұқсат берілген, кейбір бірліктер 1.1 кестеде келтірілген.

Егер сөз алды қосымшасы қосылған бірлік, бірліктердің көбейтіндісі немесе қатынасы болып табылған болса, онда сөз алды қосымшасын бірінші бірліктің атына қосады. Мысалы, паскаль-секунд метрге (Па·с/м) бірлігін

былай *дұрыс* жазылады: килопаскаль-секунд метрге (кПа с/М) – және *дұрыс емесі*: паскаль-килосекунд метрге (Па·кс/м).

1.1 кесте - СИ бірліктерімен бірге қолдануға рұқсат берілген жүйеден тыс бірліктер

Шама аталуы	Бірлік			
	Аталуы	Белгіленуі		СИ бірлігімен арақатынасы
		Халық-аралық	Орысша	
Уақыт	минут сағат күн	min h d	мин ч сут	1 min = 60 s 1 h = 60 min = 3600 s 1 d = 24 h = 86 400 s
Жазық бұрыш	градус минут секунд	o ' "	o ' "	$1^\circ = (\pi/180)$ rad $1' = (1/60) = (\pi/10\,800)$ $1'' = (1/60)' = (\pi/648\,000)$
Көлем	литр	L	л	1 L =1 $dm^3 = 10^{-3}\ m^{-3}$
Масса	тонна	t	т	1 t = 10^3 kg
Деңгей	непер бел	Np B	Нп Б	1 Np = 1 1 B = (1/2)ln 10 Np

СИ бірліктердің туындыларын құру кезінде, әдеттегідей, құрылған бірліктердің аталуы негізгі бірліктер аталуынан тұрады, мысалы: метр секундте (м/с), метр секунд квадратына (м/$с^2$). Тәжірибелік түсінігі бойынша кейбір туынды бірліктеріне ғалымдардың аттарына сәйкес арнайы атаулар және белгілеулер қойылған. Мұндай бірліктердің қысқаша аталуы бас әріптен басталады, мысалы: бір ампер – 1 А. Бірліктердің көбейтіндісінен тұратын туынды бірліктердің тек соңғы аталуын және соған тиісті сын есімін өзгертеді, мысалы: килограмм-метр квадратына, ньютон-секундасы және т. б.

Мәтінде бірліктің белгілеуін шаманың сандық мәнін көрсетпей беруге болмайды. Мысалы, «Есептеулер % жүргізіледі» деген сөйлем дұрыс емес; дұрысы: «Есептеулер пайызда жүргізіледі».

1.5 Өлшеу

Өлшеу мақсаты – *физикалық шаманың өлшемін* табу, ол нақтылы материалды объектіне, жүйеге, құбылысқа немесе процесіне тән физикалық шаманың сандық анықтығы болып анықталады.

Өлшеу нәтижесінде *физикалық шаманың мәні* анықталады – физикалық шама өлшемінің көрсетімі, қабылданған бірліктердің кейбір саны түрінде.

Өлшеумен байланысқан мынадай түсініктер: *өлшеу шәкілі, өлшеу принципы, өлшеу әдісі.*

1.5.1 Өлшеулердің негізгі теңдеуі.

Метрологияда қабылданған «өлшеу» түсінігі анықтамасын тұжырымдау алдында келесіні белгілеп алайық. Физикалық шамалармен бейнеленетін, нақты бар болатын таным объектілердің ғана сипаттамаларын өлшеуге болады. Өлшеу тәжірибелік процедураларына негізделген; ешқандай теориялық ойлау немесе есептеулер өзінен-өзі өлшеу деп саналмайды. Өлшеу тәжірибесін жүргізу үшін арнайы техникалық өлшеу құралдары қажет. Өзіне қабылданған бірліктердің кейбір саны түріндегі физикалық шаманы бағалауы өлшеу нәтижесі болып табылады. Осы шарттарды есепке алып келесі анықтама қабылданған.

Өлшенетін шаманың және оның салыстыру бірлігі болып алынған кейбір мәні арасындағы тәжірибелік жолымен табылатын сандық арақатынасын алу процесі *өлшеу* деп аталады.

Өлшенетін шаманың өлшеу бірлігіне қатынасын көрсететін сан *өлшенетін шаманың сандық мәні* деп аталады. Ол бүтін немесе бөлшек болуы мүмкін, бірақ дерексіз сан болады.

Өлшеу бірлігі болып алынатын шаманың мәні сол бірліктің *өлшемі* деп аталады.

Онда *өлшеудің негізгі теңдеуін* келесі түрде жазуға болады

Тогда *основное уравнение измерений* можно записать в следующем виде:

$$X = A \cdot u\,, \qquad (1.1)$$

мұндағы X – өлшенетін шама;

A – өлшенетін шаманың сандық мәні;

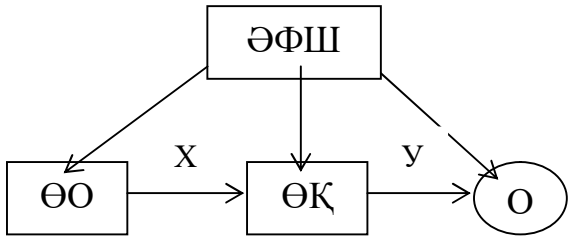
u – өлшеу бірлігі.

A мәні таңдалған u өлшеу бірлігінің өлшеміне байланысты. Мысалы, Х=1 м = 100 см = 10 дм.

Әртүрлі өлшеудің нәтижесі *аталған* сан болып табылады.

Өлшеулер әдетте өлшеу объектісінде жасалынады. *Өлшеу объекті* (ӨО) – бұл физикалық шама (1.2 т.). Физикалық шамалардың мысалы: температура, меншікті салмақ, тығыздық, ұзындық және т.б. *Физикалық шама өлшемі* – «физикалық шама» ұғымына сәйкес келетін қасиеттің осы объектіндегі сандыыө мөлшері. *Физикалық шама бірлігінің өлшемі,* жалпы айтқанда, әрбіреу болуы мүмкін. Бірақ өлшеулер жалпы қабылданған бірліктерде жасалу керек. Өлшеу үшін таңдалған физикалық шаманы *өлшенетін шама* деп атайды. *Өлшеу құралы* (ӨҚ) – өлшеу кезінде қолданатын және нормаланған метрологиялық сипаттамалары бар техникалық құрал (1.2 сурет).

Берілген ӨҚ-мен өлшенбейтін, бірақ осы құралдың өлшеу нәтижесіне әсер етуші физикалық шама (қоршаған орта температурасы, ауа ылғалдылығы, электромагниттік өріс, вибрациялар және т. б.) *әсер етуші физикалық шама* (ӘФШ) болып табылады.



Х – өлшенетін шама;
У – өлшеу ақпаратының сигналы;
О – оператор.

1.2 сурет - Өлшеу процесінің сұлбасы

Ұлы математик Л.Эйлер сендіретін: «Бір шаманы анықтау немесе өлшеу үшін сол түрлі басқа екінші шаманы белгілі деп қабылдап және олардың арақатынасын көрсету керек».

Жасалған немесе жасалатын өлшеу жөнінде түсінік пайда болуы, оның негізгі сипаттамаларын (өлшеу принципі, өлшеу әдісі және өлшеу қателігі (кейбір кезде дәлдігі) білу керек.

Өлшеу принципі – өлшеудің негізі болатын физикалық құбылыстардың жинағы.

Өлшеу әдісі – өлшеу құралдарын және принциптерін қолдану әдістерінің жинағы.

ӨҚ жасалу жетілдірілмендігі, олардың бөліктену шәкілдерінің дәлсіздігі, ӘФШ әсері, адамның субъективтік қателігі және бірқатар басқа факторлар өлшеу қателігінің себептері болып табылады.

Өлшеу қателігі – өлшеу нәтижесінің X_{θ} өлшенетін шаманың нақты мәнінен $X_{н}$ ауытқуы:

$$\Delta = X_{\theta} - X_{н}. \qquad (1.2)$$

Өлшеу дәлдігі өлшеу қателігінің нөлге жақындаған деңгейін немесе өлшеу кезіндегі алынған мәннің өлшенетін шаманың шындық мәніне жақындығын сипаттайды.

Дәлдік мөлшерін былай жазуға болады:

$$\varepsilon = \left| \frac{X_{шын}}{\Delta} \right|. \qquad (1.3)$$

Қателікті және дәлдікті анықтаған кезде физикалық шаманың $X_{шын}$ шындық мәнінің орнына оның $X_{н}$ нақты мәнін қолдануға болады.

1.5.2 Өлшеулер классификациясы.

Тәжірибелік процедуралар ретінде өлшеулерді әр түрлілік және әр түрлі белгілер бойынша классификациялауға болады.

Өлшеулер классификациясы 1.3 суретте келтірілген.

Өлшеу шамалардың уақытқа тәуелділігі бойынша өлшеулерді *статикалық* және *динамикалық* деп ажыратады. Кез келген өлшеу құралы материалдық жүйе болғандықтан, оның инерциясы болады (механикалық, жылулық, электрлік) және, сондықтан, өлшенетін шама өзгерісіне бір мезгілде

орай әрекет ету мүмкін емес. Сөндықтан, уақыт бойынша айнымалы физикалық шаманы өлшеген кезде өлшеу құралдың инерциясы, әрбір уақыт мезгілінде, өлшеу құралдың көрсетімі шаманың шындық мәнінен кешігуіне әкеледі. Сірә, бұл кешігу өлшеу құралдың тек қана инерциялық (динамикалық) сипаттарына емес, тағы да өлшенетін шаманың өзінің өзгеру жылдамдығына тәуелді болады. Өлшеу құралдың көрсетімдері оның динамикалық сипаттарынан тәуелсіз болған жағдайда, немесе бұл тәуелділікті менсінбеуге болатын болса, онда өлшеу құралы статикалық режимде жұмыс істейді деп айтады, ал өлшеудің өзін статикалық деп атайды. Кері жағдайда өлшеулер динамикалық өлшеулерге жатады.

1.3 сурет - Өлшеулер классификациясы

Өлшенетін шамалар жиынына байланысты өлшеулер өлшенетін шама түрі боынша ерекшеленеді. Мысалы, *электр өлшеулур* дегеніміз кернеу, ток, қуат күші, т.с. шамаларды өлшеу. *Механкалық өлшеулер* – аққыштық шегі, болат беріктігінің рұқсат етілген қоры, оське жүктеме, т.с. сияқты шамаларды өлшеу. *Жылутехникалық өлшеу* – келесідей шамаларды өлшеу: температура, қысым, зат мөлшері, деңгей, заттардың физика-химиялық қасиеттері (тығыздылық, тұтқырлық, т.б.).

Міндетіне және оларға қойылатын дәлдігіне байланысты өлшеулер *максималды мүмкін болатын дәлдіктегі, зертханалық (дәлдік)* және *техникалық* түрлеріне бөлінеді.

Жоғарғы дәлдікті эталондарды тексергенде м*аксималды мүмкін болатын дәлдіктегі* өлшеулерді орындайды.

Әдетте, көп рет орындалатын және дәлдігі жоғарылатылған өлшеу құралдар көмегімен орындалатын өлшеулер *зертханалық (дәлдік)* өлшеулер болып табылады.

Сәйкес бірліктерде градусталған, жұмыстық (техникалық) өлшеу құралдар көмегімен бір рет орындалатын өлшеулер *техникалық өлшеулер* деп аталады.

Физикалық шама мәнін бірреттік өлшеу арқылы табуға болады немесе бірнеше, бірінен кейін бірі өтетін өлшеулерді орындап және олардың нәтижелерін статистикалық өңдеу жолымен. Бірінші жағдайда өлшеулер *бірреттік (кәдімгі)* немесе *қарапайым* деп, ал екіншіде – *бірнеше рет байқаулары бар өлшеулер* немесе *статистикалық* деп аталады. Мұнда байқау ретінде өлшеу құралдың бірреттік көрсетім санауын түсінеді.

Бесінші классификациялық белгісі бойынша, өлшеу нәтижесін алу тәсілі бойынша келесі өлшеу түрлерін ажыратады.

Бесінші классификациялық белгісі - өлшеу нәтижесін алу әдісі бойынша - келесі өлшеу түрлерін ажыратады.

Өлшеу кезінде шаманың ізделген мәні тікелей тәжірибелік мәліметтерден табылатын болса $У = Х$, мұндағы: $У$ – ізделген мәні, $Х$ – тікелей тәжірибелік мәліметтерден алынған мәні, онда өлшеулер *тура өлшеулер* деп аталады**.** Бұл өлшеулер орнатылған бірліктерде дәл градусталған аспаптар көмегімен жасалынады.

М ы с а л Токты амперметрмен, температураны термометрмен өлшеу.

Жанама өлшеулер – бұл өлшеулер кезінде шаманың ізделген мәнін табу сол шаманың және тура өлшеулерге жататын шамалар арасындағы белгілі тәуелділікке негізделген:

$$У = f\,(x_1, x_2, .. , x_m),$$

мұнда x_m мәні тура өлшеулер барысында анықталады.

Басқа сөз\бен айтқанда, физикалық шаманың ізделген мәнін формула бойынша есептейді, ал формулаға кіретін шамаларды өлшеу барысында табады.

М ы с а л $P = I^2 R$ формуласын қолданып, I ток пен резистордың R кедергісін өлшеу негізінде куатты есептеу жолымен табуға, дененің массасы және көлемі арқылы тығыздықты өлшеуге, кернеу және ток арқылы кедергіні анықтауға болады.

Жиынтық өлшеулер – бұл өлшеулер кезінде әртүрлі аталған шамалардың ізделген мәндері сол шамалардың ізделген мәндерінің тікелей өлшенген шамаларымен байланысатын теңдеулер жүйесін шешу жолымен анықталады:

$$F_1\,(Y_1, Y_2, . . ,X_1^1, X_2^1, . . , X_m^1) = 0;$$
$$F_2\,(Y_1, Y_2, . . ,X_1^2, X_2^2, . . , X_m^2) = 0;$$
$$- -$$
$$F_m\,(Y_1, Y_2, . . ,X_1^m, X_2^m, . . , X_m^m) = 0.$$

мұндағы Y_1, Y_2, Y_3 – ізделген шамалар,

X_1, X_2, X_3 – тікелей өлшенген шамалар.

М ы с а л Бір гірдің масса мәні белгілі болса жиынтықтағы қалған гірлердің массалар мәндерін табу: әртүрлі үйлескен гірлер массаларын салыстыру жолымен теңдеулер жүйесі пайда болады, оларды шешу жолымен жиынтыққа кіретін әрбір гірдің массасы табылады.

Екі немесе бірнеше әртүрлі шамалардың арасындағы тәуелділігін анықтау үшін бір уақыттағы орындалатын өлшеулер *бірлесе өлшеулер* болып табылады.

М ы с а л Өткізгіштің электрлік кедергісі мен температурасы арасындағы тәуелділікті анықтау үшін бір уақыттағы тура өлшеулер қатары.

1.5.3 Өлшеулер әдістері.

Өлшеу әдісі деп нақтылы өлшеу есебін шешу үшін таңдалған өлшеу құралдары мен принциптер жиынтығын түсінеміз. Өлшеу принциптерін теориялық негіздеу және өлшеу құралдарын қолдану амалдарын жасау өлшеулер әдісі түсініктемесін құрайді.

Жылутехникалық өлшеулер жасалған кезде 1.4 суретте келтірілген классификациядағы *өлшеу әдістері* жиі қолданылады.

Өлшеу кезінде өлшеуіштің бары немесе жоғы классификациялық белгісі болып табылады.

Физикалық шаманың берілген өлшемін жаңғырту үшін тағайындалған өлшеу құралы *өлшеуіш* деп аталады.

Тікелей баға беру әдісі – өлшеуіштің жоғы – шама мәнін тура әсер ететін өлшеу аспабының санауыш құрылғысы арқылы тікелей анықтайтын өлшеу әдісі. Тікелей баға беру әдісінді өлшеу кезінде өлшеуіш нақты түрде болмайды, оның өлшемдері алын-ала градустау кезінде өлшеу құралдың санау құрылғысына (шәкілге) орнатылған.

М ы с а л Серпінді таразысында салмақты өлшеу, t^0 температураны термометрмен өлшеу.

Сызықтық өлшеулердің дәлдігін көтеру үшін шәкіл және нониус (қосымша шәкіл) арқылы санау әдісі қолданылады. Бұл әдіс шәкілдердің (негізгі және қосымша) белгілерінің түйіскенін қолдануымен сипатталынады.

Өлшеуішпен салыстыру әдісі – бұл өлшеу әдісі өлшенетін шаманы өлшеуішпен жаңғыртылатын шамасымен салыстыруына негізделген. Өлшеуішпен салыстыру әдісінің бірнеше түрлерін айырады: нөлдік әдіс, дифференциалды әдіс, қарсы қойып салыстыру әдісі, өлшенетін шама және өлшеуішті жаңғырту шамасы арасында айырмашылығы бар немесе жоқ болуына қарай.

Өлшенетін шама және өлшеуішті жаңғырту шамасы арасында айырмашылығы бар немесе жоқ болуына қарай нөлдік және дифференциалдық әдістерін айырады.

Егер де өлшеуішпен салыстыру әдісінде салыстыру аспабына әсер етуші нәтижелік эффектін және салыстару құрылғыға қарсы әсерін нөлге дейін жеткізетін болса бұл *нөлдік әдіс* (немесе толығымен теңестіру әдісі) болады.

М ы с а л Иықтары тепе-тең таразымен салмақты өлшеу, бұл кезде салмақ массасы салмақты теңестіретін гір массасымен анықталады.

1.4 сурет – Өлшеулер әдістерінің классификациясы

Дифференциалды әдіс – бұл өлшеуішпен салыстыру әдісінде, мұнда өлшеу аспабына өлшенетін және белгілі өлшеуішпен жаңғыртатын шамалардың айырымы әсер етеді. Айырым өлшенеді.

М ы с а л Иықтары тепе-тең таразымен салмақты өлшеу, бұл кезде т массасының таразыға әсері жартылай гір массасымен теңестіріледі, ал массалар айырымы масса бірлігімен бөліктенген таразы шәкілінде саналады. Сонда өлшенетін шаманың мәні $т_х$ = то + Δ т, мұндағы Δm таразы көрсеткіші.

а) *қарама-қарсы қою әдісі* - өлшеуішпен салыстыру әдісі, мұнда өлшенетін және өлшеуішпен жаңғыртатын шамалар *бір мезгілде салыстыру аспабына* әсер етеді, соның көмегімен осы шамалардың арақатынасы жойылады;

б) *ауыстыру әдісі* - өлшеуішпен салыстыру әдісі, мұнда өлшенетін шама белгілі өлшеуішпен жаңғыртатын шамамен ауыстырылады;

М ы с а л *Серпінді таразыда өлшну. Өлшеуді екі қадамда орындайды. Біріншіден таразыға өлшенеттін массаны орнатады және таразы көрсеткішін белгілейді; содан кейін* m_x *массаны таразы дәл сол біріншідегі белгіге орнатылатындай гірлердің* m_0 *массасымен ауыстырады. Сонды,* $m_x = m_0$ *болатыны анық.*

в) *түйісу* әдісі – бұл өлшеуішпен салыстыру әдісінде, өлшенетін және өлшеуішпен жаңғыртатын шамалардың айырымын *өлшеу үшін шәкіл белгілерінің немесе периодикалық сигналдардың түйісуі қолданылады.*

М ы с а л Стробоскоп көмегімен валдың айналу санын өлшеу; вал периодты сәуле жарықтарымен жарықтандырылады, валға орнатылған белгі бақылаушыға қозғалмайтын сияқты болатындай сәуле жарықтарының жиіліктерін таңдау керек.

Дифференциалды әдісін қолдану үшін өлшенетін шамаға жақын жоғары дәлдік өлшеуіш болуы керек.

1.6 Бақылау сұрақтары

1.6.1 Метрология деген не?
1.6.2 Заманауи метрологияның түрлері.
1.6.3 Физикалық шама анықтамасы.
1.6.4 Физикалық шама өлшемін анықтау.
1.6.5 Физикалық шама бірліктер жүйесінің анықтамасы.
1.6.6 Физикалық шама бірліктер жүйесінің даму тарихы.
1.6.7 Халықаралық физикалық шама бірліктерінің СИ жүйесі.
1.6.8 Халықаралық СИ жүйесіне қандай негізгі және туынды физикалық шама бірліктері кіреді?
1.6.9 СИ жүйесінің туынды бірліктерінің атаулары қалай анықталады?
1.6.10 Метрологияда қабылданған «өлшеу» ұғымды түсіндіріңіз.
1.6.11 Өлшеудің мақсаты не болады?
1,6,12 Өлшеулердің негізгі теңдеуі.
1.6.13 Өлшеу процесінің құрылымдық сұлбасының элементтері.
1.6.14 Өлшеу принципі, әдісі, қателігі және дәлдігі ұғымдардың анықтамаларын беріңіз.
1.6.15 Өлшеулердің классификациясы.
1.6.16 Өлшеу нәтижесін алу бойынша өлшеу түрлері.
1.6.17 Өлшеу әдістерінің классификациясы.
1.6.18 Өлшеу әдісін анықтағанда қандай классификациялық белгі негізгі болып табылады.

2. Өлшеулер қателіктері

2.1 Өлшеулер қателіктерінің классификациясы

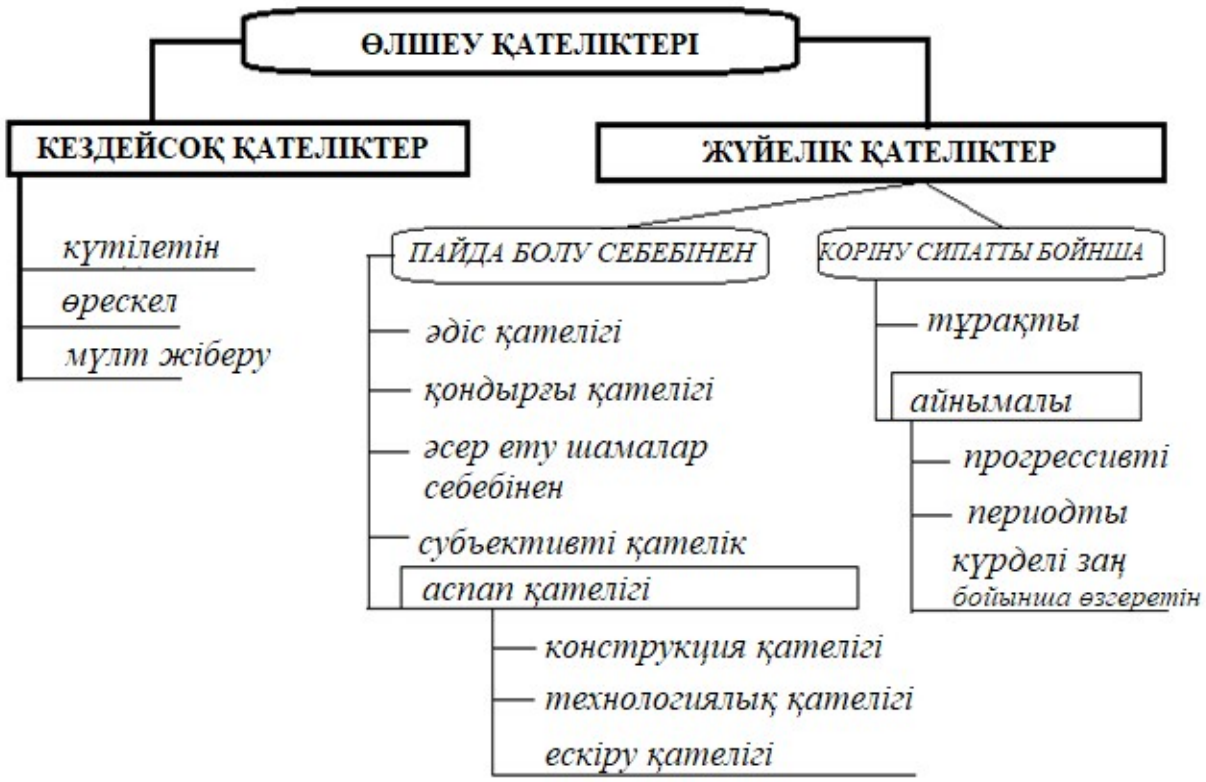
Пайда болу себептеріне, өзгеру мінезіне және көрініс жағдайына байланысты өлшеулер қателіктерінің классификациясы 2.1 суретте келтірілген [19].

Олардың *көрініс мінезіне* тәуелді қателіктерді кездейсоқ және жүйелік деп ажыратады.

Бір шаманы қайталап өлшеген кезде кездейсоқ түрде өзгеретін қателіктерді *кездейсоқ қателіктері* деп атайды.

Кездейсоқ қателіктерінің мәнін және таңбасын анықтау мүмкін емес. Кездейсоқ қателіктерін есептеу үшін көпреттік (статистикалық) өлшеулер жасалынады. Кездейсоқ қателіктерін бағалағанда *күтетін қателік* туралы

айтады. Берілген жағдайда күтетін қателіктен едәуір асатын кездейсоқ қателік *өрескел қателік* болып табылады. Өлшеу нәтижесін ашықтан-ашық бұрмалайтын қателік *мүлт жіберу* деп аталады. Тәжірибе жасайтын адамның кездейсоқ субъективті қателігі мүлт жіберу деп алынады. Өрескел қателіктер және мүлт жіберу, әдетте, байқау нәтижелерінің статистикалық өңдеуі басталғанша тәжірибелік деректерден жойылады.



2.1 сурет - Өлшеулер қателіктерінің классификациясы

Бір шаманы қайталап өлшеу кезінде тұрақты немесе заңды өзгеретін болып қалатын өлшеу қателігі *жүйелік қателік* деп аталады.

Егер жүйелік қателік белгілі болса, яғни белгілі мәні және таңбасы болса, онда ол өлшеу аяқталғанша түзету енгізу жолымен алынып тасталуы мүмкін. Егер жүйелік қателіктің себебі (көзі) белгілі болса, онда оны өлшеуге дейін шығарып тастау қажет.

Жүйелік қателіктердің *туу салдарына байланысты*, олар өлшеу әдісі қателігі, құралдық қателік, орнату қателігі, субъективті қателік, әдістемелік қателік болып бөлінеді.

Өлшеу әдісі қателігі (теориялық қателік) – бұл өлшеу әдісінің жетілмегендігінің қателігі. Негізінде бұл өлшеу принципінің жетілмегендігі және өлшеу негізіне алынған құбылыстың жеткілікті зерттелмеуі.

Құрал-саймандық қателік (құралдың қателігі) - қолданылатын өлшеу құралдарының қателіктеріне байланысты туатын қателіктер (конструкцияның, өлшеу құралдарының жасалу технологиясының жетілмегендігі, олардың бірте-бірте тозуы, материалдардың ескіруі).

Орнату қателігі - өлшеу құралдарын дұрыс орнатпау себебінен пайда болатын қателіктері.

Әдістемелік қателік – шаманы өлшеу әдістемесінде жіберілетін қателік және бұл қолданатын өлшеу құралдар дәлдігіне тәуелді емес.

Субьективтік қателік – байқаушының жеке ерекшеліктерімен шартталған қателіктер.

Байқалу сипаты бойынша қателіктер тұрақты және айнымалы болып бөлінеді.

Тұрақты жүйелік қателіктер өзінің мәнін қайта өлшеулерде өзгертпейді.

М ы с а л Өлшеу құралын дұрыс емес градустауы, есептеу басталуын дұрыс қойылмауы және т.б.

Айнымалы жүйелік қателіктер қайталап өлшеулерде әртүрлі мәндерді белгілі заңдылықтарына сәйкес қабылдайнады.

Егер қателіктер қайта өлшеулерде көбейсе, не болмаса азайса, онда бұл *прогрестік* жүйелік қателік.

Периодтық жүйелік қателік периодтық немесе күрделі заң бойынша өзгере алады. Периодтық жүйелік қателіктің пайда болу себебі - сыртқы факторлардың әрекеті және өлшеу құралының құрылымының ерекшеліктері.

Өлшеу нәтижесі әрқашан жүйелік (θ) және кездейсоқ (ψ) қателіктерден тұрады:

$$\Delta = \theta + \psi \,. \qquad (2.1)$$

Сондықтан өлшеу нәтижесінің (Δ) қателігі жалпы жағдайда кездейсоқ шама ретінде қарастырылуы керек, сонда жүйелік қателік осы шаманың математикалық күтімі болады, ал кездейсоқ қателік – орталықтанған кездейсоқ шама.

2.2 Кездейсоқ қателіктер. Өлшеу нәтижелерін және қателіктерін ықтималдылық сипаттау

Кездейсоқ қателіктер жаратылысы, олардың көздері және туу жолдары жөнінде белгілі болғаны шамалы, бірақ осы қателіктердің пайда болу себептері көп. Олардың әрқайсысы өлшеу нәтижесіне білінбей әсер етеді, бірақ олардың қосынды әсері едәуір қателік болуына мүмкіндік туғызады. Уақыттың әрбір мезгілінде бұл себептер өз-өзін көрсетуі әртүрлі, бір-бірінің арасында заңды байланысы жоқ, бір-бірінен тәуелсіз. Сөйтіп, едәуір қателіктер оның алдындағы және одан кейінгі қателіктермен заңды байланыссыз пайда болады.

Бір тұрақты шаманы бірдей жағдайда және бірдей ұқыпты қайталап байкау өткізген кезде бір-біріне ұқсамайтын нәтижелері пайда болады, бұл кездейсоқ қателіктері бар екенін дәлелдейді. Өлшенетін шаманың шындық мәні байқау нәтижелерінің шашырау шектерінің ішінде X_{min}-ден X_{max}-ға дейін бар екенін кейбір сенімділікпен айтуға болады, мұнда X_{min},

X_{max} – шашыраудың төменгі және жоғарғы шектері. Бірақ, мынадай мәселелер анықталған жоқ: қателіктің сол немесе басқа мәндері пайда болу ықтималдығы қандай; осы аймақта жататын шама мәндерінің көпшілігінен қайсысы өлшеу нәтижесі деп алынады; қандай көрсеткіштер нәтиженің кездейсоқ қателігін сипаттайды. Бұл сұрақтарға жауап беру үшін жүйелік қателіктерді талдағанда қолданған принциптен өзгеше басқа талдау принципі талап етіледі. Мұндай амал мынаған негізделген – *байқау нәтижелері, өлшеу нәтижелері және кездейсоқ қателіктері* кездейсоқ шамалары болып қарастырылады. Ықтималдық теориясының және математикалық статистиканың әдістері кездейсоқ қателіктері пайда болуының ықтималдылық (статистикалық) заңдылықтарын анықтауға мүмкіндік береді. Осы заңдылықтар негізінде өлшеу нәтижелерінің және кездейсоқ қателіктердің мөлшерлік бағалауын алуға болады.

Дәл өлшеулер жүелік қателіктері болмайтындай өткізілу керек. Тәжірибелік мәліметтерге негізделген кездейсоқ қателіктер теориясы екі аксиомаға негізделеді [13,14].

Кездейсоқ аксиомасы: өлшеулер саны өте үлкен болса, шамалары тең, бірақ таңбалары әртүрлі кездейсоқ қателіктер бірдей жиі кездеседі: теріс таңбалы қателіктер саны оң таңбалы қателіктер санына тең.

Таралу аксиомасы: үлкендеріне қарағанда кіші қателіктер болуы көбірек, өте үлкен қателіктер кездеспейді.

Кездейсоқ шаманың таралу заңы кездейсоқ шаманың сипаттары туралы толық ақпарат береді, өлшеу нәтижелері және оның кездейсоқ қателіктері жөнінде қойылған сұрақтарына жауап беруге мүмкіндігі бар. Егер кездейсоқ шама таралуының дифференциалды заңы *f(x)* белгілі болса, онда оның x_1 ден x_2 дейінгі интервалына түсуінің *P* ықтималдығы келесідей анықталады:

$$P\{x_1 \le x \le x_2\} = \int_{x_1}^{X_2} f(x)dx \,.$$

Графикалық түрде бұл ықтималдық x_1- ден x_2-ге дейінгі интервалында *f(x)* қисығының астында жататын ауданының таралу қисығымен шектелген ауданына қатынасымен анықталады

Кездейсоқ шаманың таралуының әртүрлі заңдары бар: бір қалыпты, трапецияға ұқсаған, үшбұрышты (Симпсонның), экспоненттік (Лапластың, Гаусстың қалыпты заңдары), Стьюденттың таралуы заңдарының жиыны, екімодальды таралулары. 50% жуық кездейсоқ қателіктердің нақтылы таралулары экспоненттті класына қарайтыны, 30% - бір қалыпты және кейбір экспоненттік таралулардың композициясы, 20% - екімодальды таралулардың әртүрлі түрлері болатыны анықталған [11].

Өлшеу тәжірибесінде бәрінде жиі кездесетін қалыпты және бір қалыпты ықтималдық тығыздығының таралулары.

Өлшеулер бірлігін қамтамасыз ету мақсатымен және бағалауларды таңдаудың көп түрлі принциптерін еске алып, байқаулар нәтижелерін өңдеу

ережелері әдеттегідей нормативті-техникалық құжаттарымен бекітіледі (стандарттармен, әдістемелік нұсқауларымен, инструкциярымен). Сөйтіп, көп реттік байқаулары бар тура өлшеулер нәтижелерін өңдеу әдістерінің стандартында келтірілген өңдеу әдістері қалыпты таралуына бағынатын байқауларға орнатылғаны көрсетілген.

Қалыпты таралу (Гаусс таралуы). Ықтималдық тығыздығының қалыпты таралуы 2.2 суретінде келтірілген. Ықтималдық теориясының орталық шекті теоремасы бойынша, кез келген таралуы бар шексіз кіші кездейсоқ әсерлердің шексіз көп сандар қосындысы қалыпты заңымен таралады. Өлшеулерге қатысты кездейсоқ қателіктердің қалыпты таралуының мағынасы мұндай болады: өлшеу нәтижесіне көп реттік кездейсоқ әсер етушілердің біреуі де басқаларынан өте артық болмайды. Тәжірибеде, өте көп емес әсер етушілердің қосынды әсері өлшеу нәтижелер және қателіктер таралу заңын қалыпты таралу заңына келтіреді.

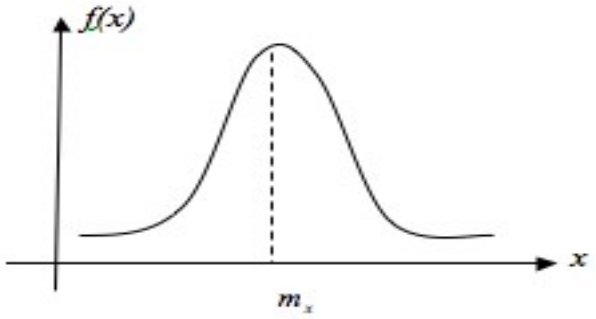
Аналитикалық түрде қалыпты таралу заңы мына формуламен анықталады:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x - m_x)^2}{2\sigma^2} \right] \quad , \tag{2.2}$$

мұнда x – кездейсоқ шама;

m_x - кездейсоқ шаманың математикалық күтімі;

σ - орта квадраттық ауытқу.



2.2 сурет - Қалыпты таралу заңының қисығы

Координат басын m_x таралу орталығына ауыстырып, және абцисс осі бойынша $\Delta x = x - m_x$ қателікті салсақ, онда қателіктердің *ортаға дәл келтірілген* қалыпты таралу қисығы келесі формуламен бейнеленеді:

$$f(\Delta x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{\Delta x^2}{2\sigma^2} \right] \quad . \tag{2.3}$$

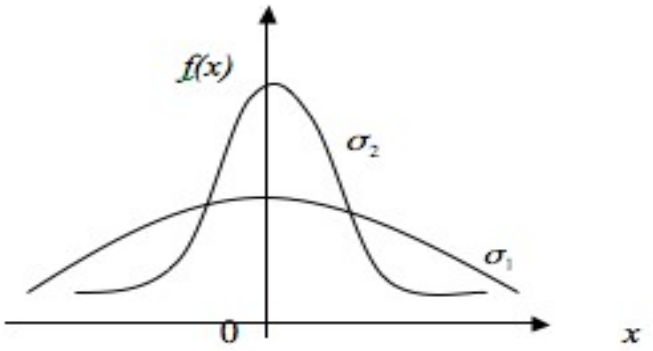
Қателіктердің қалыпты таралу заңының бірнеше сипаттамаларына назар аударайық.

Қателіктердің қалыпты таралу қисығы ординат осі бойынша симметриялы. Сондықтан, мәндері бірдей, бірақ таңбалары қарама-қарсы

қателіктердің ықтималдық тығыздығы бірдей, яғни байқаулар саны үлкен болса кездесу жиілігі бірдей (кездейсоқ аксиомасы). Кездейсоқ қателіктің математикалық күтімі нөлге тең.

Қалыпты таралу заңы бойынша кіші қателіктер үлкендеріне қарағанда жиі кездесетіні (таралу аксиомасы) қисықтың түрінен көрінеді.

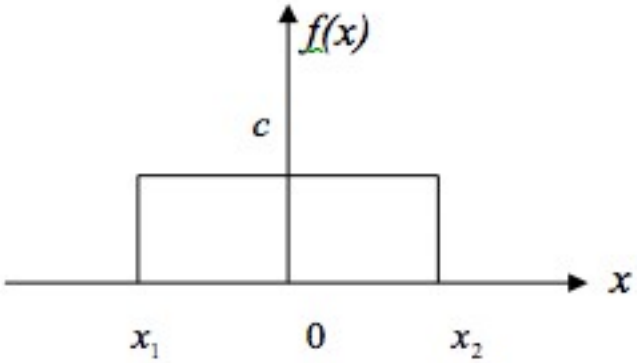
2.3 суретте әртүрлі орта квадраттық ауытқулары бар және $\sigma_1 > \sigma_2$ болатын қалыпты таралуының қисықтары көрсетілген.



2.3 сурет – Байқаулар нәтижелерінің шашылуы

Қисықтарды бір-бірімен салыстырғанда мынаған көзі жетеді: орта квадраттық ауытқуы қаншалықты аз болса, соншалықты байқаулар нәтижелерінің шашылуы аз және оларда кездейсоқ қателіктердің көпшілігі аз екенінің ықтималдығы өседі. Қорытынды шығарсақ, орта квадраттық ауытқуы қаншалықты аз болса, өлшеулер соншалықты дәлірек орындалады.

Бір қалыпты таралу. Егер x кездейсоқ шаманың мәндері тек қана кейбір шектелген интервалдың x_1 -ден x_2-ге дейінгі арасында тұрақты ықтималдықтар тығыздығымен орнатылатын болса, (2.4 суреті), онда мұндай таралу бір қалыпты деп аталады.



2.4 суреті – Бір қалыпты таралу заңының графигі

Бір қалыпты таралуы келесі өрнектермен бейнеленеді:

$$\begin{cases} f(x)=c, & егер\ x_1 \le x \le x_2; \\ f(x)=0, & егер\ x<x_1,\ x>x_2. \end{cases} \qquad (2.4)$$

Таралу қисығымен шектелген ауданы бірге тең болгандықтан, онда

$$c(x_2 - x_1) = 1$$

және

$$c = \frac{1}{(x_2 - x_1)} \quad . \tag{2.5}$$

(2.5) теңдеуін есепке алып, бір қалыпты таралудің тығыздығы келесіге тең болады:

$$\begin{cases} f(x) = \dfrac{1}{x_2 - x_1}, & егер\ x_1 \le x \le x_2; \\ f(x) = 0, & егер\ x < x_1,\ x > x_2. \end{cases} \tag{2.6}$$

Өлшенетін шаманың мәндері кейбір шекаралық шектерде әртүрлі, бірақ тең ықтималды болуы мүмкін.

Таралудың басқа заңдары МЕСТ 8.011 – 72 «Өлшеулер дәлдігінің көрсеткіштері және өлшеулер нәтижесін ұсыну формалары» келтірілген.

2.3 Таралу заңдарының негізгі сипаттамалары

Кездейсоқ шаманың жеке сипаттамаларын бейнелеу үшін таралудың сандық мінездемелері қолданылады. Сандық мінездемелер ретінде *кездейсоқ шамалардың моменттері* табылады: *бастапқы және орталық.* Олардың барлығы кейбір орта мәндер; сонымен бірге, орта шамалар координат басынан есептелетін болса, онда моменттер бастапқы деп аталған, ал таралу заңының ортасынан болса – орталық моменттер.

Метрологиялық тәжірибесінде үздіксіз кездейсоқ шамалардан басқа дискретті кездейсоқ шамалар кездеседі.

k-ші ретті бастапқы момент келесі формулалармен анықталады:

$$m_k = \int_{-\infty}^{+\infty} x^k f(x) dx; \tag{2.7}$$

$$m_k = \sum_{i=1}^{n} x^k p_i \ , \tag{2.8}$$

Осында және төменде (2.7) формула үздіксіз кездейсоқ шамаларға, ал (2.8) формула – дискретті кездейсоқ шамаларға қатысты.

Бастапқы моменттер арасынан ең көп қызықтыратын кездейсоқ шаманың моменті - *математикалық күтімі (k* = 1):

$$m_1 = \int_{-\infty}^{+\infty} x \ \ f(x) dx;$$

$$m_1 = \sum_{i=1}^{n} x_i p_i \ .$$

Бірқатар бақылаулардың математикалық күтімі дегеніміз - бақылаулардың нәтижелерінің соған қатысты шашырайтын жекелеген шама.

Егер жүйелік қателіктер болмаса және жекелеген өлшемдердің нәтижелерінің шашырауы тек қана кездейсоқ қателіктермен шартталса, онда мұндай бақылау қатарының математикалық күтімі өлшенетін шаманың шындық мәні болады.

Егер $\Delta = \theta + \psi$ (2.1 формуласы), онда мұндай бақылау қатарының математикалық күтімі өлшенетін шаманың шындық мәнінен жүйелік қателік мәніне ығысытын болады.

k ретті орталық моменттер келесі формулалар бойынша есептеленеді:

$$\mu_K = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - m_i)^K f(x) dx ;$$

$$\mu_K = \sum_{i=1}^{n} (x_i - m_i)^K p_i .$$

Орталық моменттер арасындағы ең маңызды рөлін атқаратын екінші момент (*k*=2) - кездейсоқ шама *дисперсиясы D:*

$$D = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - m_i)^K f(x) dx;$$

$$D = \sum_{i=1}^{n} (x_i - m_i)^2 p_i .$$

Кездейсоқ шама дисперсиясы математикалық күтім айналасындағы жекелеген бақылаулардың нәтижелерінің шашырау дәрежесін көрсетеді. Дисперсия қаншалықты аз болса, соншалықты жекелеген нәтижелер шашырауы аз, соншалықты өлшеулер дәл орындалған болады. Сонымен, дисперсия жүргізілген өлшеулердің дәлдігін сипаттайтын параметр.

Дисперсияның өлшеу бірлігі өлшенетін шаманың квадраты болып табылады, тұрақты құрастырушыға қатынасты шашырау қуатын көрсетеді.

Бірақта, жиі жағдайда дәлдігін бағалау үшін *орта квадраттық ауытқу* (ОКА) деп аталатын және өлшеу бірлігі өлшенетін шаманың өлшеу бірлігімен бірдей болатын шама пайдаланылады.

2.4 Байқаулар қатарының негізгі сипаттамаларын бағалау

Ықтималдық теориясы бойынша математикалық күтімінің бағалауы жекелеген байқаулар нәтижелерінің *арифметикалық ортасы* - $\overline{X}$ болып табылатыны белгілі:

$$\overline{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i \ , \qquad (2.9)$$

мұнда x_i - і-ші байқау нәтижесі;

n - байқау нәтижелерінің саны.

Байқаулар қатарының *дисперсиясын бағалауы* S^2 келесі формула бойынша есептеленеді:

$$S^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \overline{X})^2 \ . \qquad (2.10)$$

Бақылау қатарының S орта квадраттық аутқуы байқау нәтижелерінің кездейсоқ қателіктерінің мөлшерінің негізгі сипаттамасы болып табылады. *Орта квадраттық ауытқун бағалауын* есептеу формуласы:

$$\sigma = \pm\sqrt{S^2} \ . \qquad (2.11)$$

$n \to \infty$ болғанда (нақтысында $n > 30$ болғанда), $S^2 \to D, \sigma \to S.$

2.5 Өлшеу нәтижесінің қателігін ықтималдылық бағалау

Байқау нәтижелерін өңдеудің мақсаты - өлшенетін шаманың шындық мәнінің орнына қабылдануы мүмкін болатын өлшенетін шаманың нақты мәнін және нақты мәнінің шындық мәніне жақын дәрежесін анықтау.

Нақты мәнінде қайтсе де кездейсоқ қателігі болады. Кездейсоқ қателіктерін мөлшерлік бағалау және өлшеу нәтижесінің кездейсоқ қателігінің шектерін орнату үшін келесі түініктемелерді қолдануға болады: *шекті қателік, интервалдық бағалау, таралу заңының сандық сипаттамалары.* Бағалау түрін таңдауы қателік туралы қажетті мәліметтер толықтығымен, өлшеулер тағайындалуымен және олардың нәтижелерін қолдану мінезімен анықталады. Дәлдік көрсеткіштерін бағалау кешендері стандарттармен орнатылады.

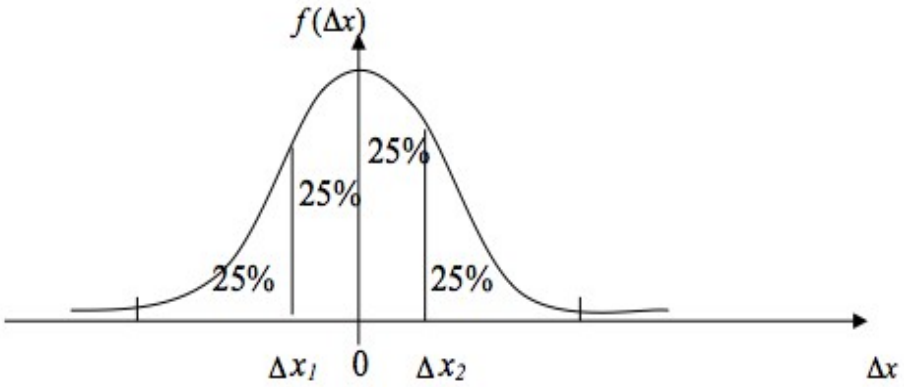
Берілген өлшеулік тәжірибесінде бұл қателіктен үлкені болуы мүмкін емес *шекті қателік* Δ_m деп аталады. Теориялық тұрғыдан, мұндай қателікті бағалау тек қана келесі таралу заңдары үшін қолдануға болады – олардың шектері анық көрсетілген және таралу орталығынан екі жаққа қарай кездейсоқ қателіктердің болуы мүмкін мәндерін шектейтін $\pm\Delta_m$ мәні бар (мысалы, бір қалыпты).

Тәжірибеде, осындай бағалау бір шаманы көп реттік өлшеулерде кездесуі мүмкін ең үлкен қателікті көрсететін бағалау.

Кездейсоқ қателіктер таралу заңының мінезі туралы мәлімет жоғы осындай бағалаудың кемшілігі. Шекті қателіктерді арифметикалық қосу кезіндегі қосынды сан нақты қателіктерден едәуір асуы мүмкін.

Көбірек универсалды және ақпараттылық болып табылатын *квантильдік (интервалдық) бағалау*. Қателіктер таралу тығыздығы қисығының астындағы аудан қателіктердің барлық мүмкін мәндерінің ықтималдығын бейнелейді және нормалау шарттары бойынша бірге тең. Бұл ауданды тік сызықтармен бөлшектерге бөлуге болады. Мұндай сызықтардың абсциссалары квантильдер деп атайды. Сөйтіп, 2.5 суретінде Δx_l - 25%-дық квантиль, себебі $f(\Delta x)$ қисығының астындағы одан сол жаққа қарай ауданы барлық ауданның 25%

құрайды. Δx_2 абсциссасы 75%-дық квантильге сәйкес. Қателіктің барлық мүмкін мәндерінің 50% Δx_1 және Δx_2 арасында, ал қалғандары бұл интервалдан тыс жатады.



2.5 сурет - Кездейсоқ шаманы квантильдік бағалау

Қателіктің квантильдік бағалауы $-\Delta x$-тен $+\Delta x$-ке дейін интервалы болып табылады, онда берілген P ықтималдығымен кездейсоқ қателіктің барлық мүмкін мәндерінің $P{\cdot}100\%$ кездеседі.

$\pm\Delta x$ шектері бар интервал кездейсоқ қателіктің *сенімділік интервалы*, ал оған сәйкес ықтималдық – *сенімділік ықтималдығы* деп аталады. Сенімділік интервалдың шектері (сенімділік шектері) өлшеу нәтижесіне қатысты симметриялы деп көрсетілуі қабылданған.

Қателіктің сенімділік интервалын шектейтін квантильдерді таңдауы әртүрлі болуы мүмкін, сондықтан кездейсоқ қателіктерді сенімділік шектермен бағалаған кезде қабылданған сенімділік ықтималдықтың мәндері көрсетілу керек (мысалы, $P=0,95$ болса $\pm 0,3B$).

Сенімділік P ықтималдығына сәйкес келетін кездейсоқ қателігінің сенімділік шектері Δx келесі формула бойынша табылады:

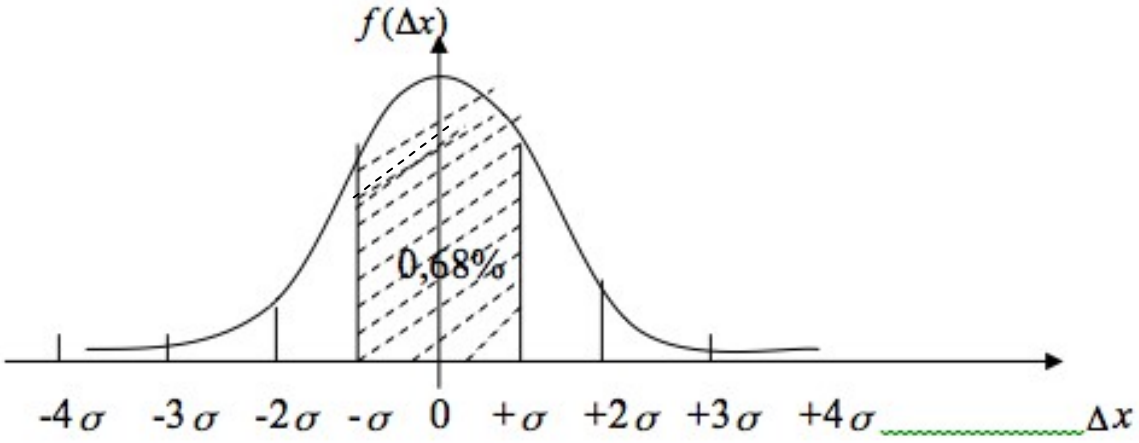
$$\Delta x = k\sigma, \qquad (2.12)$$

мұнда k – *квантильдік көбейткіш* - сенімділік ықтималдығына және таралу заңының түріне тәуелді коэффициент.

Қателіктердің қалыпты таралу графигінде (2.6 сурет) абсцисс осі бойынша $\pm\sigma$, $\pm 2\sigma$, $\pm 3\sigma$, $\pm 4\sigma$ шектері бар интервалдары көрсітілген. Бұл интервалдар үшін сенімділік ықтималдықтары 2.1 кестеде келтірілген.

2.1 кесте – Сенімділік интервалдар шамалары

Сенімділік интервалдар	Сенімділік ықтималдық P
$\pm\sigma$	0,68
$\pm 2\sigma$	0,95
$\pm 3\sigma$	0,997
$\pm 4\sigma$	0,999



2.6 суреті - Сенімділік интервалдар түсінігіне

$\pm 1\sigma$ интервалына сәйкес байқаулар тобының нәтижелерінің кездейсоқ қателігінің бағалауы 0,68 сенімділік ықтималдығына сәйкес келетіні кестеден көрініп тұр. Мұндай бағалау өлшеулердің сапасы жоғарғы екеніне сенімділік бермейді, себебі барлық байқаулар санының 32%-ы көрсетілген интервал шектерінің сыртына шығуы мүмкін; бұндай жағдай бір реттік өлшеулер кезінде әбден қабылданбайды және өлшеу ақпаратын тұтынушысына дұрыс мәлімет берілмейді. $\pm 3\sigma$ сенімділік интервалына сәйкес келетін *P = 0,997*. Бұның мағынасы: тәжірибеде таралу заңы қалыпты болған жағдайда, 1-ге өте жақын ықтималдықпен мүмкін болатын қателік мәндерінің біреуі де интервал шектерінің сыртына шықпайды. Сондықтан, қателіктер таралуы қалыпты болса, шектері $\pm 3\sigma$ болатын кездейсоқ қателіігі шекті қателік (максималды мүмкін) деп саналады. Осы шектердің сыртына шығатын қателіктер *өрескел* немесе *әбес* деп саналады.

Кездейсоқ қателіктерді интервалды бағалауы бір түрлі болу мақсатымен техникалық өлшеулер кезінде сенімділік ықтималдық 0,95 тең етіп алынады. Тек қана өзгеше дәл және жауапты өлшеулер үшін (мысалы, адамның денсаулығына және қауіпсіздігіне маңызды) одан жоғарырақ сенімділік ықтималдығын қолдануы рұқста етіледі.

Сенімділік ықтималдығы еркін таңдалғанда, кездейсоқ қателігін сенімділік интервалымен бағалаудың кемшілігі – бірнеше қателіктерді қосу мүмкіндігі жоғы, себебі қосындының сенімділік интервалы сенімділік интервалдардың қосындысына тең болмайды. Сонымен бірге, әртүрлі таралу заңдарына бағынатын қателік құрастырушылардың қосындысын бағалау керек болған кезде, кездейсоқ қателіктерді қосу қажеттілігі бар болады. Ықтималдық теориясында көрсетілгендей, статистикалық тәуелсіз кездейсоқ шамаларды қосуы олардың дисперсияларын қосу жолымен жасалынады:

$$D_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} D_i$$

немесе

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \sigma_i^2} \quad . \tag{2.13}$$

Сөйтіп, кездейсоқ қателіктің жеке құрастырушыларын есептеу жолымен қосу мүмкін болу үшін, олар шекті қателіктермен немесе сенімділік шектерімен емес. өздерінің орта квадраттық ауытқуларымен көрсетілу керек.

Кездейсоқ шамалар арасында корреляция болмаса (2.13) формуласы заңды. Ал, қосылатын қателік құрастырушылар арасында корреляция болса, онда есептеу қатынастары күрделірек болады, себебі корреляция байланыстарын есептеу керек. Корреляция байланыстарын табу әдістері және оларды есепке алу ықтималдық теориясының міндеті болып табылады.

Өлшенетін шама $X_1,....,X_n$ қатарының *байқау нәтижесінің қателігін,* өлшеудің соңғы нәтижесі деп алынатын *олардың арифметикалық орта мәнінің қателігін* және олардың сенімділік ықтималдығын анықтау жасалынған өлшеулердің соңғы мақсаты болып табылады.

2.6 Байқау нәтижесінің қателігін (дәлдігін) бағалау

Байқау нәтижесінің σ орта квадраттық ауытқуы байқау нәтижесінің дәлдігінің бағалауын көрсетеді. Байқау нәтижесінің кездейсоқ ауытқуын бағалау дәлдігі және сенімділігі туралы толық түсінік алу үшін сенімділік шекаралары, сенімділік интервалы және сенімділік ықтималдығы көрсетілуі қажет. σ белгілі болса, сенімділік шекаралары мына түрде көрсетіледі: төменгі шекарасы ($-\sigma$), жоғарғы шекарасы ($+\sigma$) (қысқаша $\pm\sigma$), бұл шектерден тыс *P=0,683* (немесе 68,3%) ықтималдықпен кездейсоқ ауытқулар мәндері ($x_i - \overline{X}$) аспайды.

Байқау нәтижелерінің сенімділік интервалы $I_p = (\overline{X} - \sigma; \overline{X} + \sigma)$ түрінде өрнектеледі. Өлшеу мақсатына байланысты байқау нәтижелерінің басқа да сенімділік шекаралары $\Delta = \pm k\sigma$ берілуі мүмкін, онда байқау нәтижесі қателігінің сенімділік интервалы:

$$I_p = (\overline{X} - k\sigma; \overline{X} + k\sigma), \tag{2.14}$$

мұнда, σ - байқау нәтижесінің орта квадраттық ауытқуы;

k - квантильдік көбейткіш, мұның мәні кездейсоқ қателіктің таралу заңына байланысты болады.

Сөйтіп, таралудің бірқалыпты заңы үшін $k = \sqrt{3}$ және ол сенімділік ықтималдығына тәуелді емес. Таралудің қалыпты заңы үшін k сенімділік ықтималдығы (P) мәніне және бақылау мәндерінің (n) санына тәуелді: $n > 30$ болса, $k = Z_P$; $n < 30$ болғанда $k = t_P$ (Стьюдент заңы). Ең көп қолданылатын сенімділік ықтималдықтары P және әртүрлі n үшін k мәндері [17,18] келтірілген.

2.7 Өлшеу нәтижесінің қателігін (дәлдігін) бағалау

Өлшеу нәтижесі арифметикалық орта мәніне $\overline{X}$ тең деп алынады. Қателіктер теориясына сәйкес, өлшеу нәтижесінің орта квадраттық ауытқуының бағасы σ_X байқаулар нәтижесінің орта квадраттық ауытқу бағасынан $\sqrt{n}$ есе аз:

$$\sigma_X = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \qquad (2.15)$$

Өлшеу нәтижесінің қателігінің сенімділік интервалы:

$$I_p = (\overline{X} - k\sigma_X ; \overline{X} + k\sigma_X), \qquad (2.16)$$

мұнда, k - мағнасы (2.12) формуладағыдай;

$\sigma_{\overline{X}}$ - өлшеу нәтижесінің орта квадраттық ауытқуы.

Қарастырылған таралу қасиеттерін «идеалды», шексіз көп тәжірибелер санының негізінде алынған, деп түсіну керек. Нақты жағдайларда өлшеу нәтижесі шектелген байқаулар тобын өңдеу жолымен, немесе бірреттік өлшеу негізінде табылады. Статистикалық өлшеулер қателігін және нәтижесін бағалау үшін мәліметтерді өңдеу ережелері Мемлекеттік өлшеу бірлігін қамтамасыз ету жүйесінің стандарттарымен анықталады.

2.8 Жүйелік қателіктер. Оларды анықтау және жою

Өлшеу қателігінің жүйелік құрастырушылар ретінде оның барлық компоненттері болуы мүмкін: өлшеу әдісі, өлшеу құралы және тәжірибе өткізуші. Жүйелік құрастырушыларын анықтау есебі едәуір қиын метрологиялық есеп болып табылады. былай анықталады. Жүйелік қателігін білетін болсақ, онда өлшеу нәтижесіне сәйкестік түзету еңгізуге және сол себептен оның дәлдігін көтеруге оның маңыздылығы болып табылады. Бұл есептің қиыншылығы жүелік қателікті анықтаудың күрделілігінде, себебі ол өлшеулерді (байқауларды) қайталау жолымен анықталуы мүмкін емес. Әрине, берілген байқаулар тобы үшін шама бойынша жүйелік қателік тұрақты болғандықтан, сол шаманы қайталап өлшеген кезде ол көзге ешбір көрінбейді. Сондықтан, байқау нәтижелерінде жүйелік қателік бар ма деген сұраққа тәжірибе өткізуші жауап беруге қиналады. Сөйтіп, жүйелік қателіктермен күрескен кезде оларды анықтау мәселесі басты болып табылады.

Тұрақты құрал-саймандық жүйелік қателіктерді анықтау үшін *өлшеу құралына салыстыра байқау* (*тексеру*) жүргізіледі. Мемлекеттік мекемеде өлшеу құралдың қателігін анықтау және өлшеу құралдың қолдануға жарамдығын белгілеу *салыстыра байқау* деп аталады. Салыстыра байқау тексерілетін аспап көрсетімін дәлдігі жоғарырақ (үлгілі) өлшеу құрал көрсетімімен салыстыру жолымен жүргізіледі. Егер тексерілітін шәкіл

белгісінде тексерілетін аспап көрсетімі - $x_{тек}$, ал үлгілі аспаптың - $x_{улг}$ болса, онда осы белгісінде тексерілетін аспап қателігі келесіге тең болады:

$$\Delta x_{пов} = x_{пов} - x_{обр} \quad . \tag{2.17}$$

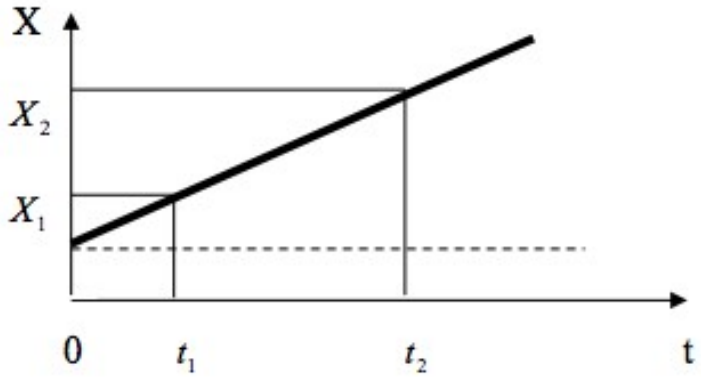
Өлшеу құралдардың салыстыра байқауы нормативті-техникалық құжаттарында қойылған талаптырына сәйкес жасалынады, ал оның нәтижелері салыстыра байқау куәлігінде немесе аспап паспортында көрсетіледі. Өлшеу нәтижесінен түзету еңгізу жолымен солай анықталған жүйелік қателіктер жойылады. (2.17) теңдеуінен шаманың шындық мәні ($x_{үлг}$) келесіге тең:

$$x_{улг} = x_{тек} - \Delta тек \,,$$

яғни түзету ($-\Delta x_{тек}$) кері таңбамен алынған қателік болып табылады.

М ы с а л. Желі кернеуін өлшеген кезде вольтметр көрсетімі 225 В.– Бұл шәкіл белгісінде вольтметрдің жүйелік қателігі +3 В тең екендігі салыстыра байқау куәлігінде көрсетілген. Түзетуді есепке алсақ, онда желі кернеуі 225 – 3=222 В тең.

Өзгеретін жүйелік қателігін анықтау үшін график тұрғызу керек, онда байқаулар нәтижелері қандай тізім бойынша алынған, сондай тізім бойынша салынады. Байқау нәтижелері өзгеруі заңды екенін және оларда жүйелік қателік барма екені жөнінде шешім шығаруға мүмкіндік беретін салынған нүктелер орналасуының жалпы көрінісі. Қарапайым, бірақ жиі кездесетін, анықталған заңы бойынша өзгеретін сызықтық заңы бойынша, мысалы, уақытқа пропорционалды көтерілетін қателік. Мұндай қателікті бағалауы да және жойылуыда келесі жолмен орындалады. Егер тұрақты X_0 шаманы өлшеген кезде жүйелік қателік уақыт бойынша сызықтық өзгеретіні белгілі болса, яғни $X_{өлш} = X_0 + Ct$ (мұнда C=const), онда оны жойю үшін екі байқауды X_1 және X_2 орындап, олардың уақыттарын t_1 және t_2 белгілеу жеткілікті болады (2.7 сурет).



2.7 сурет - Жүйелік қателіктің сызықтық өзгеруі

1)

Сонда шаманың ізделген мәні келесіге тең болады:

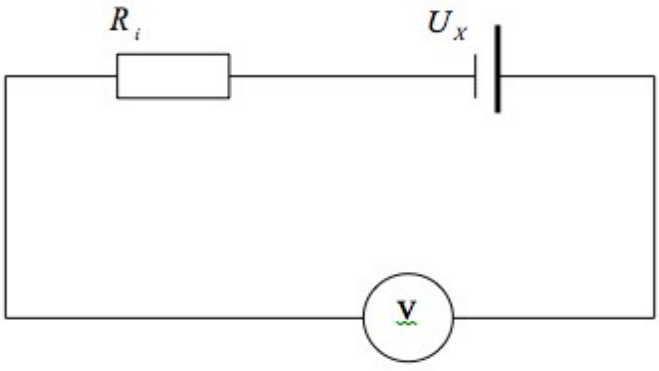
$$X_0 = \frac{X_1 t_2 - X_2 t_1}{t_2 - t_1} \,. \tag{2.18}$$

Бірақ, жүйелік қателік сызықтық заңы бойынша өзгереді деп ойлағанымызға қарамастан, барлық уақытта дәл солай екеніне толық сенімділік жоқ. Бұл жағдайда жүйелік қателікті бақылау үшін симметриялы байқаулар әдісі қолданылады. Бірдей уақыт аралықтарында бірнеше байқаулар жасалынады және одан кейін симметриялы орналасқан байқаулардың орта арифметикалық мәндері есептелінеді: мысалы $\frac{x_1 + x_5}{2}$ және $\frac{x_2 + x_4}{2}$.

Теориялық тұрғыдан, қателіктің уақыт бойынша тәуелділігі сызықтық болса, онда бұл орта арифметикалық мәндер тең болу керек – бұл қателіктің өзгеру барысын бақылауға мүмкіндік береді. Қателіктің сызықтық заңы бойынша өзгеруін дәлелдесек, онда (2.18) формула бойынша өлшеу нәтижесі табылады.

Өлшеу әдістердің жетілдірілемендік, өлшеу негізі болатын есептеу формулалардың шектелген дәлдігі, қасиеттері өлшенетін оъектіге өлшеу құралдары әсерлері себептерінен пайда болатын жүйлік қателіктер *әдістемелік қателіктер* болып табылады. Жүйелік қателіктердің әдістемелік құрамдастырушыларын табуына бірегей кепілдемелер жоқ. Сондықтан, нәтжелері жиі жағдайда тәжірибе өткізушісінің квалификациясына және тәжірибелігіне тәуелді болатын қолданылған өлшеу әдісінің талдау негізінде есеп әр белгілі жағдайда жеке шешіледі.

М ы с а л. Вольтметрдің ішкі кедергісі себебінен пайда болатын көздің U_X кернеуін өлшеудің жүйелік қателігін бағалаймыз (2.8 сурет). Кернеу көзінің ішкі кедергісі R_i = 50 Ом; вольтметр кедергісі R_v = 5 кОм;вольтметр көосеткіші $U_{өлш}$ = 12,2 В.



2.8 сурет – Көз кернеуін вольтметрмен өлшеу

Мұнда $U_{изм} = \frac{R_V}{R_V + R_i} U_X$ және келесі формуламен анықталатын $\frac{\Delta_C}{U_X} = \frac{U_{изм} - U_X}{U_X} 100 = -\frac{R_i}{R_i + R_V} 100$, қатынасты жүйелік қателік 0,99% құрайды.

Бұл айтарлықтай сезінетін қателік, оны түзетуді орнату жолымен есепке алу керек. С түзетуі кері таңбамен алынатын қателікке тең яғни шама бірлігінде:

$$C = 0,99 \cdot 10^{-2} \cdot 12,2 = +1,2\ В.$$

Сонымен, көз кернеуі келесідей болады: *12,2 + 1,2 = 13,4 В.*

Белгілеп кетейік, алынған жүйелік қателіктің бағалауының да кейбір қателігі бар болады, себебі, R_v және R_j анықтаудың қателігі болғандықтан, тағы да вольтметрдің құрал-саймандық қателігі бар. Бұл қателік түзету еңгізгенде жойылмайды және *жүйелік қателіктің жойылмаған қалдығы* (жойылмаған жүйелік қателік) деп аталады. Жүйелік қателіктің жойылмаған қалдығын есептеу сұрақтары келесі тарауларында қарастырылатын болады.

Субъективтік жүйелік қателіктер байқаушының жеке ерекшеліктерімен байланысқан. Кәзіргі заманның өлшеу құралдарын жобалаған кезде субъективтік қателіктер пайда болу мүмкіндігін максималды жою үшін шаралар қабылданады. Мүмкін, осы себептен шығар, субъективтік қателіктер өте аз деп саналады және қателіктердің талдауын жасағанда олар есепке алынбайды. Бірақ сөзсіз мұндай көзқарасымен келісуге болмайды. Байқаушының дәл емес әсерлері көрсетімдерді санағанда уақыт мезгілдер белгілеуін кешігуге немесе алдына шығуға әкелуі мүмкін, параллакс себебінен меңзерлік аспаптың шәкілі бойынша өлшенетін шаманың мәндерін дәл емес есептеу және т.б. Сөйтіп, субъективтік қателіктерді болдырмау үшін өлшеу құралын пайдалану ережелерін дәл орындау керек және өлшеуіш техникамен жұмыс істеу дағдылары болу керек.

2.9 Жүйелік қателікті компенсациялау әдістері

Түзетулер өлшеу нәтижесіне тәжірибе жасалғаннан кейін еңгізіледі. Қателік көздерін өлшеулер басталғанша, оларды жобалау кезінде алып тастау өлшеу қателігін азайтудың басқа амалы.

Қателік көзін алып тастау дегеніміз – оны тікелей алыстату (мысалы, жылу көзін алыстату), тағы да өлшеу аппаратурасын және өлшеу объектін осы көздің әсерінен қорғау.

Жеке өлшеу құралдың техникалық немесе метрологиялық жөндемсіздігі ашындыратын әсерлер көзі болуы мүмкін. Бұл жағдайда аспапты жөндеу, реттеу, дәлдеу және одан кейін салыстыра байқау (калибрлеу) амалдары қателікті азайту жолы болады.

Сыртқы әсер ететін факторларын бірнеше топтарға бөлуге болады:

- климаттық (қоршаған орта температурасы, ауаның салыстырмалы ылғалдығы, атмосфералық қысым);
- электрлік және магниттік (электрлік ток күшінің, электр тізбегіндегі кернеудің, айнымалы электрлік ток жиілігінің тербелістері, тұрақты және айнымалы магниттік өрістер және т.б.);
- сыртқы жүктемелер (вибрациялар, соққы жүктемелер, аспап бөлшектерінің сыртқы жанасулары);
- иондату сәулелену, атмосфераның газдық құрамы және т.б.

Өлшеулер қателігін азайту мақсатымен оларды жүргізу шарттарына

қатаң талаптар қойылады. Өлшеудің нақты аймақтары үшін, қалыпты деп аталатын, бірдей шарттар орнатылады (2.2 кесте). Қалыпты шарттарына сәйкес келетін физикалық шаманың мәні әсер етуші физикалық шаманың номиналды мәні деп аталады. Өлшеулерді орындаған кезінде әсер етуші шамалардың анықталған номиналды мәндерін ұстап тұру мүмкін емес, сондықтан нормативтік құжаттарда сәйкес келетін шамалар үшін номиналды мәннен рұқсат етілетін ауытқулар орнатылады, олар рұқсат етілетін өлшеу қателігіне қойылатын талаптарға туәелді.

2.2 кесте - Әсер етуші физикалық шамалардың кейбір номиналды мәндері

Әсер етуші шама	Әсер етуші шаманың номиналды мәні
Қоршаған орта температурасы	20 °*C* (293 К)
Қоршаған ауа қысымы	101,3 кПа
Ауаның салыстырмалы ылғалдығы	65 %
Ауа тығыздығы	1,2 кг/м^3
Магниттік индукция (магниттік өріс кернеулігі) және электрстатикалық өріс кернеулігі	Жердің берілген географикалық ауданындағы өріс мінездемелеріне сәйкес

Температуралық қателікті пайда болудың алдын алу шара ретінде термостаттау кең қолданылады, яғни қоршаған ортаның рұқсат етелетін тербеліспен белгілі температурасын қамтамасыз ету. Үлкен бөлмелерге (зертханаларға), қішірек бөлмелерге (камераларға), жеке өлшеу құралдарына немесе олардың бөлшектеріне (өлшеуіш кедергілер, ішкі жиілік стабилизаторларына) термостаттау жасалынады. Жұмыстық көлемдері үлкен болса ауалық термостаттау жасалынады, көлемдері кіші болса – ауалық қана емес, тағы да температура тербелісін жұмсартатын және оны тұрақты деңгейде ұстауын женілдететін аспапты немесе өлшенетін объектіні сумен, маймен немесе басқа сұйықпен қоршап сұйықтық термостаттау.

Магниттік өріс әсерін жою. Жердің магниттік өрісінің кернеулігі үлкен емес, сондықтан оның едәуір әсер ету қауіптілігі тек қана сезімталдығы жоғары өлшеу құралы үшін болады. Жердің магниттік өрісінің, тұрақты және айнымалы токтардың магниттік өрістерінің әсерінен қорғау амалы экрандау болып табылады. Өлшеу құралдарын экрандау, әдеттегідей, оларды құрастыру кезінде ескеріледі..

Ашындыратын вибрацияларды және сілкіністерді жою. Осындай әсерлерді аспапты және оның сезімталдық блоктары мен бөлшектерін амортизациялау жолымен жояды. Тербелістерді амортизациялау үшін олардың жиілігіне және аспаптардың сезімталдығына тәуелді әртүрлі сіңіргіштер қолданылады: кеуекті резеңке, иілгіш ілгіштер, зертханалық корпутарды салу кезеңінде фундамен бойынша айырықтард, тұрақтандыру

платформалар және т.б.

Басқа зиян келтіретін әсерлер түрлерін жою. Атмосфералық қысымның өзгеруі сияқты факторлардың әсерлері қарапайым амалдармен жойылмайды. Белгілі талаптар міндетті түрде орындалатын жағдайларда қысымы реттелетін барокамералар қолданылады. Әдетте бұл камераларда бір уақытта ылғалдылықты және температураны реттеуге болады.

Кейбір жағдайда өлшеу тәжірибені жүргізбегенше аса жетілген өлшеу құралын таңдау арқылы жүйелік қателіктерін азайтуға болады.

Өлшеулерді орындау барысында ашындыратын факторлардың әсерін жою жүйелік қателіктерді жоюдың нәтижелі әдісі болып табылады. Әрі қарастырылатын жүйелік қателіктерін жою әдістерінің мінезді қасиеті болып өлшеулерді қайталап жүргізу қажеттілігі табылады, сондықтан олар негізінде тұрақты параметрлерін өлшегенде қолданылады.

Өлшеу процедурасын шамалы күрделілендіру арқылы өлшеу нәтижесін жүйелік қателігінен бос қылдыратын бірнеше әдістер өлшеу тәжірибесінде пайдаланылады. Оларға қарайтын *ауыстыру әдісі, қарама-қарсы қою әдісі және қателікті таңбасы бойынша компесациялау әдісі*.

Ауыстыру әдісі. Бұл әдіс салыстыру әдісінің бір түрі болып табылады және тұрақты жүйелік қателікті компенсациялау есебінің ең толық шешімі. Өлшенетін шаманы белгілі шамамен ауыстыру жолымен салыстыру жасалынады. Белгілі шама әсері өлшеу құралын өлшенетін шама әсеріндегідей жағдайға келтіреді.

М ы с а л. Тұрақты жүйелік қателігі бар (мысалы шәкілдің ығысуы себебінен). серіппелі таразысында өлшеу. Өлшеу екі амалмен орындалады. Алдымен таразы табағына массасы m_X өлшенетін дене қойылады және меңзер деңгейі белгіленеді (N белгісінде). Содан кейін өлшенетін дене массасы $т_0$ болатын гірмен ауыстырылады, қайтадан бұрынғы меңзер ауытқуына N дейін жеткізгенше. Сірә, меңзердің ауытқулары бірдей болса $т_х = т_0$ онда таразының жүйелік қателігі өлшеу нәтижесіне әсер етбейді.

Қарама-қарсы қою әдісі. Бұл әдісті келесі мысалда қарастырайық.

Иінтіректі иіндері тең таразымен өлшеу. Таразы тепе теңдігінің шарты $m_х\, l_1 = m_0\, l_2$, онда $m_х = m_0\, \frac{l_2}{l_1}$. Егер иіндер ұзындықтары l_1 және l_2 бірдей болса, онда $m_X = m_0$. Егер $l_1 \neq l_2$ (мысалы, оларды жасағанда технологиялық себебінен иіндер ұзындықтары бірдей болмаса), одна өлшеген кезде әр мәрте жүйелік қателігі пайда болады:

$$\Delta_C = m_O\left(\frac{l_2}{l_1} - 1\right).$$

Бұл қателікті жою үшін өлшеу екі кезеңде жасалынады. Алдымен m_{01} массалы гірмен таразыны теңдестіріп, $m_х$ салмағын өлшейді. Мұнда

$m_{\text{х}}\ l_1 = m_{O1} l_2$. Одан кейін алдында гір болған таразы табағына салмақты ығыстырып және тағы да m_{02} массалы гірмен таразыны теңдестіреді. Енді $m_{O2} l_1 = m_X l_2$. Теңдеулерден l_2 / l_1 қатынасын алып тастап келесіні табамыз:

$$m_X = \sqrt{m_{O1} m_{O2}} .$$

Өлшеудің соңғы нәтижесіне иіндер ұзындықтары кірмейтіні өрнектен көрініп тұр.

Таңба бойынша қателікті компенсациялау әдісі. Бұл әдісте өлшеуді екі кезеңде өткізуін талап етеді. Өлшеулер келесі тәртіппен орындалады: әр кезеңде өлшеу құрал көрсетіміне тұрақты жүйелік қателік әртүрлі таңбамен кіретіндей. Өлшеу нәтижесі деп екі өлшеудің орта арифметикалық мәні алынады, сөйтіп жүйелік қателіктер өзара компенсацияланады.

Алгебралық түрде оны былай көрсетуге болады:

$$X_1 = X + \theta; \quad X_2 = X - \theta; \quad X = 0.5(X_1 + X_2),$$

мұнда X_1 және X_2 - екі өлшеулер нәтижелері;

θ - түрі белгілі, бірақ мәні белгісіз жүйелік қателік;

X - берілген қателіктен бос өлшенетін шама мәні.

Берілген әдіспен қолданудың екінші түрінде жүйелік қателік өлшеу құралдың көрсетіміне бірдей таңбамен кіреді, бірақ тәжірибенің өзін өткізу бойынша ізделетін мәннің X абсолюттік шамасы өзгермей, таңбасы өзгереді:

$$X_1 = X + \theta; \quad X_2 = -X + \theta; \quad X = 0.5(X_1 - X_2).$$

Таңба бойынша қателікті компенсациялау әдісін пайдаланған кезде тұрақты магниттік өрістер әсері, өлшеу құралдардың механикалық түйіндердегі люфтер әсері, паразиттік термоЭҚК және тағы сол сияқтылар жойылады.

Жүйелік қателіктерді қосу. Өлшеудің қандай түрі - ол тура, жанама, жиынтық немесе бірлесе екенінен тәуелсіз, өлшеу нәтижесінің жүйелік қателігі, әдеттегідей, оның белгілі құрастырушаларымен бағаланады. Әрбір нақты жағдайда әрбір жүйелік құрастырушы нақты түрінде (ол тұрақты, немесе оның өзгеру заңы белгілі) болғандықтан, онда нәтижелі, қосынды жүйелік қателік құрастырушылардың алгебралық қосындысы болып табылады:

$$\Delta_{C\Sigma} = \sum_{i=1}^{n} \Delta_{Ci} \ . \qquad (2.19)$$

Өлшеу әдістердің жетілмегендігі, өлшеу негізіне қойылатын есептеу формула дәлдігінің шектелуі, өлшеу құралдың өлшенетін объектіне әсері себептерінен пайда болатын жүйелік қателіктің құрастырушылары *әдістемелік қателіктеріне* қарайды. Жүйелік қателіктердің әдістемелік құрастырушыларын анықтау және бағалау жөнінде бірыңғай кепілдемелер жоқ. Сондықтан, әрбір нақты жағдайда қолданған өлшеу әдісін талдау

негізінде бұл есеп жеке шешіледі. Осындай талдау нәтижелері тәжірибе орындаушының тәжірибесіне және біліктілігіне тәуелді.

Толығымен жүйеліе қателіктерді жою мүскін емес, сөйтіп, барлық белгілі ашындыратын әсерлерге түзетуді орнатқаннан кейін қалатын қателікті әрқашанда бағалау керек. Осындай бағалау априорлы ақпаратты талдау негізінде орындалады, сонымен бірге басым көпшілік жағдайларда қалған қателіктің шектерін анықтау мүмкін болады, бірақ ықтималдықтың таралу заңы туралы ақпаратты алу мүмкін емес. Осы жағдайда орнатылған интервалда ықтималдықтың қалыпты таралуы туралы гипотеза қабылданады. Интервалдың жарытсысын шығарылмайтын жүйелік қателік құрайды. Бұл жағдайда таралудың заңы тәжірибелік анықталмайтынын және статистикалық мағнасы жоқ екендігін айтып кеткен жөн.

2.7 Бақылау сұрақтары

2.10.1 Қлшеу қателіктерінің анықтамасы.
2.10.2 Кездейсоқ қателік анықтамасы.
2.10.3 Жүйелік қателік анықтамасы.
2.10.4 Жүйелік қателіктер бөлінуіне классификацияық белгілер.
2.10.5 Қондырғы қателігінің анықтамасы.
2.10.6 Тууы себебі бойынша жүйелік қателіктер түрлері.
2.10.7 Өрескел қателік пен мүлт жберу анықтамалары.
2.10.8 Кездейсоқ аксиомасы.
2.10.9 Таралу аксиомасы.
2.10.10 Кездейсоқ шаманың қасиеттері туралы толық ақпаратты қандай сипаттама береді.
2.10.11 Кездейсоқ шаманың таралу заңдарының түрлері.
2.10.12 Қателіктердің қалыпты таралу қисығын талдау.
2.10.13 Қателіктердің бірқалыпты таралу заңының графигін сипаттау.
2.10.14 Таралу заңдардың негізгі сипаттамалары.
2.10.15 Байұаулар қатарының негізгі сиапаттамаларын бағалау.
2.10.16 Өлшеу нәтиже қателігінің ықтималдық бағалары.
2.10.17 Байұаулар нәтижелеріні өңдеудің мақсаты.
2.10.18 Квантильді (интервалды) бағаларға не қарайды?
2.10.19 Кездейсоқ қателіктің сенімділік интервалы анықтамасы.
2.10.20 Байқаулар нәтиженің қателігін (дәлдігін) бағалау.
2.10.21 Өлшеулер нәтиженің қателігін (дәлдігін) бағалау.
2.10.22 Өлшеу құралды тексеру деген не?
2.10.23 Жүйелік қателіктің жойылмаған қалдығы (жойылмаған жүйелік қателік) анықтамасы.
2.10.24 Әсер ететін физикалық шаманың номиналды мәні деп нені атайды?

2.10.25 Қателікті орын басу, қарсы қою және таңбасы бойынша компенсациялау әдістерінің анықтамалары.

3 Өлшеу нәтижелерін өңдеу

3.1 Көпреттік байқаулары бар тура өлшеулерді статистикалық өңдеу

Өлшеу практикасында өлшеу сапасын көтеру мақсатымен жиі жағдайда көп-реттік өлшеулерді орындайды, яғни бірдей шарттарда тура сондай өлшеу құралымен тура сол операторымен бір реттік байқауларды қайталайды. Алынған мәліметтерді өңдеу нәтижесінде қателіктің кездейсоқ құрастырушысының өлшеу нәтижесіне әсерін азайтудың мүмкіндігі болады. [17, 18].

Қалыпты таралуына бағынатын x кездейсоқ шаманы байқаулардың n тәуелсіз нәтижелерінің тобын қарастырайық. Топтағы байқаулардың жекелеген нәтижелерінің σ шашырауын олардың орта мәніне m_{x} қатысты бағалау (2.11) формула бойынша есептелінеді.

Арифметикалық ортаны m_x есептеуге негізделген топтағы байқаулар саны шектелгендігінен, осы шаманың байқаулар сериясын жаңадан қайталасақ, біз арифметикалық ортаның жаңа мәнін аламыз. Байқаулар серияларын көп рет қайталап және өлшеу нәтижесі болатын әрбір сериянің орта арифметикалық мәнін есептесек, *орта арифметикалық мәндердің шашырауына* біздің көзіміз жетеді. Арифметикалық ортаның орта квадраттық ауытқуы $\sigma_{\bar{X}}$ осы шашыраудың сипаттамасы болып табылады:

$$\sigma_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - m_x)^2}{n(n-1)}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \qquad (3.1)$$

Орта квадраттық ауытқу $\sigma_{\bar{X}}$ көпреттік байқаулары бар өлшеулер нәтижелерінің қателіктерін бағалау үшін пайдаланылады.

Егер топтағы байқаулар саны жеткілікті үлкен (n> 50) және байқаулар нәтижелерінің шашырауы қалыпты заңына бағынатын болса, онда олардың арифметикалық ортасы да қалыпты таралу заңына бағынатыны теориядан белгілі. Сөйтіп, *сенімділік ықтималдығы бірдей болса, арифметикалық ортаның сенімділік интервалы* $\sqrt{n}$ *есе байқаулар нәтижесінің интервалынан енсіз.* Теориялық тұрғыдан, егер $n \to \infty$ өлшеу нәтижесінің кездейсоқ қателігін нольге дейін жеткізуге болады. Бірақ бұл мүмкін емес, және өлшеу нәтижесінің кездейсоқ қателігін шексіз азайтудың мағынасы жоқ, себебі бәрібір арифметикалық ортаның шашырауы анықтаушы болмайды, тек жүйелік қателігіне түзетулердің сенімсіздігі (*жойылмаған жүйелік қателік).*

Байқаулар нәтижелердің ықтималдық тығыздығының таралу заңы

қалыпты және байқаулар саны үлкен емес болса, онда арифметикалық орта Стьюденттің таралу заңына бағынады, ал орта арифметикалық мәні бұрынғы m_X. Сенімділік ықтималдығы бірдей болғанда, қалыпты таралу заңымен салыстырғанда *Стьюдент таралуының ерекшелігі болып табылатын, ол байқаулар саны көбейгенде сенімділік интервалдың азайғаны.*

Кездейсоқ қателіктің сенімділік интервалдарын бағалау үшін арналған (2.12) формулада бұл k коэффициенті орнына t_q еңгізумен бейнеленеді. Стьюдент таралуының коэффициенті t_q байқаулар санына және таңдалған сенімділік ықтималдығына тәуелді және А1 [17.18]. кестесі бойынша табылады. Сөйтіп, байқаулар саны n = 14 және сенімділік ықтималдық P = 0,95 болса, t_q = 2,16 .

Көпреттік байқаулары бар өлшеу нәтижелерін өңдеу ережелерінде келесі факторлар есепке алынады:

- n байқаулардан тұратын шектелген топ өңделеді;
- x_i байқаулар нәтижелерінде жүйелік қателік болуы мүмкін;
- байқаулар тобында өрескел қателіктер кездесуі мүмкін;
- кездейсоқ қателіктер таралуы қалыпты емес болуы мүмкін.

Байқаулардың нәтижелерін өңдеу кезінде әртүрлі процедураларын қолдануға болады. Көпреттік тәуелсіз байқаулары бар тура өлшеу нәтижелерін стандартты өңдеу әдістемесі және өлшеу нәтижелерінің қателіктерін бағалаудың негізгі түсініктемелері төменде келтірілген. Бұл әдістеме жұмыс істейтін МЕСТ 8.207-76 «Көпреттік байқаулары бар тура өлшеулер. Байқаулар нәтижелерін өңдеу әдістері» кепілдемелеріне сай болады [1].

Әдістемеге сәйкес байқаулар қатарын өңдеуін келесі ретпен орындау керек:

а) байқаулар нәтижелерінен белгілі жүйелік қателіктерін жою;

б) өлшеу нәтижесі болып қабылданатын байқаулардың түзелген нәтижелерінің арифметикалық ортасын есептеу;

в) байқау нәтижелерінің орта квадраттық аутқуының бағасын есептеу;

г) өлшеу нәтижелерінің орта квадраттық аутқуының бағасын есептеу;

д) байқаулар нәтижелерінен өрескел қателіктерін және әбестерін жою;

е) жойылғаннан кейін әбестер және өрескел қателіктер табылса б)-г) қайталау;

ж) байқаулар нәтижелері қалыпты таралуына жатады мекен болжамды тексеру;

з) өлшеу нәтижесі қателігінің кездейсоқ құрастырушының сенімділік шекараларын есептеу;

и) өлшеу нәтижесінің жойылмаған жүйелік қателігінің шекараларын есептеу;

к) өлшеу нәтиже қателігінің сенімділік шекараларын есептеу;

л) анықталған талаптарға сәйкес өлшеу нәтижесін ұсыну.

3.1.1 Жүйелік қателіктерді жою.

Байқаулардың нәтижелерінен жүйелік қателіктерді жою есептеу жолымен немесе *салыстыра байқау* нәтижелері бойынша өткізіледі. Жүйелік қателіктері жойылғаннан кейін барлық онан арғы есептеулер байқаулардың түзелген қатары үшін өткізіледі .

3.1.2 Байқаулар қатарының арифметикалық ортасын есептеу.

Байқаулар қатарының (байқау нәтижелерінің) арифметикалық ортасы келесі формула бойынша есептелінеді:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i \ , \qquad (3.2)$$

мұнда x_i - i -ші түзелген байқау нәтижесі;

$\bar{x}$ - түзелген байқаулар қатарының арифметикалық ортасы;

n - байқау нәтижелерінің саны.

3.1.3 Байқаулар қатарының орта квадраттық ауытқуының бағаасын есептеу.

Байқаулар қатарының σ орта квадраттық ауытқуы келесі формула бойынша есептелінеді:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} \ . \qquad (3.3)$$

Байқаулар қатарының σ орта квадраттық ауытқуы *байқаулар нәтижелерінің* кездейсоқ қателіктер өлшемінің негізгі сипаттамасы болып табылады.

Байқаулар нәтижелерінің орта квадраттық ауытқу бағасын есептеп, таралу заңы қалыпты болған кезде бірде кездейсоқ қателік $x_i - \overline{X}$, практикалық бірге тең ықтималдықпен $\pm 3\sigma$ шектерінің сыртына шығу мүмкін емес екенін еске ала отыра, байқаулар тобында өрескел қателіктер барма екенін тексерген жөн. Өрескел қателіктері болатын байқаулар топтан жойылады, одан кейін $\overline{X}$ және σ жаңалап қайтадан есептелінеді.

3.1.4 Өлшеу нәтижесінің орта квадраттық аутқуының бағасын есептеу.

Өлшеу нәтижесінің σ_x орта квадраттық аутқуын есептеу үшін (3.1) формуласы қолданылады.

Өлшеу нәтижесінің орта квадраттық аутқуы σ_x *өлшеу нәтижесінің* кездейсоқ қателіктер мөлшерінің негізгі сипаттамасы болып келеді.

3.1.5 Байқаулар нәтижелері қалыпты таралуына жатады мекен болжамды тексеру.

Байқаулар нәтижелері сол немесе басқа таралуына жатады (немесе жатпайды) екенін анықтау үшін тәжірибелік таралу функциясын жорамалды теориялық функциясымен салыстыру қажет. Салыстыру келісу критерийлер арқасында жүзеге асады.

Байқаулар нәтижелері қалыпты таралуына жатады мекен болжамды тексерген жағдайда, нәтижелердің саны ≥ 30 болса, χ^2 Пирсон немесе ω^2 Мизес-Смирнов критерийлердің біреуі ең қолайлы болып табылады.

Пирсон келісу критерийді қарастырайық.

Байқаулар нәтижелерінің саны $15 \leq n \leq 30$ болса, асимметрия және эксцесс коэффициенттерін бағалау жолымен олардың қалыпты таралуына жататынына жуық тексеру жасалынады.

Байқаулар нәтижелерінің саны $n \leq 15$ болса, онда нәтижелер қандай болмасын таралуына жататыны тексерілмейді. Егер нәтижелерінің таралуы қалыпты заңынан ауытқуы туралы априорлы ақпарат болмаса, онда байқаулар нәтижелерін өңдеу үшін Стьюдент таралуы қолданылады.

Пирсон келісу критерийі көмегімен байқаулар нәтижелері қалыпты таралуына жатады мекен болжамды тексеру үшін алдымен гистограмманы тұрғызу қажет.

Гистограмманы құру үшін келесі кезеңдерді орындау керек:

а) байқаулардың түзелген нәтижелері өсу ретімен орналасады $x_1, x_2, ..., x_n$, мұнда $x_i \leq x_{i+1}$;

б) байқау нәтижелер мәндерінің өзгеру диапазоны есептелінеді:

$$R_n = x_n - x_1;$$

в) осы барлық диапазон бірдей ұзындықтары бар r интервалдарына бөлінеді (интервалдардың қажетті санын бағалау ережесі $r = 1 + 3{,}32 * \lg n$, келесі үлкен жаққа дөңгелектенумен жақын арадағы бүтін жұпсыз санға дейін). r, әдетте, 7-ден 15-ке дейін диапазонда жатады;

г) интервал ені анықталады:

$$\Delta = R_n / r = \frac{x_n - x_1}{r};$$

д) $[x_{j-1}, x_j]$ интервалдардың шекаралары келесі жолмен анықталады: j–ші интервалдың төменгі шекарасы (j-1)–ші интервалдың жоғарғы шекарасымен дәл келуі керек - $x_{jm} = x_{(j-1)ж}$, ал оның жоғарғы шекарасы $x_{jm} = x_{jж} + \Delta$;

е) әрбір j –ші интервалы үшін (j =1,2,..., r) байқау нәтижелерінің интервалға түсу жиілігі - n_j сандар есептелінеді;

ж) гистограмма құрылады: x осімен нөмірлерінің өсуі ретімен Δ_j интервалдар салынады, y осімен байқау нәтижелерінің j-ші интервалына түсу жиілігі n_j салынады; сөйтіп әрбір Δ_j интервалында тікбұрыш салынады, оның биіктігі n_j -ге пропорционал болады.

Гистограмманы талдау нәтижелері бойынша тәжірибелік мәліметтер таралу заңының түрі және сандық сипаттамалары (қалыпты заңының осындай сипаттамалары - математикалық күтім және дисперсия). туралы болжам пікір айтылады Одан кейін болжамды тексеруге арналған келісу критерийі қолданады .

Пирсонның χ^2 келісу критерийі келесі түрде болады :

$$\chi^2 = \sum \frac{(n_j - nP_j)^2}{nP_j}, \qquad (3.4)$$

мұнда χ^2 шамасы байқау нәтижелерінің теориялық болжалған нәтижелерден ауытқу мөлшеріне мінездеме береді;

n_j - байқау нәтижелерінің *j*-ші интервалына түсу жиілігі;

P_j - нәтижелердің *j*-ші аралығына түсу ықтималдықтарының теориялық мәндері келесі формуламен есептеледі:

$$P_j = \Phi(z_{jж}) - \Phi(z_{(j-1)ж}) \qquad (3.5)$$

мұнда $\Phi(z_{jж})$ - Лаплас функциясы; $z_{jв} = \frac{x_{jж} - \bar{x}}{\sigma}$; $P_1 = \Phi(z_{1ж})$.

Кейбір *z* үшін Лаплас функция мәндерінің кестесі [17,18] келтірілген.

Берілген сенімділік ықтималдығы *P* және бостандық дәрежелерінің саны $\nu = r - k - 1$ үшін (мұнда *r* - интервалдар саны; *k* - теориялық таралу функциясын анықтау үшін қажетті параметрлердің саны, қалыпты таралу заңы үшін екіге тең) χ^2 мәнін есептеуінен кейін, χ^2 таралу кестелерінен $\chi^2_{кр}$ келісу критерийінің критикалық мәні табылады. Техникалық тәжірибеде әдетте *P=0,95* алынады, бұл бірінші түрдегі қатені жасаудың, яғни дұрыс болжамды қабылдамау, 0,05 ықтималдығына сәйкес. $\chi^2_{кр}$ мәндері [20,21] келтірілген. Егер $\chi^2 < \chi^2_{кр}$, байқаулар нәтижелері, (3.2), (3.3) формулалар арқылы табылатын математикалық күтім және дисперсиямен сипатталатын, қалыпты таралуына жататыны туралы болжам қабылданады, Болмаған жағдайда ($\chi^2 \geq \chi^2_{кр}$) болжам қабылданбайды.

3.1.6 Өлшеу нәтижесінің кездейсоқ қателігінің сенімділік шекарасын есептеу.

Өлшеу нәтижесінің кездейсоқ қателіктерінің сенімділік шекарасы ε (таңба есепсіз) келесі формула бойынша табылады:

$$\varepsilon = t_q \sigma_x, \qquad (3.6)$$

мұнда t_q - *P* сенімділік ықтималдығы және *n* байқаулар санына тәуелді Стьюдент таралуының квантилі. *P =0,95* және *0,99* болғанда, t_q шаманың мәндері [13,14] келтірілген.

3.1.7 Өлшеу нәтиженің жойылмаған жүйелік қателігінің шекарасын есептеу.

Өлшеу нәтиженің жойылмаған жүйелік қателігі әдістің немесе өлшеу құралдардың, т.б. жойылмаған жүйелік қателіктері бола алатын құрастырушылардан құрылады. Жойылмаған жүйелік қателік шекарасы ретінде, мысалы, өлшеу құралдарының негізгі және қосымша қателіктерінің

шектері қабылданады. Қосу кезінде жойылмаған жүйелік қателік құрастырушылары бірқалыпты заңдары таралатын кездейсоқ шамалар ретінде қарастырылады. Өлшеу нәтиженің жойылмаған жүйелік қателіктерінің шекаралары келесі формула бойынша есептелінеді:

$$\theta = k\sqrt{\sum_{i=1}^{m}\theta_i^2}\ , \qquad (3.7)$$

мұнда θ_i - i-ші жойылмаған жүйелік қателік шекарасы;

k - қабылданған сенімділік ықтималдықпен анықталатын коэффициент, ($P=0,95$ болғанда $k=1,1$ деп алынады).

Жойылмаған жүйелік қателік шекарасын есептеу үшін алынатын сенімділік ықтималдығы өлшеу нәтиже кездейсоқ қателігін есептегендегі ықтималдыққа тең деп кабылданады.

3.1.8 Өлшеу нәтижесі қателігінің сенімділік шекарасын есептеу.

Өлшеу нәтижесі қателігінің сенімділік шекарасы $\frac{\theta}{\sigma_{\bar{x}}}$ ара қатынасына тәуелді орнатылады.

Егер $\frac{\theta}{\sigma_{\bar{x}}}$ <0,8 болса, онда жойылмаған жүйелік қателіктерді есепке алмайды және өлшеу нәтижесі қателігінің сенімділік шекарасы $\Delta = \varepsilon$ деп қабылдайды (3.6 формуласы).

Егер $\frac{\theta}{\sigma_{\bar{x}}}$ >8 болса, онда кездейсоқ қателікті есепке алмайды және өлшеу нәтижесі қателігінің сенімділік шекарасы $\Delta = \theta$ деп қабылдайды (3.7 формуласы).

Егер $0,8 \le \frac{\theta}{\sigma_{\bar{x}}} \le 8$ болса, онда өлшеу нәтижесі қателіктердің сенімділік шекаралары келесі формула бойынша есептелінеді:

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}\ , \qquad (3.8)$$

мұнда K - кездейсоқ қателікпен жойылмаған жүйелік қателік арақатынасына тәуелді коэффициент;

S_{Σ} - өлшеу нәтижесінің қосынды орта квадраттық ауытқуының бағалауы.

K коэффициенті келесі формула бойынша есептелінеді:

$$K = \frac{\varepsilon + \theta}{\sigma_{\bar{x}} + \sqrt{\sum_{i=1}^{m}\frac{\theta_i^2}{3}}}\ . \qquad (3.9)$$

S_{Σ} бағалауы келесі формула бойынша жүзеге асады:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^{m} \frac{\theta_i^2}{3} + \sigma_{\bar{x}}^2} \,. \qquad (3.10)$$

Өлшеу нәтижесін жазу түрі стандартпен бекітілген. Қателіктің сенімділік интервалы симметриялы болса, онда өлшеу нәтижесі келесі түрде ұсынылады $X \pm \Delta$, P, мұндағы X - өлшеу нәтижесі.

Нәтиже қателігін құрастырушылардың таралу функциялар түрлері туралы мәліметтер жоқ болса немесе нәтижелерін одан арғы өңдеу қажет болса, онда өлшеу нәтижесі келесі түрде ұсынылады X, $\sigma_{\bar{x}}$, n, θ.

3.2 Бірреттік тура өлшеулер

Техникалық өлшеулер көбінесе бірреттік болып табылады. Кәдімгі өндірістік жағдайларда олардың дәлдігі әбден жарайтын болуы мүмкін, ал қарапайымдылығы, жоғарғы өнімділігі (уақыт бірлігінде өлшеулер саны) және төменгі баға бірреттік өлшеуді басқаларымен салыстырғанда бәсекелестіктен тыс қояды.

Бірреттік өлшеулерде өлшеу нәтижесін алу үшін аспап көрсетімдер есептеулердің жалғыз мәні пайдаланылады. Өзі кездейсоқ болғандықтан, бірреттік есептеу X құрал – саймандық, әдістемелік және субъективтік қателікті өлшеу құрастырушылардан тұрады, олардың әрқайсысынан жүйелік және кездейсоқ құрастырушыларын шығаруға болады.

Салыстыру байкау жолымен немесе паспорттық деректерден аспаптың жүйелік қателігінің бағасын алу, ал өлшеу әдісін талдау жолымен әдістемелік жүйелік қателігінің бағасын алу біршама жеңіл болады. Әсер етуші шамалар себебінен болатын қосымша жүйелік қателіктер туралы мәліметтер аспап құжаттарында болатын болса, онда бұл қателіктер бағаланылады және есепке алынады.

Бірреттік өлшеу нәтижесі ретінде өлшеу құралдың көрсетімі алынады [20]. Тура әрекетті көрсететін өлшеу аспабын қолданғанда тура өлшеу нәтижесінің дәлдігі жуықтап келесі формуламен анықталатын максималды (немесе шектелген) қателіктермен бағаланады:

$$\delta_n = \pm(\delta_{осн} + \delta_{доп} + \delta_м), \qquad (3.11)$$

мұнда $\delta_{негізгі}$ - әсер етуші шамалар қалыпты аймағында болғанда, қолданылатын өлшеу құралдың рұқсат етілетін негізгі қателіктің шектері;

$\delta_{кос}$ - әсер етуші шамалардың ауытқуы қалыпты аймағының шектерінің сыртында болғанда, қолданылатын өлшеу құралдың рұқсат етілетін қосымша қателіктің шектері;

$\delta_э$ - әдістемелік қателік.

Бір реттік өлшеу өткізу кезінде пайдаланудың қалыпты жағдайын ұстауға және әдістемелік пен субъективтік қателіктері нәтижеге минималды

әсер ететіндей өлшеу әдісін таңдауға тырысады. Өлшеу кезінде субъективтік қателіктер өте кіші деп шамаланады және есепке алынбайды.

Егер бір реттік өлшеу дұрыс ұйымдастырылса, онда өлшеу нәтижелерді көрсету үшін құрал көрсетімдері және оның рұқсат етілетін негізгі қателігінің шектері туралы мәліметтер жеткілікті болады. Рұқсат етілетін негізгі қателігінің шектерін анықтау үшін өлшеу құралының дәлдік класы деген метрологиялық сипаттамасы қолданылады.

Өлшеу құралдардың негізгі қателігінің шегін есептеудің формулалары және олардың дәлдік кластарын белгілеу мысалдары 3.1 кестеде келтірілген.

Мұндағы: X - өлшеу құралдың көрсетімі; X_N - берілген өлшеу құралының өлшеу диапазонына тең нормалаушы мән; $X_к$ - таңдалған өлшеу диапазонының ақырғы мәні; Δx - өлшеу құралдың абсолюттік қателігі . P, q , c , d шамалары $(1;1{,}5;2;2{,}5;4;5;6)10^n$ қатарынан таңдалатын сандар, мұндағы n =1;0;-1;-2 және т.б.

3.1 кесте - Негізгі қателігінің шегін есептеудің өрнектері

Негізгі қателігінің шегін есептеудің өрнегі	Рұқсат етілген негізгі қателігінің шектері, %	Өлшеу құралының дәлдік класын белгілеудің мысалдары	
		Жалпы түрі	Мысал
$\gamma_{пр} = \frac{\Delta x}{X_N} 100\% = \pm P$	$\pm P$	P	2,5
$\delta_{отн} = \frac{\Delta x}{X} 100\% = \pm q$	$\pm q$	q	2
$\delta_{отн} = \frac{\Delta x}{X} 100\% = \pm \left[c + d \left(\left\| \frac{X_K}{X} \right\| - 1 \right) \right]$	$\pm \left[c + d \left(\left\| \frac{X_K}{X} \right\| - 1 \right) \right]$	$\frac{c}{d}$	0,02/0,01

Дәлдік класс түсінігі тәжірибеде өлшеу нәтижелерін анықтау және қойылған өлшеу есебін шешуге жарайтын өлшеу құралын таңдау үшін пайдаланылады.

Қателіктерді бағалаудың жалпы сұлбасын келесі түрде көрсетуге болады. Өлшеу есебінің шарттарына қарай қажетті өлшеу құралын (аспапты) таңдағаннан кейін өлшеу шарттарын нақтылайды (нормалды, жұмыс), содан кейін әсер ететін шамалардың әсерінен пайда болатын аспаптың мүмкін болатын қосымша қателіктерін бағалайды.

Нәтижесінде өлшеу қателігін бағалауға өлшеу құралының қателіктері туралы ақпарат бар:

- аспаптың негізгі рұқсат етілген қателгінің $\delta_{осн}$ шегі;

- қосымша қателіктер $\delta_{доп\ 1}$, $\delta_{доп\ 2}$, …, $\delta_{доп\ m}$.

Сонымен, есеп осы қателіктердің құрамдастырушыларын 3.11 формуламен қосындылауға түседі.

3.2.1 *1 есеп.* Өлшеудің жоғарғы шегінен (U_V = 1 ,5 В) рұқсат етілетін қателіктің шегі 0,5% болатын кедергісі *R = 4 Ом* электрлік желі учаскесінде вольтметрмен бірреттік U_X кернеуді өлшеу орындалған. Өлшеу шарттары: температура 20^0С; магниттік өріс 400 А/м дейін. Вольтметр көрсетімі 0,90 В. Вольтметр кедергісі R_V = 1000 Ом. Өлшеу нәтижесін мен қателігін табайық.

Өлшеу қателіктің құрал-саймандық құрастырушысы негізгі және қосымша қателіктер арқылы анықталады. Вольтметр көрсетімі 0,90 В үшін вольтметрдің қатынасты қателігінің рұқсат етілітін шегінің пайызы келесідей:

$$\delta_{осн} = \frac{0{,}5 \cdot 1{,}5}{0{,}90} = 0{,}83\% \quad .$$

Магниттік өріс әсерінен пайда болатын қосымша қателік паспорттық мәліметтері бойынша есептелген және ±0,75% шектерінде жатады, өлшеу қалыпты температурасында $(20\pm5)°C$ жасалғандықтан қосымша температуралық қателік болмайды.

Әдістемелік қателік желі учаскесінің *R* кедергісі және вольтметрдің R_v кедергісі қатынасымен анықталады. Вольтметрді желіге қосқан кезде оның көрсетімі келесі болады:

$$U = U_X \frac{R}{R + R_V} \quad .$$

Осыдан қатынасты әдістемелік қателік:

$$\delta_M = \frac{\Delta U}{U} = -\frac{100R}{R + R_V} = \frac{100 \cdot 4}{1004} = -0{,}4\% \quad .$$

Бұл әдістемелік қателік жүйелік қателік болып табылады және өлшеу нәтижесінен келесідей түзету еңгізу жолымен жойылу керек:

$$\Delta = 0{,}9 \times 0{,}4/100 = 0{,}004\ В.$$

Жүйелік қателігіне түзету еңгізуін есепке алсақ, өлшеу нәтижесі келесі болады:

$$U_X = 0{,}90 + 0{,}004 = 0{,}904 \text{ В}.$$

Өлшеу нәтиже қатынасты қателігінің шектерін қосу жолымен анықтаймыз:

$$\delta_X = \delta_{осн} + \delta_{доп} = 0{,}83 + 0{,}75 = 1{,}58\% \ .$$

Немесе, абсолюттік қателікке көшіп:

$$\Delta = \pm 0{,}014 \text{ В} .$$

Өлшеу нәтижесін дөңгелектендіру ережесін қолданып (3.4 т.), өлшеу нәтижесін келесі түрде ұсынуға болады:

$$U_X = (0{,}900 \pm 0{,}014)\ \text{В}.$$

3.2.2 *2 есеп.* Әсер ететін шамалардың кеңейтілген аймағы 0^0C-тан 50^0C-ке дейін. Қалыпты жағдайлар: $20 \pm 5°C$. Өлшеу аспабының дәлдік класы *Кл=1,5.* Аспап $t_{пайд}=40^0C$ жұмыс істейді. Қоршаған ортаның температурасының нормалды аймақтан ауытқуының әр $t_{ауыт}=10^0C$ үшін рұқсат етілген қосымша қателік шегінің нормаланған мәні $\delta_{рук}=\pm 0{,}2\%$ тең болады. Аспаптың көрсетімінің қателігін анықтаңыз.

2 есепті шешу.

Аспап көрсетімінің қателігі келесі:

$$\delta_a = \pm(\delta_{нег} + \delta_{кос}).$$

Өлшеу аспабының негізгі қателігі оның дәлдік класымен анықталады және 0,5% тең.

Қосымша қателікті анықтау үшін қоршаған ортаның температурасының мәндердің қалыпты аймағынан ауытқуын табамыз $20 \pm 5°C = (15 \div 25)°C$: $\Delta t_{кор.орта} = 40 - 25 = 15°C$.

Өлшеу аспаптың қосымша қателігі

$$\delta_{кос} = \frac{0{,}2\%\Delta t_{кор.орта}}{10°C} = \frac{0{,}2\% \cdot 15°C}{10°C} = \pm 0{,}3\%.$$

Аспап көрсетімінің қателігі

$$\delta_a = \pm(\delta_{нег} + \delta_{кос}) = \pm(0{,}5 + 0{,}3)\% = \pm 0{,}8\%$$

Жауабы: $\delta_a = \pm 0{,}8\%$.

3.2.3 *3 есеп.* 220 В номиналды кернеуін салыстырмалы қателігі 1%-дан аспайтындай өлшеу үшін вольтметрдің дәлдік класын және өлшеу диапазонын таңдаңыз. Вольтметрдің көрсетімі 230 В болса, өлшеу қалыпты жағдайда өткізілсе және әдістемелік қателік өте аз болса өлшеу нәтижесін жазыңыз.

Өлшеу нәтижесін дөңгелектендіру ережелеріне сәйкес жазыңыз.

3 есепті шешу.

Өлшенетін параметрдің номиналды мәні вольтметрдің өлшеу диапазонының екінші жартысына түсу керектігінен, өлшеу диапазоны 0 В - ден 300 В дейін вольтметрді таңдаймыз. Салыстырмалы қателігі 1% аспау үшін абсолюттік қателігінің модулі келесі мәнінен аспау керек

$$|\Delta x| \le \frac{\delta_{сал} X_{ном}}{100\%} = \frac{1\%220B}{100\%} = 2.2\ \text{В}.$$

Вольтметрдің келтірілген қателігінің модулі келесі мәнінен аспау керек:

$$|\gamma_{кел}| = \frac{\Delta x}{X_N} 100\% = 2{,}2 \text{ В}/300 \text{ В} \cdot 100\% = 0{,}7\%,$$

бұл 0,7 дәлдік класына сәйкес. Бірақ мұндай дәлдік класы бар аспаптар шығарылмайды. Дәлдік класының шамалары $(1;1{,}5;2;2{,}5;3;4;5;6)10^n$ қатарынан таңдалатын сандар, мұндағы n =1;0;-1;-2 т.с. Сондықтан дәлдік класы 0,6 вольтметрін таңдаймыз. Онда абсолюттік қателігінің модулі келесі мәнінен аспау керек:

$$|\Delta x| \le \frac{\gamma_{кел} X_N}{100\%} = \frac{0.6\% 300B}{100\%} = 1{,}8 \text{ В}.$$

Жауабы: $U = (230{,}0 \pm 1{,}8)$ В.

3.3 Жанама өлшеулер дәлдігін бағалау

Жанама өлшеулер – бұл өлшеулер кезінде шаманың ізделген мәнін табу үшін сол шаманың және тура өлшеулерге жататын шамалар арасындағы белгілі тәуелділікке негізделген

$$У = f(x_1, x_2, ..., x_i, ..., x_m),$$

мұндағы x_i тура өлшеулер барысында анықталады.

Басқа сөзбен айтқанда, физикалық шаманың ізделген мәні формуламен есептелінеді, ал формулаға кіретін шамалардың мәндері тура өлшеулер барысында анықталады.

М ы с а л Кедергіде шашылатын қуаттың өлшеу I токты амперметрмен және R кедергіні омметрмен өлшеу негізінде $P = I^2 R$ формула бойынша есептеп табуға болады; тығыздықты өлшеу – дененің массасын және көлемін өлшеу арқылы; кедергіні өлшеу – ток және кернеу арқылы және т.б.

Егер x_i шамалары тәуелсіз болса, онда өлшеу нәтижесінің қателіктері бастапқы шамалардың қателіктері арқылы келесі формулалармен анықталады:

а) абсолюттік қателігі:

$$\Delta y = \pm \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \Delta x\right)^2} ; \qquad (3.13)$$

б) салыстырмалы қателігі:

$$\delta_Y = \pm \frac{\Delta y}{y} 100 = \pm 100 \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\partial \ln f}{\partial x_i} \Delta x_i\right)^2} .$$

3.3.1 *1 есеп.* Шығынды калориметрлік шығын өлшеуішпен өлшегенде, қыздырғыш қуатын өлшеуі амперметр және вольтметрдің көрсетімдері арқылы жасалынады. Дәлдік кластары *Кл*=0,5 осы екі аспап қалыпты жағдайда жұмыс істейді және олардың шкалалары 0-5 А және 0-30 В. Ток күшінің және кернеудің номиналды мәндері 3.5 А және 24 В.

Қыздырғыш қуатын өлшеу қателігін бағалау керек. Қыздырғыштың қуатын өлшеу нәтижесін дөңгелектендіру ережелеріне сәйкес жазыңыз.

1 есепті шешу.

Қыздырғыштың W қуатын өлшеу қателігін жанама өлшеу қателігі ретінде (3.13) формуламен бағалаймыз:

$$\Delta W = \sqrt{(\frac{\partial W}{\partial U}\Delta U)^2 + (\frac{\partial W}{\partial I}\Delta I)^2}\ .$$

Өлшеу құралдарының дәлдік класынан басқа метрологиялық мінездемелері жоқ болғандықтан, дәлдік класына ($Кл$) және аспаптың өлшеу диапазонына ($U_ж$ - $U_т$) сәйкес қателіктің рұқсат етілетін мәндердің шектерін анықтауға болады:

$$\Delta U = \frac{U_В - U_Н}{100} Кл = \frac{30-0}{100} 0{,}5 = \pm 0{,}15\ В;$$

$$\Delta I = \frac{I_В - I_Н}{100} Кл = \frac{5-0}{100} 0{,}5 = \pm 0{,}025\ А.$$

Қуат келесідей есептелетіні белгілі $W = IU = 3{,}5 \cdot 24 = 84\ Вт$, және $\frac{\partial W}{\partial U} = I$, $\frac{\partial W}{\partial I} = U$.

Қуатты өлшеудің абсолюттік қателігінің рұқсат етілетін шегі:

$$\Delta W = \sqrt{(3{,}5 \cdot 0{,}15)^2 + (24 \cdot 0{,}025)^2} = \pm 0{,}795\ Вт.$$

Қуатты өлшеудің салыстырмалы қателігінің рұқсат етілетін шегі:

$$\delta W = \frac{\Delta W}{W} 100 = \frac{0{,}795}{24 \cdot 3{,}5} 100 = \pm 0{,}95\%.$$

Жауабы: $\Delta W = \pm 0{,}795 Вт$, $\delta W = \pm 0{,}95\%$.

Өлшеу нәтижесі $W = (84{,}0 \pm 0{,}8)\ Вт$.

3.3.2 *2 есеп.* Құбырдың ауаға жылу беруін зерттеген кезде жылуберу коэффициенті келесі өрнекпен есептелінеді:

$$\alpha_К = \frac{Q}{F(t_к - t_а)},$$

мұндағы $t_к$ және $t_а$ қабырғалар мен ауаның температуралары,

Q – жылу мөлшері.

Конвекция арқылы құбырдан берілетін жылу мөлшері Q электрқыздырғыштың қуаты бойынша құбыр R кедергісінің ток күшінің I квадратына көбейту жолымен анықталады:

$$Q = R\ I^2.$$

Ток күшін өлшейтін амперметрдің шкаласы 0-50 А, дәлдік класы 0,1, токтың номиналдық мәні 42 А.

Құбыр кедергісі мен температура арасындағы тәуелділік арнайы тәжірибеден табылған және келесі өрнекпен анықталады:

$$R_t = R_0(1 + \alpha t), \tag{3.14}$$

мұндағы t – қабырғаның темературасы.

Температура $t=0$ болса, кедергінің мәні R_0=0,5 Ом, $\alpha = 4 \cdot 10^{-3}\ ^\circ C^{-1}$. Кедергіні өлшеудің салыстырмалы қателігі $\pm 0{,}2\%$ аспайды.

Құбырдың бетін F анықтау оның l ұзындығы мен d диаметрімен анықталады:

$$F = \pi d l \ .$$

Ұзындық мәні $l = 100 \pm 0{,}5$ мм, диаметр $d = 10 \pm 0{,}01$ мм.

Құбыр температурасы градустауы *ХК* стандартты термоэлектрлік термометрмен өлшенеді. Термометр бос шеттерінің ыдысы бойынша дәлдігі 0,5 болытын ПП-63 зертханалық потенциометрге жалғанады. Қабырғаның температурасының номиналды мәні $200^\circ C$. ПП-63 потенциометрдің рұқсат етілген қателігінің шегі келесі формуламен анықталады:

$$\Delta e_{П} = \pm(5 \cdot 10^{-4} U + 0{,}5 U_P),$$

мұндағы U - потенциометр көрсетімі, мВ;

U_p - шкаланы бөлу бағасы, мВ. U_p=0,05 мВ.

Ауа температурасы t_a құбырдан алыс, дәлдігі жоғары сынап термометрмен өлшенеді, оның шкаласы 100 – 150 $^\circ C$ және рұқсат етілген негізгі қателіктің шегі $0{,}5\,^\circ C$. Ауа температурасының номиналды мәні $120\,^\circ C$.

Зертханалық қондырғысында жылуберу коэффициентін өлшеудің қателігін бағалау керек. Өлшеу әдістерімен байланысты қателіктерді есепке алмаймыз. Өлшеу нәтижесін дөңгелектендіру ережелеріне сәйкес жазыңыз.

2 есепті шешу.

Жылуберу коэффициенті Q, F, $t_к$ және t_a параметрлердің жанама өлшеулер нәтижесі ретінде анықталады. Сондықтан жылуберу коэффициентін анықтаудың абсолюттік қателігінің рұқсат етілетін шегі (3.13) формуласы бойынша келесі өрнекпен есептелінеді:

$$\Delta\alpha_K = \sqrt{(\frac{\partial \alpha_K}{\partial Q}\Delta Q)^2 + (\frac{\partial \alpha_K}{\partial F}\Delta F)^2 + (\frac{\partial \alpha_K}{\partial t_к}\Delta t_C)^2 + (\frac{\partial \alpha_K}{\partial t_a}\Delta t_B)^2} \ .$$

Барлық өлшенетін параметрлер рұқсат етілетін ауытқуымен анықталады, оларды қателіктердің шекті мәндері деп есептеуге болады. Сондықтан жылуберу коэффициенті де кейбір рұқсат етілетін қателіктің шегімен бағаланады.

Жылу мөлшері Q электрқыздырғыштың қуаты бойынша анықталады. Сондықтан, Q өз кезегі бойынша I мен R жанама өлшеулерінің нәтижесі болып табылады: $Q = R \cdot I^2$.

Құбыр температурасы ПП-63 потенциометрмен бірге қосылған градустауы *ХК* стандартты термоэлектрлік термометрмен өлшенеді. Егер $t \le 300°C$, *ТХК* термоэлектрлік термометрдің рұқсат етілетін термо-ЭҚК ауытқуы келесіге тең болады: $\Delta e_T = \pm 0{,}2$ мВ [17.18].

ПП-63 потенциометрдің рұқсат етілетін қателігінің шегі:

$$\Delta e_П = \pm(5 \cdot 10^{-4} \cdot 14{,}59 + 0{,}5 \cdot 0{,}05) = 0{,}032 \text{ мВ};$$

$$U = E(200°C, 0°C) = 14{,}59 \text{ мВ}.$$

Термометр мен потенциометрдің қателіктері тәуелсіз шамалар деп жорамал жасағанда температура өлшеудің қосынды қателігінің Δe_Σ шегін бағалаймыз. Онда

$$\Delta e_\Sigma = \sqrt{\Delta e_T^2 + \Delta e_П^2} = \sqrt{0{,}2^2 + 0{,}032^2} = \pm 0{,}203 \text{ мВ},$$

бұл $\Delta t = \pm 3°C$ немесе $\frac{\Delta t}{t_C} = \pm 0{,}0145$ сәйкес.

Құбыр кедергісі *R* өлшенген температура бойынша (3.14) өрнегімен анықталады:

$$R = 0{,}5 \cdot (1 + 4 \cdot 10^{-3} \cdot 200) = 0{,}9 \text{ Ом}.$$

R мәнін анықтаудың қателігі кедергіні өлшейтін аспап қателігімен және температураны өлшеу қателігімен анықталады. Температураны өлшеу қателігінен пайда болатын қателік мынадан аспайды:

$$\Delta R_П = \pm 0{,}002 R_0 (1 + \alpha t) = \pm 0{,}002 \cdot 0{,}5(1 + 4 \cdot 10^{-3} \cdot 200) = 0{,}0018 \text{ Ом}.$$

Температураны өлшеу қателігімен анықталатын қателік құрамдастырушысы мынадан аспайды:

$$\Delta R_t = \pm R_0 \alpha \Delta t = \pm 0{,}5 \cdot 0{,}004 \cdot 3 = \pm 0{,}006 \text{ Ом}.$$

Құбырды градустау және температураны өлшеу қателіктері тәуелсіз шамалар деп, температурасы бойынша құбырдың кедергісін анықтаудың қосынды қателігінің шегін бағалаймыз:

$$\Delta R_\Sigma = \sqrt{\Delta R_П^2 + \Delta R_T^2} = \sqrt{0{,}0018^2 + 0{,}006^2} = \pm 0{,}00606 \text{ Ом}$$

немесе қатынасты шамалар бойынша: $\Delta R_\Sigma / R = \pm 0{,}00673$.

Енді құбырдан ауаға берілетін жылу мөлшерін анықтау қателігін бағалауға болады:

$$Q = R\ I^2 = 0{,}9 \cdot 42^2 = 1588 \text{ Вт},$$

осыдан (3.13) формуласы бойынша:

$$\Delta Q = \sqrt{(\frac{\partial Q}{\partial R}\Delta R)^2 + (\frac{\partial Q}{\partial I}\Delta I)^2} = \pm\sqrt{42^4 \cdot 0{,}00606^2 + (2 \cdot 0{,}9 \cdot 42 \cdot 0{,}05)^2} = \pm 11{,}34 \text{ Вт}.$$

Құбырдың бетін *F* анықтау қателігінің шегін бағалайық:

$$F = \pi dl = 3{,}14 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}1 = 0{,}00314 \quad \text{м}^2;$$

$$\Delta F = \pm\sqrt{(3{,}14 \cdot 0{,}1 \cdot 0{,}0001)^2 + (3{,}14 \cdot 0{,}01 \cdot 0{,}0005)^2} = \pm 16 \cdot 10^{-6} \ \text{м}^2.$$

Ауа температурасын өлшеу қателігін шыны термометрдің мінездемелері бойынша бағалайық. Термометрдің шкаласы $100 - 150°C$, рұқсат етілетін қателіктің шегі $\pm 0{,}5°C$. Онда $\Delta t_a = \pm 0{,}5°C$ немесе $\Delta t_a / t_a = \pm 0{,}00416$.

Жылу беру коэффициентін анықтау қателігінің шегін бағалау үшін абсолюттік қателігін анықтау өрнегін пайдаланамыз. Алдымен дербес туындыларын анықтаймыз:

$$\frac{\partial \alpha_K}{\partial Q} = \frac{1}{F(t_C - t_B)} = 3{,}98 \frac{1}{м^2 K};$$

$$\frac{\partial \alpha_K}{\partial F} = \frac{Q}{F^2(t_C - t_B)} = 2{,}013 \cdot 10^6 \frac{Вт}{м^4 K};$$

$$\frac{\partial \alpha_K}{\partial t_C} = \frac{Q}{F(t_C - t_B)^2} = 79{,}02 \frac{Вт}{м^2 K^2};$$

$$\frac{\partial \alpha_K}{\partial t_B} = \frac{Q}{F(t_C - t_B)^2} = 79{,}02 \frac{Вт}{м^2 K^2};$$

Абсолютты қателік:

$$\Delta \alpha_K = \pm\sqrt{(3{,}98 \cdot 11{,}34)^2 + (2{,}013 \cdot 16)^2 + (79{,}02 \cdot 3)^2 + (79{,}02 \cdot 0{,}5)^2} = \pm 239{,}06 \frac{Вт}{м^2 K}.$$

Жылу берудің есептелген коэффициенті:

$$\alpha_K = \frac{Q}{F(t_C - t_B)} = \frac{1588}{0{,}00314(473 - 393)} = 6321{,}7 \frac{Вт}{м^2 K}.$$

Рұқсат етілетін салыстырмалы қателіктің шегі:

$$\delta_\alpha = \frac{\Delta \alpha_K}{\alpha_K} = \pm \frac{239{,}06}{6321{,}7} 100 = \pm 3{,}78\% \ .$$

Жауабы: $\alpha_K = (6322 \pm 240) \frac{Вт}{м^2 K}$, $\delta_\alpha = \pm 3{,}78\%$.

3.2 Өлшеу нәтижесін дөңгелектендіру ережелері

Өлшеу нәтижесі келесі түрде жазылады:

$$x = \overline{X} \pm \Delta, \quad \text{P}, \tag{3.15}$$

мұнда $\overline{X}$ - өлшеу нәтижесінің өзі (немесе орта арифметикалық мәні);
Δ - өлшеу нәтижесінің қателігі (немесе қателіктің сенімділік шектері);
P – сенімділік ықтималдық.

Осы өлшеу нәтижені көрсету түрі энергетикада технологиялық процестерді автоматтандырылған басқару жүйелеріндегі (ТП АБЖ) өлшеулер дәлдіктерін бағалауының негізгі болып қабылданған [10].

Өлшеу нәтижелерінің ақырғы дайындауы кезінде келесі ережелерді қолдану қажет. Өлшеу қателіктері тек қана нәтижелердің анықталмағадығының аймағын бағалайтын болғандықтан, оларды дәл білу қажет емес. Ақырғы жазуында өлшеу қателігі бір немесе екі маңызды цифрлері бар санмен көрсетіледі.

Эмпирикалық жолмен қателіктің есептелген мәні мен алынған өлшеу нәтижесін дөңгелектенудің келесідей ережелері орнатылған:

- (3.15) түрде көрсетілген өлшеу нәтижесін дөңгелектенуінің қателік мәнін дөңгелектенуден бастау;

- өлшеу нәтиже қателігінің бірінші цифрі 1 немесе 2 тең болса, онда өлшеу нәтиженің қателігі екі маңызды цифрлерге дейін дөңгелектенеді, яғни осы цифрдің разряды (1 немесе 2) және одан кейінгі разряды. Қалған сандар алынып тасталынады, дөңгелектену арифметикалық дөңгелектену ережелерімен орындалады:

1) алынып тасталынатын разрядтардың бірінші цифрі 5-тен кіші болса, санның қалған цифрлері өзгермейді. Бүтін сандардағы артық цифрлер нольмен орын басаылады, ал ондық бөлшектерде жойылады;

2) алынып тасталынатын разрядтардың бірінші цифрі 5-тен үлкен болса, онда соңғы қалдырылған цифрге 1-ді қосады;

3) алынып тасталынатын разрядтардың бірінші цифрі 5-ке тең және одан кейінгі цифрлер белгісіз немесе нольге тең болса, онда соңғы қалдыратын санды ол жұп болса, өзгертпейді, тақ болса, оған 1-ді қосады. Егер де алынып тасталынатын разрядтардың бірінші цифрі 5-ке тең және одан кейінгі цифрлер нольге тең емес болса, онда соңғы қалдыратын санға 1-ді қосады;

- өлшеу нәтиже қателігінің бірінші маңызды цифрі 3-ке тең немесе одан үлкен болса, онда қателік мәнінде осы разряд қана сақталады. Басқа цифрлер жойылады, дөңгелектену арифметикалық дөңгелектену ережелерімен орындалады;

- өлшеу қателігінің дөңгелектенген нәтижесінің разрядына дейін өлшеу нәтижесі де дөңгелектенеді. Егер де өлшеу нәтижелерінің сандық мәндері нольдермен аяқталса, олар қателіктің сандық мәнінің разрядына дейін алынып тасталады;

- дөңгелектену тек ақырғы жауапта орындалады, алдын-ала есептеулерді біреу-екеу артық белгілерімен жасайды;

- ақырғы жауапта тек қана дөңгелектену өңделеді, алдын-ала есептеулерді біреу-екеу артық белгілерімен жасауға болады .

Осы дөңгелектену ережелер орындалса, онда өлшеу нәтиженің сандық мәніндегі маңызды цифрлер саны жуықтап өлшеу дәлдігі туралы пікір береді. Бұның себебі келесіде - дөңгелектенумен анықталатын шекті қателік өлшеу

нәтиженің сандық мәнінінің соңғы разряд бірлігінің жарытсына тең болатыны.

Y өлшеу нәтижесіне дқңгелектенудің ісерін бағалау үшін оны келесі түрде көрсетеміз [9]:

$$Y = A_1 \cdot 10^R + A_2 \cdot 10^{R-1} + A_3 \cdot 10^{R-3} + ... + A_S \cdot 10^P \quad , \qquad (3.16)$$

мұндағы $A_1,..., A_S$ – жоғарғы цифрі $A_1 \neq 0$ болатын ондық цифрлер;

R,P,S – бүтін сандар, және *R-P=S-1*.

Дөңгелектенумен анықталатын абсолютты қателік $\Delta = 0.5 \cdot 10^p$.

Дөңгелектенудің қатынасты шекті бағасы ретінде келесі шама кепленедң [9]:

$$\delta = \frac{\Delta}{A_1 \cdot 10^R} = 0{,}5\frac{10^{P-R}}{A_1} = \frac{1}{2A_1}10^{1-S} \quad ,$$

себебі абсолютты қателікті (3.16) қосындының тек қана бірінші мүшесіне бөлу қателік бағасының сандық мәнінің артыуна әкеледі. A_1 мәндері 1-ден 9-ға дейін болатынынан, шекті қателікте жалғыз маңызды цифр болса (*S=1*), ол 6-дан 50%-ға дейінгі шектерде бола алады. Екі маңызды цифр болса, ол 0,6-дан 5%-ға дейінгі шектерде, үш цифр болса - 0,06-дан 0,5%-ға дейін бола алады

Бағаланған қателіктер шектері дөңгелектенудің өлшеу нәтижесінің дәлдігіне әсерін сипаттайды. Сонымен бірге, өлшеу нәтижесінің дәлдігі берілген болса, өлшеу нәтижесін көрсетуге минималды қажетті маңызды цифрлер санын білуге осы мәлімет мүмкіндік береді.

3.5 Бақылау сұрақтары

3.5.1 Көпреттік бақылаулары бар өлшеулер деп қандай өлшеулерді атайды?

3.5.2 Өлшеу нәтижесі деп қандай мән қабылданады?

3.5.3 Орта арифметикалық шама мәнінің орта квадраттық ауытқуы деп қанадай шама қабылданады?

3.5.4 Көпреттік байқаулары бар өлшеулердің нәтижелерін өңдеу ережелерінде қандай факторлар есепке алынады?

3.5.5 Көпреттіек тәуелсіз байқаулары бар тура өлшеулер нәтижелерін өңдеудің стандартты әдістемесін айтыңыз.

3.5.6 Байқау қатарының орта квадратты ауытқуының формуласы.

3.5.7 Байқау қатарының орта арифметикалық шамасының формуласы (байқау нәтижелерінің).

3.5.8 Қандай шама байқаулар нәтижелерінің кездейсоқ қателіктерінің өлшемінің негізгі сипаттамасы болады?

3.5.9 Байқау тобында өрескел қателіктерінің бар болуын тексеру алгоритмі.

3.5.10 Қандай шама өлшеу нәтижесінің кедейсоқ қателіктерінің өлшемінің негізгі сипаттамасы болады?

3.5.11 Байқаулар нәтижелерінің қалыпты таралу заңына жататынын тексеруге қандай критерийлер қандай жағдайда қолданылады?

3.5.12 Гистограмманы құрудың кезеңдері.

3.5.13 Пирсонның χ^2 келісуі критерийі.

3.5.14 Өлшеу нәтиженің кездейсоқ қателігінің сенімділік шектерінің формуласы.

3.5.15 Өлшеу нәтиженің жойылмаған жүйелік қателігінің шектерін есептеу.

3.5.16 Тура әрекетті көрсететін өлшеу аспапты қолданғанда тура өлшеудің нәтижесінің дәлдігі қандай формуламен бағаланады?

3.5.17 Тура өлшеулер анықтамасы мен формуласы.

3.5.18 Жанама өлшеулер анықтамасы мен формуласы.

3.5.19 Тура өлшеулер қателігінің формуласы.

3.5.20 Жанама өлшеулер қателігінің формуласы.

3.5.21 Өлшеу нәтижені дөңгелектендіру ережелері.

4 Өлшеу құралдары туралы негізгі мәліметтер

4.1 Өлшеу құралдарының классификациясы

Өлшеулерде қолданылатын және нормаланған метрологиялық сипаттамалары бар техникалық құралдар *өлшеу құралдары (ӨҚ)* деп аталады.

Өлшеу нәтижелеріне және қателіктеріне әсер ететін ӨҚ қасиеттерінің сипаттамалары (4.2 т.) м*етрологиялық сипаттамалар* болып табылады.

Өлшеу құралдарының классификациясы 4.1 суретінде көрсетілген.

Берілген өлшемдегі физикалық шаманы жаңғырту және/немесе сақтау үшін арналған ӨҚ *өлшеуіш* болытабылады.

Келесі өлеуіштер түрлерін ажыратады:

- *бірмәнді өлшеуіш* – физикалық шаманың бір өлшемін жаңғыртатын өлшеуіш (мысалы, 1 кг гір);

- *көпмәнді өлшеуіш* – физикалық шаманың әртүрлі өлшемдерін жаңғыртатын өлшеуіш (мысалы, штрихты сызғыш);

- *өлшеуіштер жиынтығы* – практикада дербес немесе әртүрлі үйлескен қолдану үшін тағайындалған бір физикалық шаманың әртүрлі өлшемдер өлшеуіштерінің жиынтығы (мысалы, ақырғы ұзындықтың өлшеуіштер жиынтығы).

Дербес немесе өлшеу қондырғылары мен жүйелер құрамында *өлшеу құрылғылары* қолданылады. Өлшеу құрылғылары *ақпаратты ұсыну формаларына* байланысты өлшеу аспаптары (ӨА) және өлшеу түрлендіргіштері (ӨТ) болып бөлінеді.

Бақылаушы тікелей қабылдай алатын түрдегі өлшеу ақпаратының сигналын өндіру үшін тағайындалған ӨҚ *өлшеу аспабы* деп аталады. Өлшеу аспаптарын келесідей бөледі: 1) аналогтық және цифрлық аспаптар; 2) көрсететін және тіркейтін (өзі жазатын) аспаптар; 3) тура әсер етуші аспаптары және салыстыру аспаптары.

Өлшеу ақпаратының сигналын тарату, ыңғайлы түрде беру, одан әрі түрлендіру, өңдеу және (немесе) сақтау үшін негізделген, бірақ бақылаушының тікелей қабылдауына берілмейтін ӨҚ *өлшеу түрлендіргіштері* болып табылады.

Өлшеу түрлендіргіштері мынадай болады болады: біріншіреттік және екіншіреттік; аралық және беріліс жасайтын; масштабтық; датчиктер және т.б.

Өлшеу объектінің бір немесе бірнеше физикалық шамаларын өлшеу үшін тағайындалған және функционалдық қасиеті бойынша біріктірілген көмекші құрылғылары бар ӨҚ жиынтығы *өлшеу қондырғылар және жүйелер* болып табылады.

Бір ізге салынған ӨҚ – автоматтандыру құралдары және өнеркәсіптік аспаптардың Мемлекеттік жүйесіне енетін ӨҚ. Бұл жүйе блоктық-модульдік принципы бойынша құрылады:

- 0,2 – 1 $кгс/см^2$ (0,02 – 0.1 МПа) кіріс және шығыс пневматикалық сигналдары бар аспаптар;

- электрлік кіріс және шығыс сигналдары бар аспаптар:

а) 0-5, 0-20, 0-100 мА немесе 0-10 В тұрақты ток принципінде негізделген;

б) жиілігі 50 немесе 400 Гц; 1-0-1 В, 0-2 В, 1-3 В; 0-10 МГц, 10-0-10 МГц айнымалы ток принципінде негізделген;

- электр жиілілік 1500 -2500 Гц және 4000 – 8000 Гц кіріс және шығыс сигналдары бар аспаптар.

Бұл аспаптардың бір ізге салынған кіріс және шығыс сигналдары бар, бұл өлшеу құралдарының өзара алмасуын қамтамасыз етеді, екіншіреттік өлшеу құрылғыларының түрлерін қысқартуға мүмкіндік береді, автоматтандыру құрылғыларының сенімділігін арттырады, компьютерді қолдану келешегіне жол ашады.

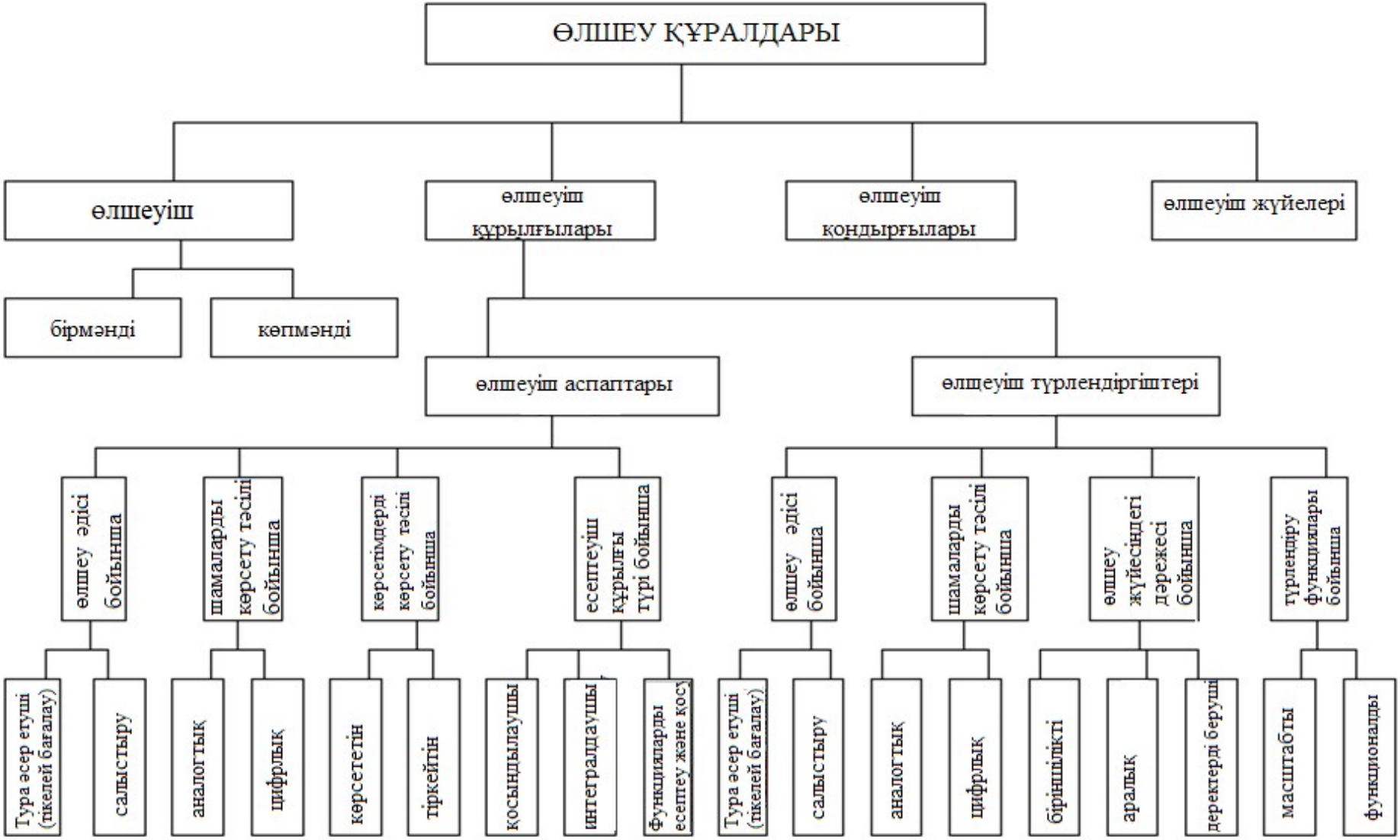
Өлшеулер бірлігін қамтамасыз ету жүйесінде *тағайыны бойынша* ӨҚ үш категорияға бөлінеді**:**

а) жұмыстық өлшеуіштер, өлшеу аспаптары, өлшеу түрлендіргіштер;

б) эталондар.

Халық шаруашылығының барлық салаларында күнделікті тәжірибеде өлшеуге арналған ӨҚ *жұмыстық ӨҚ* болады. Жұмыстық ӨҚ келесідей бөлінеді: 1) жоғарғы дәлдікті (зертханалық) ӨҚ; 2) техникалық ӨҚ.

Басқа өлшеу құралдарына шама бірлігін беру мақсатымен оны қалпына келтіруге және сақтауға тағайындалған жоғарғы деңгейдегі өлшеуіш - *эталон* болып табылады. Эталондардың классификациясы, міндеттері және оларды



4.1 сурет – Өлшеу құралдардың классификациясы

жасаудың, сақтаудың, қолданудың талаптары МЕСТ 8.057-80 «ӨМЖ. Физикалық шама эталондар. Негізгі ережелері» стандарты орнатады.

Эталондар тізімі физикалық шамалар тізімін қайталамайды. Сәйкес физикалық шамаларды салыстыру мүмкіншіліктері болмағандықтан кейбір бірліктер үшін эталондар жасалмайды (мысалы, аудан эталоны жоқ). Физикалық шаманың бірлігін жеткілікті дәлдікпен қарапайым өлшеу құралдары көмегімен қалпына келтіру мүмкін болса да эталондар жасалмайды.

Эталондардың келесі түрлерін ажыратады:

- *біріншіреттік эталон* – физикалық шама бірлігін қазіргі ғылыми-техникалық мүмкіндікке сай аса жоғары дәлдікпен жаңғыртатын эталон. Біріншіреттік эталон ұлттық (мемлекеттік) және халықаралық болуы мүмкін.

Ұлттық эталон ел үшін метрология бойынша ұлттық органы мен бастапқы өлшеу құралы ретінде бекітіледі.

Өлшеулер және таразылардың Халықаралық бюросы халықаралық эталондарды сақтайды және қолдайды. Оның міндеті әртүрлі елдердің ұлттық эталондарын халықаралық эталондармен, сондай-ақ өзара жүйелік түрде халықаралық салыстыру болады. Сонымен бірге, СИ жүйесінің негізгі және туынды шамаларының эталондары салыстыруға жатады. Салыстырудың белгіленген кезеңдері тағайындалған: метр және килограмм эталондары әр 25 жылда; электр және жарық эталондары – 3 жылда бір рет [13,14];

- *екіншіреттік эталондар* –сәйкес физикалық шаманың біріншіреттік эталонымен салыстыру жолымен алынған бірлік өлшемін сақтайды. Өзінің метрологиялық тағайыны бойынша екіншіреттік эталондар келесілерге бөлінеді:

- бірлік өлшемін жұмыстық эталондарға беру үшін тағайындалған *эталон-көшірме*;

- кейбір себептері бойынша бір-бірімен тікелей салыстыруға мүмкіндігі жоқ эталондарды салыстыру үшін тағайындалған *салыстыру эталоны* ;

- мемлекеттік эталонның өзгермегенін және сақталғанын тексеру және оны бұзылған немесе жоғалған жағдайда ауыстыру үшін тағайындалған *эталон-куә*. Кәзіргі заманда тек қана килограмм эталонының эталон-куәсі бар;

- жұмыстық өлшеу құралдарына бірліктер өлшемдерін беру үшін тағайындалған *жұмыстық эталон*. Бұлар ең жиі таралған эталондар. Жұмыстық эталондар қажетті жағдайда, тексеру сұлбасына сәйкес олардың бағыну тәртібін анықтайтын разрядтарға бөлінеді (1, 2, т.б.). Біздің елімізде «жұмыстық эталондар» термині орнына «үлгілі өлшеу құралдары» термин пайдаланылады, ол басқа елдердің көбісінде пайдаланбайды.

Үлгілі өлшеу құралдарының өлшеудің жоғарғы шектері тексерілетін аспаптың өлшеудің жоғарғы шегіне тең немесе одан үлкен болуы керек. Үлгілі ОҚ рұқсат етілген қателігі сыналатын аспатың рұқсат етілген қателігінен айтарлықтай (4-5 есе) кіші болуы керек.

Жұмыстық өлшеу құралдары 4-ші разрядты жұмыстық эталондармен МЕСТ-ың жүйесінің бақылау зертханаларында тексеріледі. 4-ші разрядты жұмыстық эталондар (үлгілі эталондар) 1-ші разрядты мемлекеттік бақылау зертханаларында одан да дәлірек тексеріледі 3-ші разрядты жұмыстық эталондармен тексеріледі. 3-ші разрядты жұмыстық эталондар (үлгілі эталондар) салыстыру әдісімен 2-ші разрядты үлгілі эталондармен тексеріледй, т.с.

Ең бірінші эталондар Францияда 1799 жылы ресми бекітілді және Францияның ұлттық мұрағатына сақтауға берілді (1.2.1 т.).

4.2 Өлшеу құралдарының метрологиялық сипаттамалары

Өлшеу құралын пайдалану кезінде оның шығыс сигналындағы өлшенетін шама туралы ақпараттың шындық мәніне сәйкестік деңгейін білу өте маңызды. Осы мақсатпен әрбір өлшеу құралына анықталған метрологиялық сипаттамалар еңгізіледі және нормаланады.

Метрологиялық сипаттамалар (МС) – өлшеулер нәтижелеріне және қателіктеріне әсер етуші өлшеу құралдар қасиеттерінің сипаттамалары. Нормативті-техникалық құжаттармен тағайындалатын сипаттамалар *нормаланатын*, ал тәжірибе арқылы анықталатын – *шындық* деп аталады. Метрологиялық сипаттамалар номенклатурасы, өлшеу құралдар үшін нормаланатын МС кешендерін таңдау ережелері және оларды нормалау тәсілдері МЕСТ 8.009-84 «МӨЖ. Өлшеу құралдардың нормаланатын метрологиялық сипаттамалары» стандартымен анықталады.

Өлшеу құралдардың метрологиялық сипаттамаларының номенклатурасы 4.2 суретте келтірілген.

Метрологиялық сипаттамалардың толық тізімінде олардың келесі топтарын белгілеуге болады:

- статикалық режимінде өлшеу құралдың кірісіндегі және шығысындағы сигналдардың қатынасын анықтайтын *градустау сипаттамалары*. Оларға қатысты болатын, мысалы, аспаптың номиналды статикалық түрлендіру сипаттамасы (градустау сипаттамасы), өлшеуіштің номиналды мәні, өлшеу шекаралары, шәкілдің бөліктену бағасы, цифрлы аспабындағы цифрлы кодтың түрі және параметрлері;
- өлшеу нәтиже қателігінің құрал-саймандық құрастырушысын бағалауға мүмкіндік беретін *өлшеу құралдың дәлдік көрсеткіштері*;
- өлшеу құралдың инерциялық қасиеттерін бейнелейтін және өлшеулердің динамикалық қателіктерін бағалау үшін қажет *динамикалық сипаттамалар;*
- әсер етуші шамалар немесе кіріс сигналдың ақпаратсыз параметрлерінің әсерін анықтайтын өлшеу құралдың метрологиялық сипаттамаларының арасындағы тәуелділігін бейнелейтін *әсер ету функциялар*.

Өлшенетін шамамен тікелей байланысы жоқ, бірақ өлшеу нәтижесіне әсер ететін кіріс сигналдың параметрі *ақпаратсыз* деп аталады (мысалы, амплитудасын өлшеген кезде айнымалы электр тоғының жиілігі).

4.2 сурет – ӨҚ метрологиялық сипаттамалар номенклатурасы

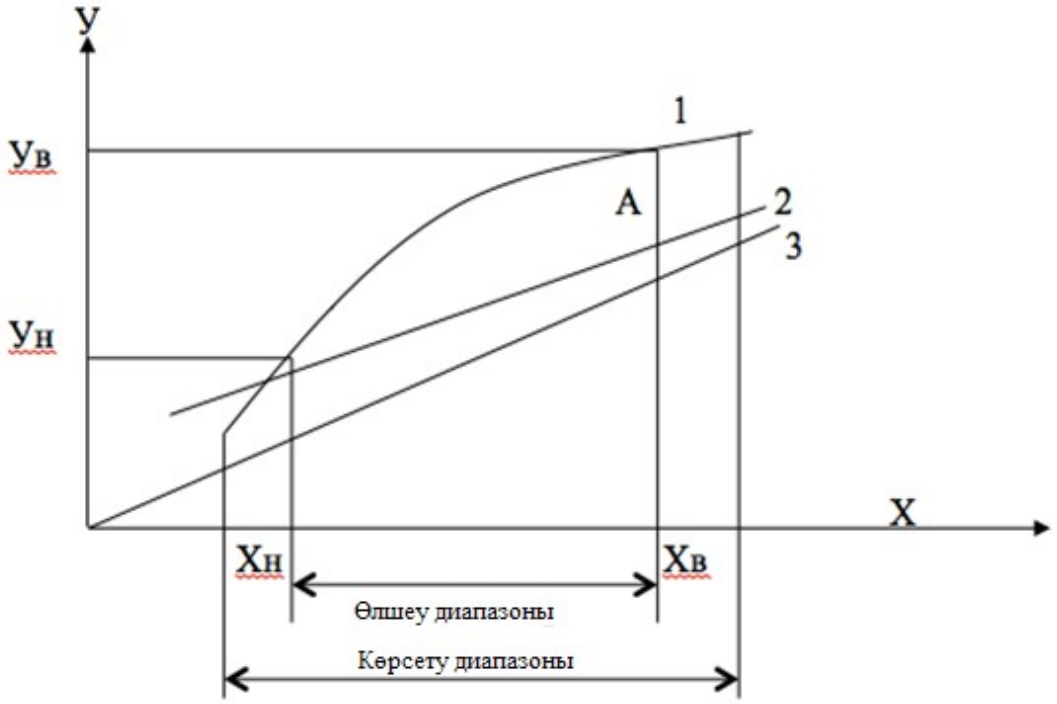
Әдетте *қолданудың қалыпты* және *жұмыстық жағдайлары* үшін өлшеу құралдардың метрологиялық сипаттамаларды бөлек нормаланады. Егер әсер етуші шамалар әсерінен метрологиялық сипаттамалар өзгеруін менсінбеуге мүмкін болса, онда мұндай жағдайлар қалыпты болып саналады. Сонымен, өлшеу құралдардың көптеген түрлері үшін қалыпты жағдайлар: температура $(20\pm5)\,^{\circ}C$, атмосфералық қысым 84 ... 106 кПа, салыстырмалы ылғалдық 30 ... 80% болып табылады. Қалыптымен салыстырғанда жұмыстық жағдайлардың әсер етуші шамалар диапазондары кеңдеу болады.

Өлшеу құралдардың негізгі метрологиялық сипаттамаларын қарастырайық.

4.2.1 Өлшеу құрылғылардың статикалық сипаттамалары.

Өлшеу құрылғылардың X кіріс және Y шығыс сигналдарының мәндері өзгермейтін болса, онда мұндай жұмыс режимі *статикалық (стационарлық)* деп аталады.

Өлшеу құрылғының статикалық жұмыс режимінде шығыс сигналдың кіріс сигналына функционалдық тәуелділігі сол құрылғының *статикалық сипаттамасы* деп аталады (4.3 сурет). Жалпы жағдайда бұл сызықтық емес тәуелділік $Y = f(x)$.



4.3 сурет – Өлшеу құрылғының статикалық сипаттамасы

Өлшенетін шаманың бірліктерінен ерекше бірліктерде градусталған шәкілі немесе атаусыз шәкілі бар өлшеу құрылғылары үшін статикалық сипаттаманы *түрлендіру функциясы* деп атау қабылданған. Өлшеу аспаптары үшін статикалық сипаттаманы бұдан басқа тағы да *шәкіл сипаттамасы* деп атайды. Статикалық сипаттаманы анықтау градустауды орындаумен байланысты, сондықтан *барлық өлшеу құралдары* үшін *градустау сипаттамасы* түсініктемесі пайдаланылады. Кесте, график немесе формула түрінде жасалған өлшеу құралдың шығуындағы және кіруіндегі шамалар мәндері арасындағы тәуелділікті *градустау сипаттама* деп атайды.

Арнаулы жағдайлардан басқа, өлшеу құрылғыларының статикалық сипаттамасына қойылатын негізгі талап - шығыс және кіріс шамалары арасындағы сызықтық тәуелділікті алуға тіреледі. Практикада бұл талап алдын ала қабылданған кейбір қателікпен іске асады.

Шкаланың соңғы және бастапқы мәндерімен шектелген шәкіл облысы *көрсетімдер диапазоны* болады.

Өлшеулер диапазоны (шкаланың жұмыс бөлігі) – өлшеу құралдарының рұқсат етілетін қателіктері нормаланған өлшенетін шама мәндерінің аймағы (шкалада):

$$(X_ж - X_т;\ У_ж - У_т),$$

мұнда, $У_т$, $X_т$– өлшеу диапазонының төменгі шегі;

$У_ж$, $X_ж$ — өлшеу диапазонының жоғарғы шегі.

Статикалық сипаттаманың ерікті нүктесінде ӨҚ кіріс сигналдың шығыс сигналына әсерін сандық бағалау үшін ΔX кіріс сигналының өсімшесіне $\Delta У$

шығыс сигналының өсімшесінің қатынасының шегін қолданады, яғни $\Delta X \to 0$ болғанд таңдалған нүктедегі туынды келесіге тең:

$$S = \lim_{\Delta X \to 0} \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{dY}{dX}. \qquad (4.1)$$

S – өлшеу аспабының (ӨА) *сезімталдығы*, ӨА шығыс сигналының өзгеруінің осы өзгеруін туғызған өлшенетін шаманың өзгеруіне қатынасы ретінде анықталады.

Графикалық сезімталдық – бұл статикалық сипаттамаға жанаманың иілу бұрышының тангенсі.

Егер статикалық сипаттама бейсызықты болса, онда оның сезімталдығы шәкілдің әртүрлі нүктелерінде әртүрлі болады (шәкіл – әркелкі). Сызықтық шәкілі бар өлшеу құралдардың біркелкі шәкілі және тұрақты сезімталдық мәні болады.

Өлшеу түрлендіргіштерде статикалық сипаттама, әдетте, сызықтық: $Y = kX$, мұнда k - түрлендіру (беріліс) коэффициенті.

Көрші екі шәкіл белгілері арасындағы айырымы *бөліктеу бағасы* деп аталады

Сезімталдық табалдырығы – түрлендіргіштің шығыс сигналындағы немесе өлшеу аспабының y көрсетуінің сенімді белгіленген өзгеруін тудыруға қабілетті, өлшенетін x шама мәнінің ең аз өзгеруі.

Жоғарыда қарастырылған барлық өлшеу құралдардың сипаттамаларын метрологиялық деп атайды, себебі олар осы құралдар көмегімен атқаратын өлшеу дәлдігіне әсер етеді.

4.2.2 Дәлдік класы және рұқсат етілетін қателіктер.

Өлшеу нәтиже қателігін бағалаған кезде өлшеу құралдың барлық нормаланған метрологиялық сипаттамаларын есепке алу өте күрделі және көп еңбекті процедура, тек қана жоғарғы дәлдігі бар өлшеулерде орынды. Өндірістегі өлшеулерде, күнделікте мұндай дәлдік әр уақытта қажет емес. Сонымен бірге, өлшеу қателігінің мүмкін болатын құрал-саймандық құрастырушысы туралы анықталған ақпарат қажет. Мұндай ақпарат өлшеу құралдың дәлдік класын белгілеу арқылы беріледі.

Негізгі және қосымша рұқсат етілетін қателіктер шегімен, басқа да дәлдікке әсер ететін өлшеу құралдарының қасиеттерімен анықталатын жалпыланған метрологиялық сипаттама *дәлдік класы* деп аталады. Дәлдік класы – өлшемсіз шама.

Берілген типті өлшеу құралдардың толымды тобын сынау және зерттеу негізінде, оларды жасау кезінде өлшеу құралдарына дәлдік класы меншіктеледі. Сонда қателіктердің рұқсат етілетін шектерін нормалайды және өлшеу диапазоны шектерінде қателіктер өзгеру мінезіне тәуелді абсолюттік, келтірілген немесе салыстырмалы қателіктер түрінде бейнеленеді. Кейбір нормалаушы мәнінің пайызы есептелетін салыстырмалы қателік келтірілген деп аталады. Нормалаушы ретінде әдетте шәкілдің соңғы мәні қабылданады

(біржақты шәкілі бар аспаптар үшін өлшеудің жоғарғы шегі, ал ортасындағы нөлі бар аспаптар үшін - шектердің қосындысы).

Рұқсат етілетін абсолюттік қателіктің шектері келесі формулалар бойынша орнатылады:

$$\Delta = \pm a \tag{4.2}$$

немесе

$$\Delta = \pm(a + bx), \tag{4.3}$$

мұнда x - өлшенетін шама мәні;

a, b – x –ке тәуелді емес оңтаңбалы сандар.

(4.3) формуласына сәйкес нормалау, өлшеу құралдың қателігінде аддитивтік және мультипликативтік құрастырушылары бар дегенді білдіреді.

Рұқсат етілетін келтірілген негізгі қателік шектері келесі формула бойынша анықталады:

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot 100}{X_N} = \pm p\%, \tag{4.4}$$

мұнда X_N - x –тің бірліктерінде көрсетілген нормалаушы мән;

p – стандартталған мәндер қатарынан таңдалынған дерексіз оңтаңбалы сан.

Едәуір әркелкі шәкілі бар өлшеу аспаптар үшін нормалаушы мәнін шәкіл ұзындығына тең деп орнатады.

Рұқсат етілетін салыстырмалы негізгі қателік шектері:

а) егер Δ (4.2) формула бойынша орнатылса:

$$\delta = \frac{\Delta}{x}100 = \pm q\% \quad ; \tag{4.5}$$

б) егер Δ (4.3) формула бойынша орнатылса:

$$\delta = \pm\left[c + d\left(\frac{X_K}{x} - 1\right)\right]\%, \tag{4.6}$$

мұнда q - стандартталған мәндер қатарынан таңдалынатын дерексіз оңтаңбалы сан;

X_K - өлшеу шектерінің модулі бойынша ең үлкені (өлшеудің жоғарғы шегі, немесе нөлі ортасындағы аспаптар үшін өлшеу шектерінің қосындысы);

c, d - стандартталған мәндер қатарынан таңдалынатын дерексіз оңтаңбалы сан;

x – аспап көрсетімі.

Рұқсат етілетін қосымша қателіктер шектері, әдетте, рұқсат етілетін негізгі қателік шегінің бөлшек мәні түрінде орнатылады. Дәлдік кластардың белгілеулері аспаптардың шәкілдеріне, қақпаларына немесе сыртына орнатылады.

Өлшеу құралдардың дәлдік кластары шартты белгілермен белгіленеді (әріптермен, цифрлармен).

Өлшеу құралдар үшін рұқсат етілетін негізгі қателіктер шектері келтірілген қателіктер немесе салыстырмалы қателіктер түрлерінде (4.4) және (4.5) формулаларға сәйкес көрсетіледі, дәлдік кластар осы шектердің пайыздарына тең сандармен белгіленеді. Салыстырмалы қателікті келтірілгеннен ажырату үшін салыстырмалы қателік түріндегі дәлдік класын дөңгелекпен айналдыра сызады, мысалы, 2,5 .

Егер қателік шәкіл ұзындығының пайызы болып нормаланса, онда дәлдік класы цифрмен белгіленеді (мысалы, 1,5) немесе класты белгілеудің астына мынадай белгі қойылады $\vee$. Егер қателік (4.6) формуламен нормаланса, онда дәлдік класы *c/d* сияқты болып белгіленеді (мысалы, 0,02/0,01).

М ы с а л Өлшеу шектері 0 ... 10 А амперметрдің шәкілінде дәлдік кластың 2,5 белгісі қойылған. Бұның мағынасы былай – берілген аспап үшін келтірілген қателігі нормаланған. (4.4) формуласына X_N = 10А және p = 2,5 мәндерді қойып, келесіні табамыз

$$\Delta = \frac{X_N}{100} 2{,}5 = 0{,}25 \text{ А}.$$

Егер дәлдік кластың белгілеуі дөңгелекпен айналдыра сызылған болса, онда қателік өлшенген мәннің пайызы болып есептеленеді. Сөйтіп, өлшенген мәні $I_{өлш}$ = 2А үшін аспап қателігі мынадан аспау керек $\frac{2 \cdot 2{,}5}{100} = 0{,}05$ А.

Негізгі және қосымша рұқсат етілген қателіктердің шегі жеке өлшеу құралдарының стандартына сәйкес белгіленеді.

Өлшеу құралдарының дәлдік кластарына (1; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0; 4.0; 5.0; 6.0) $\cdot 10^n$; n = 1; 0; -1; -2;… қатарынан алынатын дәлдік класы беріледі (МЕСТ 136-68) .

Дәлдіктің нақты кластары өлшеу құралының жеке түрлеріне қатысты стандарттармен белгіленеді. Дәлдік класын көрсететін сан аз болған сайын рұқсат етілген негізгі қателік шегі азаяды.

Екі немесе одан да көп диапазоны (немесе шәкілі) бар өлшеу құралында екі немесе одан да көп дәлдік класы болуы мүмкін.

4.3 Өлшеу құралдар қателіктерінің классификациясы

Өлшеу құралдар қателіктерінің классификациясы 4.4 суретте келтірілген.

Көріну сипатына қарай өлшеу құралдардың *жүйелік және кездейсоқ* қателіктерінің құраушыларын ажыратады. Олар өлшеулердің жүйелік және кездейсоқ қателіктері сияқты мағынаға ие болады (2.1 т.).

Қолдану жағдайына қарай өлшеу құралдардың келесі қателіктерін ажыратады:

1) қалыпты жағдайларда (Қ.Ж.) қолданылатын ӨҚ қателігі өлшеу құралдың *негізгі қателігі* болып табылады. Өлшеу құралдардың қолдану жағдайлары үшін әсер ететін шамалардың (қоршаған ортаның температурасы, барометрлік қысым, ылғалдылық, көректендіру кернеуі, ток жиілігі және т.с.) қалыпты мәндері болса немесе олар қалыпты аймағының шектерінде болса,

сонымен бірге, олардың белгілі бір кеңістікте орналасуы, жердің магниттік өрісінен басқа сыртқы электромагниттік өрістің, дірілдің болмау шарттары Қ.Ж. деп түсінеді. Әдетте өлшеу құралдың қолдану жұмыстық жағдайлары Қ.Ж. емес болады.

4.4 сурет – Өлшеу құралдар қателіктерінің классификациясы

2) өлшеу құралдары жарамды және қолдануға болатын деген әсер ететін шама мәндерінің кеңейтілген аймағы шектерінің арасында өзгеруінен пайда болатын ең үлкен қосымша қателік *қосымша қателіктің* рұқсат етілетін шегі болып табылады. Стандарттарда немесе техникалық шарттарда ӨҚ әр түрі үшін әсер ететін шамалар мәндерінің кеңейтілген аймағы белгіленеді, осы аймақ шектерінде қосымша қателіктің мәні орнатылған шектерден аспайтын болуы керек. Негізгі және қосымша қателіктер терминдерге берілген жағдайларда пайда болатын өлшеу құралдардың нақты қателіктері сәйкес келеді.

Қолдану режіміне қарай келесі қателіктерді ажыратады:

1) тұрақты шаманы өлшеу үшін өлшеу құралын пайдалануда туындайтын қателік - *статикалық қателік*;

2) уақыт бойынша айнымалы шаманы өлшеу үшін өлшеу құралды пайдалануда туатын қателік - *динамикалық қателік.*

Ұсыну формасына қарай өлшеу құралдың *абсолюттік, салыстырмалы және келтірілген* қателіктерін ажыратады.

Бірақ, *өлшеу аспабы және өлшеу түрлендіргіші* үшін абсолюттік, салыстырмалы және келтірілген қателіктердің анықтамалары әртүрлі. Өлшеу аспабында кіріс шамасы бірлігінде градусталған шәкіл немесе белгілі көбейткіші бар шартты бірліктерінде градусталған шәкілі болады, сондықтан өлшеу нәтижесі *кіріс шаманың бірліктерінде* ұсынылады. Бұл өлшеу аспабының қателігін анықтауын қарапайымдылайды. Өлшеу түрлендіргішінде өлшеу нәтижелері *шығыс шама бірліктерінде* көрсетіледі. Сондықтан, өлшеу түрлендіргішінің кірісі және шығысы бойынша қателіктерін ажыратады.

Өлшеу аспабының абсолюттік қателігі дегеніміз аспаптың көрсетімі мен өлшенетін шаманың нақты мәнінің арасындағы айырым:

$$\Delta = X_a - X_н, \quad . \tag{4.7}$$

$X_{нақты}$ үлгілі аспап көмегімен анықталады немесе өлшеуішпен жаңғыртылады.

Өлшеу аспабының салыстырмалы қателігі дегеніміз өлшеу аспабының абсолюттік қателігінің өлшенетін шамасының нақты мәніне қатынасы:

$$\delta = \frac{\Delta}{X_н} 100\%. \tag{4.8}$$

Өлшеу аспабының келтірілген қателігі дегеніміз өлшеу аспабының абсолюттік қателігінің өлшенетін шаманың нормалаушы мәніне қатынасы:

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_{\text{N}}} 100\%. \tag{4.9}$$

Нормалаушы мән ретінде өлшеудің жоғарғы шегі немесе өлшеу аспабының өлшеу диапазоны пайдаланылады.

Өлшеу түрлендіргішінің (ӨТ) қателіктерін анықтауда келесі шамалар белгілі: $X_{нақты}$ - ӨТ кірісіндегі шаманың нақты мәні, ол кірісінде өлшеуішпен жаңғыртылады немесе үлгілі ӨҚ көмегімен анықталады. $У_ш$ - ӨТ шығысындағы шамасының мәні, ол шығысында үлгілі құрал көмегімен анықталады; өлшеу түрлендіргіштің $У = f(X)$ түрлендіру функциясы; өлшеу түрлендіргіштің түрлендіруінің $X = \varphi(У)$ кері функциясы.

Өлшеу түрлендіргішінің шығысы бойынша абсолюттік қателік дегеніміз өлшеу түрлендіргішінің шығысындағы шаманың нақты мәні және өлшеу түрлендіргішінің градустау сипаттамасы көмегімен кірісіндегі нақты мәні бойынша анықталатын шығысындағы шама мәні арасындағы айырым:

$$\Delta_{ОАшыг} = У_a - У_н = У_a - f(X_н), \tag{4.10}$$

$У_a, У_н$ кіріс шаманың бір мәнінде анықталады.

Өлшеу түрлендіргішінің кірісі бойынша абсолюттік қателік – өлшеу түрлендіргішінің градустау сипаттамасы көмегімен шығысындағы нақты мәні бойынша анықталатын өлшеу түрлендіргішінің кірісіндегі шама мәні және түрлендіргішінің кірісіндегі шаманың нақты мәні арасындағы айырым:

$$\Delta_{ОАкір} = X_a - X_н = \varphi(У_н) - X_н. \tag{4.11}$$

Өлшеу түрлендіргіштің кірісі бойынша салыстырмалы қателік:

$$\delta_x = \frac{\Delta_x}{X_н} 100\% = \frac{\varphi(У_a) - X_н}{X_н} 100\%. \tag{4.12}$$

Өлшеу түрлендіргіштің шығысы бойынша салыстырмалы қателік:

$$\delta_y = \frac{\Delta_y}{Y_н} 100\% = \frac{Y_а - f(X_н)}{f(X_н)} 100\% . \quad (4.13)$$

Өлшеу түрлендіргіштің кірісі бойынша келтірілген қателік:

$$\gamma_x = \frac{\Delta_x}{X_N} 100\% . \quad (4.14)$$

Өлшеу түрлендіргітің шығысы бойынша келтірілген қателік:

$$\gamma_y = \frac{\Delta_y}{Y_N} 100\% . \quad (4.15)$$

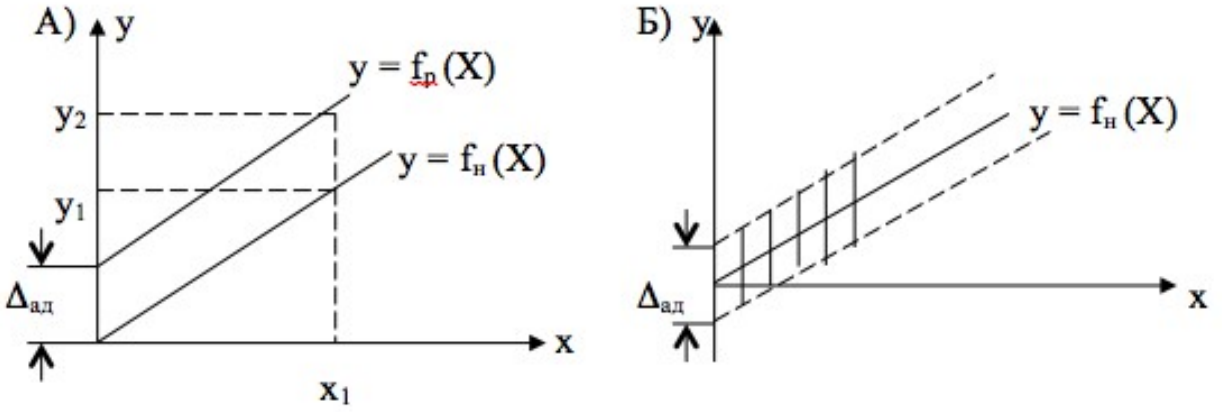
Нормалаушы X_N, Y_N мәндері ретінде түрлендіргіштің өлшеу диапазоны $(X_ж - X_т)$ немесе соған сәйкес шығыс сигналдың өлшеу диапазоны $(Y_ж - Y_т)$ пайдаланылады.

Өлшенетін шама мәндеріне қарай келесідей қателіктерді ажыратады: аддитивті, мультипликативті, сызықтылық және гистерезис.

Мұндай тәуелділікті қарастыру үшін *номиналды және нақты түрлендіру функциялар* түсініктемесін пайдаланған ыңғайлы.

Номиналды түрлендіру функциясы өлшеу құралдың паспортында көрсетілген. Берілген типті белгілі өлшеу құралы ие болатын функция *нақты түрлендіру функциясы* болып табылады. Нақты түрлендіру функцияның номиналды функциядан ауытқулары әртүрлі және өлшенетін шама мәндеріне тәуелді. Осы ауытқулар берілген өлшеу құралдың қателіктерін анықтайды.

Аддитивті қателік немесе өлшеу құралдың нөлдік қателігі дегеніміз *өлшенетін шаманың барлық мәндерінде тұрақты болып қалатын* қателік (4.5 сурет).



4.5 сурет – Өлшеу құралдың аддитивті қателігінің графигі
(А - жүйелік, Б – кездейсоқ)

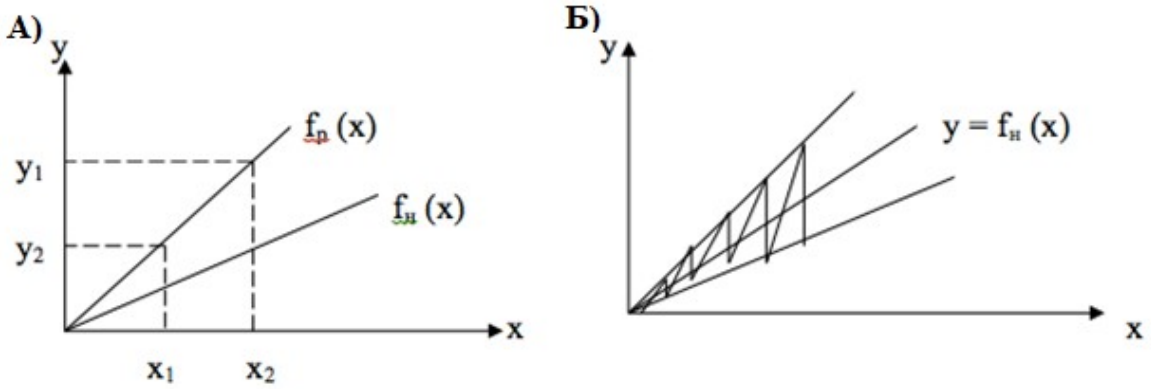
Егер аддитивтік қателік жүйелік түрде болса, онда оны алып тастауға болады (мысалы, нөлдің коррекциясы). Егер аддитивтік қателік - кездейсоқ шама болса, онда оны шығарып тастау мүмкін емес, және нақты түрлендіру функциясы номиналдыға қарай кез келген уақытында ығысады. Нақты

функциялар үшін өлшелетін шаманың барлық мәндерінде ені тұрақты болып қалатын жолақты ерекшелеуге болады.

Өлшеу құралдың тіректердегі үйкеліс, нөл дрейфі, шу (фон) кездейсоқ аддитивті қателіктің көздері болып табылады.

Өлшенетін шама үлкейген сайын сызықты көбейетін (немесе кемитін) қателік *мультипликативті қателік* немесе өлшеу құрал сезімталдығының қателігі деп аталады (4.6 сурет).

Өлшеу құралдың кейбір түйіндер және элементтер түрлендіру коэффициенттерінің өзгеруі мультипликативті қателіктің көздері болып табылады.

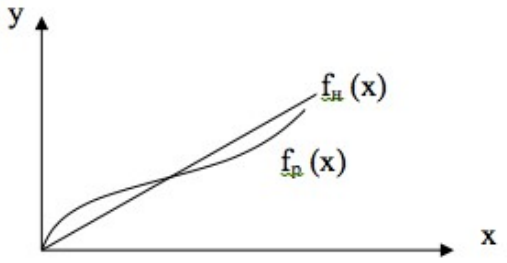


4.6 сурет – Өлшеу құралдың мультипликатвті қателігінің графигі
(А - жүйелік, Б – кездейсоқ)

Нақты түрлендіріру функциясының номиналды функциядан айырмашылығын сызықты емес эффекттер тудыратын себебінен пайда болатын қателік - с*ызықтықтың қателігі* (4.7 суреті).

Сызықтық қателігінің көздері: өлшеу құралының құрылымы (сұлбасы), өндіріс технология сұлбаларының жетілмегендіктеріне байланысты түрлендіру функциясының нәтижені бейсызықты бұрмалауы.

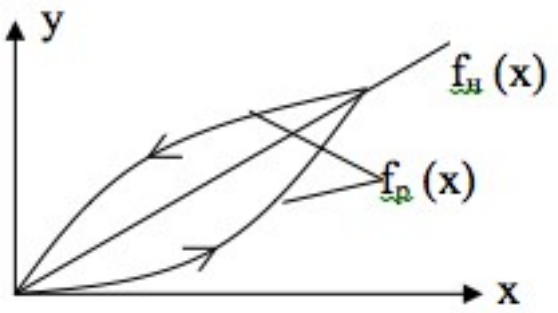
Кері жүрістің қателігі (кешігудің қателігі) *гистерезис қателігі* болып табылады (4.8 сурет). Бұл өлшеу құралдың ең маңызды және қыйын жойылатын қателігі, оның пайда болу себебі - өлшенетін шама көбейгенде (тура жүріс) және азайғанда (кері жүріс) нақты түрлендіру функциялары бірдей болмайтыны.



4.7 сурет – ӨҚ сызықтық қателігінің графигі

Гистерезистің себептері - механикалық жіберуші элементтердегі құрғақ үйкеліс, люфт, ферромагнитті материалдарындағы гистерезистік эффекті, серіппелердің материалдарындағы ішкі үйкеліс, элементтердегі, пьеза элементтердегі, электрохимиялық элементтердегі поляризациялық құбылыстары.

Метрологиялық сипаттамаларына нормалар орнатылған жағдайда қана өлшеу құралдар қолдануға жіберіледі. Нормаланған метрологиялық сипаттамалар туралы мәліметтер өлшеу құралдардың техникалық құжаттарында келтіріледі.



4.8 сурет – ӨҚ гистерезис қателігінің графигі

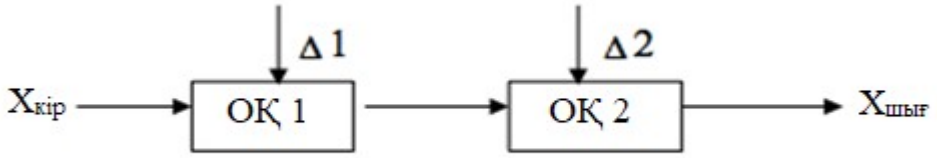
4.4 Өлшеу каналының жиынтық қателігін анықтау

Әдетте ақпараттық-өлшеу жүйелері бірнеше өлшеу каналынан тұрады, олар, өз кезекте, тізбектелініп жалғанған өлшеу құралдардың қатарынан: датчиктер, нормалайтын түрлендіргіштер, екіншіреттік аспаптар және т.б. тұрады.

Таңдалған өлшеу каналын құрылымдық сұлба түрінде көрсетейік (4.9 суреті).

Берілген суретте ӨҚ1, ӨҚ2 – өлшеу каналына кіретін өлшеу құралдар; $\Delta 1$, $\Delta 2$ - ӨҚ шығысына келтірілген қателіктер.

Өлшеу каналының қателіктерін анықтау үшін, оған кіретін барлық өлшеу құралдардың қателіктерінің жиынтық әсерін есептеу керек [17,18].



4.9 сурет – Өлшеу каналдың құрылымдық сұлбасы

Қателіктерді қосу үшін оларды шекті мәндерімен емес өздерінің *орта квадраттық ауытқуларымен* көрсету керек, сонда қателіктер құрастырушылардың кез келген санын қосуға мүмкіншілік ашылады. Бұл

есептерді шешу үшін, дәлдік класымен анықталатын, бірреттік байқау қателігі және орта квадраттық ауытқу арасындағы арақатынасын анықтау керек.

4.4.1 Өлшеу құралдар қателіктері және оларды нормалау.

Өлшеу қателігінің құрал-саймандық құрастырушысының бағасын есептеу үшін өлшеу құралдың метрологиялық сиапаттамаларын білу қажет. Әдетте өлшеу құралдың нормаланған метрологиялық сиапаттамалары рұқсат етілетін негізгі және қосымша қателіктердің шектері және солармен байланысты дәлдік класс түсініктеме түрінде нормаланады.

Технолгиялық өлшеулерде ең көп тараған түрі - дәлдік класты келтірілген қателік аркылы ұсыну ((4.9) формуласы).

Бұл жағдайда өлшеу құралдың нормативті-техникалық құжаттарында дәлдік класы пайызбен көрсетілген, келтірілген қателікке тең санымен белгіленеді.

Көпреттік байқаулардың өлшеу нәтижесін және қателігін бағалау үшін ықтималдық теориясының математикалық аппараты пайдаланатыны белгілі.

Жекеленген өлшеу құралдардың Δ_i қателіктері кездейсоқ шамалар болғандықтан, өлшеу каналының жиынтық қателігін Δ_i құрастырушыларын қарапайым арифметикалық қосумен есептеуге болмайды, себебі бұл бізге өте өсірілген жиынтық қателіктің мәнін береді. Одан басқа, қателіктерді қосқан кезде жеке қателіктер арасындағы *корреляциялық байланыстарын* есепке алу керек. Қосу мақсаттары үшін осы жағдайларды есепке алып, өлшеу каналға кіретін, өлшеу құралдың қателігі өзінің орта квадратты ауытқуымен ұсынылуы қажет. Сөйтіп $\sigma[\Delta_i]$ – i-ші өлшеу құралының абсолюттік қателігінің орта квадратты ауытқуы (қарастырылатын жағдайда i=2) келесіге тең болады:

$$\sigma[\Delta_i] = \frac{\Delta_i}{k}, \qquad (4.16)$$

мұнда k – квантильдік көбейткіш, шамасы өлшеу құралдың негізгі қателігінің қабылданған таралу заңымен және сенімділік ықтималдық мәнімен анықталады.

Бұдан басқа, аддитивті және мультипликативті қателік құрастырушыларды қосу ыңғайлы болуы үшін орта квадраттық ауытқуын абсолюттік түрде емес, салыстырмалы түрінде көрсету қажет. Сөйтіп, i -ші өлшеу құралдың салыстырмалы қателігінің орта квадраттық ауытқуы келесідей анықталады:

$$\sigma[\delta_i] = \frac{\sigma[\Delta_i]}{X} 100\,\% \quad , \qquad (4.17)$$

мұнда X - өлшенетін шама.

Ықтималдық теориясына сәйкес қателіктер жиынтығының орта квадраттық ауытқуы келесі өрнекпен анықталады:

$$\sigma\ [\delta_\Sigma] = \sqrt{\sigma^2[\delta_1] + 2\rho\sigma[\delta_1]\sigma[\delta_2] + \sigma^2[\delta_2]}\ \ , \qquad (4.18)$$

мұнда ρ - корреляция коэффициенті.

Егер өлшеу каналына кіретін өлшеу құралдардың қателіктері арасында корреляция болмаса, онда $\rho = 0$ және (4.18) формуланың түрі келесідей болады:

$$\sigma\ [\delta_\Sigma] = \sqrt{\sigma^2[\delta_1] + \sigma^2[\delta_2]}\ \ . \qquad (4.19)$$

Егер өлшеу құралдар қателіктерінің корреляциясы қатаң болса, мысалы, кейбір әсер етуші шамадан тәуелділіктері бірдей болса, онда $\rho = 1$, (4.18) формуланың түрі келесідей болады:

$$\sigma\ [\delta_\Sigma] = \sqrt{\sigma^2[\delta_1] + 2\sigma[\delta_1]\sigma[\delta_2] + \sigma^2[\delta_2]} = \sigma[\delta_1] + \sigma[\delta_2]\ \ . \qquad (4.20)$$

Сонымен, қатты корреляцияланған қателіктер геометриялы емес, алгебралық қосылады. Егер корреляция коэффициенті теріс таңбалы болса, онда қателіктер алынады.

4.4.2 Өлшеу каналының жиынтық қателігін есептеудің тәжірибелік ережелері.

4.4.2.1 Өлшеу құрылғының қателіктерінің сипаттамалары: Δ_i- өлшеу каналына кіретін әрбір өлшеу құралдың абсолюттік қателіктері есептеу үшін бастапқы деректер болып табылады.

4.4.2.2 Өлшеу құрылгылардың өлшеу қателіктерінің орта квадратты ауытқуының мәндері алдымен абсолютті түрде (4.16), одан кейін салыстырмалы шамаларда (4.17) формулалары бойынша көрсетілулері керек.

4.4.2.3 Қателіктер корреляциялану деңгейі бойынша екі түрге бөлінеді:

- қатаң корреляцияланған $\rho = 0{,}7 - 1{,}0$;

- босаң корреляцияланған $\rho \langle 0{,}7$.

4.4.2.4 Қатаң корреляцияланған қателіктер (4.20) формула бойынша, қалғандары (4.19) формула бойынша қосылады.

4.4.2.5 Қатты корреляцияланған қателіктер тобы қалғандарымен (4.20) формула бойынша қосылады.

4.4.2.6 Өлшеу каналдың жиынтық салыстырмалы қателігі *P* ықтималдықпен жататын сенімділік интервалы мынаған тең деп алынады:

$$\delta_{ок} = k\sigma[\delta_\Sigma], \qquad (4.21)$$

мұнда k - квантильдік көбейткіш;

$\sigma[\delta_\Sigma]$ - өлшеу каналдың жиынтық салыстырмалы қателігінің орта квадратты ауытқуы (4.18 формуласы).

4.4.2.7 Өлшеу каналдың жиынтық абсолюттік қателігі *P* ықтималдықпен жататын сенімділік интервалы мынаған тең деп алынады:

$$\Delta_{ок} = \frac{X}{100}\delta_{ок} \quad . \qquad (4.22)$$

4.4.2.8 Өлшеу нәтижесі (3.12 формуласы) түрінде ұсынылады.

4.5 Бақылау сұрақтары

4.5.1 «Өлшеу құралы» ұғымына анықтама беріңіз.
4.5.2 Өлшеуіш деген не?
4.5.3 Өлшеуіштер түрлері.
4.5.4 Өлшеу құралдарының классификациясы.
4.5.5 «Өлшеу аспап» ұғымына анықтама беріңіз.
4.5.6 «Өлшеу түрлендіргіш». ұғымына анықтама беріңіз.
4.5.7 «Унифицирленген өлшеу құрал» ұғымына анықтама беріңіз.
4.5.8 Міндеті бойынша өлшеу құралдардың категориялары.
4.5.9 «Жұмыс өлшеу құралы» анықтамасы.
4.5.10 Жұмыс өлшеу құралдардың түрлері.
4.5.11 «Эталон» анықтамасы.
4.5.12 Эталондар түрлері.
4.5.13 Халықаралық эталондар қай жерде сақталады?
4.5.14 Өлшемдер мен салмақтар Харықаралық бюросы, оның есептері.
4.5.15 Өлшеу құралдар қай жерде тексеріледі?
4.5.16 Ең бірінші эталондар қай жерде және қашан ресми бекітілді?
4.5.17 Өлшеу құралдардың метрологиялық сипаттамаларын анықтау.
4.5.18 Қандай метрологиялық сипаттамалар нормалайтын деп аталады? Қандайы нақты деп аталады?
4.5.19 Өлшеу құралдардың метрологиялық сипаттамаларының номенклатурасы.
4.5.20 Метрологиялық сипаттамалар топтары.
4.5.21 Кіріс сигналдардың қандай параметрлері ақпаратсыз деп аталады?
4.5.22 Өлшеу құралдарды пайдаланудың қалыпты жағдайлары анықтамасын беріңіз.
4.5.23 Өлшеу құралдарды пайдаланудың жұмыс жағдайлары анықтамасын беріңіз.
4.5.24 Өлшеу құралдардың негізгі метрологиялық сипаттамалары.
4.5.25 Өлшеу құралдың статикалық (стационарлы) жұмыс режимі анықтамасы.
4.5.26 Өлшеу құралдың статикалық сипаттамасы анықтамасы.
4.5.27 Көрсетім диапазонын анықтау.
4.5.28 Өлшеу диапазонын анықтау.
4.5.29 Өлшеу аспаптың сезімталдығы деген не?
4.5.30«Бөлу бағасы» анықтамасы.
4.5.31 «Сезімталдық табалдырығы» анықтамасы.
4.5.32 Дәлдік класы және рұқсат етілген қателіктер.

4.5.33 Абсолютты, келтірілген және салыстырмалы қателіктер анықтамалары.

4.5.34 Өлшеу құралдардың қателіктерінің классификациясы.

4.5.35 Көріну сипаты бойынша өлшеу құралдың қателіктер түрлері.

4.5.36 Қолдану шарттары бойынша өлшеу құралдың қателіктер түрлері.

4.5.37 Қолдану режимі бойынша өлшеу құралдың қателіктер түрлері.

4.5.38 Көрсеті түрі бойынша өлшеу құралдың қателіктер түрлері.

4.5.39 Өлшенетін шаманың мәні бойынша өлшеу құралдың қателіктер түрлері.

4.5.40 Өлшеу құралдың номиналды түрлендіру функциясы деген не? Қалай оны табуға болады?

4.5.41 Өлшеу құралдың нақты түрлендіру функциясы деген не? Қалай оны табуға болады?

4.5.42 Өлшеу каналдағы *i*-ші өлшеу құралдың абсолютты қателігінің орта квадратты ауытқуының формуласы.

4.5.43 Өлшеу каналдағы *i*-ші өлшеу құралдың салыстырмалы қателігінің орта квадратты ауытқуының формуласы.

4.5.44 Өлшеу каналдың қосынды қателігін есептеудің практикалық ережелері.

5 Стандарттау және сәйкестікті растау

5.1 Стандарттау негіздері

19 ғасырдың соңында Еуропаның дамыған елдеріндегі өндірістік революция басталуымен бірге стандарттар негіздері пайда болған. Үлкен көлемде тауарлар мен өнімдерді шығаратын Ірі фабрикалар мен зауыттарының пайда болу себебі өлшем пәнін жөнге келтіру, өнімдердің біркелкілігін, өзара алмасылымдылығын талап етті.

Ресейде әді Петр 1 кезінде 1715 жылы Тула зауыттарында атыс қарулардың өндірісіне өлшеу пәндерін (калибрлер, өзара алмасылымдылық) ендіру талаптар жасалған [8].

1856 жылы Лондонда кезекті Халықаралық өндіріс қайраткерлер сьезінде бір қатысушы сұрақ қойған: «Әрқашанда кез келген свеча диаметрі өте кішкентай немесе өте үлкен болмай шам қойғыш ұясына сәйкес болуын орнатуға болады ма екен?» [11].

КСРО-да азықтық тауарларға (экспортқа жіберілетін сары май, нан, өсімдік май, майшабақ, этил спитры, вино) бірінші Мемлекеттік стандартар 1926 жылы орнатылған. Азықтық тауарлардың сапасын жақсартуға бірінші мемлекеттік стандарттардың маңызды үлесі бар. 1955-1960 жылдарында 200-ден астам стандарттар қайта қарастырылды. 1975 жылдан бастап ISO қалықаралық стандарттарына сәйкес Экономикалық Өзара Көмек Кеңесінің (СЭВ - Совет Экономической Взаимопомощи;, оның құрамына КСРО-дан

басқа социалистік лагерьдің барлық елдері кіретін) халықаралық стандарттары ендіріле басталған [20].

Ірі өндірістік өнеркәсібінің дамуымен ғаламдық стандарттау қажеттілігі өседі және кез келген мемлекеттің әріқарай өркендеуі мен экономикасының дамуының қажетті элементі болып табылады. Қытай, Еуропалық Кеңес және ТМО елдердінің теміржол ізінің еніне стандартардың сәйкес келмеуін мысал ретінде келтіруге болады: ТМО-да із ені – 1520 мм, Еуропа мен Қытайда – 1435 мм. Осы сәйкессіздік өндірістік емес зор шығындардың, шекаралық станцияларда темір жол поездардың кешігуінің , тасымалдау шығындарының өсуінің себебі болады [20].

Елдердің әртүрлі өлшеу физикалық шамаларын қолданғаны олардың экономикасына үлкен зиян келтіреді. Мысалы, АҚШ-та көнерген Британдық өлшеу бірілктерінің жүйесі қолданылады, ал Ұлы Британияның өзінде ол сирек қолданыста. АҚШ-та ішкі қолданысқа шығарылған конструкторлық құжаттар, өндіріс өнімдері СИ өлшеу жүйесін қолданатын елдреге алдын-ала адаптация жасалмай жарамсыз және кері қарай.

Стандарттау техникалық реттеу процесінің маңызды құрамдастырушыларының бірі болып табылады..

Стандарттау орындау үшін міндетті және кепілделінген болып табылатын талаптарды, нормаларды, ережелерді, сипаттамаларды дайындауға және орнатуға бағытталған [5]. Ол лайықты бағамен сапалы тауарларды сатып алуға тұтынушы құқын, сондай-ақ еңбектің қауіпсіздігін, ыңғайлылығын қамтамасыз ететін қызмет.

Стандарттау қызметінің негізгі нәтижелері – өнімнің, қызметтің олардың функционалдық міндетіне сәйкес болу дәрежесін өсіру, халықаралық тауарлармен алмасу процесінде техникалық кедергілерді жою, әртүрлі салалардағы ғылыми-техникалық прогресс пен ынтымақтастыққа көмектесу.

Стандарттау мақсаты – бар болатын, жоспарланатын және ықтимал есептерді шешуге орнатылған ережелерді, талаптарды, нормаларды көпреттік және кең қолдану жолымен бір қызмет саласында реттелудің оптималды дәрежесіне жету [5].

Стандарттау мақсаттары: 1) жалпы мақсаттар; 2) деректі мақсаттар.

Жалпы мақсаттар стандарттау түсініктеменің мазмұнынан шығады. Жалпы мақсаттар міндетті болып табылатын стандарттардың талаптарын орындаумен байланысты, келесілерді қамтамасыз ететін нормалар, талаптар және ережелерді дайындаумен байланысты:

- өнімдер, жұмыстар, қызметтер, адамдар өмірі мен денсаулығына, қоршаған орта мен мүлік қауіпсіздігі;
- бұйымдардың үйлесімділігі және өзара алмастырылуы;
- ғылыми-техникалық прогрестің даму деңгейіне сәйкес өнімдер, жұмыстар мен қызметтер сапасы;
- өлшеулер бірлігі;

- ресурстардың барлық түрлерінің үнемделуі;

- әртүрлі зілзалалар және төтенше жағдайлар туындау мүмкіндігімен байланысқан шаруашылық объекттердің қауіпсіздігі;

- елдің қорғаныс қабілеті және мобилизациялық дайындығы.

Деректі мақсаттар қызметтің белгілі бір саласына, тауар мен қызметтер саласына, өнімнің, кәсіпорынның осы немесе басқа түріне, т.с. жатады.

Стандарттау объекті – өнім, процесс немесе қызмет, осылар үшін осы немесе басқа талаптар, сипаттамалар, параметрлер, ережелер және т.б. дайындалады.

Стандарттау саласы – өзара байланысқан стандарттау объекттерінің жиынтығы.

Әлемнің қай географиялық**,** экономикалық, саяси региондарының қатысушылары қандай стандарттауды қабылдайтынына байланысты *стандарттау деңгейлері* әкімшілік-аумақтық стандарттау, ұлттық стандарттау, регионалды стандарттау, халықаралық стандарттау деп бөлінеді.

Стандарттау әртүрлі *деңгейлерде*: халықаралық, регионалды, ұлттық, әкімшілік-аумақтық орындалады.

Қазіргі кезде орындалатын стандарттау жүйесі бірінші орынға стандарттау объектінің сапасы мен оны бағалаудың әдістерін қояды.

5.2 Стандарттау бойынша нормативтік құжаттар және стандарттар түрлері

Стандарттау процесінде стандарттау объектіне қатысты нормалар, ережелер, талаптар, сипаттамалар шығарылады. Олар нормативтік құжаттар түрінде рәсімделеді.

Стандарттау бойынша халықаралық ИСО/МЭК ұйымының басшылығы келесі *нормативтік құжат түрлерін (НҚ)* ұсынады: стандарттар, техникалық шарттар құжаттары, ережелер жинақтары, регламенттері (техникалық регламенттер), тұжырымдамалар.

Стандарт (*С*Т) – бұл белгілі салада реттеудің танылған органымен бекітілген келісушілік негізінде дайындалған және белгілі салада реттеудің тиімді дәрежесіне қол жеткізуге бағытталған нормативтік құжат [5].

Қызметтің әр түрлері және олардың нәтижелері үшін жалпы және көпреттік пайдалануға жалпы принциптерін, ережелерін, сипаттамаларын стандартта орнатады. Стандарт ғылыми зерттеулердің, техникалық жетістіктердің және практикалық тәжірибелердің қорытындыланған нәтижелеріне негізделген болуы қажет.

Техникалық шарттар өнімге, қызметке, процеске техникалық талаптарды орнатады. Техникалық шарттарда нормативтік құжат талаптарының сақталуын тексеру үшін пайдаланатын әдістер немесе процедуралар көрсетілуі қажет.

Ережелер жинағы жобалау, жабдықпен құрылымдарды құрастыру, техникалық қызмет көрсету немесе бұйымдарды пайдалану процесі үшін жасалады.

Барлық жоғарыда көрсетілген нормативтік құжаттар *кепілдемелік* болады, яғни оларды орындау міндетті түрде емес. Нормативті документ орындауға міндетті болуы үшін, ол реглмантке кіруі керек.

Міндетті түрде орындалатын ережелерден тұратын құжат *Регламент* болып табылады. Басқа нормативті құжаттарды стандарттау органы қабылдаса, регламентті билік органы, мысалы, Үкімет қабылдайды. Регламентте, әдетте, ел территориясында барлық шаруашылық субьекттерге орындауға міндетті болатын стандарттар, техникалық шарттар және т.с. атап өтіледі.

Стандарттар түрлері – негізгі, терминологиялық, бақылау әдістеріне, өнімге, процеске, қызметке, үйлесімділікке, ережелерге, бейнелеу ережелерге, әдістемелік ережелерге, бейнелеу ережелеріне, ашық мәндері бар.

Негізгі стандарт – белгілі сала үшін жалпы немесе басқару ережелерінен тұратын нормативті құжат. Әдетте, Оның негізінде басқа стандарттарды жасаудың мүмкіндігі бар, ол, әдетте, стандарт немесе әдістемелік құжат ретінде қолданылады. Мысал ретінде ҚР СТ 1.0-2000 – Қазақстан Республикасының стандарттау Мемлекеттік жүйесі.

Терминологиялық стандарт – терминдер анықтамаларынан, оларды қолдану мысалдарынан, т.с. тұратын нормативті құжат.

Өнімге стандарт – оның міндетіне сәйкестігін қамтамасыздыратын өнімге қойылатын талаптардан тұратын нормативті құжат. Бұл стандар толық немесе толық емес болуы мүмкн. Толық стандарт сонымен бірге сынауға үлгілерді ірітеу, сынауды өткізу тәртібін, т.с. ережелерін орнатады. Өнімге толық емес стандарт оған қойылатын талаптардың бір шамасын орнатады (масыалы, тек қана жеткізу ережелеріне талаптарды, т.б.)

Процеске (қызметке) стандарт на процесс (услугу) – сәйкесінше процеске (мысалы, өндіру технологиясына) немесе қызметке (мысалы, автокөлік, банктік қызмет, білім, т.с. салаларындағы қызметтерге) талаптардан тұратын нормативті құжат.

Үйлесімділікке стандарт– өнімнің тұтас өзінің және оның бөліктерінің үйлесуіне қойылатын талаптарды орнататын нормативті құжат. Стандарттың бұл түрін тұтас жүйеге де жасауға болады (мысалы, ауаны тазарту жүелеріне, хабарлау жүйелеріне, т.б.).

Ашық мәндері бар с*тандарт* – келісімдік арақатынсата нақтыланатын сипаттамалар тізімінен тұратын нормативті құжат (себебі, кейбір жағдайларда талаптар жеткізушілермен, басқа жағдайларда – тұтынушылармен анықталады.

Нормативті құжаттың ережелеріне сәйкес болу үшін орындалатын әдістеме, процесті орындау әдісі, операциялар тізімінен тұратын нормативті құжат - *әдістемелік ережелер* болып табылады.

Бейнелеу ережелері – конструкцияның, бастапқы материалдар құрамын, детальдар мен өнім бөліктерінің өлшемдерін сипаттайтын нормативті құжат.

Казақстан стандарттау жүйесі халықаралық тәжірибеге сүйемелденеді, халықаралық ережелер, нормалар және стандарттау практикасына жақынадуға тырысады.

Қазақстан Республикасында *стандарттау бойынша нормативтік құжаттар* «Техникалық реттеу туралы» заңымен орнатылған (2004 ж.):

1) ҚР мемлекеттік стандарттары – ҚР СТ;

2) техника-экономикалық ақпараттың мемлекеттік классификаторлары ;

3) мемлекет аралық стандарттар – МЕСТ, көбінесе қазірге дейін қолданыста ҚСРО стандартары (егер де олар ҚР заңдарына және ғылым мен техника даму дәрежелеріне қайшы болмаса);

4) заң нормаларына сәйкес қолданылатын халықаралық, регионалды және ұлттық стандарттар, ұлттық стандарттар, техника-экономикалық ақпараттың классификаторлары, техникалық шарттар, ережелер, нормалар және стандарттау бойынша кепілдемелер;

5) ғылыми-техника, инженерлік қоғамдар мен басқа қоғамдық ұйымдардың стандарттары;

6) стандарттау бойынша кепілдемелер;

7) ұйымдастыру стандарттары (фирмалық стандартар);

8) техникалық шарттар.

Мемлекеттік стандарттарда республикалық деңгейіндегі өнімдерге, жұмыстар мен қызметтерге талаптар орнатылған. Бұл стандарттардыҚазақстан Мемлекеттік стандарты қабылдайды. Мемлекеттік стандарттарда міндетті және кепілдемелік түрдегі стандарттар болады.

Міндетті түрдегі талаптар:

- өнімдер, жұмыстар, қызметтер, адам өмірі мен денсаулығы, қоршаған орта мен мүлік қауіпсіздігі, өнеркәсіптік қаіпсздікжәне санитарлы нормалар;

- бұйымдардың техникалық және ақпараттық үйлесімділігі мен өзара алмастырылуы;

- бақылау әдістерінің бірлігі және таңбалау бірлігі.

Кепілдемелік талаптар:

- өнімнің негізгі тұтынушылық сипаттамалары және оларды бақылау әдістері;

- өнімді бумалау, тасымалдау, сақтау және қайта пкәдеге жаратуға;

- өндірісті құру және пайдалану ережелері мен нормалары;

- правила оформления техникалық құжаттарды рәсімдеу ережелері.

Ұйымдастыру стандарттарын кәсіпорын өзі жасайды және ішкі пайдалануға қолданады.

Қоғамдық бірлестіктердің стандарттары (ғылыми-техникалық қоғамдар, инженерлік қоғамдар, т.б.) принципиалды жаңа өнімге, процеске немесе қызметке, сынауың алдағы әдістеріне, дәстүрлі емес технологиялар мен өндірісті басқару әдістеріне.

Стандарттардан басқа нормативі құжаттар: стандарттау ережлері, стандарттау бойынша кплдемелер және техникалық шарттар. Қазақстан заңы бойынша міндетті түрдегі сертификациялануына жататын өнімнің нормативті құжаттарына арнайы талап қойылады.

5.3 Халықаралық стандарттау

Жалпы стандарттау бойынша бірінші халықаралық ұйым – ұлттық ұйымдардың Халықаралық ассоциациясы 1926 ж. құрылған, бірақ 1939 ж. екінші дүниежүзілік соғыс басталғаннан кейін ыдырады.

Қазірдегі стандарттау бойынша Халықаралық ұйым – *ISO (International Organization for Standardization, ISO)* 1946 ж. 25 елмен құрылды. ISO ұйымының ресми тілдері ағылшын, француз және орыс тілдері. ISO ұйымының қызмет саласы электротехника мен электроникадан басқа барлық салалардан тұрады. Электротехника мен электроника салаларындағы стандарттаумен Халықаралық электротехникалық комиссиясы (International Electrotechnical Commission - IEC) айналысады. Кейбір жұмыстарды ISO мен IEC бірге орындайды.

ISO есептері: тауарлар мен қызметтермен халықаралық алмасуды қамтамасыздандыру мақсатымен дүниежүзінде стандарттау және көршілес қызмет түрлерінің дамуына жәрдемдесу, сонымен бірге интеллектуалды, ғылыми-техникалық, экономикалық салаларында ынтымақтастықты дамыту. Қазіргі кезде ISO-ға 140 аса елдер кіреді, оның құрамында 200 аса комитеттер бар.

ISO-ның жоғарғы басшылығы Бас ассамблея болып табылады, ол үш жылда бір рет өткізіледі. Тікелей басшылықты ISO Кеңесі орындайды. Негізгі үйлестіруші жұмыстар 7 негізгі комитеттерде өткізіледі: СТАКО (STAKO - Standard Commitee)– стандарттаудың ғылыми принциптерін оқу комитет, ПЛАКО (PLACO - Planning Committee) - техникалық бюро, КАСКО (CASCO - Committee on conformity assessment) – сәйкестікті бағалау комитеті, ИНФКО (INFCO- Information Committee) - ғылыми-техникалық ақпарат бойынша комитеті, ДЕВКО (DEVCO — Committee on developing country matters) – дамушы елдерге көмек беру комитеті, КОПОЛКО (COPOLCO - Committee on consumer policy) – тұтынушылардың мүдделерін қорғау комитеті, РЕМКО (REMCO - Committee on reference materials) – стандартты үлгілер комитеті.

Халықаралық стандарттарды жасаудың тікелей жұмысын техникалық комитеттер мен кіші комитеттер орындайды; олар жұмыс топтарын құра алады. ISO 12600 астам стандарттар құрастырды, жыл сайын 500-600 стандарттар әзірленеді және өңделеді. Орыс тіліне барлық стандарттардың 70% астам аударылған. ISO 500 астам халықаралық ұйымдарымен байланыстарды сүйемелдейді, соның ішінде БҰҰ-ың (Біріккен Ұлттар Ұйымы) мамандандырылған агентстволарымен.

ISO халықаралық стандарттарының барлық мүше елдер үшін міндетті

статусы жоқ. Әр ел оларды қолдануларына немесе қолданбауларына болады. Қазақстанда ISO стандарттарының жартсысы қолданылады. Стандарттардың тек қана 20%-да белгілі өнімдерге талаптар орнатылған. Стандарттардың көбісі қауіпсіздік, өзара алмасушылық, техникалық сәйкестік, өнімдерді сынаудың әдістерін және жалпы методологиялық сұрақтарын қарастырады.

Халықаралық электротехникалық комиссия (IEC) 1904 ж. құрылды және бірінші салалық стандарттау бойынша халықаралық ұйым болып табылады. IEC электротехника, электроника, радиобайланыс, аспап жасау салаларындағы стандарттау есептерін қарастырады.

Барлық мүше елдердің ұлттық комитеттері IEC-тің жоғарғы басқару органын - Кеңесті құрастырады. IEC-тің негізгі үйлестіруші органы – Әрекет комитеті. Ол жұмыстың жаңа бағыттарын дамытудың қажеттіліктерін анықтайды, әдістемелік құжаттарды жасайды, басқа ұйымдармен ынтымақтастық сұрақтарын шешуге қатысады. Кеңестің тапсырмаларын орындайды.

IEC стандарттарын екі түрге бөлуге болады: салааралық болатын жалпы техникалық, және белгілі өнімге талаптардан тұратын техникалық стандарттар. Жыл сайын IEC халықаралық стандарттау бойынша 500 астам тақырыптарды қарастырады. IEC 2000 астам стандарттарды қабылдады. ISO–ның стандарттарына қарағанда бұл стандарттар нақтылау болып табылады.

IEC сынау зертханаларды стандарттау, сертификаттау, аккредиттау және әдістемелік мәселелердің өзекті сұрақтары бойынша ISO-мен бірге ISO/IEC Нұсқауларын және директиваларын құрастырады.

БҰҰ-ң (Біріккен Ұлтар Ұыймы) Еуропалық экономикалық комиссиясы (БҰҰ ЕЭК) стандарттау саласындағы саясат бағыттарын үкімет деңгейінде құру және осы аймақтағы приоритеттерін анықтауды өзінің бас есебі деп санайды.

Тәуелсіз Мемлекеттер Достастығының (ТМД) стандарттау, метрология және сертификаттау бойынша Мемлекетаралық Кеңесі ТМД-ның стандарттау, метрология және сертификаттау бойынша келісілген саясатын қалыптастыру және жүргізудің үкіметаралық органы болып табылады.

Мемлекетаралық Кеңесі «Стандарттау, метрология және сертификаттау саласындағы келісілген саясатты өткізу туралы келісім» (1992 ж. 13 наурыз) негізінде стандарттау, метрология және сертификаттау салаларындағы жұмыстарды үйлестіру, мемлекетаралық стандарттау, метрология, сертификаттау және аккредитациялаудың аталған салаларда негізгі бағыттарын анықтауға құрастырылған. Мемлекетаралық Кеңес мемлекетаралық стандарттарды қабылдайды.

Мемлекетаралық Кеңес мүшелерінің отырысы Мемлекетаралық Кеңестің жоғарғы органы болып табылады, ол жылына екі рет кезекпен мүше елдерде – Келісімге қатысушыларда өткізіледі. Отырыстар арасында Кеңес жұмысын Төраға басқарады. Мемлекетаралық Кеңес төрағасының

функцияларын кезекпен стандарттау, метрология және сертификаттау ұлттық органдарының басшылары орындайды.

Регионалды ақпараттық орталық пен эксперттер тобынан тұратын стандарттар бойынша Бюро Мемлекетаралық Кеңесінің жұмыс органы болып табылады. Кеңес аймағында стандарттау бойынша 230 астам мемлекетаралық техникалық комиттеттер жасалған.

1995 ж. Мемлекетаралық Кеңес стандарттау бойынша Халықаралық ұйымдастыруымен (ISO) - *Стандарттау, метрология және сертификаттау бойынша Еуразиялық Кеңес ретінде* бекітілді.

Мемлекетаралық Кеңестің жұмысы «Стандарттау, метрология және сертификаттау бойынша Мемлекетаралық Кеңестің ережелері» сійкес орындалады.

Жұмысты ұйымдастыру және орындау «Стандарттау, метрология және сертификаттау бойынша Мемлекетаралық Кеңестің процедуралар ережелері» сійкес орындалады.

Еуропалық жүйе. Стандарттау бойынша Еуропалық жүйенің негізгі принциптері тәуелсіздік және үкімет органдарымен ынтымақтастық болып табылады. Американ жүйесіне қарағанда стандарттау бойынша еуропалық жүйесі артығырақ реттелген және ұйымдастырылған.

Еуропада стандарттау бойынша үш ұйым жұмыс жасайды: ETSI, CEH және СЕНЭЛЕК, олардың барлығы жеке болып табылады.

1985 жылы Еуропалық Одағының Кеңесімен қабылдаған стандарттау және техникалық регламенттеудің жаңа амалдарының талаптарына негізделген. Оларға сәйкес стандарттау бойынша мемлекеттің қызметі денсаулығын немесе нарыққа өнеркәсіптік тауарлар жеткізу кезінде қауіпсіздік сақтаудың негізгі талаптарын орындалғанын бақылау болып табылады. Осы талаптарды сақтауды қамтуға техникалық мәселелерді шешу еркін стандарттардың ролі болып табылады. Сол үшін Еуропалық комиссия стандарттау бойынша еуропалық ұйымдармен өзара түсіністік Меморандумына қол қойды (1984 ж.). Соған сәйкес Еуропалық комиссия өзінің техникалық талаптарын жасамайтынын бекітті.

Сонымен бірге еуропалық жүйе сыртқы функцияларында орындап, еуропалық саудадағы техникалық барьерлерін жояды. Ұлттық жүйелерге қарағанда Еуропалық жүйеде еуропалық стандарттаудың басымдылығы қамтылады. Осы принципке сәйкес жалпы еуропалық деңгейде жұмыстар жасалса ұлттық ұйымдар өздерінің стандарттарын жасамайды. Сонымен бірге Еуропаның ұлттық ұйымдары жалпы еуропалық стандарттарын қабылдайды, еуропалық стандарттарға сәйкес болмаса өздерінің әзірлеулерін жояды.

АҚШ. Американдық стандарттау жүйесінің ерекшелігі салалық спецификасын есепке ала отырып қамту ауқымы өте кең.

Американдық жүйе өндірістік салалар бойынша тараған және стандарттау бойынша көптеген ұйымдармен сүйемелденеді, жеке және мемлекеттік. Американдық стандарттары өндірістік өнеркәсіптердің және

мемлекеттік билік органдарының нақты сұрақтары бойынша бөлек салаларға әзірленген.

Жүз жылдан астам американдық стандарттау жеке сектордың инициативасымен, мемлекеттің қатыспауымен дамыған. Стандарттарды ендіргенде негізгі есеп өнімге, технологиялық процестер мен жүйелерге техникалық талаптарды әзірлеу болып табылады.

1918 жылы стандарттау бойынша жеке ұйымдар серіктестер федерациясы құрылдыды – *Американдық ұлттық стандарттар институты (ANSI - American national standards institute).* Оның негізгі міндеті стандарттау саласында қызметін үйлестіру.

ANSI – мемлекеттік емес ұйым, оның құрамына 700 фирмалар, 30 үкіметтік органдар, 20 институт және 260 кәсіпорындық, техникалық, коммерциялық және өнеркәсіптік ұйымдар бар. ANSI қызметі мұшелік жарналар мен құжаттарды сатудан табыстармен қаржыландырылады.

АҚШ-та стандарттарды шамамен 600 ұйымдар әзірлейді. Стандарттау жүйесі еркін, сондықтан стандарттарға сәйкес болу міндетті емес.

Кәсіптік ассоциациалардың айрықша ролі бар, олардың саны жуықтап 300. Солардың ішінде келесідей ірі ассоциациалар: авиация-ғарыштық өндірістің Ассоциациясы; құрамына өндірушілердің, жеткізушілердің, тапсырыс берушілердің, қызмет саласының өкілдері мен осы салада жұмыс істейтін кәсіпорындардың ұйымдары кіретін электрондық саласының Бірлестігі.

АҚШ-тың федералды үкіметі стандарттау ұйымдарын қаржыландырмайды және басқармайды, бірақ жеке сектор сүйемелдеуімен еркін стандарттауға сатып алушы және техникалық стандарттарды белсенді әзірлеушісі ретінде қатысады. Сонымен бірге федералды үкімет стандарттау процесі ұлттық мүделеріне сәйкес болуын бақылайды.

Американдық стандарттау жүйесінің күрделілігіне қарамастан, ол өзінің тиімділігін дәлелдейді, өндірушілерге өнімдерді жобалау, жасау және іске асыруға көмек береді, уақытысымен өндірістің, үкіметтің және тұтынушылардың сұраныстарын қамтамасыздандырады.

Ресей Федерациясы. Кәзірде Ресейде стандарттаудың негізгі міндеті: жоғарғы сапалы, қауіпсіз және бәсекеге қабілетті өнімді шығаруын, өндіруін және тұтынуын қамтамасыздандыратын нормативтік базаны дамыту және сүйемелдеу.

1998 году жылы Ресей Госстандарты стандарттаудың үлттық жүйесінің жаңа Концепциясын қабылдады. Осы концепцияға сәйкес стандарттар функциясы өнімдердің сапа және қауіпсіздік көрсеткіштерінің деңгейін орнатады. Осы деңгей санитария, гигиенаның замануи талаптарына сәйкес болуын, қоршаған ортаны қорғауды және адам мен олардың мүліктерінің қауіпсіздігін қамтамасыздандырады.

Ресей Госстандартының құқықтық статусы (Стандарттау, метрология және сертификаттау бойынша Ресей Федерациясының Комитеті)

«Стандарттау туралы» Заңымен бекітілген.

Ресей Госстандартын жалпы яғни бүкіл елге бірдей болатын стандарттау бойынша барлық жұмыстарды өткізудің ұйымдық-техникалық ережелерін орнатуға құқығы бар. Ол үшін Ресей Госстандарты Ресей Федерациясының негізгі болып табылатын мемлекеттік стандарттардың кешенін қабылдады: ГОСТ Р 1.0-92 «РФ ГСС. Негізгі ережелер», ГОСТ Р 1.2-92 «РФ ГСС. Мемлекттік стандарттарды әзірлеу реті», ГОСТ Р 1.4-93 «РФ ГСС. Салалар, кәсіпорындар, ғылыми-техника, инженерлік және басқа қоғамдық бірлестіктерінің стандарттары, ГОСТ Р 1.5-92 «РФ ГСС. Стандарттарды құру, бейнелеу, рәсімдеу және мазмұндау ережелері». ГОСТ Р 1.8-95 «РФ ГСС. Мемлекетаралық стандарттарды әзірлеу және қолдану реті», ГОСТ Р 1.10-95 «РФ ГСС. Стандарттау, метрология, сетификаттау бойынша ережелер мен кепілдемелерді дайындау, қабылдау және тіркеу реті және олар туралы ақпарат».

Ресей Госстандарты Федерацияның барлық субьектерінің территориясында және ірі қалаларда өзінің территориялық органдарын құрған (стандарттау, сертификаттау және метрология орталықтары): Ростест - Мәскеуде, Тест – Санкт-Петербургта, т.б.

5.4 Қазақстан Республикасында стандарттау. «Техникалық реттеу туралы» Заңы

Стандарттаудың құқықтық негіздері 2004 ж. 9 қарашасында қабылданған ҚР «Техникалық реттеу туралы» заңымен орнатылған [5]. Бұл заң 1999 ж. бері қолданыстағы «Стандарттау туралы» и «Сертификаттау туралы» заңдарының орнын басты.

«Техникалық реттеу туралы» заңын барлық меншіктік түріне қаынссыз мемлекеттік органдарын, шаруашылық қызмет субьекттері және қоғамдық ұйымдар міндетті түрде орындауы керек. Заң тұтынушылар мен мемлекеттің пайдасын мемлекеттік қорғау шараларын анықтайды және оларды орындауды мемлекеттік бақылайды.

Заңға сәйкес ҚР Мемлекеттік стандарттау жүйесі (МСЖ) жұмыс істейді. Бұл жүйе бірегей техникалық тілін, өнімнің маңызды техникалық сипаттамаларының унифицирленген қатарларын, құрылыс нормалар мен ережелер қатарын, машина жасау және құрылысқа негізделген бұйымдардың типтік конструкцияларын және мөлшерлік қаталарын, техника-экономикалық ақпаратты классификациялауын, материалдар мен заттар қасиеттерін туралы шын анықтамалық ақпаратын жұмыстық жағдайда қамтиды және сүйемелдейді.

ISO/IEC-тің 2 Нұсқаулығы бойынша сертификаттау бойынша қызметін сәйкес органдар мен ұйымдар орындайды. Стандарттау бойынша орган деп әрекеті стандарттау саласында ұлттық, регионалды және халықаралық деңгейлерде дәлелденген орган аталады. Осындай рганның негізгі

функциялары –кең шеңберіндегі тұтынушыларға қол жетімді нормативту құжаттарды құру және бекіту. Бірақ, бұл орган тағы да көп функцияларды орындай алады, бұл функция әсіресе стандарттау бойынша ұлттық органға маңызды.

Қазақстанда стандарттау бойынша *уәкілетті орган* ұлттық орган болып табылады.

Стандарттардың Мемлекеттік фондында 32 мыңнан астам нормтивті құжаттар бар, соның ішінде 19 мыңы мемлекетаралық, жуықтап 3 мыңдай халықаралық және шет елдерр ұлттық стандарттары жықтап 10 мыңдай. Сонымен бірге мемлекеттаралық және мемлекеттік стандарттардың библиографикалық және толықмәтінді базалары бар.

Қазіргі кезде республиканың эталонды базасында 101 мемлекеттік эталонды (масса, ұзындық, қысымғ кернеу, айнымалы ток, бірлігі, pH, электр өткізгіштік, температура, уақыт және жиілік бірліктері) және 13 мың үлгілі жоғарғы дәлдәкті өлшеу құралдары бар.

Техникалық және метрологиялық өлшеу құралдарын, олардың нормативті құжаттарға сәйкестігін, және қауіпсіздігіне қойылатын талаптарының өсуін есепке ала отырып өлшеу құралдарының объективті және ақиқат бағалау үшін, Мемлекеттік стандар өлшеу құралдардың жуықтап 700 типтері мемлекеттік сынадан өтіп, Мемлекеттік реестрге енгізілген. Сертификаттау мақсатымен республикада сертификаттау бойынша 99 органдар, 289 сынау лабораториялар, 700 астам эксперт-аудиторлар аккредитацияланған (2003 ж. мәлімет).

Қазқстан Ресубликасы стандарттау саласында дүниежүзінің көп елдерімен ынтысақтасады. Бұл ынтымақтасу келесі есептерді шешеді:

- саудада техникалық барьерлерді эою жолымен дүниежүзілік экономика кеңістігіне ҚР кіруін қолдауға бағытталған;
- халықаралық ұйымдар шеңберінде стандарттау және заңнамалық метрология бойынша бірлескен жұмыстарды орындаудың ережелері мен процедураларын өндіру жіне қабылдау;
- стандарттау, метрология және сертификаттау бойынша мемлекетаралық ынтымақтастану бірлескен қызметінің приоритетті бағыттары мен формаларын келістіру;
- техникалық және кедендік барьерлерді жою, өндірістің тиімділігін көтеру;
- ғылым зерттеулердің негізгі бағыттарын, ғылым-техникалық бағдарламаларын, жоспарлар мен жобаларын қарастыру және қабылдау.

Қазақстан Республикасы стандарттау бойынша Халықаралық ұйымдардың (ISO – Intemational Organization for Standartization), заңнамалық метрологияның (IOLM – Internaiional Organization of Legal Metrology), және Стандарттау бойынша Регионаларалық Ассоциацяның (МАС) толық құқықты мүшесі болып табылады

Қазақстан Республикасы келесідей құжаттарды бекітті:

- стандарттау, метрология және сертификаттау саласындағы ТМО елдерінің үкіметаралық келісімдері;

- стандарттау, метрология және сертификаттау саласында ынтымақтастық туралы ұлттық органдар деңгейіндегі меморандумдар мен келісімдер, и соглашения о сотрудничестве в области стандартизации, метрология және сертификаттау бойынша Иран Ислам Республикасының Институтом Стандарттар және өнеркәсіп зерттеулер институтымен (ISIRI – Inslitute of Slandards and lndustrial Research of Iran), нормалардың неміс институтымен DIN - (Deutsches lnstitut fur Normung), Түрік стандарттар институтымен (TSE – Turkish Standards Instition).

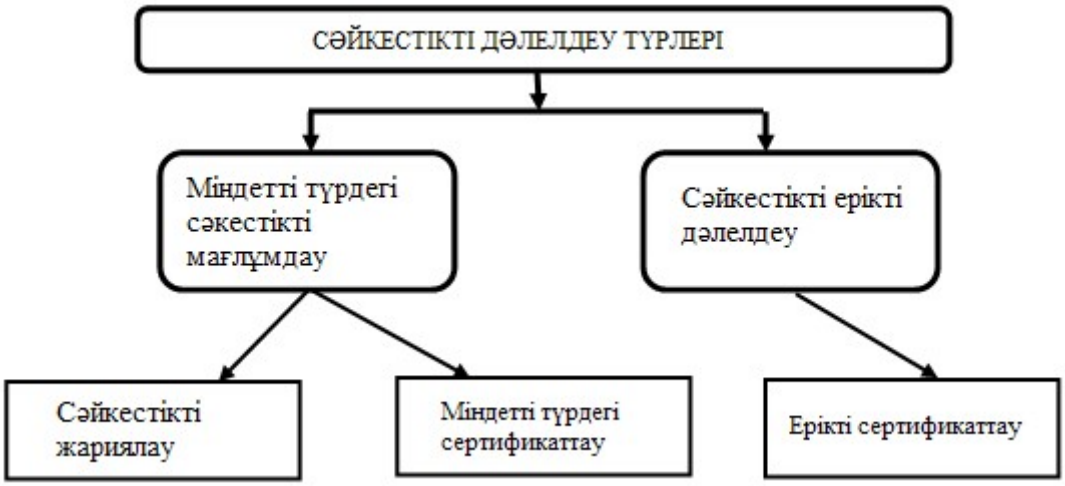
Стандартау саласында келесі елдермен келісімдер бегітілген: Қытай, Болгария, Иран, Ресй, Кыргызстан, Әзербайжан, Украина, Грузия, Молдова, Беларусь, Польша, басқа елдермен келісімдер дайындалуда.

5.5 Сәйкестікті бағалау және дәлелдеу (сертификаттау)

Сәкестікті дәллдеу — техникалық реттеудегі объектінің орнатылған талаптарға сәйкестігін құжатты растау.

Сәйкестікті дәлелдеуге жататын: өнім, қызмет, сапа жүйелері, персонал, жұмыс орындары, т.б.

Сәйкестікті дәлелдеу формалары 5.1 суретте келтірілген. Міндетті белгісі бойынша келесдейлерді бөледі: *міндетті түрдегі және ерікті сертификаттау*. Озінің жағынан, міндетті түрдегі растау оны бекітетін жағы бойынша сәйкестікті жариялау (бірінші жағы) және міндетті түрдегі сертификаттау (үшінші жағы) деп бөлінеді.



5.1 сурет - Сәйкестікті дәлелдеу түрлері

Мемлекеттік «Техникалық реттеу туралы заң» заңында келтірелген анықтама сертификат «үшінші жақ» – сертификаттау органы беретін құжат болатыны туралы белгі жоқ, осы белгі осы құжаттың негізі болады.

Сәйкестікті жариялау — техникалық регламент талаптарына өнімнің сәйкестігін дәлелдеу түрі.

С*ертификаттау* - сертификаттау органымен орындалатын объектілердің техникалық регламентке, стандарт ережелеріне, келісімдердің қойылған талаптарына сәйкес екендігін көрсететін дәлелдеу формасы.

Міндетті сертификаттау заңдар мен заңнамалық ережелер негізінде және міндетті стандарт талаптарына, техникалық регламенттер талаптарына тауардың (процестің, қызметтің) сәйкестігін іске асырылады.

Ерікті сертификаттау заңдар мен заңнамалық ережелер негізінде орындалады және тауардың (процестің, қызметтің) техникалық регламенттер, стандарттардың міндетті түрдегң талаптарына сәйкестігін дәлелдеуді қамтиды. Осы нормативтік құжаттардың міндетті талаптары қауіпсіздікке және адамдардың денсаулығы мен қоршаған ортаны қорғауға қатысты болғандықтан, міндетті сертификаттаудың негізгі аспектісі қауіпсіздік және экология болып табылады.

ISO/IEC *«сәйкес»* терминін ұсынады; бұл өнімнің (процестің, қызметтің) берілген талаптарға сай екенін көрсететін, сенім тудыратын, өтініш беру мүмкіндігі бар процедура. Бұл:

а) *сәйкестік туралы декларация* - объектінің техникалық регламент талаптарына сәйкестігін көрсететін құжат;

б) *сәйкестік сертификаты* - объектінің техникалық регламент талаптарына, стандарттар ережелеріне, ережелер жиынына және келісімдер шарттарына сәйкес екендігін көрсететін құжат.

Сәйкестік туралы декларация келесі мәліметтерден тұрады: декларацияны ұсынатын дайындаушының мекен-жайы, бұйымның таңбалануы және ол жайлы қосымша ақпарат; техникалық реттеу саласындағы нормативтік құқықтық актінің атауы, өнімнің осы акттің талаптарына сай екені бекітіледі; өтініштің мазмұнына дайындаушының жеке жауаптылығы туралы көрсетулер, т.б. Ұсынылатын ақпарат сынау нәтижелеріне негізделген болуы қажет. Сәйкестік туралы декларация осы өнімнің жоспарланған шығарылу мерзімін ескере отырып, бірақ бір жылдан аспайтын мерзімде дайындаушының (орындаушының) өнімге қойған мерзімінде қабылданады.

Сертификаттау арқылы сәйкестікті бекіту міндетті түрде *үшінші тараптың* қатысуын талап етеді. Осы жолмен сәйкестікті бекіту тәуелсіз, белгілі бір амалдар ережелері бойынша іске асырылатын, қойылған талаптарға сәйкестігін кепілдейтін амал болып табылады. Үшінші тараптың қатысуын қолданатын жүйелерде стандарттарға сәйкестікті көрсетдің екі әдісі бар: сәйестік сертификаты және сәйкестік белгісі.

Сәйкестік белгісі — объектінің еркін сертикациялау жүйесінің талаптарына немесе ұлттық стандартқа сәйкестігін тұтынушыларға көрсету үшін қолданылатын белгі. Сәйкестік белгілері 5.2 суретте келтірілген. Белгіні қолдануға рұқсатты (лицензияны) сертификаттау бойынша орган береді.

1

а **б** **в** **г**

2

а **б** **в** **г**

1- МЕСТ Р жүйесіндегі сәйкестік белгілері (**а** — міндетті сетрификаттаудағы сәйкестік белгісі; ***б*** **—** Ресей Госстандартының «Еркін сертификаттау жүйесінің» сәйкестік белгісі; ***в*** **—** сапа менджмент жүйесінің әйкестік белгісі; ***г*** **—** РФ ұлттық стандарттарының талаптарына сәйкестік белгісі);

2 – ТМО бірсыпыра елдерінің сертификаттау жүйесінің міндетті сертификаттауда қолданылатын сәйкестік белгісі (**а** — Беларусь; ***б*** — Украинь; ***в*** **—** Өазақстан; ***г*** — Өзбекістан).

5.2 сурет - Сәйкестік белгілері

Сәйкестікті дәлелдеу осы немесе басқа *сертификаттау жүйесі* бойынша жүргізіледі. Бұл жүйе процедураға және басқаруғада қатысты сертификаттауды өзінің жеке ережелері бойынша іске асыралады.

Сертификаттау жүйесін құрайтындар: жүйені басқаратын, оның жұмысын қадағалайтын және сертификаттау жүргізуге өз құқын басқа органдарға бере алатын *орталық органы; сертификаттауды жүргізудің ережелері мен тәртібі; сертификаттау амалдары (сұлбалары); инспекциялық бақылау тәртібі*. Сертификаттау жүйелері ұлттық, регионалды және халықаралық деңгейлерде жұмыс жасаулары мүмкін.

Қазақстанда міндетті сертификаттау «Тұтынушылар құқықтарын қорғау туралы» заңымен ендірілген. Міндетті сәйкестілікке бекітуге жататын өнім техникалық реттеу саласындағы нормативтік, құқықтық актілерімен анықталады. Міндетті және еркін сертификациялаудың айырмалық белгілері 5.1 кестеде келтірілген.

Ерікті сертификаттау жүйелеріндегі сертификаттау бойынша орган мен өтінуші арасындағы келісім шарттарындағы заңды немесе жеке тұлғалар бастамасы бойынша жүргізіледі. Міндетті сертификаттау жүйелерінде міндетті сертификаттау органдары еркін сертификаттауды өткізе алады. Ерікті сертификаттауда сынаулар іске асырылатын нормативтік құжаттарды, әдетте, өтінуші өзі таңдайды. Өнімді дайындаушы, жеткізуші, сатушы, тұтынушы өтінуші болуы мүмкін. Ерікті сертификаттау жүйелері көбіне ұзақ мерзімді әріптестік қатынастар негізінде сауданы дамытуға мүдделі өнім тұтынушылар мен дайындаушыларын біріктіреді.

5.1 кесте – Міндетті түрдегі және ерікті сертификаттаудың айырмалық белгілері

Серитифи-каттау түрі	Өткізудің негізгі мақсаттары	Өткізудің негіздемесі	Объектілер	Сәйкестікті бағалаудың маңызы	Нормативті базасы
Міндетті түрдегі	Тауарлардың қауіпсіздігін қаматамасыздандыру	ҚР нормативті құқықтық актілері және орындаушы биліктің республикалық органдарының нормативті құжатарыи	ҚР Үкіметімен бегітілген міндетті сертификатталуға жататын тауарлар тізімі	Сертификатталған объектіні (өнімді, т.б.) сертификаттауын және кейінгі интспекциялық бақылауын өткізу процедура кезінде міндетті талаптарға сійкестігін бағалау	Техникалық регламенттер, ұлттық стандарттар, ережелер жиындары
Ерікті түрдегі	1. Өндіріс өнімінің (қызметтің) бәсекеге қабілеттігін қамтамасыздандыруя 2. Өндірілетін өнімнің тек қана сапсын қаматамасыздандыратын талаптарына сәйкес болатын емес өнімді (қызметті) жарнама	Өтінуші мен сертификаттау органы арасында келісім шарттары негізінде құқықтық мүшелері инициативасымен	Кез келген объектілер (соның ішінде қазметтер, процестер, менеджмент жүйелері, персонал)	Сертификаттау органымен келісілген өтінуші талаптарыа сәкестігін бағалау (міндетті сетификаттауға жататын объектілер бойынша, міндетті талаптарға қосылатын қосымша талаптарды бағалау)	Ұлттық стандарттары, ұйымдар стандарттары, ережелер жиындары, ерікті сертификаттау жүйелері, келісімдер шарттары

Сертификаттау жүйелеріне қатысу үш түрде жүргізілуі мүмкін: *сертификаттау жүйесіне рұқсат ету; сертификаттау жүйесіне қатысу, сертификаттау жүйесіне мүше болу*. Рұқсат ету осы жүйелердің ережелеріне сәйкес сертификаттауды іске асыруда өтінуші үшін мүмкіндікті білдіреді. Мүшелік пен қатысу сертификаттау органы деңгейінде белгіленеді. Қатысудың бірінші түрі (рұқсат ету) өнім дайындаушы кәсіпорындарға, өнім жеткізушілерге қатысты. Олар таңдалған жүйе шеңберінде өз өнімін сертификаттайды (мысалы, ерікті сертификаттауда) немесе осы жүйе бойынша сертификаттауды өткізулері керек, мысалы, міндетті сертификаттау

ережелері негізінде. Сертификаттаудың басқа екі түрі ұлттық, өңірлік және халықаралық сертификаттау жүйелеріндегі сертификаттау органының қызметіне қатысты.

Сертификаттау халықаралық сауданың дамуына ықпал етуі керек. Бірақ сертификаттау жүйесінде техникалық кедергі болуы да мүмкін. Саудада техникалық кедергілерді жоюға өзара тану туралы келісім көмектеседі (*тану бойынша келісім* - ISO/IEC-тің 2 Нұсқаулығының терминологиясына сәйкес). Басқа елдің (елдердің) қызметін мойындайтын қатысушы елдер санына байланысты бұл келісімдер біржақты, екіжақты, көпжақты болады.

Қазақстан Республикасында сертификаттау келесідей ҚР мемлекеттік заңдарына – «Тұтынушы құқығын қорғау туралы», «Техникалық реттеу туралы», сондай-ақ, «Ветеринария туралы», «Өрт қауіпсіздігі туралы», «Халықтың санитарлық-эпидемиологиялық салауаттылығы туралы» салалық заңдарына және басқа құқықтық актілеріне сәйкес ұйымдастырылады және жүргізіледі.

«Тұтынушылар құқықтарын қорғау туралы» заң 1991 жылы қабылданған (1992 жылы өзгерістер енгізілген). Мұнда бірқатар принциптік жаңа ережелер берілген: барлық өркениетті әлемде танылған тұтынушылардың құқықтарын, өмір мен денсаулық үшін қызметтердің, жұмыстардың, тауарлардың қауіпсіздігі құқын; орындалатын жұмыстар мен көрсетілетін қызметтердің, сатып алатын тауарлардың лайықты сапасы құқын; тұтынушы мүдделер мен құқықтарын соттық қорғау және шығынды орнына келтіру құқын бекітті. Сапасыз тауарларды сатуда немесе жұмысттары дұрыс орындамауда, қызмет көрсетуде жіберілген бұзылушылықтарда тұтынушының құқықтарын қорғау механизмін алдын ала қарастырады [6]. Табыс табу үшін тауар сатып алатын жеке кәсіпкерлерді заң тұтынушылар қатарына жатқызбайды.

Сертификаттауға қолданылатын стандарттардың «Қолдану саласы» бөлігінде оларды сертификаттау мақсатына қолдану туралы нұсқау болуы керек. Тек қана объективті тексерілуі мүмкін болатын сипаттамалар стандартқа енгізіледі. Егер сынаулар нәтижесіне әсе ететін болса, стандарт сына тәртібін орнатады.

Өнімнің сәйкестігін бекітуді жүргізу тәртібі міндетті сертификаттауға қатысты белгіленген (соның ішінде импортталатын өнімге), бірақ ерікті сертификаттауда да қолданылуы мүмкін. Өнімнің сертификаттауын жүргізудің тәртібінің жалпы прициптері ISO/IEC-тің 2 Нұсқаулығына сәйкес келеді. Сәйкестікті бекіту бойынша жұмыстарды басқару техникалық реттеудің мемлекеттік жүйесі шеңберінде іске асырылады. Сертификаттау бойынша тікелей жұмысты сәйкестікті бекіту органдары және сынау зертханалары жүргізеді.

Сертификаттау тәртібі:

а) өнімді сертификаттау үшін сәйкестікті бекітетін органға *өтініш түсіру;* осы орган бір ай ішінде өтінішті қарайды және өз өнімін

сертификаттау үшін өтінуші қай органды және қай сынау зертханасын таңдай алатындығы жайлы шешімін хабарлайды;

б) сынау зертханасы жүргізетін *үлгілерді таңдау, сәйкестендіру және олардың сынауын жүргізу;* сынаулардан кейін сынау хаттамалары бір-бірден өтінушіге және сәйкестендіруді бекіту жөніндегі органға беріледі; хаттаманың сақтау мерзімі сертификаттың әрекет ету мерзіміне тең болады

в) өндірісті бағалау; өндірісті талдау, өндірісті немесе сапаны басқару жүйесін сертификаттау жүргізіледі; өнімнің сійкестік сертификатында өндірісті бағалау әдісі көрсетіледі;

г) сәйкестік сертификатын беру; 2 және 3 тармақшалар бойынша сарапшының қорытындысы жасалады; бұл басты құжат, соның негізінде сәйкестік бекіту жөніндегі орган сарапшының қорытындысын береді; осы орган сәйкестікті беру және тіркеу нөмірін берудің негізін көрсетіп, сертификат әзірлейді, онсыз сертификат жарамды болмайды.

Сәйкестік сертификатын алғанға дейін өлшеу құралдары мемлекеттік метрологиялық бақылау және тексеруден өтуі қажет. Сәйкестік сертификаты бекіту сұлбасымен тағайындалған, бірақ үш жылдан аспайтын мерзімге беріледі.

Сертификатталған өнім үшін инспекциялық бақылау сертификаттың әрекет етуінің және сәйкестендіруді қолданудың, бірақ жылына бір реттен кем емес барлық мерзімінде жүргізіледі.

5.6 Бақылау сұрақтары

5.6.1 «Стандарттау», «Стандарттау саласы» ұғымдардың анықтамалары.

5.6.2 Стандарттау мақсаты.

5.6.3 Стандарттау объектілерін атаңыз.

5.6.4 Стандарттау деңгейлерін атаңыз.

5.6.5 «Стандарт», «Техникалық шарттар, «Ережелер жиыны», «Регламент» ұғымдарына анықтама беріңіз.

5.6.6 Стандарттар түрлері, олардың анықтамалары.

5.6.7 ҚР стандарттау бойынша нормативті құжаттар.

5.6.8 емлекеттік стандарттардың міндетті түрдегі талаптарын атаңыз.

5.6.9 Ұйымдардың стандарттары нені регламенттейді?

5.6.10 ISO/МЭК ұсынатын нормативті құжаттар.

5.6.11 Стандарттау бойынша Халықаралық ISO ұйымы қай кезде құрылған?

5.6.12 ISO есептері.

5.6.13 ISO-ның жоғарғы басқару органы. Оны өткізудің мерзімділігі.

5.6.14 ISO-ның басқаруын кім орындайды?

5.6.15 ISO-ның негізгі комитеттері.

5.6.16 Халықаралық электротехника комиссия (ХЭК) қай кезде құрылған?

5.6.17 ХЭК-ті басқару органы.

5.6.18 ХЭК-тің негізгі үйлестіретін органы.

5.6.19 Стандарттау бойынша еуропалық комитет (СЕН).

5.6.20 Тәуелсіз Мемлекеттер Достастығының (ТМО) стандарттау, метрология және сертификаттау бойынша Мемлекетаралық Советі (МАС) қай кезде құрылған?

5.6.21 МАС-тың жоғарғы органы. Оны өткізудің мерзімділігі.

5.6.22 Стандарттау, метрология және сертификаттау бойынша Еуразиялық Совет (EASC).

5.6.23 Сандарттау бойынша Еуропалық ұйымдар: ETSI, СЕН және СЕНЭЛЕК.

5.6.24 Өзара түсініктік туралы Меморандум қайда және қашаг қабылданды?

5.2.25Американ стандарттау жүйесінің айырымдық ерекшеліктері.

5.6.26 Стандарттардың Американ ұлттық институты қай кезде құрылған?

5.6.27 ҚР стандарттау жүйесінің сипаттамасы.

5.6.28 Ресейдің ұлттық стандарттау жүйесінің жаңа Концепциясы қай кезде қабылданған?

5.6.29 ҚР стандарттаудың құқықтық негіздері қай ҚР Заңымен орнатылған?

5.6.30 ҚР «Техникалық реттеу туралы» Заңы қай жылы қабылданған?

5.6.31 «Техникалық реттеу туралы» Заңының ережелері. Олардың сипаттамалары.

5.6.32 ҚР Мемлекеттік стандарттау жүйесінің (МСЖ) функциялары.

5.6.33 ҚР стандарттау және метрология саласындағы жұмыстардың негізгі бағыттары.

5.6.34 Стандарттаумен айналысатын органның анықтамасы.

5.6.35 Стандарттау бойынша Ұлттық органның негізгі функциялары.

5.6.36 Қазақстан Республикасы қандай халықаралық ұйымдардың мүшесі болып табылады?

5.6.37 Сәйестікті дәлелдеу деген не?

5.6.38 Сәйестікті дәлелдеуге жататын объектілер.

5.6.39 Сәйестікті дәлелдеудің формалары.

5.6.40 «Сәйкестікті декларациялау» ұғымына анықтама беріңіз.

5.6.41 «Сертификаттау» ұғымына анықтама беріңіз.

5.6.42 «Сәйкестікті декларациялау» ұғымына анықтама беріңіз.

5.6.43 Сәйестікті дәлелдеу қай жүйе бойынша орындалады?

5.6.44 Сертификаттау жүйенің құрамы.

5.6.45 Қазақстанда міндетті түрдегі сертификация қай ҚР Заңымен енгізілген?

5.6.46 Сертификаттау жүйесіне қатысудың формалары.

5.6.47 Қазақстан Республикасында сертификаттау қай ҚР заңдарына сәйкес ұйымдастырылады және орындалады?

5.6.48 Өнімнің сәйкестігін дәлелдеуді орындаудың реті.

6 Сапаны басқару (квалиметрия негіздері)

6.1 Сапаны басқару түсінігі мен механизмі

Соңғы уақытта өндірістің дамуы өндірілетін өнімнің сапасына көңілдің айтарлықтай көтерілуімен сипатталады. Бұл жағдай заңды, себебі барлық елдерде жоғарғы сапалы өнімді шығару ұлттық экономиканың дамуының маңызды шарттарының бірі деп қарастырылады.

Заманауи нарық экономика шығарылатын өнімнің сапасына принципиалды басқа талаптарын қояды. Себебі қазіргі кезде компанияның тауарларжәне қызметтер нарығындағы орнықты орны бәсекеге жарамдығымен анықталады. Бәсекеге жарамдығы екі көрсеткішке тәуелді – баға деңгейі мен өнім сапасының деңгейіне, және де екінші көрсеткіш біртіндеп бірінші орынға шығады, өзінің мағыздылығымен еңбек өнімділігін, ресурстардың барлық түрлерін үнемін озып бара жатыр [20].

Бәсекеге жарамдық факторы ретінде, сапа барлық ұлттық экономикаға таралады. Өнімнің сапасын көтеру дүниежүзінің барлық компаниялар жұмыстарының негізгі тенденциясы.

Қазақстанның өнім және қызмет сапасы саласындағы ұлттық саясатының концепциясы айрықша айтады: XXI ғасырда отан экономикасының бас есебі сапаның өсу есебінен бәсекеге жарамдықтын өсуі.

Өнім сапасы – өнеркәсіптің қызметінің маңызды көрсеткіші. Өнім сапасының өсуі нарық экономика шартарында өнеркәсіптің тіршілікке қабілеттілігін, ғылым-техника прогресінің темптерін, өндіріс тиімділігінің өсуінғ ресурстардың барлыө түрлерінің үнемін анықтайды.

ISO 9000:2000 халықаралық стандартқа сәйкес *анықталған немесе болжанатын қажеттіліктерді қамтитын қасиеттері* өнімнің *сапасы* деп аталады [7].

Тауардың өзінің міндетіне сәйкес болуы үшін оның сипатты қасиеттері, формалары, сыртқы түрі және қолдану шарттары жалпылаған жиыныны Халықаралық стандарт оның сапасы деп анықтайды. Бұл барлық элементтер қнімді жобалау кездегі оның техникалық сипаттамаларында көрсетілетін, шикі зат сапасын, конструкторлыө өлшемдерін, түстер тіркесуінің, т.с. ескеретін конструкторлық құжаттар мен техникалық шарттарда сапаға қойылатын талаптармен анықталады.

Сапаны өндіруші немесе тұтынушы жағынан бөлек қарастыруға болмайды. Тұтынушы тауар сапасы, оның бағасы және оны пайдалануға кететін мүмкіндік шығындары туралы өзінің елестетуіне сүйене өзіне маңызды бағалылық болатын тауарды таңдайды.

Өнімді жасағанда, пайдаланғанда және тұтынғанда оның қажетті сапасының деңгейін орнату, қамту және сүйемелдеу үшін жасалатын әрекеттерді *сапаны басқару* деп түсінеді.

Сапаға көп факторлар әсер етеді, сондықтан солардың ішінде негігілерін таңдау басқарудың мақсаты болып табылады. Сонымен бірге бір факторға әсер беру кезінде басқа факторлардың реакциясын болжау үшін факторлардың өзара байланысуын есепке алу керек. Сапаны басқару және реттеудің кешендігін ұамту үшін өндірістің барлық кезеңдерін, сапа мәселелерін шешуге қатысатын бөлімшемелердің өзара байланысуын есепке алу керек.

Бұл кезде өнімнің тұтынушылық сипаттамалары, олардың деңгейіне әсер ететін факторлар мен шарттар, өнімнің өмірлік циклының әртүрлі кезеңдерінде оның сапасын қалыптастыру процестері *басқару объектісі* болып табылады.

Жалпы қабылданған принциптеріне және басқару механизмдеріне сәйкес сапаны басқару функцияларын іске асыратын басқару органдар мен бөлек адамдар басқару субъектісі болып табылады.

Өнімнің өмірлік циклының әртүрлі кезеңдерінде және сапаны басқару деңгейлерінде қолданылатын принциптер, басқару әдістері мен функциялар, өзара байланысқан басқару объектілер мен субъектілер жиыны *өнімнің сапасын басқару меха*низмі деп аталады.

Ол келесі *сапаны басқарудың негізгі функцияларын* қамту керек [20]:

- нарық, техникалық деңгей және өнім сапасы қажеттіліктерін болжау;
- өнім сапасын өсіруді жоспарлау;
- өнім сапасымен сатандарттау талаптарын нормалау;
- өнімді өндіріске жіберу;
- өндірісті технологиялық дайындау;
- өнімнің сапасы мен сынауын бақылау;
- өндірістегі ақауларды алдын алу;
- өнім, жұмыс, қызмет, сапа жүйелері мен өндірістерді сертификаттау;
- өнімді, техноллггялық процестерді, жұмыс орындарын, орындаушыларды, т.б. өндірісте ішкі аттестаттау;
- сапаның жеткен деңгейіне стимулдау және жауапкершілік;
- өнімнің сапасын басқаруды құқықтық, ақпараттық, материал-техникалық, метрологиялық, ұймдастырушылық, технологиялық және қаржылық қамту.

Басқару шешімдерді өндіріп, оларды соңынан белгілі басқару объектінде іске асыру әр басқарудың маңызы болып табылады.

Бүгінде осы мақсаттарға жету үшін сериясы 9000 ISO идеоогиясы мен халықаралық стандарттар ережелері қолданылады. Бұл стандарттар:

- нарықтық қатынстарға бағытталған;
- алда жүретін индустриалды елдердің басқаруды ұйымдастыруының (менеджмент) тәжірибесін аккумуляциялайды;

- әртүрлі саладағы кәсіпорындар мен әртүрлі әрекет түрлері қолдануға универсалды болып табылады;

- кәсіпорындардың өзара олжалы сауда-экономикалық өзара қатынастарын негізі ретінде барлық дамыған елдермен қабылданған.

Стандарттау, метрология және сертификатау – өнім, жұмыс және қызмет сапаларын қамтитын құралдар.

1. Стандарт белгілі тауардың қасиеттерінің негізгі көрсеткіштер жиынын орнатады. Стандартты жасауға Техникалық реттеу және метрология Комитеті, мемлекеттік кәсіпорындар, бағыттары бойынша ғылыми-зерттеу институтарының коллективтері.

2. Метрология әртүрлі бақылау әдістері көмегімен жасалған өнімнің стандартқа, сызбалардың техникалық шарттары мен басқа техникалық құжаттарына сәйкестігіне кепілдеме береді.

3. Сертификаттау (лат. *Certum facer* – дұрыс істелген) – барлық нормативті құжаттар талаптарына сәйкестікті дәлелдеуге бақытталған әрекет.

Егер де өнімдің сапасын басқару стандарттауда негізделген болса, онда жасалған өнімнің сапасының соңғы бағасы сертификаттау көмегімен орындалады.

Техника-эксплуатациялық, эксплуатациялық және техникалық регламенттермен анықталатын басқа сапа параметрлерін қамтамасыздандырмай, өнімді сертификаттау яғни талаптарға сәйкестігін дәлелдеу мүмкін емес. ISO 9000 стандарттарын ендіру өнім сапасының сәйкес деңгейін дәлелдеуге бағытталған және оны бәсекеге жармадылық мүмкіншіліктерін анықтайтын өнімді тәуелсіз сертификаттаудың базасы болып табылады. Бірақ ISO 9000 стандарттарында экономикалық тиімділікке бағытталған талаптар өте әлсіз айтылған, ал өнімді уақытысында жеткізуге талаптар мұғайым жоқ.

Сондықтан қоршаған ортаны қорғау және өнімнің қауіпсздігі көз қарасынан сапа менеджменті жүйелеріне талаптарын орнататын ISO стандарттарының 14000 сериясы әзірленді. Осының себебінен сапа жүйелерін, олардың әрекеттері мен дамуына әсер ететін факторларын, олардың көрсеткіштер бағаларын және қызметін бақылау өқу қажет болды

6.2 Сапаны өлшеу және бағалау

Тұтынушылардың белгілі қажеттіліктерін қамтамасыздандыру мүмкіншіліктеріне сәйкес өнімнің *қасиеттер жиынтығы* оның *сапасы* деп аталады. Сапаны басқару үшін біріншіден оны бағалау, ал идеалды жағдайда - өлшеу керек.

Сапаны сандық бағалау сұрақтарын арнайы *квалиметрия* деп аталатын, өнімдер мен қызметтер сапасын сандық бағалау және өлшеу әдістері туралы ғылым оқиды [12].

Квалиметрия сапаны бағалау сұрақтарын оқиды. Сапа деп аталатын

қасиет физикалық шама болып табылмайды және метрологиялық көз қарасы жағынан өлшенбейді, себебі осы қасиеттің заңдаңдырылған өлшемі жоқ. Сонда да физикалық шамаларды өлшеу аналогиясы негізінде квалиметрияда сапаны бағалудың, сонымен бірге сан жағынан да, практикалық ұсынымдары алынған.

Бір шаманы анықтау және өлшеу тек қана оны басқа салыстыру бірлігі болатын белгілі шамамен – өлшеммен салыстырып орындауға болады. Метрологияда осындай өлшемдер ретінде физикалық шамалардың бірліктері болып табылады. Физикалық шамалардың аналогтары квалиметрияда *сапа көрсеткіштері* болып табылады. «Физиқалық шама» және «сапа көрсеткіші» түсініктемелер жақын, бірақ тең емес. Физикалық шама табиғаттың объективті қасиеттерін көрсетеді, ал *сапа көрсеткіші – белгілі жағдайлардағы қоғамдық қажеттіліктерін.* Мысалы, масса – физикалық шама, ал өнім массасы – оның тасымалдылық көрсеткіші; жарықтандыру – физикалық шама, ал жұмыс орынның жарықтығы - эргономикалық көрсеткіш.

Сапа - өнімнің күрделі, көпөлшемді қасиеті, оның тұтыну қасиеттер жиынының жалпылаған сипаттамасы. Бағалау мақсатымен ол сапаны анықтайтын компоненттердің тек қана шағын санын есепке алатын. қарапайымдыланған модельмен көрсетіледі. Қажет болса, *сапа моделі* жетілдіріледі, сапаны басқа жағынан сипаттайтын өнімнің жаңа қасиеттері есепке алынады. Кері қарай – модель қарапайымдылануы мүмкін.

Өнімнің сапасын құрастыратын бір немесе бірнеше қасиеттерінің сандық сипаттамасыөнімнің *сапа көрсеткіштері* деп аталады..

Тұтынушы құндылығының негізгі категориясы болатын сапа көрсеткіштері бағаны, бастапқы сапасына тәуелді өнімнің өзіндік құнын құруға негізі болады.

Өнім сипаттамалары бойынша сапа көрсеткіштерін 10 топқа бөледі [12]:

1) *тағайыны бойынша көрсеткіштер* өнімнің орындайтын негізгі функцияларын анықтайтын қасиеттерін сипаттайды және оның қолдану аймағын анықтайды.

Бұл топқа кіреді:

- бұйымдардың анықталған классификациялық топқа (автомобильдер класы, аспатар дәлдігі, т.с.) жататынын орнататын *классификациялық көрсеткіштері;*

- бұймды пайдаланудың пайдалы нәтижесін (компьютердің жылдамдығы, өлшеу аспатың дәлдігі, қондырғы өндірілмділігі, т.с.) сипаттатын *функционалды (эксплуатациялық) көрсеткіштері;*

- бұйымның жоба-конструкторлық шешімдері туралы түсінік беретін *конструкциялық көрсеткіштері* (бензин, дизель, электр двигательдері, т.с.);

- өнімде химиялық элементтері, олардың қоспалары (кокста күкірт пен күлдің пайыздық құрамы, т.с.) бар екенін анықтайтын *құрам және құрылым көрсеткіштері.*

Осы топтың көрсеткіштерінің сапа деңгейін бағалауда негізгі ролі бар;

2) *сенімділік көрсеткіштері* мүлтіксіздік, төзімділік, жөндеуге жарамдылық және сақталғыштық қасиеттерін сипаттайды:

- *мүлтіксіздік* – кейбір уақыт аралығында немесе атқарымда бұйымның еңбекке қабілеттілігін сақтау қасиеті;

- *төзімділік* – бұйымның кейбір шекті күйге дейін техникалық қызметке және жөндеуге қажетті үзілістермен еңбекке қабілеттілігін сақтау қасиеті;

- *жөндеуге жарамдылық* - өнімнің жөндеуге болатын қасиеті;

- *сақталғыштық* – бұйым мен өнімнің техникалық құжаттарда орнатылған сақтау және тасымалдау уақыты және одан кейін бойынша ақаусыз және пайдалануға жарамды күйін сақтау қасиеті;

3) *эргономикалық қасеттері* «адам-бұйым» жүйені сипаттап, өндірістік және күнделікті процестерінде көрінетін адамның қасиеттер жинағын есепке алады. Оларға гигиеналық (жарықтандыру, температура, қысым, ылғалдық), антпромоетриялық (киім, аяқ киім, жиһаз, басқару пульттер) және психофизикалық (жылдамдық және күштік мүмкіндіктер, есіту, көру табалдырықтары, т.с.) қасиеттері қатынасты.

4) *эстетикалық көрсеткіштер* ақпараттық мәнерлілігін, түрінің рационалдығын, композицияның бүтіндігін, өндірістік орындалуының желтілдігін, тауарлық түрінің тиянақтылығын (түрлер, иістер, гармониялық,т.с.) сипаттамаларын анықтайды;

5) *технологиялық көрсеткіштер* өндірісті техникалық дайындағанда, өнімді жасау мен қолднауда еңбектің материал шығындары, уақыт пен құралдардың оптималды таралуын қамтитын өнім қасиетін дәлелдейді;

6) *стандарттау және унификациялау* көрсеткіштері өнімнің стандартталған, унифицерленген немесе өзіндік бөліктермен қанықкандығы мен басқа бұйымдармен унификациялану деңгейін сипаттайды.

Унификациялануды негізгі көрсеткіштері – қолдану, қайталану, бұйымдар тобының өзара унификациялану, өзіндік бөліктердің (детальдардың) меншікті салмағының коэффициенттері. Мемлекеттік және салалық стандарттарға сәйкес шығарылатын өнімнің барлық бөліктері стандартты болып табылады;

7) *патентті-құқықтық көрсеткіштері* өнімде қолданылған техникалық шешімдердің жаңарту дәрежесін, олардың патенттік қорғалуын және өнімді біздің елде, шңт елдерде кедергісіз сату (патенттелген және лицензияланған детальдардың (түйендердің) саны және меншікті салмағы, т.б.). мүмкіншіліктерін көрсетеді;

8) *экологиялық көрсеткіштер* өнімді қолданғанда немесе тұтынғанда шығатын қоршаған ортаға зиянды әсерлерінің деңгейін көрсетеді. Мысалы, қоршаған ортаға шығарылатын зиянды қоспалардың құрамы, өнімді сақтағанда, тасымалдағанда және қолданғанда зиянды заттардың шығарылу ықтималдығы;

9) *қауіпсіздік көрсеткіштері* өнімді қолданғанда және тұтынғанда адам қауіпсіздігіне себепші болатын қасиеттерін сипаттайды. Олар авариялық жағдайда мүмкін қауіпті болатын аймақтағы адамдарды сақтау нормалар мен құралдарына талаптарды көрсетеді және еңбек қауіпсіздігі мемлекеттік стандарттары, халықаралық стандарртарымен жарияланған;

10) *экономикалық көрсеткіштер* өнімнің интегралды сапа көрсеткішінде есепке алынатын, оны әзірлеуге, жасауға, қолдануға немесе тұтынуға кететін шығындардан тұрады (шығындар, өзіндік құны, т.с.), өнімнің әртүрі үлгілерін салыстырғанда – техника*экономикалық көрсеткштер;

Сапа көрсеткіштері арасында сандық мәндермен көрсетілмейтін көрсеткіштері бар (түс, иіс, тембр, т.с.). Олар сезім органдарымен анықталады (органолептикалық) және сенсорлық сипаттама болып табылады.

Аталған көрсеткіштер өнімді оның барлық өмірлік циклы бойынша сипаттайды. Олар жетілденуі, өзгеруі мүмкін, бірақ олардың бастапқы номенклатурасы өзгермейді. Бұл көрсеткіштер бәсекелестер өнімімен салыстырудың негізі болатын өнімнің базалық тұтынушылық сапасын анықтайды.

Бұйымның сапа деңгейі дегеніміз қарастырылатын және базалық бұйымдардың яғни бәсекелестер бұйымдарымен, перспективалық үлгілермен, стандарттармен, т.б. сипаттамалар жинақтарын салыстыруда негізделген сапаның салыстырмалы бағасы.

Өнім сапасын бағалайтын көрсеткіштерді есептеу белгілі мақсаттармен орындалады, олар арасындағы ең маңыздысы – бұйымдардың әртүрлі тұтынушылық қасиеттері мен олардың экономикалық сипаттамаларын салыстыру, яғни бұйымдар сапасының оптималды деңгейін анықтау.

Сапаның оптималды деңгейі – өнімді осы деңгейден төмен немесе жоғары өндіру және (немесе) тұтынушының қажеттіліктерін қамту экономикалық орынсыз болатын деңгей. Бұйымдарды жасауға кететін шығындарды азайту үшін бір жағдайларда сапаны көтеруге, басқаларында – өзгертеуге, үшіншіде – тіпті жалпы немесе бөлек көрсеткіштер бойынша сапаны төмендетуге болады.

Сондықтан, өнімнің сапасы жоғары болса, пайда да өседі. Пайданың өсуіне екі фактор әсер етеді:

- алынған өнім немесе қызметтің сапасы жоғары деп тұтынушының қанағаттануы, сонда тұтынушылардың қанағаты жоғары болса, тауарларға жоғарырек бағаны орнатуға болады;

- сәйкессіздіктер (дефекттер) болмағандықтан өндіріске кететін шығыны азаяды, сондықтан оларды түзеуге шығындар азаяды.

Бірақ сапасы жоғарырек болатын өнімді шығарудың теріс жағыда бар: технологиялық циклге уақытты көтеру керек, құны жоғары жабдықтарды алу керек, қызметкерлер квалификациясы мен олардың жалақысына талаптар көтеріледі. Осы ебептер өнімнің өзінді құнынын өсуіне әкеледі; бірақ өнім

сапасына ойластырылған амал қолданылса, осындай шығындар тек қана орнын толтырады емес, едәір пайда әкеледі.

6.3 Сапа көрсеткіштерінің қасиеттері және оларды қалыптастыру ережелері

Физикалық немесе физикалық емес (экономикалық, гуманитарлық, әлеуметтік, т.б.) шамалар болатынына сәйкес сапа көрсеткіштері физикалық шамалар бірліктерімен немесе келісім бойынша қабылданған бірліктермен (мысалы, балл, балдық шкала) көрсетіледі.

Сапа көрсеткіштері бірлі-жарым немесе комплексті деп бөлінеді. *Бірлі-жарым* көрсеткіштері сапаны анықтайтын қасиетерінің бірі болады; *комплексті көрсеткіштер* бірнеше бірлі-жарым көрсеткштерінен құрастырылады.

Комплексті көрсеткіштері бірлі-жарым көрсеткіштерінен олар арасындағы белгілі функционалдық тәуелділіктерінен құрастырулары мүмкін, немесе келісім бойынша қабылдаған бірлі-жарым көрсеткіштерінің комбинациясы болуы мүмкін. Мысалы, радиоаппаратураның сапасының бірлі-жарым көрсеткіші ретінде кернеу көзінің U кернеуін және тұтынатын I тогын таңдап, $P = UI$ функционалдық тәуелділігін қолданып, комплексті көрсеткішті – тұтынатын P қуатты алуға болады.

Егер де объективті функционалдық тәуелділік болмаса, сапаның комплексті көрсеткіштерін құрастыру үшін *субъективті әдісін* қолданады – орта салмақты принципі бойынша, келесі формулардың біреуін [20]:

- *орта арифметикалық салмақтану мәні*

$$\overline{Q} = \sum_{i=1}^{n} g_i Q_i \quad ; \tag{6.1}$$

- *орта гармоникалық салмақтану мәні*

$$\widetilde{Q} = \frac{\sum_{i=1}^{n} g_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{Q_i}{g_i}} \quad ; \tag{6.2}$$

- *орта геометриялық салмақтану мәні*

$$\tilde{Q} = \left(\prod_{i=1}^{n} Q_i^{g_i} \right)^{\frac{1}{\sum_{i=1}^{n} g_i}} \quad . \tag{6.3}$$

Салмақты коэффициенттер g_i көмегімен әрбір Q_i бірлі-жарым сапа көрсеткішінің маңыздылығы немесе құндылығы (салмағы) есепке алынады. Физикалық шамаларды өлшеу нәтижелерінің бағасы олардың шашырауы неғұрлым кіші болса, соғұрлым өлшеу нәтижелерінің бағалауы үлкен болады. Сондықтан, өлшеудің бірнеше сериясының нәтижелерін өңдеу кезінде,

сызықты алгебралық теңдеулер жүйесін ең кіші квадраттар әдісімен шешкенде, салмақ коэффициенттері дисперсияға кері пропорционалды деп есептеледі. Квалиметрияда сапа көрсеткіштерінің «салмағы» басқа түсініспен анықталады. Тағайындау көрсеткіштері, мысалы, әдетте, ең мағызды болып табылады. Бірақ бір көрсеткіш басқадан нешеге немесе неше рет еселі екенін айту қиын.

Сапа көрсеткіштерінің салмақтарын анықтаудың есебі, әдетте, келесі шарттан есептелінеді

$$\sum_{i=1}^{n} g_i = 1 \quad . \tag{6.4}$$

Осы шарт орындалса, орта салмақтану мән орта арифметикалық мәнге ауысады, ал орта геометриялық саламақтану мәнді есептеу өрнегі қарапайымға айналады. .

Олардың салмақтарын есепке алып бірлік сапа көсеткіштерін қосу өлшем теориясының ережелеріне сәйкес орындалуы керек. Сондықтан, алдан ала жиі жағдайда бірлік сапа көрсеткштерінің абсолютты мәндерінен салыстырмалыға көшеді. Комплексті көрсеткіштің абсолютты мәні бұл кезде өлшемсіз болып болады.

Сапа кешенді көрсеткіші құрамына біртекті бірлік көрсеткіштер біріктірілсе, ал қосындылар арасындағы шашырау мәні көп болмаса, онда әдетее *орта арифметикалық салмақтану мәні* қолданылады.

М ы с а л Кокстың негізгі бірлік көрсеткіштері оның құрамыдағы S_i күкір, A_c күлдену, M_{10} мен M_{40} беріктік мөлшерлері болып табылады. Осы көрсеткіштердің әрқайсысы 1 % -ға өссе домналық пештің өнімділгі бірінші үш жағдайды 20, 2 және3 % төмендейді, ал төртінші жағдайда - 1,3 %-ға өседі. Осындай шарттарда домналық пештің өнімділігінің кокс сапасынан тәуелділігін сипаттайтын кешенді көрсеткішті келесі орта арифметикалық салмақтану түрі ретінде көрсетуге болады:

$$\hat{Q} = g_1 S_c + g_2 A_c + g_3 M_{10} + g_4 M_{40},$$

мұнда салмақ коэффициенттерін, әрине, аталған кокстың сапа көрсеткштерінің мәндерін 1 % -ға өскен жағдайдағы домналық пештің өнімділгінің өзгеруіне тең деп алады. Кокс сапа мемлекеттік стандартқ талаптарын сәйкес болатын көрсеткіштерін келесідей деп алсақ, келесіні есептеуге болады:

$$\hat{Q} = -0{,}2 \;\; 0{,}007 - 0{,}02 \;\; 0{,}11 - 0{,}03 \;\; 0{,}08 + 0{,}013 \; 0{,}78 = 4{,}14 \; 10^{-3}.$$

Қосындылар арасында шашырау көбірек болса, *орта гармоникалық салмақтану мән* қолданылады.

Ең кіші квадраттар әдісінде *орта геометриялық салмақтану мән* қолданылады. Бұл белгілі әдіс әдіс квалиметрияда да кең пайдаланылады.

Ең көп тараған және универсалды *орта геометриялық салмақтану мән* болады. Ол біртекті емес сапа көрсеткштерін, соның ішінде шашырауы едәуәр, оны қолдануға шарттарыда әртүрлі болатын әртүрлі өнімді кешендеген кезде колданылады.

Сонымен, практикада келесідей рекомендациялар құрастырылған:

Практикада келесі кепілдемелер шығарылған:

1) азғантай шашырауы бар біртекті көрсеткіштер бірлестірілсе сапаның кешенді көрсеткішін есептеуге орта арифметикалық салмақтану мәні қолданылады;

2) көрсеткштердің едәуір шашыраулары болса, орта гармоникалық мәнін қолдануы керек;

3) орта геометриялық салмақтану мәні принипі бойынша комплекстеу ең универсалды кешенді көрсеткішті құрастыру амалы болып табылады. Бірлік көрсеткіштер біртекті болмаған (әрБірлік көрсеткіштер біртекті болмаса және олардың шашырауы едәуір болса оларды осы сұлба бойынша бірлестіреді.

Кешенді сапа көрсеткіштерде кейбір бірлік көрсеткіштердің төмен мәндері басқалардың жоғары мәндерімен компенсациялануы мүмкін. Кейбір кезде ол нақты өмірлік ситуацияларға сәйкес болады. Мысалы, көп жылдық бақылаулар және арнайы зеттеулермен келесі орнатылған: отандық киім мен аяқ киім жалпы кезде импорттыққа қарағанда беріктілеу және өмірлік. Бірақ, импорттық өнімнің қызықтыратын сыртқы түрі бар, сондықтан оған жоғары сұраным бар. Жоғарғы эстеттикалық сапа көрсеткіштері бұл кезде сенімділік пен өмірліктің төмен көрсеткіштерін компенсациялайды. Тағы бір мысал: сапаның кейбір көрсеткіштерін төмендету жолымен тасымалдауға қолайлық көрсеткштерін (мысалы. Массагабарит көрсеткіштерін) көтереді. Осындай мысалдарды көп табуға болады.

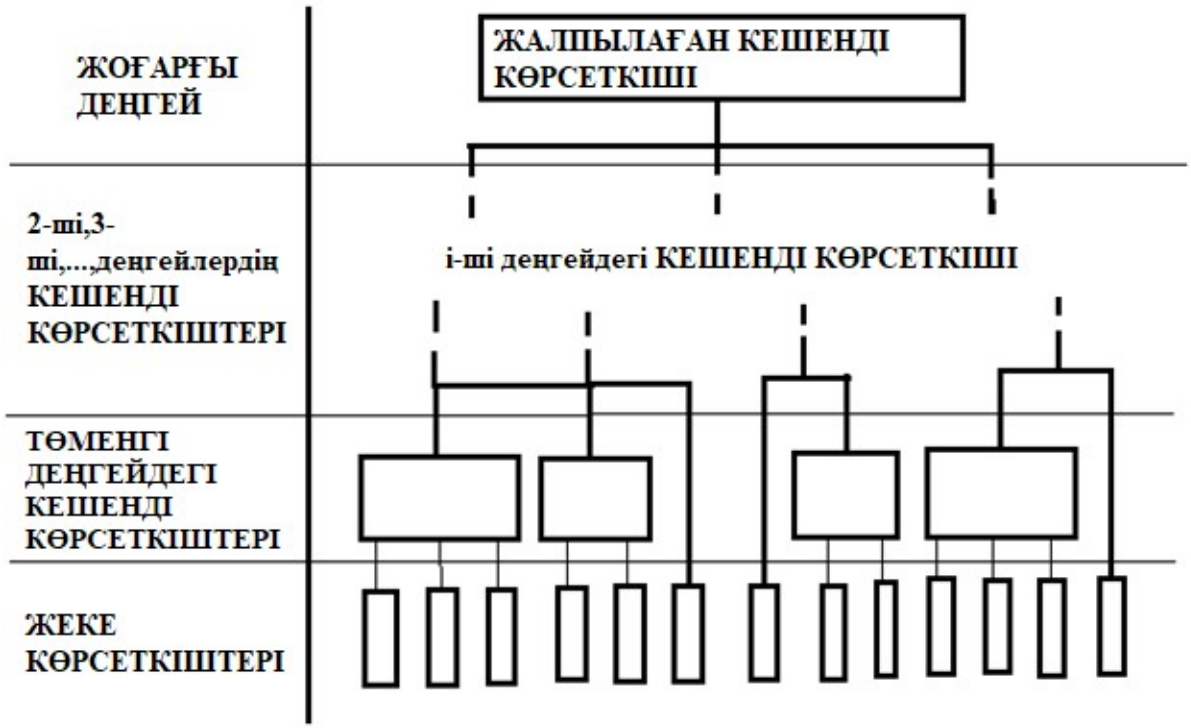
Сонымен бірге, басты, маңызды сапа көрсеткіштерінің төмен мәндерінкешенді сапа көрсеткішін екінші кезектегі көрсеткіштердің жоғары мәндерімен компенсациялауға болмайды. Осындай мүмкіндікті жою үшін *вето коэффициенті* деп аталатын коэффициентке көбейтеді; кез келген маңызды бірлік көрсеткіш өзінің рұқсат етілген шектерінен шықса, бұл коэффициент нольге айналады, басқа жағдайларда 1-ге тең. Осы вето коэффициент арқасында егер де маңызды бірлік көрсеткіштердің біреуі қолдануға жарамсыз болса, кешенді сапа көрсеткіш нольге дейін түседі.

Тағы да туынды физикалық шамалар сияқты, сапа туралы пікір беретін қасиеттерін әрі қарай жалпыландыру үшін, кешенді сапа көрсеткіштерін әрі қарай бір-бірімен комбинациялауға болады. Сонымен, сапа көрсеткіштер құрылымы көпдеңгейлі болып табылады (6.1 сурет). Сапаны анықтайтын бөлек қасиеттерін сипаттайтын бірлік көрсеткштер оның негізі болып табылады. Осындай көрсеткштердің саны, әрине, қасиеттер әртүрлілігінен төмен.

Бірлік сапа көрсеткіштері сапаны тек қана бір көз қарас жағынан қарастырғанда маңызды болатын қасиеттердің мөлшерлері болады. Сонымен, осы деңгейден басталып, сапа туралы қарапайымдалған елестету, яғни оның *моделі* құрастырыла басталады. Комплексті көрсеткіштерге көшкенде әр

жоғары тұратын деңгейдегі модель өрескелдеу болады, сонымен аяғында сапаны жоғары деңгейдегі жалғыз жалпы көрсеткішпен сипаттауына келеміз. Кешенді көрсеткіштерді құрастыру әр деңгейде төмендегі деңгейдегідей: функционалдық байланыстар немесе анықтамалар және негізінде.

Сапаның қасиеттерінің бір белгілі тобына қатынасты кешенді көрсеткіші *топтық* деп аталады.



6.1 сурет – Көпдеңгейлі сапа көрсеткіштердің құрылымы

Экономика көз қарасы жағынан бұймның қасиеттерінің оптималды жиынын анықтау үшін сапа кешенді көрсеткіштердің бір түрі –1.2 тармақта келтірілген *интегралды сапа көрсеткіші*. Мысалы, бұрғылау қондырғының интегралды сапа көрсеткіші оның меншікті бұрғылау тереңдігі болады:

$$K_и = \frac{H_\Sigma}{З_с + З_э},$$

мұндағы H_Σ - күрделі жөндеуге дейінгі бұрғылау қондырғының қосынды ұңғылау тереңдігі, м;

$З_с$, $З_э$ — күрделі жөндеуге дейінгі бұрғылау қондырғыны пайдаланудың сәйкесінше өзіндік құны мен шығындар.

Мысалы , транспорттық құралдардың интегралды көрсеткіші ретінде 1 км жорыққа меншікті шығындарды атауға болады:

$$K_и = \frac{З_с + З_э}{L},$$

мұндағы $З_с$ и $З_э$ — күрделі жөндеуге дейінгі транспорттық құралдың сәйкесінше өзіндік құны мен шығындар;

L - күрделі жөндеуге дейінгі транспорттық құралдың жорығы, км.

Сапаның жалпыланған көрсеткіші сапасы бағаланатын өнімнің қасиеттерінің жинағына жатады. Экономикалық есептеулерде жалпыланған кешенді сапа көрсеткіші ретінде интегралды сапа көрсеткіші қолданылады.

Физикалық шамалар сияқты, сапа көрсеткіштері уақыт бойынша өзгереді. Бір жағдайда осы өзгерулерді есепке алмауға болады, ал басқаларында болмайды. Мысалы, өнімнің сапа көрсеткіші оның қызмет мерзімінің аяғына таман төмендейді, сонымен бірге осы мерзім аралығында бзылу себебінен өнім қолданбайтын, техникалық қызметте немесе өңдеуде болуы мүмкін. Осы жағдайлар сенімділік көрсеткіштермен есепке алынады, олардың ішінде – сақталу, мүлтіксіздік, жөндеуге жарамдық, ұзақ пайдаланулық, т.с. Өзінің табиғаты бойынша олар қағида түрінде басқа өнімнің сапа көрсеткіштерінен айырылады, және оларды басқалары сияқты қолдануға болмайды.

Егер де кешенді көрсеткіш құрамына әртекті сапа көрсеткіштері кірсе, оларды салыстырмалы түрде көрсету керек.

6.4 Сапа көрсекіштерін анықтау әдістері

Сапа көрсеткштерінің мәндерін анықтау үшін аспаптық және эксперттік әдістер қолдануы мүмкін.

Құрал-саймандық әдістер шектелген жағдайларда қолданылады: сапа көрсеткіштері физикалық шамалар болса және нормаланған метрологиялық сипаттамалары бар өлшеу құралдары бар болса. Сонымен, құрал-саймандық сапа көрсеткіштерін анықтау метрологияның кәдімгі өлшеу есептерін шешуге айналады.

Өлшеудің техникалық құралдарын қолдану мүмкін емес немесе экономика жағынан ақталмайтын болса сапа көрсеткіштерін бағалаудың *эксперттік әдістерін* қолданады. Эксперттік әдістерді, мысалы эргономикалық және эстетикалық көрсеткіштерін бағалауға, спортта, гылымның гуманитариялық салаларында қолданады. Қлшеу шкалалардың балыұ түрлері қолданылады, соның ішінде қатынастар шкаласы да.

Эсперттік әдістер түрлері - органолептикалық және социологиялық әдістер болып табылады.

Бағалаудың *органолептикалық әдісі* объектің қасиеттерін адамның сезім органдарымен анықтауда негізделген: көру, есіту, сезу, иіс сезімі, дәм сезімі. Мысалы, дегустатордың шәйдің сапасын бағалауы.

Социологиялық әдісі тұрғындарды немесе тұрғындар топтарын жаппай сұраныс негізінде, онда әр индивидуум эксперт роліе атқарады.

Барлық эксперттік әдістерінде *адам-эксперт* кейбір техникалық емес» өлшеу құралы ретінде қарастырылады. Сонымен бірге, сәйкес қасиеттің

мөлшерін адам өзі елестетеді. Осындай метрологиялық амалды қолданып, сапа көрстекіштердің эксперттік бағаларын жиі жағдайда өлшеу нәтижесі деп, ал бағалау процедураның өзін – сапаны өлшеу деп атайды.

Эксперттік бағалар өлшеудің емес, небәрі өрескел бағалаудың нәтижесі. Сонда да, өнімнің өлшеуге әлі қол жетпейтін тұтынушылық қасиеттерінің эксперттік бағаларының маңызды қолданбалы мәні бар, олар салыстыруға, бағаланатын қасиеттердің интенсивтілігі бойынша объектілерді классификациялауға мүмкіншілік береді.

Өнім сапасының эксперттік бағасын бір маман бере алады, бірақ бағаның дұрыстылығын көтеру үшін *бағалаудың топтық әдісін* қолдануға тырысады.Бағалардың тиімділігін қамту үшін эксперттік комиссия ұқыпты жиналады және аттестаттанады.

Эксперттік комиссияға кандидаттарды саралау үшін тестілеу жолмен олардың біліктілігін тексереді. Топты құрғанда эксперттер бағаларының сәйкестілігі мен тәуелсіздігін қамті мәселесі қиын болады. Сондықтан, комиссияны құрудың соңғы кезеңінде эксперттердің өзін бағалау және өзара бағалауын орындау дұрыс. Практика көрсетеді: жоғары өзін бағалаулары бар эксперттік комиссиялар объектінің сапасын бағалауда қателері аз.

Эксперттердің *өзара бағалаулары* да өте маңызды. Әрине, олардың бірге жұмыс жасау тәжірибелері болуы керек.

Эксперттің басқа топтарда жұмысы туралы ақпарат болса, оның квалификациясының критерийі ретінді *сенімділік дәрежесі немесе көрсеткіші* қолданылады яғни эксперттің пікірі экспертиза нәтижесіне сійкес болу оның санының оның экспертизаларға қатысудың жалпы санына қатынасы. Эксперттерді саралауға осы амалды қолдану үшін әрине, ақпараттың үлкен көлемін жинапғ талдауды талап етеді, бірақ эксперттік топтардың сапалы құрамын үздіксіз жетілдіруге мүмкіндік береді.

Үміткерлерді эксперттік комиссияға іріктеуде олардың *пікірлерінің сәйкестігіне* көп назар аударылады, бұл сәйкестік есептеу дисперсияның ығысқан немесе ығыспаған бағасымен анықталады. Осы мақсатымен эксперттік топты қалыптастыру кезеңінде бақылау өлшеулер орындалып, нәтижелері математикалық өңделеді. Жиі жағдайда құндылығы және сапасына қарай шкала бойынша реттелген (яғни олардың рангтері анықталады, себебі реттеу шкала бойынша өлшеу ранжілеу деп аталады) жалғыз емес, бірнеше өлшеу объектілер қолданады. Эксперттер пікірлерінің «сәйкестік» өлшемі ретінде бұл кезде *конкординация коэффициенті* қабылданады:

$$W = \frac{12 \cdot S}{n^2 (m^3 - m)}$$

мұндағы S – экперттеуге жататын әр объектінің рангтер қосындысының ауытқу квадраттарының қосындысы;

n —эксперттер саны;

m — эксперттеуге жататын объекттер саны.

Эксперттер пікірлерінің сәйкестіктер дәрежесіне қарай конкординация коэффициенті 0-ден (сәйкестік жоқ болғанда) 1-ге дейін (толық сәйкестік) мәндерін қабылдайды.

Есеп. Эксперттеуге жататын 7 объекті туралы 5 эксперттің пікірлері 6.1 кестеде келтірілген. Осы эксперттердің пікірлерінің сәйкестігін анықтаңыз.

Шешімі.

1. Рангтердің орта арифметикалық мәні:

$$\frac{21+15+9+28+7+25+35}{7}=20$$

2. Аралық есептеулер нәтижелерін қолдана

6.1 келтірілген аралық есептеулер нәтижелерін қолдана, келесіні аламаыз: $S = 630$.

3. Конкординация коэффициенті:

$$W=\frac{12\cdot 630}{25(343-7)}=0{,}9$$

Эксперттер пікірлерінің сәйкестік дәрежесі қанагатты деп есептуге болады.

Егер де эксперттер пікірлерінің сәйкестік дәрежесі қанағатсыз болса, оны көтеруге арнайы амалдарды қолданады. Негізінде, олар нәтижелерді талқылау мен қателерді талдау өткізу жаттығулар болып табылады.

6.1 кесте

Эксперттеу объектінің номері	Эксперттер бағалары					Рангтар қосындысы	Орта арифметикалық мәнінен ауытқу	Орта арифметикалық мәнінен ауытқуының квадраты
	1-ші	2-ші	3-ші	4-ші	5--ші			
1	4	6	4	4	3	21	1	1
2	3	3	2	3	4	15	-5	25
3	2	2	1	2	2	9	11	121
4	6	5	6	5	6	28	8	64
5	1	1	3	1	1	7	-13	169
6	5	4	5	6	5	25	5	25
7	7	7	7	7	7	35	15	225

Бұл әдістің ерекеше сипаттамалары келесілер болады:

- *анонимділік*. Біреуінің биліктігі немесе шешендігі оларға әсер етпеуші үшін эксперттер бір бірімен кездеспейді;

- *көп кезеңдік*. Сұрастырулардың әр туранын кеін барлық эксперттер бір-бірінің пікірлерімен танысып, қажет болса, өздерінің көз қарастарына жазбаша

негіздеме береді. Басқалармен келісіп немесе келіспей эксперттер өз көз қарасын жаңадан қарап шығулары мүмкін;

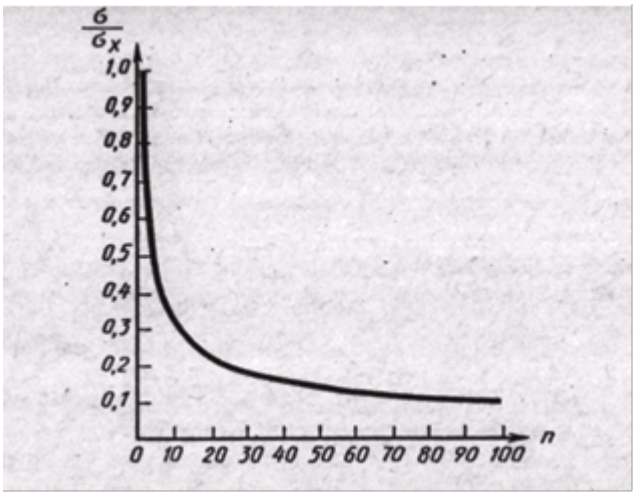
- *бақылау.* Бөлек пікірлердің шашырауы алдын-ала таңдалған деңгейге дейін төмендегенше әр турдан кейін эксперттер пікірлерінің сәйкестігі тексеріледі.

Эксперттік әдісінтерінде өте жауапты өлшеулерде эксперттік квалификацияларының салмақтық коэффициенттерін есепке алуға болады.

Эксперттер санының да маңызды ролі бар. Топтағы эксперттер саны өскен сайын өлшеу дәлдігіда өседі. Бұл көпреттік өлшеулердің фундаменталды қасиеті.

Орта арифметикалық мәнінің орта квадраттық ауытқуы σ талап етілетін мәніне сай болатындай *n* эксперттер санын 6.2 суреттегі графиктен табуға болады.

Эксперттердің бастапқы саны әдетте 7 адамнан аз болмайды. Арнайы жағдайлада ол 15...20 эксперттерге дейін жетуі ммкін (массалық сұраныс әдетте тек әлеуметтік зерттеулерде кездеседі).



6.2 – Эксперттік топтағы мүшелер санын анықтайтын график

6.5 Бақылау сұрақтары

6.5.1 Сапа бәсекеліктің факторы ретінде.

6.5.2 ISO 9000:2000 халықаралық стандартқа сәйкес сапаның анықтамасы.

6.5.3 Өнімнің сапасын басқару деп қандай әрекеттерді түсінеміз?

6.5.4 Сапнаы басқару мехнизмі не болып табылады?

6.5.5 Басқару объектілері деген не?

6.5.6 Өнімнің, жұмыстың және қызметтің сапасын қамту құралы ретінде стандарттау, метрология мен сертификаттау.

6.5.7 ISO 9000 мен 14000 маңыздары және айырмашылықтары.

6.5.8 Квалиметрия деген не?

6.5.9 Сапа көрсетіші нені қамтып көрсетеді?

6.5.10 Сапа көрсеткіштердің топтары.

6.5.11 Тағайындау және сенімділік көрсеткіштерін атаңыз.

6.5.12 Эргономикалық және эстетикалық сапа көрсеткіштерің атаңыз.

6.5.13 Технолгиялық және қауіпсіздік сапа көрсеткіштерің атаңыз.

6.5.14 Стандарттау және унификациялау сапа көрсеткіштерің атаңыз.

6.5.15 Патенті-құқықтық сапа көрсеткіштерің атаңыз.

6.5.16 Экологиялық сапа көрсеткіштерің атаңыз.

6.5.17 Экономикалық сапа көрсеткіштерің атаңыз.

6.5.18 Бірлік жіне кешенлік спа көрсеткіштері. Анықтамалары.

6.5.19 Кешендік көрсеткішті есептеудің субъективті әдісі. Есептеу формулалары.

6.5.20 Кешендік көрсеткішті есептеу формуласын таңдауға практикалық кепілдеме.

6.5.21 Вето коэффициенті.

6.5.22 Сапа көрсеткіштерінің көпдеңгейлң құрылымы.

6.5.23 Сапа көрсеткіштерін анықтаудың әдістері.

6.5.24 Қай жағдайда сапа көрсеткішетерін бағалауға құралдық әдістері қолданылады?

6.5.25 Қай жағдайда сапа көрсеткішетерін бағалауға эксперттік әдістері қолданылады?

6.5.26 Сапа көрсеткіштерін бағалаудың эксперттік эдістерінің түрлері.

6.5.27 Эксперттік топтың санын анықтау.

Әдебиет тізімі

1 ГОСТ 8.207-76 «Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений».

2 ГОСТ 8.508-84 ГСИ. Метрологические характеристики средств измерений и точностные характеристики средств автоматизации ГСП Общие методы оценки и контроля.

3 ГОСТ Р ИСО 9000-2015 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь (с поправкой).

4 Закон РК «Об обеспечении единства измерений». - Астана, 2000.

5 Закон РК «О техническом регулировании». - Астана, 2004.

6 Закон РК «О защите прав потребителей», 2018.

7 ИСО 9000:2000 (Е). Системы менеджмента качества. Фундаментальные принципы и словарь.

8 Кошевая И.П., Канке А.А. Метрология, стандартизация, сертификация: учебник. – М.: ИД «Форум»: ИНФРА-М, 2009. – 416 с.

9 Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и сертификация. – М., 2008.

10 Метрология, стандартизация, сертификация и электроизмерительная техника: учебное пособие/ под ред. К.К.Кима. – СПб.: Питер, 2006.

11 Мокров Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие. – Дубна: Международный университет природы, общества и человека “Дубна”, 2007.

12 Ребрин Ю.И. Управление качеством: Учебное пособие. – Таганрог: изд-во ТРГУ, 2004. – 174 с.

13 Айтжанов Н.М., Джумагалиев Б.С., Хан С.Г. Метрология, стандарттау және техникалық реттеу. Оқу құралы. - Алматы: АУЭС. 2010.

14 Хан С.Г. Метрология, измерения и техническое регулирование. Учебное пособие. – Алматы: АИЭС, 2009.

15 Хан С.Г., Ибраева Л.К. Метрология, стандарттау, сертификаттау және сапаны басқару. 5В070200 - Автоматтандыру және басқару мамандығының студенттеріне дәрістер жинағы.- Алматы: АЭжБУ, 2016.- 51 б.

16 Хан С.Г. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством. Конспект лекций (для студентов всех форм обучения специальности 5В070200 - Автоматизация и управление).- Алматы: АУЭС, 2015.- 56 с.

17 Хан С.Г., Ибраева Л.К. Метрология, стандарттау, сертификаттау және сапаны басқару. 5В070200 – Автоматтандыру және басқару мамандығының студенттеріне есептеу-сызба жұмыстарын орындауға әдістемелік нұсқаулықтар – Алматы: АЭжБУ, 2016.- 43 б.

18 Хан С.Г. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством. Методические указания по выполнению расчетно-графических

работ для студентов всех форм обучения специальности 5В070200 - Автоматизация и управление.- Алматы: АУЭС, 2015.- 43 с.

19 Хан С.Г. Основы единства измерений и техническое регулирование: Учебное пособие (для магистрантов специальности «Автоматизация и управление»)/С.Г. Хан. – Алматы: АУЭС, 2015. – 113 с.

20 Шишкин И.Ф. Метрология, стандартизация и управление качеством: Учеб. для вузов/Под ред. акад. Н.С. Соломенко. – М.: изд-во стандартов, 1990. – 342 с., ил.

21 Шишкин И.Ф. Теоретическая метрология. Часть 2. Обеспечение единства измерений: Учебник для вузов. 4-е изд. – СПб.: Питер, 2012. – 240 с.

Хан Светлана Гурьевна
ИбраеваЛида Куандыковна

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТТАУ, СЕРТИФИКАТТАУ ЖӘНЕ САПАНЫ БАСҚАРУ

Оқу құралы

Редактор Қ.С.Телғожаева

Басуға __. __. _____ж.қол қойылды
Таралымы 100 дана. Пішімі 60х84 1/ 16

Баспаханалық қағаз №2
Есептік-баспа табағы 7,5. № ___ тапсырыс
Бағасы теңге

«АЭжБУ» коммерциялық емес АҚ
Алматы қ., Байтұрсынұлы көшесі, 126

«Алматы энергетика және байланыс университеті»
коммерциялық емес акционерлі қоғамының
көшірмелі-көбейткіш бюросы
Алматы қ., Байтұрсынұлы көшесі, 126