

**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ АЛОҚА,
АХБОРОТЛАШТИРИШ ВА
КОММУНИКАЦИЯЛАРНИ РИВОЖЛАНТИРИШ
ВАЗИРЛИГИ**

**ТОШКЕНТ АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ
УНИВЕРСИТЕТИ**

“ОТЛ ва ЎТ” кафедраси

Ҳайдарбекова М.М., Парпиев М.П., Раҳмонова Г.С.

“Ўлчашлар ноаниқлигини баҳолаш”

**Телекоммуникация технологиялари таълим йўналиши
учун**

ўқув қўлланма

Тошкент – 2015

Мундарижа

Кириш	2
1. Ўлчашлар ноаниқлигига доир маълумотлар	4
1.1. Ўлчашлар ноаниқлигини ифодалаш бўйича қўлланма тафсилоти	4
1.2. Ўлчашлар ноаниқлигининг манбалари ва турларининг тафсилоти	15
1.3. Ўлчашлар ноаниқлигининг баҳоланишига оид халқаро даражадаги ҳужжатлар таҳлили	23
2. Ўлчашларнинг ноаниқлиги тўғрисида ҳисобот тузиш ва ўлчаш хатоликлари билан қиёсий таҳлили	37
2.1. Ўлчашларнинг ноаниқлиги тўғрисидаги ҳисоботни тузиш	37
2.2. Ўлчаш воситаларини калибрлашдаги ўлчашларнинг ноаниқлигини аҳолаш	40
2.3. Ўлчашларнинг хатоликлари ва ноаниқликларини баҳолашнинг қиёсий таҳлили.....	44
2.4. Ўлчаш натижаларини ифодалаш шакллари.....	51
2.5. Электр тоқини вольтметр ва ток шунти ёрдамида ўлчашнинг хатоликларини баҳолаш ва хатоликларини ҳисоблаш	54
3. Ўлчашлар ноаниқлигига доир масала ва тестлар тўплами	63
3.1. Юқори частотали синуссимон	

сигналнинг частотасини улчаш ноаниқлигини баҳолаш.....	63
3.2. Ўлчашлар ноаниқлигига доир тестлар тўплами.....	68
Фойдаланилган адабиётлар рўйхати	74

Кириш

Ўлчаш ноаниқлиги – бу ўлчаш натижаси билан боғлиқ параметр бўлиб, ўлчанаётган катталиқка асосли равишда кўшиб ёзилиши мумкин бўлган қийматларнинг тарқоқлигини тавсифлайди.

Қийматларнинг тарқоқлигини тавсифловчи, ўлчашлар натижаси билан боғлиқ бўлган параметр сифатида, одатда, кузатувлар натижасининг ўрта квадратик (стандарт) оғишидан фойдаланилади. Ўрта арифметик қийматнинг стандарт оғиши каби ифодаланган, ўлчашлар натижасининг ноаниқлиги катталиқ (стандарт оғиш)ни баҳолашнинг стандарт ноаниқлиги, деб аталади.

“Ноаниқлик”, ўзининг таърифига кўра, ўлчашлар натижаси аниқлигининг миқдорий ўлчами бўлади ва ўлчанган катталиқнинг қиймати, ўлчашлар шароитида, қийматларнинг маълум оралиғида ётади, деб қабул қилишлиқнинг ишонч даражасини ифодалайди.

Шундай қилиб, ўлчаш ноаниқлиги куйидагиларнинг:

- ўлчангандан кейин ўлчанган катталиқ тўғрисида бизнинг билимимизнинг;

- аниқлик нуқтаи назаридан ўлчаш сифатининг;

- катталиқнинг қийматини баҳолашда ўлчашлар натижаси ишончлилигининг миқдорий ўлчами деб, аташ мумкин.

Ўлчаш ноаниқлиги соҳасида “ноаниқлик”, “стандарт ноаниқлик” атамаларидан ташқари, бошқа атамалар ва таърифлардан ҳам фойдаланилган, жумладан:

Йиғинди стандарт ноаниқлик – натижа қатор бошқа катталиқларнинг қийматларидан олингандаги, хадлар йиғиндисининг мусбат квадрат илдизига тенг бўлган ўлчашлар натижасининг стандарт ноаниқлиги. Бунда хадлар, ушбу бошқа катталиқларнинг ўзгаришига боғлиқ равишда, ўлчаш натижасининг ўзгаришига қараб, бу катталиқларнинг вазнийлаштирилган дисперсияси ёки ковариацияси бўлади.

Ноаниқликни А тур бўйича баҳолаш – қатор кузатувларни статистик таҳлил қилиш йўли билан ноаниқликни баҳолаш методи.

Ноаниқликни В тур бўйича баҳолаш – қатор кузатувларни статистик таҳлил қилишдан бошқа усулда ноаниқликни баҳолаш методи.

Кенгайган ноаниқлик: Ўлчашлар натижасининг атрофидаги интервални ифодаловчи катталиқ; бу интервал ичида ўлчанадиган катталиқка етарли асос билан қўшиб ёзиш мумкин бўлган қийматлар тақсимотининг катта қисми жойлашади, деб тахмин қилиш мумкин.

Қамраш коэффициенти: Кенгайган
ноаниқликни олиш учун йиғинди стандарт
ноаниқлик кўпайтгичи сифатида
фойдаланиладиган сонли коэффициент.

Ўлчашлар натижаси, одатда, ўлчанадиган катталиқ қийматининг фақат апроксимацияси ёки баҳоси бўлади ва, шундай қилиб у, ўлчанадиган катталиқнинг баҳоланган қиймати ноаниқлик қиймати билан ифодаланган ҳолдагина, тўлиқ бўлади.

Бир ор ўлчанадиган катталиқнинг қийматини ва бунда пайдо бўладиган ноаниқликларини баҳолаш ва ифодалаш жараёнини саккизта босқичга бўлиш мумкин:

1-босқич. Ўлчанадиган катталиқни тавсифлаш ва унинг (математик) моделини тузиш

2-босқич. Кириш катталиқларининг баҳоланган қийматларини аниқлаш

3-босқич. Стандарт ноаниқликни баҳолаш

4-босқич. Корреляцияларнинг таҳлили

5-босқич. Чиқиш катталигини баҳолашнинг ҳисоби

6-босқич. Тўлиқ стандарт ноаниқлигини баҳолаш

7-босқич. Кенгайган ноаниқликни баҳолаш

8-босқич. Ноаниқлик тўғрисида ҳисобот тузиш

Ушбу ўқув қўлланмада ноаниқликни баҳолаш ва ифодалашнинг ҳар бир босқичи алоҳида бобларда ёритилган.

1. ЎЛЧАШЛАР НОАНИҚЛИГИГА ДОИР МАЪЛУМОТЛАР

1.1. Ўлчашлар ноаниқлигини ифодалаш бўйича қўлланма тафсилоти

Ушбу қўлланма қуйида келтирилган халқаро ташкилотлар томонидан 1993 йилда тайёрланган:

- ВІРМ (Ўлчов ва тарозиларнинг халқаро бюроси)
- ІЕС (Халқаро электротехник комиссия)
- ІССС (Клиник химиянинг халқаро федерацияси)
- ІСО (Стандартлаштириш бўйича халқаро ташкилот)
- ІUPAC (Тоза ва амалий химиянинг халқаро иттифоқи)
- OIML (Қонуний метрологиянинг халқаро ташкилоти)

Ўлчаш натижаларининг хатоликларини тақдим этиш ва баҳолаш бўйича халқаро бирлиликдаги ёндашув масаласи долзарб масъала ҳисобланади. Ушбу долзарбликни ҳисобга олиб, Тарози ва ўлчовларнинг халқаро комитети (МКМВ) 1978 йилда ушбу муаммони ўлчов ва тарозиларнинг халқаро бюросига (МВМВ) Миллий метрологик лабораториялари билан биргаликда қараб чиқиш учун топширди.

Ўлчов ва тарозилар халқаро бюросининг ишчи гуруҳи ўлчашларнинг ноаниқликлари бўйича бажарилган ишлар ҳисоботи асосида INC-1 (1980) “Экспериментал ноаниқликларни ифодалаш” номли тавсияни тайёрлади. Ушбу тавсия Ўлчов ва тарозиларнинг халқаро комитети томонидан маъқулланди ва тасдиқланди. INC-1 (1980) тавсияларига асосланган “Қўлланма” ўлчашларнинг ноаниқлигини ифодалаш ва баҳолаш қоидаларини ўз ичига олган бўлиб, метрология, стандартлаштириш, калибрлаш ва лабораторияларни аккредитлаш хизматларида фойдаланиш учун мўлжалланган. Ушбу қўлланманинг тамойиллари ўлчашларнинг кенг спектрида фойдаланиш учун мўлжалланган. Маълумки, амалда норматив ҳужжатларда “ўлчашлар ноаниқлиги” тушунчасидан фойдаланилмайди. Уларда “хатолик” ва “хатолик характеристикаси” тушунчалари мавжуд. Шундай қилиб, “Қўлланма” ва мавжуд норматив ҳужжатлар тизими орасида қарама-қаршиликлар мавжуд. Хусусан, мумкин қадар “хатолик” ва “хатолик тавсифи”, “ўлчанадиган катталиқнинг асл (чинакам) қиймати” тушунчаларини фойдаланиш ўрнига қараб уларнинг ўрнига “ноаниқлик” ва “ўлчанадиган катталиқнинг баҳоланган қиймати”, ҳамда хатоликларни намоён бўлиш характерига кўра “тасодифий” ва “мунтазам” деб таснифлашдан “ўлчашларнинг ноаниқликларини

баҳолаш усулига кўра” (А тури – математик статистика усуллари билан ва В тури бўйича – бошқа усуллар билан) деб таснифлашга ўтиш маъқулроқлиги кўрсатилган.

Қуйидагилар қўлланманинг мақсади бўлиб ҳисобланади:

- ўлчашларнинг ноаниқликлари тўғрисидаги ҳисоботни қандай тузиш тўғрисидаги маълумотлар билан тўлиқ таъминлаш;

- ўлчаш натижаларини халқаро миқёсда солиштириш асосларини тақдим этиш;

- ўлчашларнинг ноаниқликларини ифодалаш ва баҳолаш учун барча ўлчаш турларига ва ўлчашларда фойдаланиладиган барча маълумот турларига универсал усул тақдим этиш;

2003 йилда давлатлараро стандартлаштириш бўйича Тавсиялар РМГ 43-2001 “Ўлчашларнинг ноаниқликларини ифодалаш бўйича қўлланма”нинг қўлланилиши амалга киритилди. Ушбу тавсиялар ўлчаш натижаларини баҳолаш усулларига тааллуқли бўлиб, “Қўлланма”дан фойдаланиш бўйича амалий тавсияларга эга бўлиб, ўлчаш натижаларини хатоликлар ва ўлчашлар ноаниқликларидан фойдаланиб ўлчаш натижаларини тақдимот қилиш шакллариинг мувофиқлигини кўрсатади. Қўлланма, ўлчашларнинг аниқлик характеристикаларини ўлчаш хатоликларининг кўрсаткичларида эмас,

балки ўлчашлар ноаниқликларининг кўрсаткичларида ифодалашни тавсия қилади. Ўлчанадиган катталиқнинг “асл қиймати” тушунчаси ўрнига “баҳоланган қиймат” тушунчаси киритилган.

Ўлчашларнинг ноаниқликлари концепциясининг пайдо бўлишининг сабаблари жуда кўп бўлиб, улар қуйидагиларга асосланган:

•ўлчашларнинг янги (ноанъанавий) соҳаларининг (психология, социология, медицина ва б.) пайдо бўлиши ва уларда метрологиянинг анъанавий (катталиқ, ўлчов бирлиги, ўлчов, эталон, ўлчаш хатолиги) постулатлари ишламаслиги.

•янги илмий йўналишларнинг таъсири (кибернетика, ахборот назарияси, математик статистика ва б.). Уларда ноаниқлик тушунчаси салмоқли роль ўйнайди. Бу худди рисоладагидек ноаниқликни кенг талқин қилиниши билан боғлиқ бўлиб, масалан, ўлчаш натижаси ўлчанаётган катталиқнинг қийматини ифодалашига шубҳаланишни билдиради.

•ўлчанадиган катталиқнинг асл (чинакам) қиймати бўйича хатолик тушунчаси маъносини йўқотади, чунки, хаголикни ҳисоблаб бўлмайди.

•систематик ва тасодифий хатоликларни алоҳида баҳолаш ва улар учун турли характеристикалардан фойдаланиш (ишонч

чегаралари ва ўрта квадратик четланиш) хатоликларнинг юқори баҳоланишига сабаб бўлади.

•ўлчаш натижаларининг характеристикалари учун умум қабул қилинган ва қўлланилишида содда бўлган универсал услубиётнинг зарурлиги.

Қўлланмада “ўлчаш хатолиги” тушунчаси ўрнига “ўлчаш ноаниқлиги” тушунчаси киритилган. Бунда ўлчаш ноаниқлиги икки хил маънода талқин қилинади:

•кенг маънода, ўлчаш натижасининг ишончилигига нисбатан шубҳаланиш сифатида. Масалан, ўлчаш натижаларига барча тузатишлар киритилгандан кейин катталиқнинг ўлчанган қийматининг аниқлигига нисбатан бўлган шубҳа.

•тор маънода, ўлчашлар ноаниқлиги шундай параметр сифатида тушуниладики, бу параметр ўлчаш натижаси билан боғлиқ бўлиб, қийматларнинг сочилишини характерлаб, уларнинг ўлчанган катталиқка асосли равишда қўшиб ёзиб қўйилиши тушунилади.

Ушбу концепцияда ўлчашлар ноаниқлиги айнан тор маънода тушунилади.

Ўлчаш ноаниқлиги – параметр бўлиб, бу параметр ўлчаш натижаси билан боғлиқ ҳолда қийматларнинг дисперсиясини (сочилиши) характерлайди, улар ўлчанадиган катталиқка асосли равишда қўшиб ёзиб қўйилиши мумкин.

Шуни аниқ тасаввур қилиш керакки, ўлчашларнинг ноаниқлиги бу ноанъанавий тушунчадаги ишонч интервали эмас (берилган ишончи эҳтимоллигида). Эҳтимоллик бу ерда ишонч ўлчовини характерлайди, ходисалар частотасини эмас. Ўлчашларнинг ноаниқлиги одатда кўп ташкил этувчиларга эга бўлади. Уларнинг айримлари ўлчашлар қаторлари натижаларининг статистика тақсимотидан баҳоланиши мумкин ва экспериментал стандарт четланишлар (оғишлар) билан баҳоланиши мумкин (СКО – ўрта квадратик четланиш). Бошқа ташкил этувчилар эҳтимолликларнинг тахмин қилинган тақсимотлари билан тажриба ёки бошқа маълумотлар асосида баҳоланади. Улар, ундан ташқари стандарт четланишлар билан характерланиши мумкин.

Ўлчаш натижаларининг ноаниқлиги ўлчанадиган катталиқ қийматини аниқ билмасликни ифодалайди. У ҳагто маълум систематик хатоликларга тузатишлар киритилгандан кейин ҳам ўлчанадиган катталиқнинг ноаниқликлари оқибатидаги фақат “баҳо” эканлигини ва бу ноаниқликларнинг тасодифий эффектлар ва систематик хатоликларга бўлган натижанинг нотўғри тузатилиши натижасида келиб чиқади.

Ноаниқликнинг икки хилда баҳоланиши киритилган:

•А турдаги баҳолаш – бу ноаникликни кузатувлар қаторларини статистик таҳлил йўли билан баҳолаш усулидир;

•В турдаги баҳолаш – кузатувлар қаторини статистик таҳлилдан бошқа усулларда баҳолаш усулидир.

А ва В турларга таснифлашнинг мақсади ноаникликларнинг ташкил этувчиларини баҳолашнинг иккита турли усулда баҳолашни кўрсатишдир.

А турдаги стандарт ноаниклик – эҳтимолликнинг зичлик функциясидан олинади.

В турдаги стандарт ноаниклик – ҳодисанинг рўй беришига бўлган ишончга асосланган эҳтимолиятлар зичлигининг тахмин қилинган функциясидан олинади. Бу эҳтимоллик кўпинча субъектив эҳтимоллик деб номланади. Кўпчилик ҳолларда, Y ўлчанадиган катталиқ бевосита ўлчанмайди, балки m – бошқа ўлчанадиган X_1, X_2, \dots, X_m кириш катталиқлари деб номланган катталиқларга функционал боғлиқлик орқали боғлиқдир.

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_m) \quad (1.1)$$

X – чиқиш катталиғи боғлиқ бўлган X кириш катталиқларнинг ўзлари ўлчанадиган катталиқ сифатида қаралади.

Ўз навбатида улар бошқа катталикларга тузатма ва системанинг эффеќтларга бўлган тузатиш коэффициентлари. Бу эса f мураккаб функционал боғланишига олиб келади ва уларни аниқ ёзиб бўлмайди. Ундан ташқари, f ни экспериментал аниқлаш мумкин ёки у алгоритм сифатида мавжуд бўлиши ва сонли амалга оширилиши мумкин.

Ўлчаанаётган Y кириш катталигининг баҳосини, y сифатида баҳоланган, юқорида келтирилган тенгламадан x_1, x_2, \dots, x_m кириш баҳоларидан X_1, X_2, \dots, X_m катталикларнинг қийматлари учун олинади. Чиқиш баҳоси y ўлчаш нагижаси ҳисобланиб, қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_m) \quad (1.2)$$

А турдаги стандарт ноаниклик u_a кўпкаррали ўлчашларнинг нагижалари бўйича баҳоланади, бунда уни ҳисоблаш учун дастлабки берилганлар бўлиб уларнинг нагижалари X_{i1}, \dots, X_{in_i} , бу ерда $i=1, \dots, m, n_i$ - i -инчи кириш катталигининг ўлчашлар сони. Кириш катталигининг i -инчи ягона ўлчанишининг стандарт ноаниклиги $u_{A,i}$ - қуйидаги ифодалдан ҳисобланади:

$$u_{A,i} = \sqrt{\frac{1}{n_i - 1} \sum_{q=1}^{n_i} (x_{iq} - \bar{x}_i)^2}, \quad (1.3)$$

бу ерда $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{q=1}^{n_i} x_{iq}$ — i -инчи кириш

катгалигининг ўрта арифметиги.

i -инчи кириш катгалигини ўлчашнинг стандарт ноаниқлиги куйидаги ифодадан аниқланади ва бунда натижа ўрта арифметик сифатида аниқланади.

$$u_A(x_i) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{q=1}^{n_i} (x_{iq} - \bar{x}_i)^2}. \quad (1.4)$$

В турдаги стандарт ноаниқлик x катгаликни баҳолаш учун фойдаланилади, у такрорий кузатишлар натижасида олинмаган. У билан боғлиқ бўлган баҳоланган стандарт ноаниқлик $u_B(x_i)$ — x нинг кутилиши мумкин бўлган ўзгарувчанлигига асосланган барча қулай ахборотларга асосланган илмий мулоҳазалар базасида аниқланади. Бундай ахборотлар фонди ўз ичига қуйидагиларни олади:

- дастлабки ўлчашларга доир берилганлар;

• тажрибалар натижасида олинган маълумотлар ёки мос келувчи материал ва асбобларнинг хулки ва хоссаларига оид маълумотлар;

• тайёрловчининг спецификаси;

• қиёслаш, калибрлаш, асбоб тўғрисида тайёрловчининг маълумотлари, сертификатлар ва шунга ўхшашлар тўғрисида маълумотлар;

• ноаниқликлар.

Масалан, агар калибрлаш тўғрисидаги гувоҳномада масса эталонининг ноаниқлиги 240 мкг га уч стандарт четланишда тенг бўлса, унда масса эталонининг стандарт ноаниқлиги $240 \text{ мкг} / 3 = 80 \text{ мкг}$ бўлади.

В турдаги ноаниқлик учун субъектив эҳтимоллик назариясининг аппарати қўлланилади: эҳтимоллик ишонч ўлчовини характерлайди, ҳодисалар частотасини эмас. В турдаги ноаниқликни аниқлашда фойдаланиладиган берилганларнинг ноаниқлиги тўғрисида априор маълумотдан кенг фойдаланилади.

В турдаги ноаниқлик берилган бўлиши мумкин, масалан, худди айрим каррали стандарт четланишлар каби, 90, 95 ёки 99 фоиз ишонч даражасига эга бўлган интервал каби. Агар бошқа ҳеч нарса кўрсатилмаган бўлса, унда ноаниқликни ҳисоблаш учун нормал тақсимотдан фойдаланилган деб тахмин қилиш мумкин. Шунинг

учун стандарт ноаниқликни келтирилган қийматни нормал тақсимот коэффициентига бўлиб аниқлаш мумкин.

Кўпинча, X таъсир этувчи омил билан боғлиқ бўлган стандарт ноаниқликни баҳолашга тўғри келиб, унинг қиймати берилган x -Ддан $x+\Delta$ гача чегараларда жойлашган бўлади. X катталик тўғрисида мавжуд маълумотлар бўйича X нинг берилган чегаралар ичида бўлиши мумкин бўлган қийматлари учун эҳтимолликнинг айрим априор тақсимотини қабул қилиш керак. Шундан кейин стандарт ноаниқлик Δ ни k коэффициентга бўлиб топилади, ушбу коэффициент қабул қилинган тақсимот функциясига боғлиқ бўлиб:

$$u(x) = \Delta/k \quad (1.5)$$

Бунда нисбатан типик ҳодиса бўлиб ҳисобланади:

• фақат чегаралар маълум бўлиб, уларда X , яъни 2Δ қиймат бўлиши мумкин

• $x_{\text{мол}}$ – қиймати ва чегаралари маълум, одатда симметрик, йўл қўйиладиган қийматлар $\pm\Delta$;

• интервал $(x_{\text{мол}}-\Delta_p)$ маълум бўлиб, p эҳтимолликнинг берилган қисмини эгаллайди.

Биринчи ҳолда, текис тақсимот тақсимот таҳлил қилинганда k коэффициентнинг қиймати

симметрик чегаралар учун $\sqrt{3}$ деб қабул қилиниши мумкин.

Иккинчи ҳолда, $x_{\text{мол}}$ қиймати маълум бўлган ҳол учун, X нинг $x_{\text{мол}}$ яқинида бўлиш эҳтимоллиги $x_{\text{мол}} \pm \Delta$ чегараси яқинида бўлишдан кўпроқ бўлади. Яъни, эҳтимолликнинг учбурчакли тақсимотини текис (тўғри бурчакли) ва нормал тақсимот орасидаги ўрта деб қабул қилиш мумкин. k коэффициентнинг қиймати ушбу ҳолда $\sqrt{6}$ га тенг бўлади.

Учинчи ҳолда, эҳтимолликнинг тақсимоти нормал деб олинади ва k коэффициентнинг қиймати берилган эҳтимолликка боғлиқ бўлади. Масалан, $p=0,99$ учун $k=2,58$.

Ноаниқликни B тури бўйича баҳолаш анъанавий статистик ёндашув рамкасида ташқарига чиқиш ва зарурий статистик ахборотларни олиш қийинлашган ёки мумкин бўлмаган ҳолларда ноаниқликларнинг ташкил этувчиларининг қийматини топиш имконини беради.

Жамланган стандарт ноаниқлик тури мавжуд бўлиб, бу ўлчаш натижасининг стандарт ноаниқлигидир. Бунда натижа бошқа катталиклар қаторининг қийматларидан олинади. Баҳоланган стандарт четланиш, чиқиш баҳоси ёки ўлчаш натижаси y билан боғлиқ бўлса, жамланган стандарт ноаниқлик дейилади ва $u_c(y)$ кўринишда белгиланади. Корреляцияланмаган кириш

баҳоланиш учун жамланган стандарт ноаниқлик куйидаги ифодадан ангикланади:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2} u^2(x_i) \quad (1.6)$$

Ушбу ифодадан u ноаниқлик А-тури бўйича ҳам В-тури бўйича ҳам аниқланиши мумкин. Жамланган стандарт ноаниқлик баҳоланган стандарт четланишни ифодалайди ва қийматларнинг сочилишини характерлайди, улар ўлчанаётган Y катталиқка етарлича асос билан кўшиб ёзиб кўйилиши мумкин. Жамланган ноаниқликнинг ўлчаш натижаларининг ноаниқлигини ифодалаш учун фойдаланилиши мумкин бўлиши билан бир қаторда, айрим ҳолларда, масалан савдода ёки соғлиқ ва хавфсизликка доир ўлчашларда ноаниқликка чегара (ўлчов) бериш керак. Бу ўлчов чегарасида ўлчанаётган катталиқнинг тақсимланадиган қийматларининг катта қисми жойлашган бўлади. Бунинг учун кенгайтирилган ноаниқлик тушунчасидан фойдаланилади.

Кенгайтирилган ноаниқликдан савдодаги, саноатдаги, тартибга солувчи актларда, соғлиқни ва хавфсизликни сақлашдаги ўлчаш

натижаларининг ноаниқлигини ифодалаш учун ноаниқликнинг қўшимча ўлчови сифатида фойдаланилади.

Кенгайтирилган ноаниқлик U жамланган стандарт ноаниқликни $u_c(y)$ қамров коэффициентига k кўпайтириш орқали олинади:

$$U = k u_c(y) \quad (1.7)$$

Унда ўлчаш натижаси $Y = y \pm U$ ифодаланади. Бу, Y катталиқка қўшиб ёзиладиган қийматнинг афзалроқ баҳоси бўлиб y ҳисобланишини билдиради. $y - Y$ дан $y + Y$ гача бўлган интервал кутилганидек, қийматлар тақсимотининг кўп қисмига эга бўлиб, уларни ҳеч иккиланмасдан Y га қўшиб ёзиб қўйиш мумкин.

Ишонч оралиғи (интервал) ва ишонч даражаси (эҳтимоллик) тушунчалари статистикада интервалга қуйидаги шартда қўлланилади: агар, ноаниқликнинг барча ташкил этувчилари A турдаги баҳоланишдан олинган бўлса, яъни, кузатишларнинг натижаларига статистик ишлов берилган бўлса.

Ушбу концепцияда “интервал” сўзини модификациялаш учун “ишонч” сўзи, U орқали аниқланадиган интервалга ҳавола қилинганда ишлатилмайди. “Ишончли даража” атамаси ҳам ишлатилмайди, унинг ўрнига “ишонч даражаси”

атамасини ишлатиш афзалроқ ҳисобланади. U интервал, ўлчаш натижалари доирасида, берилган деб қаралади ва эҳтимоллик p тақсимотининг кўпроқ қисмига эга бўлиб, натижа билан ҳамда унинг тўлиқ стандарт ноаниқлиги билан характерланади. Шундай қилиб, p берилган интервал учун “эҳтимоллик қамрови” ёки “ишонч даражаси” бўлиб ҳисобланади.

Имкони бўлганда U интервал билан боғлиқ бўлган p ишонч даражаси кўрсатилиши ва баҳоланиш лозим, $u_c(y)$ ни ўзгармас катталиққа кўпайтириш ҳеч қандай натижа бермаса ҳам, мавжуд бўлган маълумотни янги кўринишда ифодалайди. Шунинг учун олиш керакки, p ишонч даражаси y ва $u_c(y)$ ларнинг эҳтимоллик чегарасининг чегараланганлиги ҳолда, $u_c(y)$ ни ўзининг ноаниқлиги туфайли, ноаниқ бўлиб қолади. Қамров коэффициентининг k қиймати $y-U$ дан $y+U$ гача интервал талаб қиладиган ишонч даражаси билан аниқланади, одатда, 2дан 3гача бўлган қийматларга эга бўлади. Ушбу коэффициент бу диапазон чегарасидан ташқарига ҳам чиқиши мумкин. Амплитуда k коэффициент билан берилган ишонч даражаси билан боғлиқлигини амалга ошириш жуда қийин. Лекин, эҳтимолликларнинг тақсимоти нормал тақсимотга яқин бўлса, унда $k=2$ деб қабул қилиниши 95% га тенг бўлган ишонч даражалари интервални беради, $k=3$ бўлганда ишонч даражаси 99% бўлган

интервални беради деб тахмин қилиш мумкин. Тақсимотни текис деб олинганда камров коэффициенти 1,65 ва 1,71 қийматларга эга бўлади.

Ўлчаш натижалари ва уларнинг ноаниқликларининг келтирилиши, “кам маълумот бергандан кўра кўпроқ маълумот бериш афзалроқ” тамойилидан келиб чиқади.

Масалан, қуйидагилар келтирилиши зарур:

■ ўлчаш натижалари ва унинг ноаниқликларини экспериментал кузатувлар ва кириш маълумотларини ҳисоблаш учун фойдаланиладиган усуллар тафсилотини ёзиш;

■ ноаниқликнинг барча ташкил этувчиларини санаб ўтиш ва уларнинг қандай баҳоланганлигини кўрсатиш;

■ берилганлар таҳлилин шундай тарзда келтириш керакки, тақдим қилинган ҳисоблашларни осон такрорлаш мумкин бўлиши;

■ таҳлилда фойдаланилган барча тузатишлар ва константалар ва уларнинг манбаларини берилиши;

Ноаниқликни ифодалаш ва баҳолаш муолажаси бўйича қуйидаги тавсияни келтириш мумкин:

1. Y ўлчанадиган ва X_i кириш катталиклари орасидаги математик боғлиқликни ифодалаш. Функция f ҳар бир катталиқни ўз ичига олиши, хусусан тузагма, тузатиш

коэффициентларини, чунки улар ўлчаш натижаларининг ноаниқлигига аҳамиятли бўлган ташкил этувчиларни бериш мумкин.

2. Қатор кузатишларнинг статистик таҳлили ёки бошқа усуллар асосида X_i кириш катталигининг x_i баҳоланган қийматини аниқлаш.

3. А ёки В тур бўйича ҳар бир кириш баҳосининг стандарт ноаниқлигини баҳолаш.

4. Ўлчаш натижасини ҳисоблаш, яъни Y ўлчанадиган катталикнинг y баҳосини f функционал боғланишдан, x_i кириш катталикларининг олинган баҳоларидан фойдаланиб ҳисоблаш.

5. Кириш катталиклари билан боғлиқ бўлган стандарт ноаниқликлардан ўлчаш натижаларининг тўлиқ стандарт ноаниқлигини аниқлаш.

6. Зарурий ҳолларда, кенгайтирилган ноаниқликни, тўлиқ стандарт ноаниқликни $u_c(y)$ қамров коэффициентига кўпайтириб олиш зарур. Одатда, қамров коэффициенти, 2дан 3гача диапазонда бўлади. Масалан: интервал яратадиган, p ишонч даражаси нормал тақсимот йўл кўйганда қуйидаги қийматларга эга бўлади (1.1-жадвал).

1.1-жадвал

Турли ишонч даражалари учун қамров
коэффициентининг қийматлари

$p, \%$ - ишонч даражаси k - қамров

	коэффициенти
68,27	1
90	1,645
95	1,960
95,45	2
99	2,576
99,73	3

1.2. Ўлчашлар ноаниқлигининг манбалари ва турларининг тафсилоти

Ўлчашларнинг ноаниқлигини баҳолашга киришишдан олдин дастлаб, ноаниқликнинг мавжуд бўлиши мумкин бўлган манбаларининг рўйхатини тузиш зарур. Ушбу рўйхатни тузишни оралиқ катталиклардан натижани ҳисоблаш учун фойдаланиладиган асосий ифодадан, яъни ўлчашнинг математик моделидан бошлаш кулайроқ. Ушбу ифодадаги барча параметрлар ўз ноаниқликларига эга бўлиши мумкин ва шунинг учун улар ноаниқликнинг потенциал манбалари бўлиб ҳисобланади. Ундан ташқари ифодага кирмаган бошқа ўлчанадиган катталиқнинг қийматини топиш учун фойдаланиладиган ҳамда натижага таъсир кўрсатадиган параметрлар бўлиши мумкин (масалан, экстракция вақти ва

ҳарорат). Ноаниқликнинг яширин манбалари ҳам бўлиши мумкин. Барча бу манбалар рўйхатга киритилган бўлиши керак. Ноаниқликнинг асосий манбалари бўлиб қуйидагилар ҳисобланади: спецификация, моделлаштириш, усул, ўлчаш воситалари, атроф-муҳит, оператор ва ўлчаш объекти.

Ноаниқликнинг алоҳида ташкил этувчиларини микдоран тавсифлаш учун уларни алоҳида қараб чиқиш керак. Ноаниқликнинг индивидуал ташкил этувчиларини аниқлаш учун бир нечта умумий усуллар мавжуд.

■кириш катталикларини экспериментал ўзгартириш;

■техник ҳужжатлардаги маълумотлардан фойдаланиш. Масалан, ўлчаш ва калибрлаш сертификатлари;

■олдинги тажриба в имитацион моделлаштириш тажрибаларидан келиб чиқадиган мулоҳазалардан фойдаланиш;

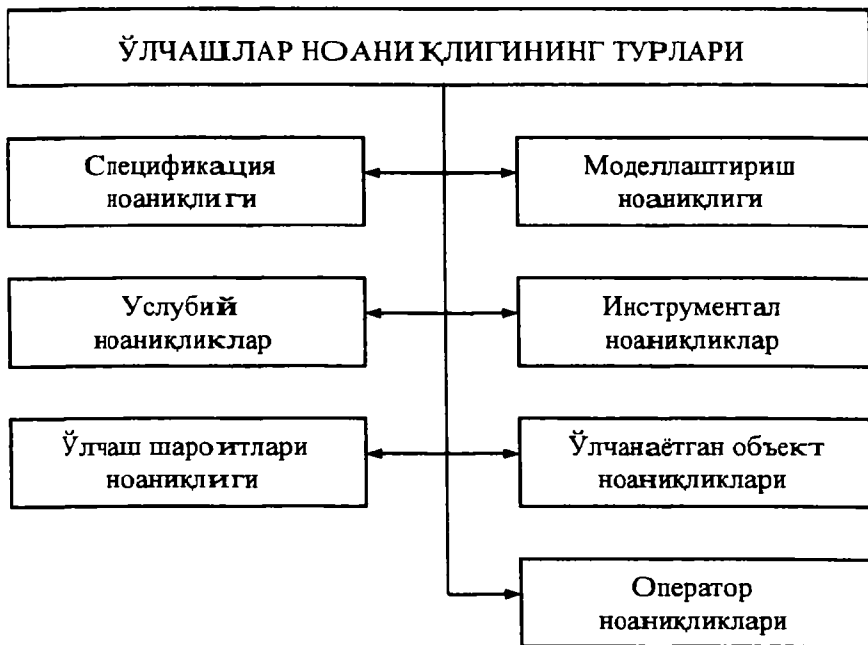
Қуйида ноаниқликнинг алоҳида ташкил этувчиларини қараб чиқамиз.

1. Ўлчанадиган катталикнинг спецификация ноаниқлиги;

Ўлчанадиган катталикнинг ўлчами ўлчаш объектига таъсир кўрсатувчи ташқи таъсирларнинг параметрларига боғлиқ. Шунинг учун ўлчашга бўлган корректив ёндашув ўлчанадиган

катталиқнинг дастлабки тафсилотини (спецификациясини) талаб қилади.

Ўлчанадиган катталиқни тўлиқ бўлмаган спецификацияси мувофиқ келадиган ноаниқликнинг пайдо бўлишига олиб келади. Маълумки, ўлчашнинг мақсади бўлиб ўлчанадиган катталиқнинг (сонли) қийматини аниқлаш ҳисобланади. Ўлчанадиган катталиқнинг тафсилоти (спецификацияси) ўз ичига ўлчашларни ўтказиш вақти ва уларни ўтказиш шароитларига доир кўрсатмаларни олади. Ўлчашларни ўтказиш шароитлари, таъсир этувчи катталиқларнинг бирлашмаси кўринишида кўрсатилади, яъни ўлчаш предмети бўлиб ҳисобланмаган, лекин натижага таъсир кўрсатадиган катталиқлар кўрсатилади, масалан ўлчаш воситаларининг ҳарорати.



1.1-расм. Ўлчашлар ноаниқлигининг турлари

Ўлчанадиган катталиқнинг ташқи таъсир параметрларига боғлиқлиги таъсир функцияси воситасида тавсияланади. Таъсир функцияси экспериментал аниқланиши ёки алгоритм сифатида мавжуд бўлиши ва сонли қўлланилиши керак.

Таъсир этувчи катталиқларнинг ноадекват аниқланиши биргина катталиқни турли лабораторияларда ўтказилган ўлчаш натижаларининг мос келмаслигига олиб келиши

мумкин. Масалан, ўлчанадиган катталиқ P -қувват бўлса, қуйидаги ифода билан берилади:

$$P = f(V, R_0, \alpha, t) = \frac{V^2}{R_0 \left[1 + \alpha (t - t_0) \right]} \quad (1.8)$$

бу ерда: V – кириш катталиғи;

t_0 , R_0 , α ва t – таъсир этувчи катталиқлар.

Y ўлчанадиган катталиқ боғлиқ бўлган таъсир этувчи катталиқларнинг ўзлари бошқа катталиқларга боғлиқ бўлишлари мумкин, тузатма ва тузатиш коэффициентларни систематик эффектларга қўшган ҳолда, бу эса f функционал боғланишни мураккаблашувига олиб келади; буни эса ҳеч қачон аниқ ёзиб бўлмайди. Шунинг учун, агар таъсир функцияси функционал боғланишни ўлчаш натижасини талаб қилинган аниқликда топиш даражасига моделлаштира олмаса, у ҳолда буни баргараф қилиш учун унга қўшимча кириш катталиқлари уланган бўлиши керак. Келтирилган мисолда ўлчаш аниқлигини ошириш учун қўшимча кириш катталиқлари керак бўлиши мумкин. Улар резистор бўйича ҳароратни нотекис тақсимланишини, қаршиликнинг бўлиши мумкин бўлган ночизиклик ҳарорат коэффициенти ва қаршиликнинг атмосфера босимига боғлиқ бўлиб қолишини ҳисобга олиш керак. Амалиётда

ўлчанаётган катталиқнинг спецификацияси ўлчашнинг талаб қилинаётган аниқлигига боғлиқ. Ўлчанаётган катталиқни талаб қилинган аниқликка нисбатан старлича тўлиқ аниқлаш ўлчаш билан боғлиқ бўлган барча амалий мақсадлар учун унинг қиймати ягона бўлиши учун зарур.

2. Моделлаштириш хатоликлари.

Инсон тафаккурида ўлчаш объекти тўғрисидаги тасаввур айрим моделлар тарзида асосланади. Моделлар параметрларнинг бирлашмаси бўлиб тавсифланади. Моделлар бўйича аниқланадиган катталиқлар реал объектларнинг хоссаларидан доим фарқ қилади, чунки модел оригиналнинг абсолют нусхаси бўла олмайди. Ушбу фарқ, ўлчанадиган катталиқ моделининг ноадекватлигига боғлиқ бўлган ноаниқлик билан ифодаланади. Кўпчилик ҳолларда ишлаб чиқилган физик назария старлича яхши моделларни қуриш имконини беради. Бу моделлар турли омилларнинг ўлчаш натижаларига бўлган таъсирини тавсифлайди. Масалан, хароратнинг ҳажм ва зичликка бўлган таъсири яхши ўрнатилган.

Ушбу ҳолларда ноаниқлик мавжуд ўзаро нисбатлардан ноаниқликларнинг тарқатиш усуллари ёрдамида ҳисобланиши ва баҳоланиши мумкин. Бошқа вазиятларда экспериментал маълумотлар билан бирлаштирилган назарий моделлардан фойдаланиш зарур бўлиб қолиши

мумкин. Масалан, аналитик ўлчаш натижаси олинадиган ҳосиланинг олиниши, ўзининг қанчадир вақтда давом этиши учун алоҳида функцияга боғлиқ бўлса, у ҳолда вақт билан боғлиқ бўлган ноаниқликнинг баҳоланиши талаб қилиниши мумкин. Буни реакция ўтиши учун сарфланган вақтни ўзгартириш орқали қилиш мумкин. Моделнинг реал объектга мос келмаслиги ўлчашларгача (априор) моделлаштириш ноаниқлиги деб номланган ноаниқликни келтириб чиқаради.

Моделнинг ўлчаш объектига ноадекватлигининг классик модели бўлиб валнинг диаметрини ўлчаш ҳисобланади. Валнинг кесими айланадан фарқланади, яъни эллипсоид ёки бошқа шаклга эга бўлади. Валнинг диаметрини турли йўналишларда ўлчаш турлича натижаларни беради. Бу натижалар тадқиқ қилинаётган ўлчаш объектининг ноаниқлиги мавжуд эканлигини билдиради. Моделнинг мураккаблиги ва унинг реал объектга адекватлик даражаси қуйидаги омилларга боғлиқ бўлади:

- ўлчаш объектининг хоссалари ва тури;
- ўлчашнинг мақсади ва талаб қилинган аниқлик;
- объект тўғрисидаги маълумот, ўлчашларни бажараётган метрологнинг малакаси.

Моделни яратиш жараёнида парадоксал вазият пайдо бўлади. Изланаётган катталиқни

Ўлчашни амалга оширишда унинг хоссалари тўғрисида априор маълумотга эга бўлиш зарур бўлиб, улар асосида ўлчаш модели ўрнатилади. Бу хоссалар эса фақат объектни экспериментал ўрганиш жараёнида аниқланиши (ўлчаниши) мумкин. Шунини таъкидлаш лозимки, ўлчаш натижаларида фарқнинг бўлмаслиги ҳар доим ҳам танланган моделнинг тўғрилигини кафолатламайди. Танланган моделни экспериментал текшириш, тўғри режалаштирилган ўлчашларни бажариш услубиёти қўлланилган ҳолдагина ишончли бўлади.

3. Услубий ноаниқликлар.

Ўлчаш усули дейилганда, умумий шаклда тавсифланган ва ўлчашларни бажаришда фойдаланиладиган тадбирларнинг мантикий кетма-кетлиги тушунилади. Ўлчаш усулининг номукамаллиги услубий хатоликларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлади. Уларнинг фарқли хусусияти шундаки, улар ўлчанадиган объектнинг математик ва имитацион моделини яратиш йўли билан аниқланиши мумкин. Шундай моделни яратиб, унинг параметрлари аниқлангандан кейин ўлчашнинг услубий хатолигини, характери бўйича систематик бўлган хатоликни баҳолаш мумкин. Услубий хатоликнинг баҳосидан ўлчаш натижасига тузатма сифатида фойдаланиш мумкин. Баргараф қилинмаган систематик

хатоликларнинг стандарт четланиш услубий но аниқликнинг баҳоси ҳисобланади.

Услубий ноаниқликларнинг айримларини қараб чиқамиз. Ўлчаш воситасининг ўлчаш объектига кўрсатадиган таъсирини баҳолашни ички қаршилиги R_i бўлган кучланиш манбаига кириш қаршилиги $R_{кир}$ бўлган вольтметрни улаш мисолида тадқиқ қиламиз. Ушбу ҳолда, вольтметрнинг кўрсатиши U ўлчанадиган электр юритувчи куч E билан қуйидаги муносабат орқали боғланган (ўлчашнинг тўғриланмаган натижаси):

$$U = \frac{R_{кир}}{R_i + R_{кир}} \cdot E \quad (1.9)$$

Ушбу муносабатдан кўришиб турибдики, ўлчашнинг тўғриланган қийматини олиш учун вольтметр кўрсатишини

$$\frac{R_i + R_{кир}}{R_{кир}} \quad (1.10)$$

бўлган тузатиш коэффициентига кўпайтириш керак. Ўлчаш натижаларига ишлов бериш алгоритмининг ноаниқлигининг тафсилотини келтирамиз. Ўлчаш усулига ўрта, ўртаквадратик қийматларни аниқлаш, сонли интеграллаш ёки дифференциаллаш, элементар функциянинг

қийматини қаторларга ёйиш йўли билан ҳисоблаш каби ҳисоблаш амаллари киритилиши мумкин. Ўлчаш натижаларига ишлов беришнинг танланган алгоритмига боғлиқ ҳолда мувофиқ хатоликлар оғирлаштирувчи бўлиши мумкин. Ушбу хатоликларнинг стандарт четланиши фойдаланилган ишлов бериш алгоритмининг ноаниқлик баҳоси бўлиб ҳисобланади. Рақамларни ташлаб юбориш ва яхлитлаш охириги натижанинг аниқ бўлмаслигига олиб келиши мумкин. Аппроксимациялаш ва соддалаштиришларда пайдо бўладиган ноаниқликлар услубий ноаниқликларга киради. Бундай ноаниқликларга билвосита ўлчашларнинг ноаниқликлари мансуб бўлиб, ўлчанадиган катталиқ ва унинг аргументлари орасидаги боғланишни соддалаштиришга боғлиқ. Аргументлар бевосита ўлчашлар ёрдамида ўлчанади.

Услубий ноаниқликларга бундан ташқари кузатишлар сони, ўлчаш давомийлиги, усулни ва ўлчаш воситаларини танлаш ноаниқликларини киритиш мумкин.

4. Инструментал ноаниқликлар.

Инструментал ноаниқликлар – бу ўлчаш воситаларининг номукамаллиги билан боғлиқ бўлган ноаниқликлардир. Ушбу турдаги ноаниқликларга ўлчаш асбобининг иш тамойилидан келиб чиқадиган ноаниқликлар ҳамда ўлчаш воситасини тайёрлаш технологиясининг

камчилигига асосланган ноаниқликларни киритиш мумкин.

Ўлчаш воситасининг иш тамойилидан келиб чиқадиган ноаниқликларни қараб чиқамиз. Бу турдаги ноаниқликлар ўлчаш воситасидан фойдаланиш тартибига мос ҳолда статик ва динамик турга бўлинади. Статик ноаниқлик – ўлчанадиган катталиқнинг хатолиги бўлиб, унинг ўлчамини ўлчаш вақти давомида ўзгармас деб ҳисоблаш мумкин. Динамик ноаниқлик – бу ноаниқликнинг ташкил этувчиси бўлиб, динамик ўлчашлар давомида статик ноаниқликка қўшимча сифатида пайдо бўлади. Бундай ўлчашларда ўлчанаётган катталиқнинг ўлчамини ўзгармас деб ҳисоблаб бўлмайди.

У иккита омил билан аниқланади: ўлчаш воситасининг динамик хоссалари ва ўлчанадиган катталиқни вақт бўйича ўзгариш характериға кўра. Бу турдаги статик ноаниқлик мисоли бўлиб, ўлчаш воситаси ўзгартириш функциясининг ноаниқлиги ҳисобланади. Масалан: ўзгарувчан ток вольтметрининг частотавий ноаниқликлари. Тез-тез учраб турадиган ва барча рақамли ўлчаш воситаларининг иш тамойилидан келиб чиқадиган ноаниқлик бўлиб аналог-рақамли ўзгартиришдаги узлуксиз катталиқнинг квантланиш ноаниқлиги ҳисобланади.

5. Ўлчаш шароитларининг ноаниқликлари. Қаралаётган ноаниқлик ўлчаш ноаниқликларини ва

Ўрнатилган ҳарорат, намлик, босим, хона тозалиги, магнит ҳамда гравитацион майдонлар, турли нурланишлар, ёруғлик ва бошқаларни ушлаб туришни ўз ичига олади.

Ўлчаш воситаларининг ноаниқликларига ундан ташқари калибровка, кўрсатишлар вариацияси, охириги ўтказилган калибровка ва қиёслаш, сезгирлик поғонаси каби ноаниқликларни киритиш мумкин.

6. Ўлчанаётган объект ноаниқлиги. Ушбу турдаги ноаниқлик таркибига шаклнинг ва геометрик ўлчашлар учун объект сиртининг мураккаблиги, объект материалининг хоссалари, ўлчамлари ва бошқаларнинг ноаниқликларини киритиш мумкин.

7. Операторнинг ноаниқлиги. Операторнинг ноаниқлиги ёки шахсий ноаниқликлар қуйидаги омилларга асосланган:

- кузатувчи сезги органларининг инерцион хоссалари, масалан, кўрсаткичнинг максимал ҳолатларидаги ҳисоблашларда кечикиши;

- кузатувчи жойлаштишининг таъсири ва санок тизимининг хусусиятлари (параллакс), иккита рақамланган белгилар орасига тушувчи санок интерполяциясининг хатолари ва бошқалар;

- ўлчаш воситаларининг кузатишларини пасайтириб ёки кўпайтириб қайд қилиш мумкинлиги;

• усулни интерпретациялашдаги сезиларли фарқ бўлишининг мумкинлиги;

• сезгирлик диапазонининг чекланганлиги ва сезги органларининг қабул қилиш характистикаларининг ночизиқлиги;

Операторнинг ноаниқлиги ёки шахсий ноаниқликлар иш тажрибаси, маълумоти, виждонлилиги, чаққонлиги ва бошқалар билан аниқланади.

1.3. Ўлчашлар ноаниқлигининг баҳоланишига оид халқаро даражадаги ҳужжатлар таҳлили

Ўлчашлар ноаниқлигининг баҳолашга бағишланган халқаро ва ҳудудий ҳужжатлардаги маълумотлар таҳлил асосида ўрганилди, жумладан, ноаниқликни тақдим этиш учун ўлчашлар ноаниқлигининг қуйидаги турлари мавжудлиги, хусусан, стандарт ноаниқлик (ҳисоблаш усулига кўра А ва В тури), жамланган стандарт ноаниқлик, кенгайган ноаниқлик ва ифодалаш усулига кўра нисбий ноаниқлик. 1.2-расмда ўлчаш ноаниқликларини усуллар ва ифодалаш услубларига кўра классификацияси келтирилган.

—Стандарт ноаниқлик – бевосита ўлчашлар натижаларининг ноаниқлиги бўлиб, ўрта квадратик четланиш орқали ифодаланади.

–А турдаги стандарт ноаниқлик – ушбу ноаниқлик кўп маротабали ўлчашларнинг натижаларини статистик усуллар асосида ҳисобланиб аниқланади.

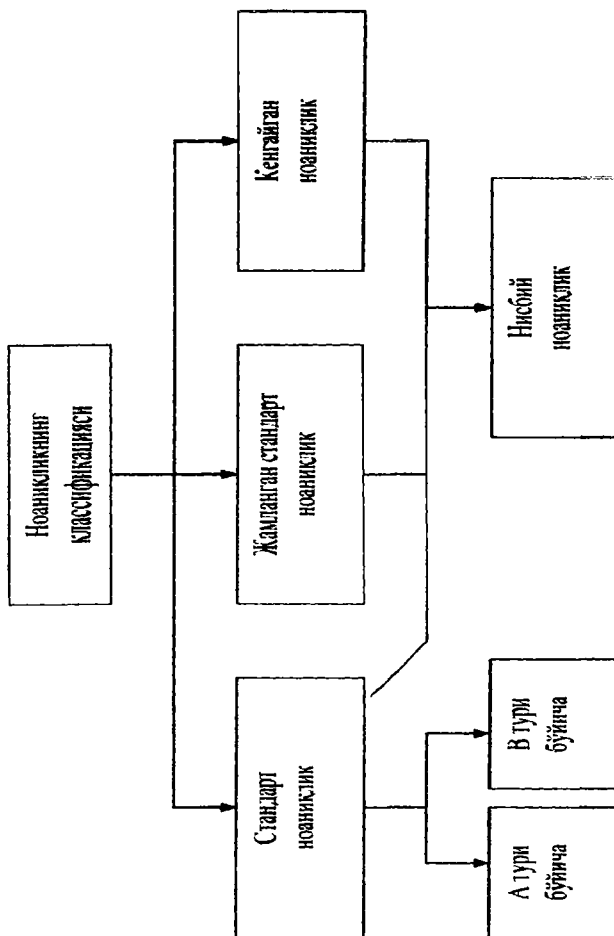
–В турдаги ноаниқлик бирон-бир априор маълумотлардан фойдаланиб ҳисобланади. Қуйидагилар априор маълумот бўлиши мумкин:

–тенгламага киритилган катталикларнинг дастлабки ўлчашлардаги берилганлари;

–ўлчаш воситаларини аттестатлаш, калибрлаш ёки қиёслаш бўйича берилганлар;

–маълумотномада берилганлар ва константа ва б.қ. ноаниқлиги;

–Жамланган стандарт ноаниқлик (U_c) – бу бевосита бўлмаган ўлчашлар натижаларининг стандарт ноаниқлиги. У бевосита бўлмаган ўлчаш натижалари дисперсиясининг физик маъносини билдиради ва бошқа физик катталикларнинг (аргументлар) дисперсияси (стандарт ноаниқликларнинг квадратлари) орқали ҳисобланади.



1.2-расм. Ўлчашлар ноаниқлигининг классификацияси

–Кенгайган ноаниқлик (U) – ушбу катталиқ интервални аниқлайди. Интервал чегарасида бўлган бевосита бўлмаган ўлчашларнинг натижалари етарлича асос билан ўлчанган катталиққа қўшиб ёзиб қўйилиши мумкин. Кенгайган ноаниқлик жамланган ноаниқлик орқали ҳисобланади.

IEC 60359 стандартда бошқа яна ўлчашлар ноаниқлиги билан боғлиқ бўлган тўртта термин қўлланилган: “асосий инструментал ноаниқлик”, “абсолют инструментал ноаниқлик”, “ишчи инструментал ноаниқлик” ва “ноаниқлик чегараси”.

Ўлчашлар ноаниқлигини метрологиянинг турли даражадаги ишларида баҳолашда турли халқаро, ҳудудий ташкилотларнинг тавсияларидан фойдаланилади (1.2-жадвал).

Халқаро миқёсда ўлчашлар ноаниқлиги “Ўлчашлар ноаниқлигини ифодалаш бўйича қўлланма GUM” асосида баҳоланади. Ҳудудий ташкилотларнинг ўлчашлар ноаниқлигини баҳолаш бўйича талаблари GUM қўлланмага асосланади.

Қўлланма ва тавсиялар	
халқаро даражада	ҳудуд даражасида
GUM, ISO/IEC 17025, ISO 10012, ILAC-G17	EA-04/02, EA-04/16, EURACHEM/CITAC Guide QUAM-P1, PMГ 43

ISO/IEC 17025 стандартининг 5.4.6 пунктида аккредитланган синаш лабораторияларида ўлчашларнинг ноаниқлигини ўлчаш воситаларининг мувофиқлик сертификати ёки калибрлаш баённомасида кўрсатилиши талаб қилинади. ILAC-G17 хужжа тўлчашлар ноаниқлиги концепцияси синашларда ISO/IEC 17025 стандарти талаблари асосида қўлланилишининг тафсилотига бағишланган. ISO 10012 халқаро стандартларга мувофиқ ўлчашлар ноаниқлиги ўлчашнинг ҳар бир жараёни учун баҳоланиши керак.

Калибрлаш лабораторияларида ўлчашлар ноаниқлигини баҳолаш масалалари EA-04/02 хужжатда регламентланган бўлиб, ушбу хужжат GUM талаблари асосида ишлаб чиқилган. Хужжат, кириш катталиклари билан, масштабни коэффициентлар билан, эффектив эркинлик

даражалари билан боғлиқ бўлган корреляцияланган ўлчашлар ноаниқлигини баҳолаш бўйича конкрет мисоллар келтирилган.

EA-04/16 қўлланма ушбу худудий ташкилот томонидан аккредитланган лабораторияларда ўлчашлар ноаниқлигини аниқлаш ва баҳолаш масалаларига бағишланган.

Аналитик лабораторияларни аккредитлаш бўйича Евро паташкилоти EURACHEM/CITAC Guide QUAM-P1 қўлланмаси ўлчашлар ноаниқлигини баҳолаш бўйича тўртта босқични ўз ичига олган:

–ўлчанаётган катталиқ тафсилоти;

–ноаниқлик манбаларини аниқлаш;

–ноаниқликни ташкил этувчиларининг миқдорий ҳисоблари;

–умумий ноаниқликни аниқлаш

PMG-43 (давлатлараро тавсиялар) тавсиялари GUM қўлланмани қўллаш бўйича кенг тарқалган бўлиб, унинг асосий масалалари бўлиб:

–GUM қўлланманинг асосий талабларини ва тавсияларини ифодалаш ҳамда амалий жиҳатдан қўллаш;

–ўлчашлар аниқлигини баён қилинишидаги иккита ёндашувнинг қиёсий таҳлили;

–метрология бўйича асос норматив ҳужжатлар ва GUM қўлланмада фойдаланилган ўлчаш натижаларининг ифодаланишининг ўзаро мувофиқлигини намоён қилиш.

Куйида “Ўлчашлар ноаниқлигини ифодалаш бўйича кўлланма” (“Кўлланма”) таҳлилини келтирамиз. Кўлланма куйида келтирилган халқаро ташкилотлар томонидан 1993 йилда тайёрланган:

–ВІРМ (Ўлчов ва тарозиларнинг халқаро бюроси)

–IEC (Халқаро электротехник комиссия)

–IFCC (Клиник химиянинг халқаро федерацияси)

–ISO (Стандартлаштириш бўйича халқаро ташкилот)

–IUPAC (Тоза ва амалий химиянинг халқаро иттифоқи)

–OIML (Қонуний метрологиянинг халқаро ташкилоти)

Ўлчаш натижаларининг хатоликларини тақдим этиш ва баҳолаш бўйича халқаро бирлиликдаги ёндашув масаласи долзарб масала ҳисобланади. Ушбу долзарбликни ҳисобга олиб, ўлчов ва тарозиларнинг халқаро комитети (МКМВ) 1978 йилда ушбу муаммони ўлчов ва тарозиларнинг халқаро бюросига (МВМВ) Миллий метрологик лабораториялари билан биргаликда ўрганиб чиқиш учун топширди.

Ўлчов ва тарозилар халқаро бюросининг ишчи гуруҳи ўлчашларнинг ноаниқликлари бўйича бажарилган ишлар ҳисоботи асосида INC-1 (1980) “Экспериментал ноаниқликларни ифодалаш”

номли тавсияни тайёрлади. Ушбу тавсия Ўлчов ва тарозиларнинг халқаро комитети томонидан маъқулланди ва тасдиқланди. INC-1 (1980) тавсияларига асосланган “Қўлланма” ўлчашларнинг ноаниқлигини ифодалаш ва баҳолаш қоидаларини ўз ичига олган бўлиб, метрология, стандартлаштириш, калибрлаш ва лабораторияларни аккредитлаш хизматларида фойдаланиш учун мўлжалланган. Ушбу қўлланманинг тамойиллари ўлчашларнинг кенг спектрида фойдаланиш учун мўлжалланган. Маълумки, амалда норматив ҳужжатларда “ўлчашлар ноаниқлиги” тушунчасидан фойдаланилмайди. Уларда “хатолик” ва “хатолик характеристикаси” тушунчалари мавжуд. Шундай қилиб, “Қўлланма” ва мавжуд норматив ҳужжатлар тизими орасида қарама-қаршиликлар мавжуд. Хусусан, “Қўлланма”да мумкин қадар “хатолик” ва “хатолик тавсифи”, “ўлчанадиган катталиқнинг асл (чинакам) қиймати” тушунчаларини фойдаланиш ўрнига қараб уларнинг ўрнига “ноаниқлик” ва “ўлчанадиган катталиқнинг баҳоланган қиймати”, ҳамда хатоликларни намоён бўлиш характериға кўра “тасодифий” ва “мунтазам” деб таснифлашдан “ўлчашларнинг ноаниқликларини баҳолаш усулиға кўра” (А тури – математик статистика усуллари билан ва В тури бўйича – бошқа усуллар билан)

деб таснифлашга ўтиш маъқулроқлиги кўрсатилган.

Қуйидагилар Қўлланманинг мақсади бўлиб ҳисобланади:

—ўлчашларнинг ноаниқликлари тўғрисидаги ҳисоботни қандай тузиш тўғрисидаги маълумотлар билан тўлиқ таъминлаш;

—ўлчаш натижаларини халқаро миқёсда солиштириш асосларини тақдим этиш;

—ўлчашларнинг ноаниқликларини ифодалаш ва баҳолаш учун барча ўлчаш турларига ва ўлчашларда фойдаланиладиган барча маълумот турларига универсал усул тақдим этиш;

2003 йилда давлатлараро стандартлаштириш бўйича Тавсиялар РМГ 43-2001 “Ўлчашларнинг ноаниқликларини ифодалаш бўйича қўлланма”нинг қўлланилиши амалга киритилди. Ушбу тавсиялар ўлчаш натижаларини баҳолаш усулларига тааллуқли бўлиб, “Қўлланма”дан фойдаланиш бўйича амалий тавсияларга эга бўлиб, ўлчаш натижаларини хатоликлар ва ўлчашлар ноаниқликларидан фойдаланиб ўлчаш натижаларини тақдимот қилиш шаклларининг мувофиқлигини кўрсатади. Қўлланма, ўлчашларнинг аниқлик характеристикаларини ўлчаш хатоликларининг кўрсаткичларида эмас, балки ўлчашлар ноаниқликларининг кўрсаткичларида ифодалашни тавсия қилади. Ўлчанадиган катталиқнинг “асл қиймати”

тушунчаси ўрнига “баҳоланган қиймат” тушунчаси киритилган.

Ўлчашларнинг ноаниқликлари концепциясининг пайдо бўлишининг сабаблари жуда кўп бўлиб, улар қуйидагиларга асосланган:

–ўлчашларнинг янги (ноанъанавий) соҳаларининг (психология, социология, медицина ва б.) пайдо бўлиши ва уларда метрологиянинг анъанавий (катталиқ, ўлчов бирлиги, ўлчов, эталон, ўлчаш хатолиги) постулатлари ишламаслиги.

–янги илмий йўналишларнинг таъсири (кибернетика, ахборот назарияси, математик статистика ва б.). Уларда ноаниқлик тушунчаси салмоқли роль ўйнайди. Бу худди рисоладагидек ноаниқликни кенг талқин қилиниши билан боғлиқ бўлиб, масалан, ўлчаш натижаси ўлчанаётган катталиқнинг қиймагини ифодалашига шубҳаланишни билдиради.

–ўлчанадиган катталиқнинг асл (чинакам) қиймати бўйича хатолик тушунчаси маъносини йўқотади, чунки, хатоликни ҳисоблаб бўлмайди.

–систематик ва тасодифий хатоликларни алоҳида баҳолаш ва улар учун турли характеристикалардан фойдаланиш (ишонч чегаралари ва ўрта квадратик четланиш) хатоликларнинг юқори баҳоланишига сабаб бўлади.

–ўлчаш натижаларининг характеристикалари учун умум қабул қилинган ва қўлланилишида содда бўлган универсал услубиётнинг зарурлиги.

Қўлланмада “ўлчаш хатолиги” тушунчаси ўрнига “ўлчаш ноаниқлиги” тушунчаси киритилган. Бунда ўлчаш ноаниқлиги икки хил маънода талқин қилинади:

–кенг маънода, ўлчаш натижасининг ишончлилигига нисбатан шубҳаланиш сифатида. Масалан, ўлчаш натижаларига барча тузатишлар киритилгандан кейин катталикнинг ўлчанган қийматининг аниқлигига нисбатан бўлган шубҳа.

–тор маънода, ўлчашлар ноаниқлиги шундай параметр сифатида тушуниладики, бу параметр ўлчаш натижаси билан боғлиқ бўлиб, қийматларнинг сочилишини характерлаб, уларнинг ўлчанган катталикка асосли равишда қўшиб ёзиб қўйилиши тушунилади.

Ушбу концепцияда ўлчашлар ноаниқлиги айнан тор маънода тушунилади.

Умуман олганда, ўлчаш ноаниқлиги – параметр бўлиб, бу параметр ўлчаш натижаси билан боғлиқ ҳолда қийматларнинг дисперсиясини (сочилишини) характерлайди, улар ўлчанадиган катталикка асосли равишда қўшиб ёзиб қўйилиши мумкин. Шунини аниқ тасаввур қилиш керакки, ўлчашларнинг ноаниқлиги бу ноанъанавий тушунчадаги ишонч интервали эмас (берилган ишонччи эҳтимоллигида). Эҳтимоллик бу ерда

ишонч ўлчовини характерлайди, ҳодисалар частотасини эмас. Ўлчашларнинг ноаниқлиги одатда кўп ташкил этувчиларга эга бўлади. Уларнинг айримлари ўлчашлар қаторлари натижаларининг статистика тақсимотидан баҳоланиши ва экспериментал стандарт четланишлар билан баҳоланиши мумкин. Бошқа ташкил этувчилар эҳтимолликларнинг тахмин қилинган тақсимотлари билан тажриба ёки бошқа маълумотлар асосида баҳоланади. Улар, ундан ташқари стандарт четланишлар билан характерланиши мумкин.

Ўлчаш натижаларининг ноаниқлиги ўлчанадиган катталиқ қийматини аниқ билмасликни ифодалайди. У ҳатто маълум систематик хатоликларга тузатишлар киритилгандан кейин ҳам ўлчанадиган катталиқнинг ноаниқликлари оқибатидаги фақат “баҳо” эканлигини ва бу ноаниқликларнинг тасодифий эффектлар ва систематик хатоликларга бўлган натижанинг нотўғри тузатилиши натижасида келиб чиқади.

Ноаниқликнинг икки хилда баҳоланиши киритилган:

-А турдаги баҳолаш – бу ноаниқликни кузатувлар қаторларини статистик таҳлил йўли билан баҳолаш усулидир;

–В турдаги баҳолаш – кузатувлар қаторини статистик таҳлилдан бошқа усулларда баҳолаш усулидир.

А ва В турларга таснифлашнинг мақсади ноаниқликларнинг ташкил этувчиларини баҳолашнинг иккита турли усулда баҳолашни кўрсатишдир.

А турдаги стандарт ноаниқлик – эҳтимолликнинг зичлик функциясидан олинади.

В турдаги стандарт ноаниқлик – ҳодисанинг рўй беришига бўлган ишончга асосланган эҳтимолликлар зичлигининг тахмин қилинган функциясидан олинади. Бу эҳтимоллик кўпинча субъектив эҳтимоллик деб номланади. Кўпчилик ҳолларда, Y ўлчанадиган катталиқ бевосита ўлчанмайди, балки m – бошқа ўлчанадиган X_1, X_2, \dots, X_m кириш катталиқлари деб номланган катталиқларга функционал боғлиқлик орқали боғлиқдир.

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_m), \quad (1.11)$$

бу ерда Y – чиқиш катталиғи боғлиқ бўлган X кириш катталиқларнинг ўзлари ўлчанадиган катталиқ сифатида қаралади.

Ўз навбатида улар бошқа катталиқларга тузатма ва системанинг эффектларга бўлган тузатиш коэффициентлари. Бу эса f мураккаб функционал боғланишига олиб келади ва уларни

аниқ ёзиб бўлмайди. Ундан ташқари, f ни экспериментал аниқлаш мумкин ёки у алгоритм сифатида мавжуд бўлиши ва сонли амалга оширилиши мумкин.

Ўлчанаётган Y кириш катталигининг баҳосини, y сифатида баҳоланган, юқорида келтирилган тенгламадан x_1, x_2, \dots, x_m кириш баҳоларидан X_1, X_2, \dots, X_m катталикларнинг қийматлари учун олинади. Чиқиш баҳоси y ўлчаш натижаси ҳисобланиб, қуйидаги тенглама билан ифодаланади:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_m). \quad (1.12)$$

А турдаги стандарт ноаниқлик u_a кўпқаррали ўлчашларнинг натижалари бўйича баҳоланади, бунда уни ҳисоблаш учун дастлабки берилганлар бўлиб уларнинг натижалари X_{i1}, \dots, X_{in_i} , бу ерда $i=1, \dots, m$, n_i - i -инчи кириш катталигининг ўлчашлар сони. Кириш катталигининг i -инчи ягона ўлчанишининг стандарт ноаниқлиги $u_{A,i}$ - қуйидаги ифодадан ҳисобланади:

$$u_{A,i} = \sqrt{\frac{1}{n_i - 1} \sum_{q=1}^{n_i} (x_{i,q} - \bar{x}_i)^2}, \quad (1.13)$$

бу ерда $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{q=1}^{n_i} x_{iq}$ – i -инчи кириш катталигининг ўрта арифметиғи.

i -инчи кириш катталигини ўлчашнинг стандарт ноаниқлиги қуйидаги ифодадан аниқланади ва бунда натижа ўрта арифметик сифатида аниқланади.

$$u_A(x_i) = \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{q=1}^{n_i} (x_{iq} - \bar{x}_i)^2}. \quad (1.14)$$

В турдаги стандарт ноаниқлик x катталиқни баҳолаш учун фойдаланилади, у такрорий кузатишлар натижасида олинмаган. У билан боғлиқ бўлган баҳоланган стандарт ноаниқлик $u_B(x_i)$ – x нинг қутилиши мумкин бўлган ўзгарувчанлигига асосланган барча қулай ахборотларга асосланган илмий мулоҳазалар базасида аниқланади. Бундай ахборотлар фонди ўз ичига қуйидагиларни олади:

- дастлабки ўлчашларга доир берилганлар;
- тажрибалар натижасида олинган маълумотлар ёки мос келувчи материал ва асбобларнинг хулқи ва хоссаларига оид маълумотлар;
- тайёрловчининг спецификаси;

–қиёслаш, калибрлаш, асбоб тўғрисида тайёрловчининг маълумотлари, сертификатлар ва шунга ўхшашлар тўғрисида маълумотлар;

–ноаниқликлар.

В турдаги ноаниқлик учун субъектив эҳтимоллик назариясининг аппарати қўлланилади: эҳтимоллик ишонч ўлчовини характерлайди, ходисалар частотасини эмас. В турдаги ноаниқликни аниқлашда фойдаланиладиган берилганларнинг ноаниқлиги тўғрисида априор маълумотдан кенг фойдаланилади.

В турдаги ноаниқлик берилган бўлиши мумкин, масалан, худди айрим каррали стандарт четланишлар каби, 90, 95 ёки 99 фоиз ишонч даражасига эга бўлган интервал каби. Агар бошқа ҳеч нарса кўрсатилмаган бўлса, унда ноаниқликни ҳисоблаш учун нормал тақсимотдан фойдаланилган деб тахмин қилиш мумкин. Шунинг учун стандарт ноаниқликни келтирилган қийматни нормал тақсимот коэффициентига бўлиб аниқлаш мумкин.

Кўпинча, X таъсир этувчи омил билан боғлиқ бўлган стандарт ноаниқликни баҳолашга тўғри келиб, унинг қиймати берилган $x-\Delta$ дан $x+\Delta$ гача чегараларда жойлашган бўлади. X катталиқ тўғрисида мавжуд маълумотлар бўйича X нинг берилган чегаралар ичида бўлиши мумкин бўлган қийматлари учун эҳтимолликнинг айрим априор тақсимотини қабул қилиш керак. Шундан кейин

стандарт ноаниқлик Δ ни k коэффициентга бўлиб топилади, ушбу коэффициент қабул қилинган тақсимот функциясига боғлиқ бўлиб:

$$u(x) = \Delta/k . \quad (1.15)$$

Бунда қуйидагилар нисбатан типик ҳодиса бўлиб ҳисобланади:

– фақат чегаралар маълум бўлиб, уларда X , яъни 2Δ қиймат бўлиши мумкин

– $x_{\text{мол}}$ – қиймати ва чегаралари маълум, одатда симметрик, йўл қўйиладиган қийматлар $\pm\Delta$;

– интервал $(x_{\text{мол}} - \Delta_p)$ маълум бўлиб, p эҳтимолликнинг берилган қисмини эгаллайди.

Биринчи ҳолда, текис тақсимот тақсимот таҳлил қилинганда k коэффициентнинг қиймати симметрик чегаралар учун $\sqrt{3}$ деб қабул қилиниши мумкин.

Иккинчи ҳолда, $x_{\text{мол}}$ қиймати маълум бўлган ҳол учун, X нинг $x_{\text{мол}}$ яқинида бўлиш эҳтимоллиги $x_{\text{мол}} \pm \Delta$ чегараси яқинида бўлишдан кўпроқ бўлади. Яъни, эҳтимолликнинг учбурчакли тақсимотини текис (тўғрибурчакли) ва нормал тақсимот орасидаги ўрта деб қабул қилиш мумкин. k коэффициентнинг қиймати ушбу ҳолда $\sqrt{6}$ га тенг бўлади.

Учинчи ҳолда, эҳтимолликнинг тақсимоти нормал деб олинади ва k коэффициентнинг

қиймати берилган эҳтимолликка боғлиқ бўлади. Масалан, $p=0,99$ учун $k=2,58$.

Ноаниқликни В тури бўйича баҳолаш анъанавий статистик ёндашув рамкасида ташқарига чиқиш ва зарурий статистик ахборотларни олиш қийинлашган ёки мумкин бўлмаган ҳолларда ноаниқликларнинг ташкил этувчиларининг қийматини топиш имконини беради.

Жамланган стандарт ноаниқлик тури мавжуд бўлиб, бу ўлчаш натижасининг стандарт ноаниқлигидир. Бунда натижа бошқа катталиқлар қаторининг қийматларидан олинади. Баҳоланган стандарт четланиш, чиқиш баҳоси ёки ўлчаш натижаси y билан боғлиқ бўлса, жамланган стандарт ноаниқлик дейилади ва $u_c(y)$ кўринишда белгиланади. Корреляцияланмаган кириш баҳоланиш учун жамланган стандарт ноаниқлик қуйидаги ифодада навиқланади:

$$u_c(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 u^2(x_i)} \quad (1.16)$$

Ушбу ифодадан u ноаниқлик А-тури бўйича ҳам В-тури бўйича ҳам аниқланиши мумкин. Жамланган стандарт ноаниқлик баҳоланган стандарт четланишни ифодалайди ва

кутилганидек, қийматлар тақсимотининг кўп қисмига эга бўлиб, уларни ҳеч иккиланмасдан Уга кўшиб ёзиб қўйиш мумкин.

Ишонч оралиғи (интервал) ва ишонч даражаси (эҳтимоллик) тушунчалари статистикада интервалга қуйидаги шартда қўлланилади: агар, ноаниқликнинг барча ташкил этувчилари А турдаги баҳоланишдан олинган бўлса, яъни, кузатишларнинг натижаларига статистик ишлов берилган бўлса.

Ушбу концепцияда “интервал” сўзини модификациялаш учун “ишонч” сўзи, U орқали аниқланадиган интервалга ҳавола қилинганда ишлагилмайди. “Ишончли даража” атамаси ҳам ишлагилмайди, унинг ўрнига “ишонч даражаси” атамасини ишлатиш афзалроқ ҳисобланади. U интервал, ўлчаш натижалари доирасида, берилган деб қаралади ва эҳтимоллик p тақсимотининг кўпроқ қисмига эга бўлиб, натижа билан ҳамда унинг тўлиқ стандарт ноаниқлиги билан характерланади. Шундай қилиб, p берилган интервал учун “эҳтимоллик қамрови” ёки “ишонч даражаси” бўлиб ҳисобланади.

U интервал билан боғлиқ бўлган p ишонч даражаси кўрсатилиши ва баҳоланиши лозим, $u_c(y)$ ни ўзгармас катталикка кўпайтириш ҳеч қандай натижа бермаса ҳам, маъжуд бўлган маълумотни янги кўринишда ифода қилади. Шунинг эътиборга олиш керакки, p ишонч даражаси y ва $u_c(y)$ ларнинг

эхтимоллик чегарасининг чегараланганлиги ҳолда, $u_c(y)$ ни ўзининг ноаниқлиги туфайли, ноаниқ бўлиб қолади. Қамров коэффицентининг k қиймати $y-Y$ дан $y+Y$ гача интервал талаб қиладиган ишонч даражаси билан аниқланади, одатда, 2 дан 3 гача бўлган қийматларга эга бўлади. Ушбу коэффицент бу диапазон чегарасидан ташқарига ҳам чиқиши мумкин. Амплитуда k коэффицент билан берилган ишонч даражаси билан боғлиқлигини амалга ошириш жуда қийин. Лекин, эҳтимолликларнинг тақсимоти нормал тақсимотга яқин бўлса, унда $k=2$ деб қабул қилиниши 95% га тенг бўлган ишонч даражали интервални беради, $k=3$ бўлганда ишонч даражаси 99% бўлган интервални беради деб тахмин қилиш мумкин. Тақсимотни текис деб олинганда қамров коэффиценти 1,65 ва 1,71 қийматларга эга бўлади.

Ўлчаш натижалари ва уларнинг ноаниқликларининг келтирилиши, “кам маълумот бергандан кўра кўпроқ маълумот бериш афзалроқ” тамойилидан келиб чиқади.

Масалан, қуйидагилар келтирилиши зарур:

–ўлчаш натижалари ва унинг ноаниқликларини экспериментал кузатувлар ва кириш маълумотларини ҳисоблаш учун фойдаланиладиган усуллар тафсилотини ёзиш;

–ноаниқликнинг барча ташкил этувчиларини санаб ўтиш ва уларнинг қандай баҳоланганлигини кўрсатиш;

–берилганлар таҳлилини шундай тарзда келтириш керакки, тақдим қилинган ҳисоблашларни осон такрорлаш мумкин бўлиши;

- таҳлилда фойдаланилган барча тузатишлар ва константалар ва уларнинг манбаларини берилиши зарур.

2. ЎЛЧАШЛАРНИНГ НОАНИҚЛИГИ ТЎҒРИСИДА ҲИСОБОТ ТУЗИШ ВА ЎЛЧАШ ХАТОЛИКЛАРИ БИЛАН ҚИЁСИЙ ТАҲЛИЛИ

2.1. Ўлчашларнинг ноаниқлиги тўғрисидаги ҳисоботни тузиш

Телекоммуникациялардаги ўлчашларнинг ноаниқлиги тўғрисидаги ҳисоботни қуйидаги тўққизта бўлим кўринишида тузиш тавсия қилинади:

1. Ўлчаш масаласи: Y ўлчанадиган катталиқни қандай аниқлашнинг қуйидагиларни ўз ичига олган қисқа тафсилоти: ўлчаш усули ёки ўлчаш услубиёти; ўлчаш схемаси ёки режаси; фойдаланиладиган қурилмалар; ўлчаш шароитлари.

2. Ўлчаш модели: Y чиқиш катталиги ва X_i кириш катталиқлари орасидаги математик боғланишларни ифодалаш:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

3. Кириш катталиқларининг таҳлили:

Кириш катталикларини таҳлил қилиш шакли

Кириш катталиги _____ _____ _____	Ноаниқликни баҳолаш тури: _____ Тақсимот тури: _____ Баҳолашнинг қиймати: _____ Стандарт ноаниқлик: _____
<p>Юқорида санаб ўтилган маълумотларни қаердан ва нима асосда олинганлиги ёки олинган манбаларини кўрсатиш (маълумотнома, сертификат ёки калибрлаш тўғрисидаги гувоҳнома, техник шартлар, ўлчаш воситасининг паспорти ва б.) бўйича қисқа тафсилоти.</p>	

4. Кузатишларнинг натижалари: кузатиш натижаларининг рўйхати тақдим этилади, асбобдан бевосита ҳисобланган ва уларнинг статистик характеристикалари; ўрта арифметик қиймат; ўрта квадратик қиймат (стандарт четланиш); стандарт ноаниқлик.

5. Корреляциялар: кириш катталиклари уларнинг корреляцияланиши бўйича таҳлил қилинади ва барча корреляцияланувчи кириш

катталикларининг корреляция коэффициенти ҳисоблаб чиқилади, бунда уларни ҳисоблаш усуллари кўрсатилади.

6. Сезгирлик коэффициентлари: ҳар бир кириш катталиги учун сезгирлик коэффициенти олинади ёки хусусий dx/dx_i ҳосилаларни ҳисоблаш асосида ёки экспериментал олиш усули кўрсатилган ҳолда.

7. Ноаниқлик бюджети: 2.2-жадвалда келтирилган.

8. Кенгайтирилган ноаниқлик: Танланган ишонч даражаси асосида қамров коэффициенти аниқланади ва кенгайтирилган ноаниқлик ҳисобланади.

9. Ўлчашларнинг тўлиқ натижаси: Y ўлчанадиган катталиқнинг y баҳоси ва U кенгайтирилган ноаниқликни $Y=y+U$ кўринишда U ва y учун ўлчов бирликларини кўрсатган ҳолда ўлчашнинг тўлиқ натижаси тақдим этилади.

Ноаниқлик бюджетини тақдим этиш шакли

Кат- та- лик x_i	Кат- та- лик бир- ли- ги	Баҳо- лаш қий- мати x_i	Ин- тер- вал $\pm \Gamma$	Но- аниқ- лик тури	Эҳти- мол- лик- нинг так- сим- лани- ши	Стан- дарт но- аниқ- лик $u(x_i)$	Эр- кин- лик дара- жаси V	Сез- гир- лик коэф- фи- ци- енти c_i	Но- аниқ- лик- нинг ҳис- саси $u_i(y)$	Фои- злар- даги ҳис- са, %
x_1		x_1				$u(x_1)$		c_1	$u_1(y)$	
x_2		x_2				$u(x_2)$		c_2	$u_2(y)$	
...		
x_n		x_n				$u(x_n)$		c_n	$u_n(y)$	
Y		y				$u(y)$				

2.2. Ўлчаш воситаларини калибрлашдаги
ўлчашларнинг ноаниқлигини баҳолаш

(калибрланадиган ўлчаш воситаси билан ўлчанган) X_c қиймат билан солиштирилади. Маълумки, калибрлаш жараёнини амалга оширишда ушбу катталиклар орасидаги фарқ аниқланади.

$$\Delta = X_c - X_s .$$

Ушбу ифодадан калибрланадиган ўлчаш воситасининг систематик хатолиги аниқланади. Кейинчалик ушбу айирмадан ўлчаш натижасига тузатиш киритишда фойдаланилади. Ушбу ҳолда калибрлаш ноаниқлигини баҳолаш Δ нинг ноаниқлигини баҳолаш билан яқунланади.

Ноаниқликни баҳолаш процедураси бирлик ўлчамини узагиш учун қўлланиладиган ўлчаш усулига боғлиқдир. Калибрлашда фойдаланиладиган ўлчаш усуллари кўп сонли бўлиб, қуйида калибрлаш ноаниқлигини эталон ўлчов такрорлайдиган катталикни калибрланувчи ўлчаш воситаси билан бевосита ўлчаш усули асосида баҳоланишини келтирамыз.

Ушбу ҳолда тенгламанинг модели:

$$\Delta = (X_c + \Delta_c) - (X_s + \Delta_s)$$

кўринишга эга бўлади.

кучланишнинг ўзгариши); калибрланувчи ўлчаш асбобининг эталон ўлчов параметрларига таъсири, такрорланувчи кўпқийматли ўлчов қийматларининг аниқ ўрнатилмаслиги ва б.қ. Санаб ўтилган кириш катталикларига қуйидаги ноаниқликлар мос келади:

$u(X_c)$ – калибрланувчи ўлчаш асбоби кўрсатишларининг сочилиши билан боғлиқ ноаниқлик бўлиб А типли бўйича кўп каррали ўлчашларни бажаришда аниқланади;

$u(\Delta_c)$ – калибрланувчи ўлчаш асбобининг квантланиш ноаниқлиги;

$u(X_s)$ – эталон ўлчовнинг калибрлаш ноаниқлиги;

$u(\Delta_s)$ – ўлчов қўшимча хатоликларининг ноаниқлиги.

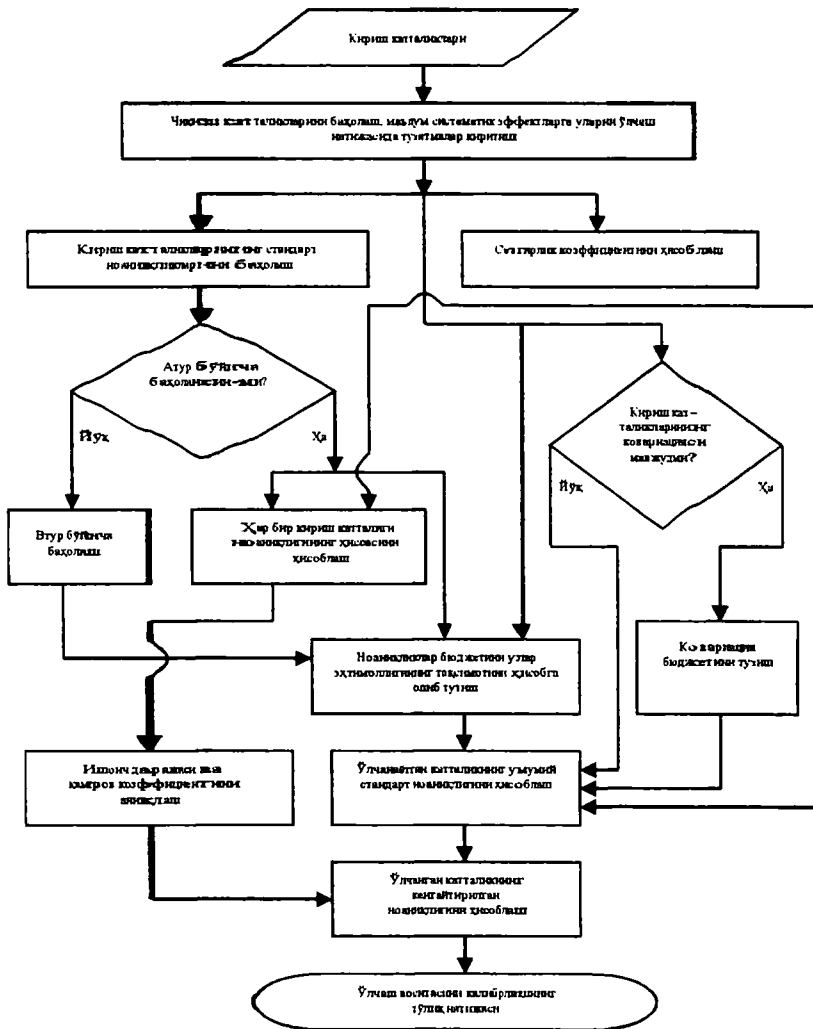
Калибрлашнинг жамланган ноаниқлиги қуйидагига тенг бўлади:

$$u(\Delta) \approx \sqrt{u^2(\Delta_c) + u^2(\Delta_s) + u^2(X_c) + u^2(X_s)}$$

Калибрлашнинг кенгайган ноаниқлиги қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$U = f_{0,95}(n-1) \cdot u(\Delta)$$

Бажарилган тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, умумий ҳолда, ҳар қандай ўлчашлар



2.2-расм. Ўлчаш воситасини калибрлашдаги ўлчашлар ноаниқлигини баҳолашнинг базавий алгоритми

ёндашув учун умумий бўлган амаллар кетма-кетлиги бўлиб қуйидагилар ҳисобланади:

•ўлчаш тенгламаларини таҳлил қилиш;

•ўлчаш хатоликлари ва ноаниқликларининг барча манбаларини аниқлаш ҳамда уларни миқдоран баҳолаш;

•систематик хатоликларни (эффектлар) бартараф қилиш учун тузатмалар киритиш.

Ноаниқликларни ҳисоблаш усуллари каби хатоликларнинг характеристикаларини баҳолаш усуллари математик статистикадан ўзлаштириб олинган, аммо бунда, тасодифий катталиқларнинг эҳтимолли тақсимот қонунининг турли талқинларидан фойдаланилади.

“Қўлланма” да ва мавжуд бўлган норматив ҳужжатларда баён қилинганлардан ташқари ноаниқликни ҳисоблаш ва хатолик характеристикаларини баҳолаш амалиётида бошқа усуллардан ҳам фойдаланилади.

Хатоликларнинг характеристикаси (мавжуд бўлган норматив ҳужжатларга мувофиқ) ва ноаниқликлар (“Қўлланма”га мувофиқ ҳолда)ни баҳолашдаги мумкин бўлган фарқлар “Электр токнинг кучини вольтметр ва ток шунти ёрдамида ўлчаш” мисолида келтирилган (3.5 га қаранг).

Иккита ёндашувнинг фарқи, ундан ташқари, ноаниқлик ва хатоликлар характеристикаси амалиётида эҳтимолликнинг турли

**Ўлч аш натижалари хатоликларининг
характеристикаларини ва баҳолаш процедураси**

Хатолик	$\xi = y - y_{acc} \iff y = y_{acc} + \xi$		
Хатолик модели	ξ – эхтимолликлар тақсимотининг зичлигига эга бўлган тасодифий кагталиқ $p(x; E, \sigma^2, \dots)$, E – математик кутилма, σ^2 – дисперсия		
Хатолик характеристикалари	S – ўртаквадратик четланиш (СКО)	θ – бартараф этилмаган систематик хатоликнинг чегараси	Δ_p – ишонч чегаралари
Хатолик характеристикаларини баҳолаш учун дастлабки маълумотлар	<p>1. Тадқиқот объектининг модели.</p> <p>2. Экспериментал берилганлар $x_{iq}; q=1, \dots, n_i; I=1, \dots, m$.</p> <p>3. Тақсимот қонуни тўғрисидаги маълумотлар.</p> <p>4. Хатоликлар манбалари, уларнинг табиати ва характеристика-ларининг ташкил этувчилари $S(x_i), \theta_i$ тўғрисидаги маълумотлар, θ_i– хатоликнинг структуравий модели</p> <p>5. Стандарт маълумотномада берилганлар ва бошқа маълумотлар</p>		
2.3-жадвалнинг давоми			

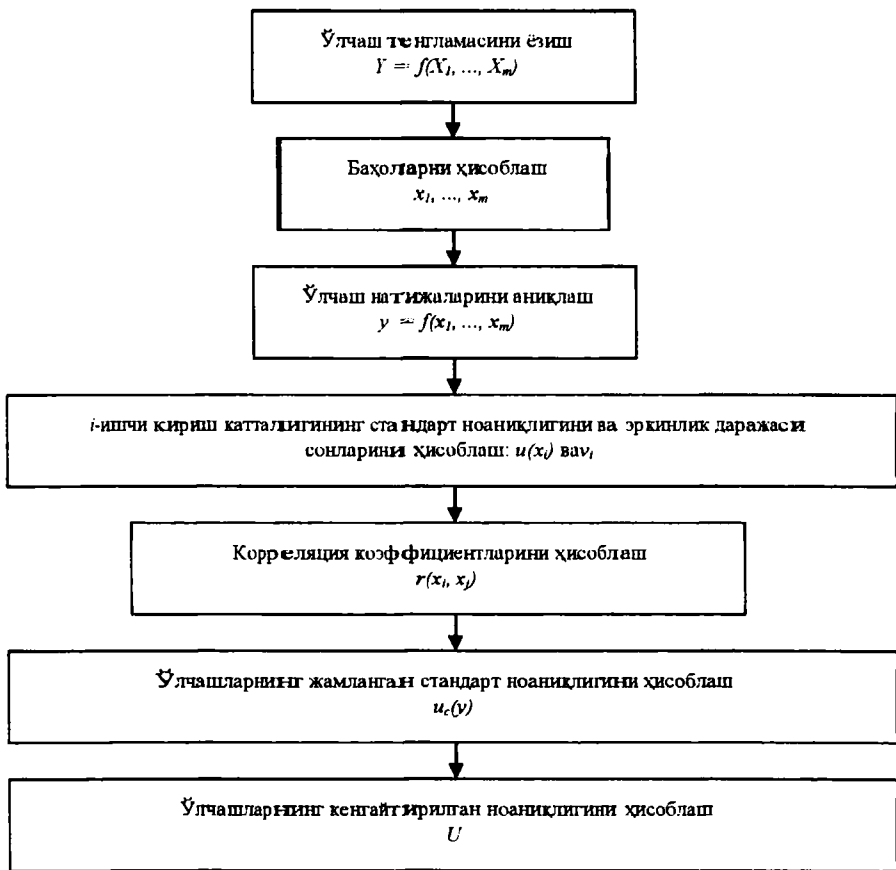
<p>Характеристикаларни баҳолаш методлари:</p> <p>1. Тасодифий хатоликларни</p> <p>2. Бартараф этилмаган систематик хатоликларни</p> <p>3. Жамланган хатоликларни</p>	$S(x_i) = \sqrt{\frac{1}{n_i - 1} \sum_{q=1}^{n_i} (x_{iq} - \bar{x}_i)^2};$ $S(\bar{x}_i) = \sqrt{\frac{1}{n_i(n_i - 1)} \sum_{q=1}^{n_i} (x_{iq} - \bar{x}_i)^2};$ $S^2 = \sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 S^2(\bar{x}_i), \quad \Delta_p = t_p (f_{\text{нел}}) S$ $\theta(p) = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \theta_i^2};$ $\Delta_p = \frac{t_p (f_{\text{нел}}) S + \theta(p)}{S + \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \frac{\theta_i^2}{3}}}} \sqrt{S^2 + \sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \frac{\theta_i^2}{3}};$ <p>бу ерда $\theta(p) = K \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 \theta_i^2}, \quad K = 1.1 \text{ при } p = 0.95,$</p> $K = 1.4 \text{ при } p = 0.99; m_{\text{нел}} > 4; S = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} \right)^2 S^2(\bar{x}_i)}$	
<p>Хатоликларнинг характеристикаларини тақдим этиш шакллари</p>	<p>$\theta(p), S, n$</p>	<p>Δp</p>
<p>Олинган натижаларнинг интерпретацияси</p>	<p>$(-\Delta_p, \Delta_p)$ интервали p эҳтимоллик билан ўлчаш хатоликларига эга бўлиб, бу шунга тенгки, $(y - \Delta_p, y + \Delta_p)$ интервал p эҳтимоллик билан ўлчанадиган катталикнинг асл қийматига эга.</p>	

2.4-жадвал

**Ўлчашлар ноаниқлигини ҳисоблаш
процедураси.**

<p align="center">Ноаниқлик моделли</p>	<p align="center">η — эҳтимоллар тақсимотининг зичлигига эга бўлган тасодифий катталиқ $p(x; y, u^2, \dots)$, y — математик кутилма, u^2 — дисперсия.</p>		
<p align="center">Ноаниқлик (микдорий ўлчов)</p>	<p align="center">Стан- дарт U</p>	<p align="center">Жамланган $u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^m u_i^2}$</p>	<p align="center">Кенгайти- рилган $U_p = k \cdot u_c$</p>
<p align="center">Ноаниқлик- ни ҳисоб- лаш учун дастлабки маълумот- лар</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Тадқиқот объектининг модели 2. Экспериментал берилганлар ҳиқ... 3. Тақсимот қонунлари тўғрисидаги маълумотлар 4. Ноаниқликларнинг манбалари ва ноаниқликнинг қийматлари тўғрисидаги маълумотлар 5. Стандарт маълумотномада берилганлар ва бошқа маълумотлар. 		
<p align="center">Ноаниқлик- ни ҳисоблаш методлари:</p>			
<p align="center">1) Агури бўйича</p>	$u_{A,i} = \sqrt{\frac{\sum_{q=1}^{n_i} (x_{iq} - \bar{x}_i)^2}{n_i - 1}}, \quad u_{A,i}(x_i) = \sqrt{\frac{\sum_{q=1}^{n_i} (x_{iq} - \bar{x}_i)^2}{n_i(n_i - 1)}}$		
<p align="right">2.4-жадвалнинг давоми</p>			

2) В тури буйича	$u_B \leftarrow \frac{b_i}{\sqrt{3}}$
3) Кенгай-тирилган ноаниқликни	$U_p = t_p(v_{eff}) \cdot u, \quad v_{eff} = \frac{u_i^2}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} u(x_i) \right)^2}, \quad u = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial f}{\partial x_i} u(x_i) \right)^2};$ <p>$u_{0,95} = 2u_c, u_{0,99} = 3u_c$ – нормал қонун учун; $u_{0,95} = 1,65u_c, u_{0,99} = 1,71u_c$ – текис қонун учун.</p>
Ноаниқликни келтириш	u_c, U_p, k, u_i, v_i
Олинган натижалар талқини	<p>$(y-U_p, y+U_p)$ интервал p қийматлар тақсимотининг катта қисмига эга бўлиб, улар ўлчанаётган катталikka асосли равишда қўшиб ёзиб қўйилиши мумкин.</p>



2.4-расм. Ўлчашларнинг ноаниқлигини ҳисоблашдаги амаллар кетма-кетлиги

2.5-жадвал

**Хатоликларнинг ишонч чегараларини ва
ўлчашларнинг кенгайтирилган ноаникликларини
Баҳолаш усулларини қиёслаш**

	$\frac{\theta(\phi)}{S} < 0,8$	$0,8 \leq \frac{\theta(\phi)}{S} \leq 0,8$	$\frac{\theta(\phi)}{S} > 0,8$
Мавжуд меъерий хужжатлар	$\Delta_p = t_p(f_{\text{та}})S,$ $S = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i}\right)^2} S^2(\bar{x}_i)$	$\Delta_p = \frac{t_p(f_{\text{эфф}})S - \theta(p)}{S + \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i}\right)^2} \theta_i^2 \cdot 3} \sqrt{S^2 + \sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i}\right)^2} \theta_i^2 \cdot 3$ $\theta(p) = K \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i}\right)^2} \theta_i$	
		$f_{\text{эфф}} = \frac{\left(\sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i}\right)^2 S^2(\bar{x}_i)\right)^2 - \frac{2}{m+1} \sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i}\right)^4 S^4(\bar{x}_i)}{1 + \sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i}\right)^4 S^4(\bar{x}_i)}$	

2.5-жадвалнинг давоми

Ўлчашларнинг ноаниқлигини ифодалаш
 бўйича қўлланма

$$U_p = t_p \cdot v_{eff} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i} \right)^2 u^2(x_i)}$$

$$v_{eff} = \frac{u_c^4}{\sum_{i=1}^m \frac{u^4(x_i)}{v_i} \left(\frac{df}{dx_i} \right)^4}$$

$$v_i = n_i - 1$$

$$v_i = \infty$$

А тур бўйича ҳисобланган
ноаниқликлар учун;

В тур бўйича ҳисобланган
ноаниқликлар учун.

Кўплаб амалий ҳоллар учун назарда тутилади:

- тақсимотнинг нормал қонуни:

$$U_{0,95} = 2u_c, U_{0,99} = 3u_c;$$

- тақсимотнинг текис қонуни:

$$U_{0,95} = 1,65u_c, U_{0,99} = 1,71u_c;$$

Систематик ва тасодифий хатоликларга бўлиш бу хатоликларнинг пайдо бўлиши ва намён бўлиши табиатига кўра ўлчаш эксперименти давомида, бўлинишига асосланган. А тури ва В тури бўйича ҳисобланадиган ноаниқликларни бўлиш эса, уларни ҳисоблаш усулига асосланади.

Хатоликларнинг характеристикасини баҳолаш ва ўлчашларнинг ноаниқликларини ҳисоблаш процедураларини қиёсий таҳлилининг натижалари 2.3 - ва 2.4 -жадвалларда келтирилган.

Тасодифий хатолик-ни характерловчи “Ўрта квадратик четланиш”	↔	А тур бўйича ҳисоблан- ган стандарт ноаниқлик
Баргараф этилмаган систематик хатоликни характерловчи “Ўрта квадратик четланиш”	↔	В тур бўйича ҳисобланган стандарт ноаниқлик
Жамланган хатоликни характерловчи “Ўрта квадратик четланиш”	↔	Жамланган стандарт ноаниқлик
Хатоликнинг ишонч чегаралари	↔	Кенгайтирилган ноаниқлик

2.5-расм. Хатоликлар характеристикаларининг
ва ўлчашларнинг ноаниқликларини баҳоланишини
таққослаш

y – ўлчаш натижаси;
 $\Delta(p)$ – ўлчаш хатолигининг ишонч чегаралари;
 p – ишонч эҳтимолиги.



y – ўлчаш натижаси;
 $u_p = \Delta_p$ – кенгайтирилган ноаниқликнинг баҳоси;
 $u_c = \frac{\Delta_p}{z_p}$ – жамланган стандарт ноаниқлик баҳоси;
 z_3 – нормал тақсимот квантили.

2.7-расм. Ўлчаш натижаларини хатоликларининг характеристикалари ва ўлчашларнинг ноаниқликлари бўйича таққосланиши

Фақат Δ_p ни билган ҳолда U_A ва U_B нинг ноаниқлигини алоҳида баҳолаш мумкин бўлмайди.

2.5. Электр токини вольтметр ва ток шунти ёрдамида ўлчашнинг хатоликларини баҳолаш ва хатоликларини ҳисоблаш

Ўлчаш тенгламаси

$$I = f(I, R) = \frac{V}{R}, \tag{2.1}$$

бу ерда I – ток кучи, V – кучланиш, R – шунт қаршилиги.

Ўлчаш натижасини топиш: Кучланишни $t = (23,00 \pm 0,05)^\circ\text{C}$ ҳароратда ўлчаш натижасида V_i нинг қатор қийматлари милливольтларда $I=1, \dots, n$; $n=10$;

100,68; 100,83; 100,79; 100,64; 100,63; 100,94; 100,60; 100,68; 100,76; 100,65.

Олинган қийматлар асосида кучланишнинг ўрта қиймати қуйидаги ифодадан ҳисобланади:

$$\bar{V} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i = 100,72 \text{ мВ} \quad (2.2)$$

Шунт қаршилигининг унинг калибрланишида $I = 10\text{А}$ ва $t = 23,00^\circ\text{C}$ да қуйидагига тенг: $R_0 = 0,010088 \text{ Ом}$.

Ифода бўйича ток кучини ўлчаш натижаси қуйидаги формуладан олинади:

$$I = \frac{\bar{V}}{R_0} = 9,984 \text{ А} \quad (2.3)$$

Ўлчаш натижалари хатоликлари манбаларининг таҳлили: СКО \bar{V} (ўрта квадратик четланиш) хатоликнинг тасодифий ташкил этувчисини кучланишни ўлчашда характерлайди ва қуйидаги ифодадан ҳисобланади:

$$S_{\bar{V}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_i - \bar{V})^2}{n-1}} = 3,4 \cdot 10^{-2} \text{ мВ} \quad (2.4)$$

$$S_{\bar{V}} = 0,034\%$$

Бу ерда ва кейинчалик текстда ҳарф устидаги тильда белгиси хатолик (ноаниқлик) характеристикасини билдириб, ушбу характеристика нисбий кўринишда келтирилган.

Вольтметрнинг баргараф қилинмаган систематик хатоликларининг чегаралари уни калибрлашда қуйидаги ифода сифатида аниқланган (хатоликларнинг чегараларининг ифодаларида нолдан фарқли бўлган турли четланишларида \pm белгисини тушириб қолдирамиз.

$$\theta_v = 3 \cdot 10^{-4} \cdot V + 0,02 \text{ мВ}$$

Унда $V = \bar{V}$ бўлганда, қуйидагига эга бўламиз:

$$\theta_v = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ мВ},$$

$$\bar{\theta}_v = 0,050 \%$$

Шунт қаршилиги қийматининг баргараф қилинмаган систематик хатолигининг уни калибрлашда аниқланган қиймати қуйидагига тенг:

$$\bar{\theta}_R = 0,070 \%$$

Унда $R = R_0$ бўлганда, қуйидаги олинади:

$$\theta_R = 7 \cdot 10^{-4} \cdot R_0 = 7,1 \cdot 10^{-6} \text{ Ом.} \quad (2.5)$$

Ҳароратни ўлчаш хатолигига асосланган шунт қаршилиги қийматининг баргараф қилинмаган хатоликнинг систематик ташкил этувчисининг чегаралари қаршилиқнинг ҳароратга боғлиқлигини ифодаловчи қуйидаги ифодадан топилади:

$$R = R_0 \cdot [1 + a \cdot (t - t_0)], \quad (2.6)$$

бу ерда R_0 – қаршилиқнинг $t = t_0$ ($t_0 = 23,00$ °C; $R_0 = 0,010088$ Ом); ҳароратдаги қиймати.

Ҳароратни ўлчаш хатолигининг чегараси Δt га тенг бўлган ҳолда қаршилиқ қиймати хатолигининг ташкил этувчисига мос келувчи чегаралар қуйидагига тенг:

$$\theta_{R,t} = a \cdot \Delta t \cdot R.$$

Шундай қилиб, $\Delta t = 0,05$ °C да қуйидагига эга бўлинади:

$$\begin{aligned}\theta_{R,t} &= 3,0 \cdot 10^{-9} \text{ Ом}, \\ \bar{\theta}_{R,t} &= 3,0 \cdot 10^{-9} \text{ \%}.\end{aligned}$$

Кейинчалик, хатоликнинг ушбу ташкил этувчисини (бошқа ташкил этувчиларга нисбатан кам бўлганлиги сабабли) ҳисобга олмаса ҳам бўлади.

а) Ўлчаш натижалари хатоликларининг характеристикаларини ҳисоблаш.

Ўлчаш натижаларининг бартараф қилинмаган ташкил этувчиларининг тежис тақсимот қонуни уларнинг θ_v ва θ_R чегаралари ичида деб фараз қилинади. У ҳолда, ток кучини ўлчаш натижасининг бартараф қилинмаган жамланган систематик хатоликларининг СКО (ўрта квадратик четланиши) қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$S_{\theta} = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial V}\right)^2 \cdot \frac{\theta_v^2}{3} + \left(\frac{\partial f}{\partial R}\right)^2 \cdot \frac{\theta_R^2}{3}}, \quad (2.7)$$

бу ерда $\frac{\partial f}{\partial V} = \frac{1}{R}, \frac{\partial f}{\partial R} = -\frac{V}{R^2}$ - таъсир коэффициентлари. Шундай қилиб, қуйидаги олинади:

$$S_{\theta} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 \cdot \frac{\theta_v^2}{3} + \left(\frac{\bar{V}}{R_0^2}\right)^2 \cdot \frac{\theta_R^2}{3}} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ A},$$

$$S_{\theta} = 0,050\%.$$

Ток кучини ўлчаш натижаси хатоликларининг жамланган систематик ташкил этувчиларининг ишонч чегаралари ишонч эҳтимоллиги $p = 0,095$ бўлганда қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$\theta(0,95) = 1,1 \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 \theta_v^2 + \left(\frac{V}{R^2}\right)^2 \theta_R^2} = 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ A},$$

$$\theta_{0,95} = 0,95\%.$$

Ток кучини ўлчаш хатолиги тасодикий ташкил этувчисининг СКО (ўрга квадратик четланиши) қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$S = \frac{\partial f}{\partial V} \cdot S \left(\frac{\partial f}{\partial V} \right) = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ A},$$

$$S = 0,034\%.$$

Ток кучини ўлчаш натижаси жамланган хатолигининг СКО (ўрта квадратик четланиши) қуйидаги ифодадан ҳисобланади:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S^2 + S_{\theta}^2} = 6,0 \cdot 10^{-3}, \quad (2.10)$$

$$S_{\Sigma} = 0,060\%.$$

Ток кучини ўлчаш натижаси хатолигининг ишонч чегаралари $p = 0,95$ ишонч эҳтимоллигида ва эффектив эркинлик даражасининг сони $f_{\text{эфф}} = n - 1 = 9$ бўлганда қуйидаги ифодадан ҳисобланади:

$$\Delta_{0,95} = \frac{t_{0,95}(9) \cdot S + \theta(0,95)}{S + S_{\theta}} \cdot S_{\Sigma} = 0,012A, \quad (2.10)$$

$$\Delta_{0,95} = 0,12\%.$$

б) Ўлчашларнинг ноаниқлигини ҳисоблаш.

Ноаниқлик манбалари тасодифий характерга эга бўлган стандарт ноаниқлик A тур бўйича ҳисобланади. Ноаниқлик манбалари тасодифий характерга эга бўлган кучланишнинг стандарт ноаниқлиги қуйидаги ифодадан аниқланади:

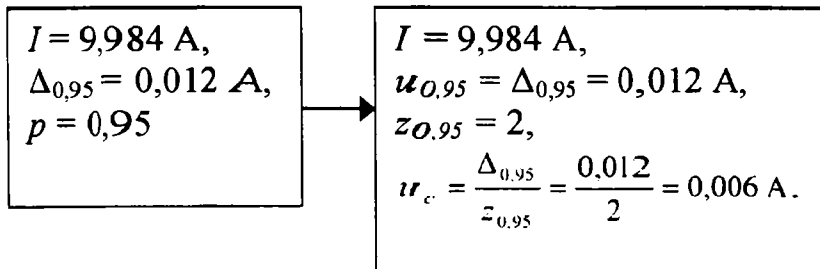
1-схема

$$\begin{aligned}
 I &= 9,984 \text{ A,} \\
 S &= 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ A,} \\
 \theta(0,95) &= 9,5 \cdot 10^{-3} \text{ A,} \\
 m_{\text{суст}} &= 2, \\
 n &= 10
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I &= 9,984 \text{ A,} \\
 u_A &= S = 3,4 \cdot 10^{-3} \text{ A,} \\
 u_B &= \frac{\theta(0,95)}{K \cdot \sqrt{3}} = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ A,} \\
 K &= 1,1; p = 0,95 \\
 u_C &= \sqrt{u_A^2 + u_B^2} = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ A,} \\
 v_{\text{эф}} &= (n-1) \left[1 + \frac{u_B^2}{u_A^2} \right]^2 = 87, \\
 U_p &= t_p(v_{\text{эф}}) \cdot u_C = 0,012 \text{ A}
 \end{aligned}$$

Ушбу “Қўлланма”га мос бўлган ўлчашларнинг ноаниқлигини ҳисоблаш масаласидаги ҳисоблашлар 1-схемада олинган баҳоларга мос тушади.

2-схема



Ушбу масаладаги “Қўлланма”га мос ҳолда ҳисобланган ўлчаш ноаниқликларининг фарқи ва уларнинг 2-схема бўйича эришилган баҳоланишлари ҳисоблашлардаги яхлитлаш хатоликларидан камроқ.

3. ЎЛЧАШЛАР НОАНИҚЛИГИГА ДОИР МАСАЛА ВА ТЕСТЛАР ТҶПЛАМИ

3.1. Юкори частотали синуссимон сигналнинг частотасини улчаш ноаниклигини баҳолаш

Электрон-хисобли частотометр ЧЗ-63 Ёрдамида юкори частотали синуссимон сигналнинг частотаси купкаррали бевосита улчашлар асосида аникланди. Частотометрнинг курсатиши f_{ind} куйидаги (кГц) кийматларни ташкил этади:

151348; 151342; 151344; 151346; 151348; 151349;
151345; 151351;
151343; 151344; 151359; 151350; 151347; 151348;
151346; 151352;
151345; 151349; 151347; 151346.

Улчанган частотанинг кийматини ва уни улчашнинг ноаниклигининг баҳоланиши талаб этилади.

1. Улчашлар спецификасини тузамиз:

- а) Улчаш шароитларининг тахлили:
- улчашлар лаборатория шароитида 25°C булган хаво хароратида утказилган.

б) Улчаш схемасининг тахлили:
- асбобнинг улчаш вакти – 10 мс;

в) Асбобнинг техник характеристикасининг тахлили:

Асбобдан фойдаланишнинг ишчи шароитлари:

- хавонинг харорати -30 дан +50°C;
- синуссимон сигналнинг частотасини

улчашнинг нисбий хатолиги

δ_f куйидаги ифода буйича хисобланган кийматлар чегарасида

$$\delta_f = \pm \left(\delta_0 + \frac{1}{f_{улч} t_{хис}} \right),$$

бу ерда δ_0 – ички таянч генераторининг частота буйича $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ дан кам булмаган нисбий хатолиги;

$\frac{1}{f_{улч} t_{хис}}$ – квантланиш хатолиги булиб, ифодада

$f_{улч}$ – улчанадиган частота, Гц;

$t_{хис}$ – хисоб вакти, с

- калибровка харорати 20°C;

2. Улчаш натижаларидан купол хатоликларни ва хатоларни бартараф киламиз, бунинг учун куйидагиларни хисоблаймиз:

- олинган натижаларнинг урта арифметигини

$$\bar{f} = \frac{1}{20} \sum_{k=1}^n f_{indk} = 151347,5 \text{ кГц};$$

- натижаларнинг урта арифметикдан стандарт четланишини

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^n (f_{indk} - \bar{f})^2} = 3,78 \text{ кГц};$$

- улчаш натижаларини 0,9973 ишонч даражасига мос булган нормал таксимот конунига эга деБ хисоблаб ноаниклик интервалини

$$U=3, = 11,33 \text{ кГц};$$

- улчаш натижалари учун ушбу интервал чегаралари

$$f_{мин} = 151336,1 \text{ кГц}; \quad f_{макс} = 151358,8 \text{ кГц}.$$

Улчаш натижаларининг 151359 кГц булган энг юкори киймати хисобланган интервал чегарасидан ташкарига чикиб кетганлиги учун улчаш натижалари сонидан четланган хатолик ёки хато сифатида бартараф килинади.

3. Систематик хатоликлар номаълум булганлиги учун уларни Бартаграф кила олмаймиз.

4. Улчаш натижаларининг урта арифметик кийматини хисоблаймиз:

$$f = \frac{1}{19} \sum_{k=1}^{19} f_{индик} = 151346,8 \text{ кГц}$$

5. Улчаш натижаларининг экспериментал стандарт четланишларини хисоблаймиз.

$$= 2,69 \text{ кГц};$$

6. Улчаш натижасининг (урта арифметикдан) экспериментал стандарт четланишини хисоблаймиз.

$$s(f) = \frac{s}{\sqrt{19}} = 617 \text{ кГц};$$

7. Жамланган стандарт ноаникликни В-тур U_i буйича ташкил этувчиларини бахолаймиз.

1) Ички таянч генератор частотасининг ноаниклиги асосий нисбий хатолик $\delta_{уш}$ ифодаси билан хисобланади ва бунда хатоликлар чегара ичида текис так-симланган деб олинади. δ_0 - нисбий хатоликнинг чегаралари $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ дан орт-

майди. Ушбу холда абсолют хатоликнинг чегаралари куйидагига тенг булади:

$$\Delta_0 = f \cdot \delta_0 = \pm 5 \cdot 10^{-7} \cdot 151346800 = \pm 76 \text{ Гц}$$

u_1 - таянч генератори частотасининг стандарт ноаниклиги:

$$u_1 = |\Delta_0| / \sqrt{3} = 44 \text{ Гц}$$

2) u_2 - квантланиш ноаниклиги, квантланиш хатоликларининг чегараларидан аникланади:

$$\Delta_{\kappa\theta} = \pm \frac{1}{f_{\text{уш}} t_{\text{хис}}} f_{\text{уш}} = \pm \frac{1}{t_{\text{хис}}} = \pm \frac{1}{10 \text{ мс}} = \pm 100 \text{ Гц}$$

Ушбу ифода буйича

$$u_2 = |\Delta_{\kappa\theta}| / \sqrt{3} = 57,7 \text{ Гц}$$

3) u_3 - таянч генераторининг частотасининг атроф-мухит температурасини 20°C дан (t_k частотометрни калибрлаш харорати) узгаришига боғлиқ булган ноаниклиги булиб, $\pm 1 \cdot 10^{-9}$ частотанинг харорат коэффициенти оркали жисобланган ва бунда чегара ичида тенг эхтимолли тахсимот мавжуд деб фараз қилинади,

$$u_3 = f_{\text{уш}} |t_{\text{уш}} - t_k| k_1 / \sqrt{3} = 151346840 \cdot (25 - 20) \cdot 10^{-9} / \sqrt{3} = 0,437 \text{ Гц}$$

8. Ноаниклик бюджетини тузамиз.

Кириш катта-лиги	Ки-риш катта-лиги-ни бахо-лаш	Стан-дарт но-аник-лик	Но-аник-лик тури	Эхти-мол-лик-лар-нинг таксим-лани-ши	Сез-гир-лик коэф-фи-циен-ти	Но-аник-лик-нинг хисса-си
$f_{\text{улч}}$ частота	151346, 8 кГц	617 Гц	А	Норм.	1	617Гц
Таянч гене-ратори час-тотаси-нинг нобарка-рорлиги	-	$u_1=44$ Гц	В	Текис	1	44Гц
Квант-ланиш хато-лиги	-	$u_3=0,44$ Гц	В	Текис	1	0,44Гц
	151346, 8 кГц					621Гц

3.2. Ўлчашлар ноаниқлигига доир тестлар тўплами

1.«Ўлчашлардаги ноаниқликларни ифодалаш бўйича Қўлланма» халқаро ҳужжатнинг мақсадлари:

а) ноаниқликлар тўғрисида ҳисоботни қандай тузиш кераклиги ҳақида дастлабки маълумотни бериш;

б) ўлчашлар натижаларини халқаро солиштиришга асос яратиш;

в) ноаниқликлар тўғрисида ҳисоботларни қандай тузиш кераклиги тўғрисида тўлиқ ахборот бериш.

2.«Ўлчашлардаги ноаниқликларни ифодалаш бўйичаҚўлланмиа» халқаро ҳужжат француз тилида қачон ишлаб чиқилган?

а) 1993-йил;

б) 1994-йил;

в) 1978-йил.

3.Аккредитланган лабораторияларда ноаниқликни баҳолаш бўйича талаблар қайси меъёрий ҳужжатда белгиланган?

а)O'z Dst 16.4: 2000; EN 45001;

б) EN 45001; ISO/IEC 17025: 1999;

в) ISO/IEC 17025: 1999.

4.Ўлчаш ноаниқлигини қандай ҳолларда ўлчов деб аташ мумкин:

а) ўлчангандан кейин ўлчанадиган кагталиқ

тўғрисида, аниқлик нуктаи назаридан ўлчашлар сифати тўғрисида бизнинг билимимизни;

б) ўлчангандан кейин ўлчанадиган катталиқ тўғрисида, аниқлик нуктаи назаридан ўлчашлар сифати; ўлчанадиган катталиқ қийматининг баҳоси сифатида ўлчашлар натижасининг ишончсизлиги тўғрисида бизнинг билимимизни;

в) ўлчангандан кейин ўлчанадиган катталиқ тўғрисида; аниқлик нуктаи назаридан ўлчашлар сифати тўғрисида; ўлчанадиган катталиқ қийматининг баҳоси сифатида ўлчашлар натижасининг ишончлилиги тўғрисида бизнинг билимимиз.

5. Агар номинал узунлиги 1 m бўлган пўлат стерженнинг узунлигини аниқлаш талаб этилса ва унинг спецификациясига бу узунлик аниқланадиган шароитдаги температура ва босимни киритиш керак бўлса, қандай даражадаги аниқлик талаб этилади:

а) микрометр; нанометр;

б) сантиметр; миллиметр;

в) микроампера миллиампер.

6. Ўлчашлар ноаниқлигини баҳолашда операторнинг қандай сифат ва хислатлари ноаниқлик манбаи бўлиши мумкин:

а) ўлчаш кучи; иш тажрибаси; ўлчаш воситасини танлаш; маълумоти; виждонийлиги;

б) параллакс (кўзга қўйиш); қўлининг моҳирлиги;

в) ўлчаш кучи; иш тажрибаси; ўлчаш воситасини танлаш; маълумоти; виждонийлиги; параллакс; кўлларининг мохирлиги.

7. Кузатувларнинг олти та мустақил қатори натижалари жадвалда келтирилган.

Ўлчанган электр токи	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6
Кузатувлар натижалари, А	6,007	5,994	6,005	5,990	5,999	5,995

Бу кузатувларнинг экспериментал стандарт оғишлари қайси тур бўйича ҳисобланади:

а) B тур бўйича;

б) A тур бўйича;

в) аниқлаш қийин.

8. Стандарт ноаниқлик B тур бўйича баҳоланганда, ахборотлар захирасига нима киритилиши мумкин:

а) дастабки ўлчашлар натижаси; тажриба натижасида олинган маълумотлар ёки мос материаллар ва приборларнинг хоссалари тўғрисидаги умумий билимлар; тайёрловчининг спецификацияси (етказиб берувчининг ахбороти);

б) калибрлаш тўғрисидаги гувоҳномаларда ва бошқа сертификатларда келтириладиган маълумотлар; маълумотномалардан олинган маълумотларга қўшиб ёзиладиган ноаниқликлар ва ҳ. к.;

в) а ва б моддалар тўғри.

9. Ўлчашлар ноаниқлиги назариясида қандай

асосий тақсимотлардан фойдаланилади?

а) квадрат, тенг эҳтимолли (текис, тўғри тўртбурчакли); учбурчак (Симпсон); трапецеидал; нормал (Гаусс); ва бошқа тақсимотлар;

б) параллел, тенг эҳтимолли (текис, тўғри тўртбурчакли); учбурчак (Гаусс); трапецеидал; нормал (Симпсон) тақсимотлари; ва бошқалар ;

в) тенг эҳтимолли (текис, тўғри тўртбурчакли); учбурчак (Симпсон); трапецеидал; нормал (Гаусс) тақсимотлари; ва бошқалар.

10. Тасодифий катталиклар (сонлар) нинг тақсимланиш қонунларига кўра, бир хил ярим кенглик a да қайси тақсимотда энг кўп стандарт ноаниқлик бор бўлади:

а) нормал (Гаусс) тақсимотида;

б) тенг эҳтимолли (текис, тўғри тўртбурчакли) тақсимот ;

в) учбурчак (Симпсон) тақсимоти.

11. Тайёрловчининг

спецификациясида мензурка ҳажми V
 $50,00 \text{ ml} \pm 0,08 \text{ ml}$, деб кўрсатилган. Бинобарин,
интервалнинг ярим кенглиги $a = 0,08 \text{ ml}$, $u(V)$
стандарт ноаниқлик эса қайси тур бўйича
аниқланади:

а) V тур бўйича;

б) A тур бўйича; 103

в) A ва V тур бўйича.

12. Ноаниқлик тўғрисида ҳеч қандай ахборот берилмаган бўлса, бу ҳолда унинг эҳтимоллиги

қайси қонун бўйича тақсимланган бўлади:

- а) тўғри тўртбурчакли қонун бўйича;
- б) учбурчқвклм қонун бўйича;
- в) нормал қонун бўйича.

13. Агар катталиқ тўғрисидаги ахборот интервал чегаралари кўринишида, ёки энг катта (юқори ва қуйи) чегаралари, ёки катталиқнинг барча қийматлари жойлашган интервал кўринишида берилган бўлса, бу ҳолда унинг эҳтимоллиги қайси қонун бўйича тақсимланган бўлади:

- а) учбурчакли қонун;
- б) нормал қонун;
- в) тўғри тўртбурчакли қонун.

14. Кўрилаётган катталиқ қийматининг интервал марказида жойлашиш эҳтимолли, интервал чегаралари ёнида жойлашиш эҳтимолига кўра кўпроқ ишончлироқ; ёки баҳо эҳтимолликларнинг симметрик тақсимоти қамраган диапазоннинг энг катта ($\pm a$), қийматлари кўринишида олинган бўлса, унинг эҳтимоллиги қайси қонун бўйича тақсимланган бўлади:

- а) учбурчакли қонун;
- б) нормал қонун;
- в) тўғри тўртбурчакли қонун.

15. Маълумотномада соф миснинг чизиқли кенгайиш температуравий коэффициентининг 20°C да мумкин бўлган энг кичик қиймати $\alpha_{20}(\text{Cu}) = 16,40 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, мумкин бўлган энг катта қиймати-

$16,82 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, энг катта эхтимолий қиймати эса - $16,66 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, бу ҳолда (α_{20}) :

- а) В тур бўйича аниқланади;
- б) А тур бўйича аниқланади;
- в) аниқлаш қийин.

16. Катталик иккита катталикнинг йиғиндиси ёки айирмаси бўлса (бу катталиклар қийматларининг эхтимоллик тақсимоти бир хил диапазонли тўғри тўртбурчкли), унинг эхтимоллиги:

- а) нормал қонун бўйича тақсимланган;
- б) учбурчак қонун бўйича тақсимланган;
- в) тўғри тўртбурчакли қонун бўйича тақсимланган.

17. Ишончлилик даражаси кўрсатилган интервалнинг ярим кенглиги берилган бўлса, унинг эхтимоллиги;

- а) нормал қонун;
- б) учбурчак қонун;
- в) тўғри тўртбурчакли қонун бўйича тақсимланган.

18. Калибрлаш тўғрисидаги гувоҳномага кўра, номинал қиймати $10 \text{ } \Omega$ бўлган R_3 эталон резисторнинг каршидаги $23 \text{ } ^\circ\text{C}$ да $10,000742 \text{ } \Omega \pm 129 \text{ } \mu\Omega$ ва “ кўрсатилган $129 \text{ } \mu\Omega$ ноаниқлиги ишончлилик даражаси 99 фоизли интервални ифодалайди”. Резисторнинг стандарт ноаниқлигини $k=2,58$ да $u(R_3)$ каби қабул қилиш мумкин ва бу қиймат:

- а) А тур бўйича;
- б) В тур бўйича;
- в) А ва В турлар бўйича аниқланади. .

19. Иккита кириш катталикларини аниқлашда бир ўлчаш приборининг ўзидан, эталон ўлчов бирликларидан ёки жиддий стандарт ноаниқликка эга бўлган маълумотнома маълумотларидан фойдаланилган бўлса, бу икки кириш катталиклари ўртасида жиддий корреляция бўлиши мумкинми?

- а) ҳа;
- б) йўқ;
- в) юқорида келтирилган омиллар иккита кириш катталиклари ўртасида корреляция учун етарли эмас.

20. Кириш катталиклари ноаниқликларининг хиссалари ўртасида йиғинди стандарт ноаниқликни баҳолашда уларнинг ковариацияси ҳисобга олиниши керак. Бу ковариация қуйидаги формула бўйича баҳоланади:

а)
$$u(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = u(\bar{x}_i) \cdot u(\bar{x}_j) \cdot r(\bar{x}_i, \bar{x}_j), \quad i \neq j;$$

б)
$$r(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = u(\bar{x}_i, \bar{x}_j) / u(\bar{x}_i) \cdot u(\bar{x}_j), \quad i \neq j, \quad |r(\bar{x}_i, \bar{x}_j)| \leq 1$$

в) ковариация математик формулалар билан аниқланмаган.

21. Корреляция даражаси корреляция коэффиценти ёрдамида аниқланади. Баҳоланган корреляция коэффиценти қуйидаги тенгламадан олинади:

$$u(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = u(\bar{x}_i) \cdot u(\bar{x}_j) \cdot r(\bar{x}_i, \bar{x}_j), \quad i \neq j$$

а)

;

б) $r(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = u(\bar{x}_i, \bar{x}_j) / u(\bar{x}_i) \cdot u(\bar{x}_j); \quad i \neq j, \quad |r(\bar{x}_i, \bar{x}_j)| \leq 1.$

в) корреляция математик формулалар билан аниқланмайди.

22 Иккита X_i ва X_j катгаликлар n жуфт марта такрорий кузатилганда уларнинг x_i ва x_j ўрта математик қийматларининг ковариацияси қуйидаги формула бўйича баҳоланади: :

а)

$$u(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = s(\bar{x}_i, \bar{x}_j) = \frac{1}{n(n-1)} \cdot \sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_j)$$

;

б) бундай математик формулалар йўқ

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Величко О.Н., Хакимов О.Ш., Латипов В.Б., и др. Прослеживаемость измерений: нормативное обеспечение и основные компоненты – Т., O'z davmatbuotliti, 2009. 184 с.
2. Походун А.И. Экспериментальные методы исследований погрешности и неопределенности измерений. Уч. пособие. ИТМО, Санкт-Петербург – 109 с.
3. Хакимов О.Ш., Латипов В.Б. Оценка неопределенности измерений. Учебное пособие. Т., НИИСМС, 2008. – 110 с.
4. Государственный стандарт Узбекистана “O'z Dst ISO/IEC 17025:2007 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий”. Ташкент, НИИСМС, 2007. 30 с.
5. Международная научно-техническая конференция «Метрология и метрологическое обеспечение». г. Минск, 26-27 апреля 2007 года. Тезисы докладов. с. 90-94.
6. Русско-узбекский толковый словарь терминов по линиям связи и системам передачи. Ташкент, ЦНТМИ, 2008. 254 с.
7. Зайдель А.Н. Погрешности измерений физических величин. – Л.: Наука, 1985. – 112 с.

8. Паршиев М.П., Каримова У.Н. Электррадио ўлчаллари фанидан маърузалар матни. Т.: 2003-75 Б.

9. O'zDStIISO/IEC 17025:2007. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

“Ўлчашлар ноаниқлигини баҳолаш”

Ўқув қўлланма

Тузувчилар: к. ўқ. Хайдарбекова М.М.

доц. Парпиев М.П.

к. ўқ. Рахмонова Г.С.

ОТЛ ва ЎТ кафедраси мажлисида

(03.03.2015 йилдаги 26-сонли баённома).

**Тасдиқланган ва ТАТУ илмий-методик
кенгаши томонидан нашрга тавсия этилган
(28.04.2015 йилдаги 9-сонли баённома)**

15 Dec.