

Жылуфизика және техникалық физика
кафедрасы

Өлшеу нәтижелерінің анықталмағандығын бағалау

Ұйымдастырушы:
Асембаева М.К.



Өлшеудің классификациясы.

Өлшеу нәтижелерін өңдеу

Метрологиялық экспериментті жүргізу үшін мыналар қажет:

- өлшеуді орындау әдістемесін айқындау қажет;
- өлшеу әдісін таңдау;
- өлшеу құралдарын және қосалқы құрылғыларды;
- өлшеуге және өлшеу құралдарын сынауға дайындау;
- өлшеуді орындау жағдайын бақылауды жүзеге асыру;
- өлшеу кезінде бақылау санын белгілеу;
- жүйелі түрдегі қателіктерді ескеру және оларды азайту қажет;
- бақылау нәтижелерін өңдеу және өлшеу қателігін бағалау;
- өлшеу нәтижелерін түсіндіру және ұсыну;
- бақылау және өлшеу нәтижелерін жинақтау қажет.

Тікелей көп реттік өлшеу бірдей және бірдей емес дәл өлшеуге бөлінеді.

- **Бірдей дәл өлшеу** - бұл бірдей жағдайда бірдей мұқияттылықпен дәлдігі бірдей өлшеу құралдарымен (ӨҚ) орындалған қандай да бір шаманы өлшеу қатарлары.
- **Бірдей емес дәл өлшеу** – бұл өлшеу құралдарының дәлдігі бойынша өзгешеленіп және (немесе) әр түрді жағдайларда орындалған қандай да бір шаманы өлшеу.

Тікелей өлшеу нәтижелерін өңдеу.

Тікелей өлшеу – бірдей тәжірибелердің көмегімен өлшенетін шамалардың мәндерін анықтау. Кездейсоқ қателіктердің деректерін өңдеу және параметрлерін бағалау математикалық статистика әдістерімен жүргізіледі.

Орташа арифметикалық мән немесе өлшенетін шаманың табылған мәндерінің *орташасы*
 \bar{x}

$$x_{\text{орт}} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Стандарттық ауытқу түсінігін енгізейік.

x_1, x_2, \dots, x_n өлшеу нәтижелерінің стандарттық ауытқуы – бұл x_1, x_2, \dots, x_n өлшеу нәтижелерінің орташа қателіктерін бағалау.

Егер орташа \bar{x} бұл x шамасының ең дұрыс бағасы болса, онда $x_i - x_{\text{орт}} = \Delta x_i$ айырмашылығы, x_i -дің $x_{\text{орт}}$ - дан ауытқуы деп аталады, ол x_i -дің әр мәнінің $x_{\text{орт}}$ мәнінен қаншалықты өзгешеленетінін көрсетеді. Егер Δx_i ауытқуы өте аз болса, онда өлшеу нәтижелері бір біріне жақын болады және өте дәл болуы мүмкін.

x_1, x_2, \dots, x_n өлшемдерінің нәтижелерінің *сенімділігін бағалау* үшін барлық ауытқулардың квадратын шығарамыз, содан кейін осы сандардың орташасын аламыз. Егер енді алынған нәтижелерден квадрат түбірді шығаратын болсақ, онда x шамасының өзінің бірлігінде өлшенетін шаманы аламыз. Бұл сан x_1, x_2, \dots, x_n стандартты ауытқуы деп аталады және σ_x деп белгіленеді:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

Сонымен, **стандартты ауытқу (СА)** x_1, x_2, \dots, x_n өлшеу нәтижелерінің *орташа квадраттық ауытқуы* болып табылады.

σ_x -ның квадратын ала отырып, біз *дисперсия* деп аталатын шаманы аламыз.

Алынған пікірлерден көретініміз, x шамасының өлшемдерінің саны көп болған кезде шамамен нәтижелердің 70 пайызы $x_{\text{орт}} \pm \sigma_x$ интервалында жататын болады. Бір реттік өлшем (сол аппаратурамен алынған) нақты мәннен σ_x -тан астамға өзгешеленбейтінін 70 пайызға тең ықтималдылықпен көрсетуге болады.

Өлшеу құралдарының метрологиялық сипаттамалары

- Шкала бөлігінің құны;
- Өлшеу диапазоны;
- Сезімталдық;
- Өлшеу құралдарының қателігі;
- Өлшеу құралдарының класс дәлдігі;
- *Шама бөлігінің құны* – өлшеу құралдарының шкалаларының екі көршілес белгілеріне сәйкес шама мәндерінің айырымы.
- *Өлшеу диапазоны* - өлшеу құралдарының қателіктерінің жіберілген шектері нормаланған шектегі шама мәндерінің облысы.
- *Сезімталдық* - өлшеу құралдарынан шыққан сигналдың өзгерісінің, оны туғызған өлшенетін шаманың өзгерісіне қатынасы.

$$S = \frac{\Delta l}{\Delta x},$$

Δl - ӨҚ-нан шыққан сигналдың өзгерісі

Δx – өлшенетін шаманың өзгерісі

Метрологиялық практикада өте көп қолданылатын ұғым - *өлшеу дәлдігі*.

- *Өлшеу құралдарының өлшеу дәлдігі* – алынған нәтижелердің өлшенетін шаманың нақты (шын) мәніне жақындығын көрсететін өлшеудің сапасы. Өлшеу құралдарының өлшеу дәлдігі оның қателігімен анықталады.
- *Өлшеу құралдарының қателігі* – алынған нәтижелер мен өлшенетін шаманың нақты (шын) мәндерінің айырымы. Нақты мәндерге эталондық өлшеу құралдарының көрсетулері алынады.

Өлшеу құралдарының қателіктері былай жіктеледі:

- өрнектеу тәсілі бойынша – абсолюттік, салыстырмалы;
- туындау сипаты бойынша – жүйелік, кездейсоқ.

Өлшеу құралдарының класс дәлдігі – жіберілген қателіктердің шектерімен, сонымен қатар дәлдікке әсер ететін басқа да сипаттамалармен өрнектелетін жиынтық сипаттама.

Өлшеудің тұтастығын қамтамасыз етудің техникалық негіздерінің бірі – *шама бірліктерінің ұлттық эталондары*.

Жанама өлшеу

Физикалық шамалардың көпшілігін әдетте тікелей өлшеу мүмкін емес және оларды анықтауға екі әр түрлі кезең кіреді.

- Алдымен тікелей өлшенуі мүмкін біреуін немесе x, y, \dots бірнешеуін өлшейді.
- Содан кейін тікелей өлшенген шамалардың мәндерін пайдалана отырып, ізделіп отырған шаманың өзін есептейді. Мысалы, тік бұрыштың ауданын табу үшін, әдетте оның ұзындығын (l) және биіктігін (h) өлшейді және содан кейін мына формула бойынша оның ауданын есептейді.

Егер өлшемге осы екі кезең кірсе, онда қателіктерді бағалауға да олар кіреді.

Алдымен тікелей өлшенетін шамалардағы қателіктерді бағалау керек, содан кейін осы қателіктер есептеулерге қалай «таралатындығын» және соңғы нәтижелерде қателіктерге әкелетінін айқындау керек. (Нәтижелік қателіктерді есептеу үшін басқа әдіс. Егер барлық өлшеулерді бірнеше рет қайталауға болатын болса және егер табиғаты бойынша барлық қателіктер кездейсоқ болатынына сенімділік болса, онда мүдделі шамадағы жанама өлшеулердегі қателікті *орташа арифметикалықтан орташа квадраттық ауытқу* арқылы бағалауға болады).

Сонымен, *жанама өлшеулер* – бұл q іздеп отырған шаманың мәнін белгілі тәуелділік негізінде табатын өлшем $q = f(x, y, \dots, z)$, мұнда x, y, \dots, z - тікелей өлшем кезінде алынған мәндер.

Функциональдық тәуелділіктің f түрі бойынша олар екі негізгі – сызықтық және сызықтық емес топқа бөлінеді.

x, y, \dots, z шамалары $\Delta x, \Delta y, \dots, \Delta z$ қателіктерімен өлшенген және өлшенген мәндер $q = f(x, y, \dots, z)$ функциясын есептеу үшін пайдаланылады деп болжайық. Егер x, y, \dots, z қателіктері тәуелсіз және кездейсоқ болса, онда q -нің қателігі мынаған тең:

$$\Delta q = \sqrt{\left[\left(\frac{\partial q}{\partial x} \Delta x\right)^2 + \left(\frac{\partial q}{\partial y} \Delta y\right)^2 + \left(\frac{\partial q}{\partial z} \Delta z\right)^2\right]}$$

Δq - жанама өлшеудің абсолютті қателігі;

$\Delta x, \Delta y, \dots, \Delta z$, - x, y, \dots, z аргументтерді өлшеу нәтижелерінің орта мәннен ауытқуы;

$\frac{\partial q}{\partial x}, \frac{\partial q}{\partial y}, \dots, \frac{\partial q}{\partial z}$ дегеніміз x, y, \dots, z бойынша q функциясының дербес туындылары.