

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOG'LIQNI  
SAQLASH VAZIRLIGI.  
SAMARQAND DAVLAT TIBBIYOT INSTITUTI.**

**TIBBIY VA BIOLOGIK FIZIKA, TIBBIY TEXNIKA  
VA YANGI TEXNOLOGIYALAR KAFEDRASI.**



**XATOLAR HAQIDA TUSHUNCHA MUTLAQ  
(ABSOLYUT) VA NISBIY XATO**

**(I va II kurs talabalari uchun uslubiy qo'llanma).**

**SAMARQAND – 2005 YIL**

undan 
$$\sigma = \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n(n-1)}}$$
 topiladi.

$\sigma$  - kattalik o'rtacha xatolik yoki o'rtacha arifmetik qiymatning **o'rtacha kvadratik xatoligi** deb ataladi.

Odatda o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati taqriban  $x = \bar{x}$  deb olinadi yoki haqiqiy qiymat quyidagi interval ichida joylashgan deb aytish mumkin:

$$\bar{x} - \Delta x < x < \bar{x} + \Delta x$$

yoki 
$$x = \bar{x} \pm \Delta x$$

Fizik kattalik haqiqiy qiymatining oldindan belgilangan ehtimollik bilan mavjud bo'ladigan  $(\bar{x} - \Delta x, \bar{x} + \Delta x)$  intervali ishonch intervali deyiladi. Agar ishonchlilikni oshirishni istasak, intervalni kengroq olishimiz, kichik ishonchlilikda esa intervalni torroq qilib olishimiz kerak bo'ladi.

Shunday qilib, talabalar har bir laboratoriya ishini ishlab tugatganlaridan so'ng, quyidagi tartibda hisobot topshiradilar.

Har bir laboratoriya ishining bayoni quyidagi qismlardan tashkil topgan:

1. Kerakli asbob va matolar.
2. Qisqacha nazariy qism. Bu qism o'rganilayotgan hodisa yoki aniqlanayotgan kattalikka oid eng zarur nazariy ma'lumotlarni o'z ichiga oladi.
3. Usulning nazariyasi.
4. Tajribaviy qurilmaning bayoni.
5. O'lchashlarni bajarish tartibi va olingan tajribaviy ma'lumotlarni ishlash uslubi.
6. O'z-o'zini nazorat qilishga, hodisa nazariyasini, tajriba usulini va o'lchash xatoliklarini chuqur tahlil qilishga yordamlashuvchi savollar.

**FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.**

1. G.S.Landsberg. Optika. Toshkent. 1981.
2. I.V.Savelev. Umumiy fizika kursi. Tom 2 Moskva. 1982.
3. A.N.Remizov. Tibbiy va biologik fizika. Toshkent. 1992.
4. I.A.Essaulova, M.Ye.Bloxina, L.D.Gonsov. Tibbiy va biologik fizikadan laboratoriya ishlari uchun qo'llanma. Moskva. 1987.

**Samarqand Davlat Tibbiyot Tnstituti Markaziy Uslubiy komissiyasining \_\_\_\_\_ yil \_\_\_\_\_ №\_\_\_\_\_ bayonnomasiga binoan, o`quv islubiy qo`llanma bosmadan chiqarishga ruxsat etilgan.**

**«Tasdiqlayman»**

**O`zbekiston Respublikasi Sog`liqni Saqlash Vazirligi Oliy va o`rta tibbiy ta`lim bo`yicha o`quv – uslub idorasi**

\_\_\_\_\_ **T.Saidov.**

\_\_\_\_\_ yil \_\_\_\_\_

**Tuzuvchilar:**  
**dots. Sodiqov N.O.**  
**dots. Malikov R.M.**

$$\begin{aligned} \bar{\ell} &= \frac{\ell_1 + \ell_2 + \ell_3}{3} & \bar{\eta}_0 &= \frac{\eta_{0_1} + \eta_{0_2} + \eta_{0_3}}{3} \\ \Delta \ell_1 &= |\ell_1 - \bar{\ell}| & \Delta \eta_0 &= |\eta_{0_1} - \bar{\eta}| \\ \Delta \ell_2 &= |\ell_2 - \bar{\ell}| & \Delta \eta_0 &= |\eta_{0_2} - \bar{\eta}| \\ \Delta \ell_3 &= |\ell_3 - \bar{\ell}| & \Delta \eta_0 &= |\eta_{0_3} - \bar{\eta}| \\ \Delta \bar{\ell} &= \frac{\Delta \ell_1 + \Delta \ell_2 + \Delta \ell_3}{3} & \Delta \bar{\eta}_0 &= \frac{\Delta \eta_{0_1} + \Delta \eta_{0_2} + \Delta \eta_{0_3}}{3} \\ \bar{\ell}'_0 &= \frac{\ell'_1 + \ell'_2 + \ell'_3}{3} \\ \Delta \ell'_0 &= |\bar{\ell}'_0 - \bar{\ell}_0| \\ \Delta \ell''_0 &= |\bar{\ell}''_0 - \bar{\ell}_0| \\ \Delta \ell'''_0 &= |\bar{\ell}'''_0 - \bar{\ell}_0| \\ \Delta \bar{\ell}'_0 &= \frac{\Delta \ell'_0 + \Delta \ell''_0 + \Delta \ell'''_0}{3} \end{aligned}$$

O`lchashlar soni  $n$  yetarlicha katta bo`lganda ayrim o`lchashlar mutlaq (absolyut) xatoligining  $\Delta \bar{x}$  o`rtacha mutlaq (absolyut) xatolikka ta`siri juda kichik bo`ladi. Shunday sharoit uchun  $\Delta \bar{x}$  ning taqsimoti quyidagi qonuni ko`rinishida ifodalanishi mumkin:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

Bu yerda:  $x$  - tasodifiy kattalik

$\bar{x}$  - tasodifiy kattalikning o`rtacha arifmetik qiymati

$\sigma^2$  - taqsimot dispersiyasi bo`lib, uni tajribada topilgan qiymatlar orqali quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\sigma^2 = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n(n-1)}$$

**Taqrizchilar:**  
**Professor Eshqobilov N.E.**  
**dots. Umarov K.U.**

Agar  $n$  ta takroriy o'lchash natijasida  $\Delta x_1, \Delta x_2, \Delta x_3 \dots \Delta x_n$  mutlaq (absolyut) xatoliklar yuz bergan bo'lsa, o'lchashlarning o'rtacha mutlaq (absolyut) xatoligi shu xatoliklar mutlaq (absolyut) qiymatlarining o'rtacha arifmetik qiymatiga tengdir:

$$\overline{\Delta x} = \frac{\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3 + \dots + \Delta x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta x_i$$

Tabiiyki, fizik kattalikning haqiqiy qiymati topilgan o'rtacha qiymatdan  $\pm \overline{\Delta x}$  qadar farq qiladi, ya'ni

$$x_{\text{haqiqiy}} = \overline{x} \pm \overline{\Delta x}$$

Biror kattalikni o'lchashlar natijasida topilgan o'rtacha qiymati  $\overline{x}$ , mutlaq (absolyut) xatolikning o'rtacha qiymati  $\overline{\Delta x}$  bo'lsa, nisbiy xatolik.

***O'lchanayotgan kattalikning mutlaq (absolyut) xatosini uning haqiqiy qiymatiga nisbati nisbiy xato deb ataladi.***

$$N = \frac{\overline{\Delta x}}{\overline{x}} \text{ yoki foizlarda ifodalasak,}$$

$$N = \frac{\overline{\Delta x}}{\overline{x}} * 100\% \text{ bo'ladi.}$$

Xatolarni hisoblashni osonlashtirish maqsadida har xil hollar uchun differensial hisobning maxsus usullari ishlab chiqilgan. Bu usullar yordamida har qanday ko'rinishdagi funktsiyaning xatoligini aniqlash mumkin.

Bunday hollarda izlanayotgan kattalik bevosita o'lchanayotgan va formulaga kiruvchi doimiy kattaliklarning funktsiyasi deb hisoblanadi.

Masalan: 
$$\eta = \eta_0 \frac{\ell}{\ell_0}$$

$$\ln \eta = \ln \eta_0 + \ln \ell - \ln \ell_0$$

$$\frac{\Delta \eta}{\eta} = \frac{\Delta \eta_0}{\eta_0} + \frac{\Delta \ell}{\ell} - \frac{\Delta \ell_0}{\ell_0}$$

$$N = \frac{\Delta \eta}{\eta} * 100\% = \left( \frac{\Delta \eta_0}{\eta_0} + \frac{\Delta \ell}{\ell} - \frac{\Delta \ell_0}{\ell_0} \right) * 100\%$$

-7-

Tibbiy va biologik fizika fani tushuncha va hodisalari talabalarga turli yo'llar bilan tushuntiriladi:

1. Ma'ruzalar tarzida hikoya qilib beriladi.
2. Tajribalar namoyish etiladi.
3. Laboratoriya ishlari bajariladi va hokazo.

Bundan fizik qonuniyatlar tajribada talabalarning o'zlari tomonidan aniqlanadi va tajriba orqali tekshiriladi. Talabalar tibbiyot va biologik fizika laboratoriyalarida asosiy fizik hodisalarni o'rganadilar va ularni tahlil qilish usullari bilan tanishadilar. Bundan ko'zlangan maqsad, talabalarni ilmiy tekshirish ishlariga ijodiy yondoshishga, tajriba usulini to'g'ri tanlay bilishga, fizik kattaliklar qiymatlarini o'lchashga va ularni formulalar orqali tekshirishga o'rgatishdir.

**Xatolar nazariyasi** – matematik statistikaning taxminiy o'lchangan kattaliklarning son qiymatlari, shuningdek o'lchashlarning xatolari haqida xulosalar chiqarish bo'limidir.

Tajribadan olingan ma'lumotlar hamma vaqt biror xatolikka ega bo'ladi. Bu xatolikning yuzaga kelishiga, ko'p hollarda, tajriba sharoiti, o'lchash usulining va fizik asboblarning nomukammalligi sabab bo'ladi. O'lchash xatoligi ko'rsatib berilgandagina o'lchash natijasi ya'ni olingan ma'lumotlar muayyan ma'no kasb eta boshlaydi. Fizik jarayonlarni kuzatish va har xil fizik kattaliklarni **o'lchash** alohida ahamiyatga ega.

O'lchashlarni ikki turga bo'lish mumkin:

1. Bevosita o'lchash.
2. Bilvosita o'lchash.

**Bevosita o'lchashda** – o'lchanayotgan fizik kattalik to'g'ridan-to'g'ri **etalon** bilan yoki tegishli birliklarda darajalangan o'lchash asboblari bilan solishtiriladi. Biror masofa oralig'ini chizg'ich bilan o'lchash, termometr yordamida haroratni o'lchash ampermetr va voltmeter yordamida mos ravishda tok kuchini va kuchlanishni o'lchashlar **bevosita** o'lchashga misol bo'la oladi. O'lchanayotgan kattalikning qiymati bevosita asbobning bo'limi (shkalasi) bo'yicha hisoblanadi yoki shkaladagi bo'limlar soni aniqlanib, uni bir birlikki teng qilib olingan qiymatiga ko'paytiriladi.

**Bilvosita o'lchashda** – aniqlanadigan kattalik, bevosita o'lchanishi mumkin bo'lgan kattaliklar orasidagi funksional bog'lanishdan aniqlanadi. Masalan, jism zichligi  $\rho$  ni aniqlash uchun bevosita jismning  $m$  massasini va

$v$  hajmini o'lchab, so'ngra ular orasidagi  $\rho = \frac{m}{v}$  bog'lanishdan

zichlik hisoblab topiladi.

Har qanday o'lchashni ma'lum aniqlikdagina bajarish mumkin. O'lchash aniqligi, o'lchov asbobining aniqligi bilan belgilanadi. Asbobning aniqligi uning shkalasining eng kichik ulushi bilan harakterlanib, u o'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymatiga yaqinlashish darajasini belgilaydi.

**Asbob aniqligi** asbobning sinfi bilan beriladi va uning guvohnomasida ko'rsatilgan bo'ladi.

Oxirgi natija aniqligini oshirish uchun har qanday fizik kattalikni bir xil tajriba sharoitida bir marta emas, bir necha marta o'lchash kerak.

### XATOLIK TURLARI

Har qanday o'lchashlar hamma vaqt qandaydir xatolik bilan bajariladi. Bu xatoliklar **sistemali, tasodifiy va qo'pol** xatoliklarga bo'linadi.

**Sistemali xatolik** – hamma vaqt mavjud bo'ladigan xatolikdir. Asbobning noto'g'ri o'rnatilishidan, atrof-muhitning ta'siri va o'lchash usulining noto'g'ri tanlanishidan kelib chiqadigan xatoliklar sistemali xatolikdir. Bu xatolik ba'zi tashqi dalillar ta'siridan masalan, chizg'ich shkalasining notekis darajalanishidan, termometr nolining haqiqiy nol haroratga mos kelmasligi, termometr kapillyari kesim yuzining kapillyar bo'yicha bir xil bo'lmasligi, ampermetrdan elektr tok o'tmagan vaqtda uning ko'rsatgichining shkala noliga mos kelmasligi va boshqalar tufayli ham paydo bo'ladi. Ba'zi bir fizikaviy kattaliklar qiymatni jadvaldan olganda (zichlik, sindirish ko'rsatgichi va boshqa..) ularni yaxlitlaganda, masalan,  $\pi = 3,14159265$  deb olish o'rnida  $\pi = 3$ ;  $\pi = 3,1$ ;  $\pi = 3,14$  deb, suvning sindirish ko'rsatkichi uchun  $n = 1,333$  deb olish o'rniga  $n = 1,3$ ;  $n = 1,33$  deb olsak ham biz har safar sistemali xatolikka yo'l qo'ygan bo'lamiz.

O'lchash usulining o'zgartirib, asbobning ko'rsatishlariga tuzatishlar kiritib, sistemali ravishda ta'sir qiluvchi tashqi dalillarni hisobga olish bilan bu xatolikni kamaytirish mumkin.

**Tasodifiy xatolik** – oldindan hisobga olinishi qiyin bo'lgan va har bir o'lchashga ta'siri har xil bo'lgan tasodifiy sabablarga ko'ra yuz beradigan xatoliklardir. Masalan, elektr o'lchashlarda elektr tarmog'idagi kuchlanishning o'zgarishi, asboblarning stol ustida yaxshi joylashtirilmasligi oqibatida tasodifiy xatolikka yo'l qo'yamiz bu xatoliklar tufayli biror fizik

kattalikni bir necha marta o'lchaganda har xil qiymat olinadi. Tasodifiy xatolikni kamaytirish uchun aniqlanayotgan fizik kattalikni bir marta takror o'lchash kerak.

Sistemali va tasodifiy xatoliklardan, tashqari yana qo'pol xatoliklar ham bo'ladi. Qo'pol xatolik kuzatish va o'lchashlar noto'g'ri bajarilishi tufayli yuz beradi. Hisoblashda bunday natijalar hisobga olinmasligi kerak. Bunday qo'pol xatolikni yo'qotish uchun yozilganlarni qayta qarab chiqib o'lchashlarni qayta bajarish kerak. Har qanday o'lchashda qo'pol xatolikni yuqotishning birdan-bir usuli – o'lchashni juda puxtalik va e'tibor bilan qayta bajarishdir.

### FIZIK KATTALIKLARNING O'RTACHA QIYMATI, O'LCHASHNING MUTLAQ (ABSOLYUT) VA NISBIY XATOLARI.

Biror fizik kattalikning tajribadan o'lchashlar natijasida  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  qiymatlari topiladi. Topilgan bu qiymatlari ichida haqiqiy qiymatiga eng yaqini (o'rtacha arifmetik qiymati) ushbu

$$x \approx \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

ifodadan aniqlanadi. Bu yerdan  $n$  - o'lchashlar soni.

O'lchash vaqtida topilgan qiymatlar bir-biridan farqli bo'lib ularning o'rtacha qiymatdan farqi ayrim o'lchashning mutlaq (absolyut) xatoligi deyiladi.

**O'lchanayotgan kattalikning haqiqiy qiymati bilan unga yaqin bo'lgan farq mutlaq (absolyut) xato deb ataladi.**

$$\Delta x_1 = |x_1 - \bar{x}|$$

$$\Delta x_2 = |x_2 - \bar{x}|$$

$$\Delta x_3 = |x_3 - \bar{x}|$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\Delta x_n = |x_n - \bar{x}|$$

Qaysi o'lchashning mutlaq (absolyut) xatoligi kichik bo'lsa, shu o'lchash aniqroq bajarilgan deb hisoblanadi. O'rtacha qiymatdan farq qiluvchi qo'pol xatoliklar xatolikni hisoblash vaqtida tushirib qoldiriladi.