

3-MA'RUZA

MAVZU: Elektr o'lhash turlari va usullari.

Reja.

1. O'lhash turlari va usullari.
2. O'lhash natijalarini qayta ishlash.

Tayanch so'zlar: O'lhash turlari va usullari, xatoliklar nazariyasi, o'lhash natijalarini qayta ishlash.

Elektr o'lhash turlari va usullari.

O'lhash usuli esa - bu fizik eksperimentning aniq ma'lum struktura yordamida, o'lhash vositalari yordamida va eksperiment o'tkazishning aniq yo'li, algoritmi yordamida bajarilishi, amalga oshirilishi usulidir.

O'lhash odatda o'lhashdan ko'zlangan maqsadni (izlanayotgan kattalikni) aniqlashdan boshlanadi, keyin esa shu kattalikning xarakterini analiz qilish asosida bevosita o'lhash ob'yekti (o'lchanadigan kattalik) aniqlanadi. O'lhash jaraeni yordamida esa shu o'lhash ob'yekti to'g'risida informasiya hosil qilinadi va nihoyat ba'zi matematik qayta ishlash yo'li bilan o'lhash maqsadi haqida yoki izlanayotgan kattalik haqida informasiya (o'lhash natijasi) olinadi.

O'lhash usuli – deganda o'lhash qonun-qoidalari va o'lhash vositalaridan foydalanib, kattalikni uning birligi bilan solishtirish usullarini tushunamiz.

O'lhashning quyidagi usullari mavjud:

Bevosita baholash usuli - bevosita o'lhash asbobining sanash qurilmasi yordamida to'g'ridan to'g'ri o'lchanayotgan kattalikning qiymatini topish. Masalan, prujinali manometr bilan bosimni o'lhash yoki ampermetr yordamida tok kuchini topish.

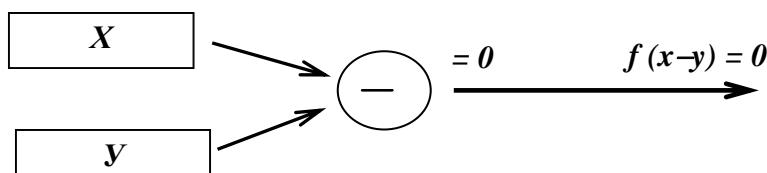
O'lchov bilan taqqoslash (solishtirish) usuli - o'lchanayotgan kattalikni o'lchov orqali yaratilgan kattalik bilan taqqoslash (solishtirish) usuli. Masalan tarozi toshi yordamida massani aniqlash. O'lchov bilan taqqoslash usulining o'zini bir nechta turlari mavjud:

Ayirmali o'lhash (differensial) usuli - o'lchov bilan taqqoslash usulining turi hisoblanib, o'lchanayotgan kattalikning va o'lchov orqali yaratilgan kattalikning ayirmasini (farqini) o'lhash asbobiga ta'sir qilish usuli. Misol qilib uzunlik o'lchovini qiyoslashda uni komparatorda namunaviy o'lchov bilan taqqoslab o'tkaziladigan o'lhash. Yoki, vol'tmetr yordamida ikki kuchlanish orasidagi farqni o'lhash, bunda kuchlanishlardan biri juda yuqori aniqlikda ma'lum, ikkinchisi esa izlanayotgan kattalik hisoblanadi.

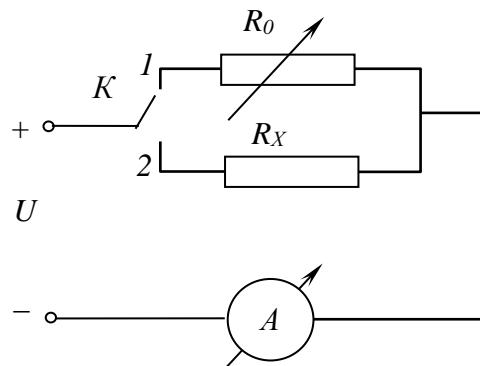
$$\Delta U = U_0 - U_x; \quad U_x = U_0 - \Delta U$$

U_x bilan U_0 qanchalik yaqin bo'lsa, o'lhash natijasi ham shunchalik aniq bo'ladi.

Nolga keltirish usuli - bu ham o'lchov bilan taqqoslash usulining bir turi hisoblanadi. Bunda kattalikning taqqoslash asbobiga ta'siri natijasini nolga keltirish lozim bo'ladi. Masalan, elektr qarshiliklari qarshiliklari ko'prigi bilan to'la muvozanatlashtirib o'lhash.



Almashlash usuli - o'lchov bilan taqqoslash usulining turi hisoblanib, o'lchanayotgan kattalikning o'lchov orqali yaratilgan ma'lum qiymatlari kattalik bilan o'rinn almashishiga asoslangan. Misol, o'lchanadigan massa bilan tarozi toshini bir pallaga galma-gal qo'yib o'lhash yoki qarshiliklari magazini yordamida tekshirilayotgan rezistorning qarshiliklini topish:



Bunda “K” ni ikkala holatda (1,2) qo‘yganda $\alpha_1=\alpha_2$ shart bajarilishi kerak.

$$I_1 = U / R_0 \rightarrow \alpha_1$$

$$I_2 = U / R_k \rightarrow \alpha_2$$

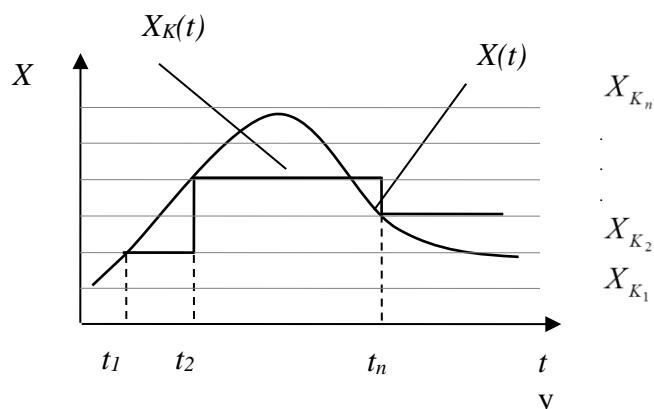
Mos kelish usuli - o‘lchov bilan taqqoslash usulining turi. O‘lchanayotgan kattalik bilan o‘lchov orqali yaratilgan kattalikning ayirmasini shkaladagi belgilar yoki davriy signallarni mos keltirish orqali o‘tkaziladigan o‘lhash. Masalan, kalibr yordamida val diametritni moslash.

Har bir tanlangan usul o‘z usuliyatiga, ya’ni o‘lhashni bajarish usuliyatiga ega bo‘lishi lozim. O‘lhashni bajarish usuliyati deganda, ma’lum usul bo‘yicha o‘lhash natijalarini olish uchun belgilangan tadbir, qoida va sharoitlar tushuniladi.

O‘lchanadigan kattalikning o‘lhash jarayonida o‘zgarish xarakteriga ko‘ra **statik** va **dinamik** o‘lhashlarga ajratiladi. **Statik o‘lhash** deganda qiymati o‘lhash jarayoni mobaynida o‘zgarmaydigan kattalikni o‘lhash tushuniladi. Bundan tashqari, davriy o‘zgaruvchan kattaliklarning turg‘un rejimidagi o‘lhashlar ham kiradi. Masalan, o‘zgaruvchan kattalikning amplituda, effektiv va boshqa qiymatlarini turg‘un rejimida o‘lhash.

Dinamik o‘lhashlarga qiymatlari o‘lhash jarayonida o‘zgarib turadigan kattaliklarni o‘lhashlar kiradi. Dinamik o‘lhashga vaqt bo‘yicha o‘zgaradigan kattalikning oniy qiymatini o‘lhash misol bo‘la oladi.

Yuqorida ko‘rilgan o‘lhash usullaridan tubdan farq qiluvchi **diskret** o‘lhash usuli ham mavjud. Diskret o‘lhash usuli shundan iboratki, unda vaqt bo‘yicha uzluksiz o‘zgaradigan kattalik vaqt bo‘yicha diskretlanadi, miqdor bo‘yicha esa kvantlanadi yoki boshqacha qilib aytganda vaqt bo‘yicha uzluksiz o‘zgaradigan kattalik vaqtning ayrim momentlariga tegishli uzuq qiymatlariga o‘zgartiriladi.



$X(t)$ – vaqt bo‘yicha uzluksiz o‘zgaradigan kattalikning o‘zgarish grafigi; X_k – kvant miqdorlari ya’ni o‘lchanadigan $X=f(t)$ kattaligining $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ momentlariga tegishli uzuq qiymatlari. Demak, diskret o‘lhash usuli bo‘yicha o‘lchanadigan kattalikning hamma qiymati ($0 \div t$) emas, balki, ayrim momentlarga tegishli qiymatigina ma’lum bo‘ladi. Diskretlash bu muayyan diskret (juda qisqa) vaqt oraliq’ida qadnomalarni olishdir. $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ – diskretlash momentlari deyiladi va $t_1 \div t_2$ gacha oraliq diskretlash momentlari deyiladi.

Kvantlash esa, $X(t)$ kattalikning uzlusiz qiymatlarini X_k diskret qiymatlarining to‘plami (nabori) bilan almashtirishdir. O‘lchanadigan kattalikning uzlusiz qiymatlari muayyan tartiblar asosida kvantlash darajalarining qiymatlari bilan almashtiriladi.

O‘lhash natijalarini qayta ishlash.

Agar o‘lhashda sodir bo‘ladigan xatolik (Gauss qonuni) normal qonun bo‘yicha taqsimlanadi yoki o‘zgaradi desak, u holda uni matematik tarzda quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$y(\delta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{\Delta^2}{2\sigma^2}},$$

bu erda: $u(\delta)$ -tasodifiy xatolikning o‘zgarish extimolligi (taqsimlanishi);

σ -o‘rtacha kvadratik xatolik; Δ -tuzatma, yoki

$$\Delta = \bar{x} - x_i \text{ bo‘lib; } x_i\text{-aloxida o‘lhashlar}$$

natijasi, \bar{x} -esa o‘lchanadigan kattalikning extimollik qiymati yoki uning o‘rtacha arifmetik qiymatidir. O‘lchanadigan kattalikning o‘rtacha arifmetik qiymati quyidagicha hisoblab topiladi.

$$\bar{x}_i = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

bu erda x_1, x_2, \dots, x_n lar aloxida o‘lhashlar natijasi; n -o‘lhashlar soni. O‘rtacha kvadratik xatolik quyidagi ifoda bo‘yicha topiladi.

Bu erda $e=2,72$ -natural logarifm asosidir.

O‘lhash natijalarini qayta ishlashdan maqsad, o‘lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymatini topish va uni o‘lchanadigan kattalikning asli qiymatiga yaqinlashish darajasini aniqlashdir. Bu esa ehtimollar nazariyasi tushunchalariga asoslanib baholanadi; ya’ni, ishonchli interval va uni xarakterlovchi ishonchli extimollik qabul qilinadi. Odatda ishonchli interval ham, ishonchli ehtimollik ham konkret o‘lhash sharoitiga qarab tanlab olinadi. Masalan, o‘rtacha kvadratik xatolik bo‘lgan tasodifiy xatolikning normal qonun bo‘yicha taqsimlanishida (o‘zgarishida) ishonchli interval $+3\sigma \div -3\sigma$ gacha, ishonchli ehtimollik esa 0,9973 qiymatda qabul qilinadi. Bu degan so‘z, 370 tasodifiy xatolikdan bittasi, o‘zining absolyut qiymati bo‘yicha 3σ dan katta bo‘ladi. SHuning uchun 3σ eng yukori tasodifiy xatolik deb yuritiladi va 3σ dan kichik bo‘lgan xatolikni o‘tkinchi xatolik deb hisoblab, o‘lhash natijalarini qayta ishlashda hisobga olinmaydi.

O‘lhash natijasining aniqligini baxolashda ko‘pincha ehtimollik xatolikdan foydalaniladi. Extimollik xatolik esa shunday xatolikki, unga nisbatan qandaydir kattalikni takror o‘lchagandagi tasodifiy xatolikning bir kismi extimoliy xatolikdan ko‘p, ikkinchi kismi esa absolyut qiymati bo‘yicha undan kam bo‘ladi. Bundan chikadiki, extimoliy xatolik ishonchli intervalga teng bo‘lib, bunda ishonchli extimollik $P=0,5$ ga teng bo‘ladi.

Tasodifiy xatolik normal qonun bo‘yicha taqsimlanganda ehtimoliy xatolik quyidagicha topilishi mumkin

$$\sigma = \frac{2}{3}\sigma_n = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{X} - X_i)^2}{n(n-1)}}$$

bu erda $\sigma_n = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ - o‘rtacha arifmetik qiymat bo‘yicha o‘rtacha kvadratik xatolikdir.

Extimollik xatolik bu usulda ko‘pincha, o‘lhashni bir necha o‘n, xattoki yuz marotaba takrorlash imkoniyati bo‘lgandagina aniqlanadi.

Amalda o'lhashni juda ko'p marotaba takrorlash imkoniyati bo'lmaydi, bunday holda ehtimollik xatolik Styudent koeffitsienti yordamida aniqlanadi. Bu xolda o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymati quyidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi.

$$x = \bar{x} \pm t_n \sigma_n$$

bu erda t_n Styudent koeffitsienti bo'lib, uni maxsus jadvaldan (I jadval) o'lhashlar soni va qabul qilingan ishonchli extimollik qiymatlariga qarab olinadi.

SHunday kilib:

I.O'rtacha kvadratik xatolik o'lchanadigan kattalikning haqiqiy qiymatini istalgan uning o'rtacha arifmetik qiymati atrofida bo'lishi extimolligini topishga imkon beradi.

2. $n \rightarrow \infty$ bo'lganida $\sigma_n \rightarrow 0$ yoki o'lhash sonini oshirish bilan $\sigma_n \rightarrow 0$ ga intilib boradi. Bu esa o'z navbatida o'lhash aniqligini istagancha oshirish (ko'tarish) mumkin degan xulosaga kelmaslik kerak; chunki o'lhash aniqligi tasodifiy xatolik sistematik xatolikka tenglashguncha oshadi. SHuning uchun ham tanlab olingan ishonchli interval va ishonchli extimollik qiymatlari bo'yicha kerakli o'lhashlar sonini aniqlash mumkinki, bu esa tasodifiy xatolikning o'lhash natijasiga ham ta'sir ko'rsatishini ta'minlasin. Buning uchun 2-jadvaldan foydalanish mumkin bo'lib, bunda intervallar o'rtacha kvadratik xatolikning ulushlarida berilgan va o'lhash natijalarining nisbiy xatoligi quyidagicha hisoblanadi:

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x} \cdot 100\%,$$

bu erda:

$$\Delta x = t_n \sigma_n ..$$

Takrorlash uchun savollar.

1. O'lhash haqida umumiy tushuncha va o'lhash turlari.
2. O'lhash natijalarini qayta ishlash.