

**O ‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIJ TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI
«TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO ‘JALIGINI
MEXANIZATSIYALASH MUHANDISLARI INSTITUTI»
MILLIJ TADQIQOT UNIVERSITETI**

KALANDAROV PALVAN ISKANDAROVICH

O’LCHASHNING FIZIKAVIJ ASOSLARI

Oliy o‘quv yurtlari uchun darslik

Toshkent - 2023

UDK 531.7(075.8)

O'lchashning fizikaviy asoslari [Matn]: darslik / Kalandarov P.I.

– T:” TIQXMMI” MTU, 2023, 232 b.

Darslikda o'lchashning fizikaviy asoslari muhokama qilinadi, ya'ni fizik miqdorlarni o'lchash usullarining umumiy tamoyillari, o'lchovlar paytida yuzaga keladigan xatoliklarning sabablari va erishish mumkin bo'lgan o'lchov aniqligining asosiy chegaralari o'rganiladi. Darslikda o'lchash ob'ektlarining barqarorligini o'lchash moslamalariga o'tkazish muammosiga muhandislik yechimlarining fizik va texnik ta'minoti hamda metrologiya asoslaridan foydalangan holda zamonaviy ma'lumot bazasini yaratishning fizik tamoyillari keltirilgan. Darslikda muhokama qilingan masalalarni tushunish uchun texnik yo'nalishidagi universitetlarda o'qitiladigan umumiy fizika, informatika, metrologiya asoslari kursini bilish kerak.

Darslik 60711300 “Metrologiya, standartlashtirish va mahsulot sifati menejmenti” (soha bo'yicha) ta'lim yo'nalishida bakalavr ta'lim yo'nalishi bo'yicha tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan bo'lib, shu sohadagi magistrlar, doktorantlar hamda qishloq va suv xo'jaligi sohasidagi mutachassislar ham foydalanishi mumkin.

Taqrizchilar:

Matyakubova P.M. – Islom Karimov nomidagi ToshDTU professori, t.f.d.,

Ismailov M.A. – “TIQXMMI” Miliy tadqiqot universiteti professori, t.f.d.,

Darslik “TIQXMMI” MTU ning 2023 yil “_____” “_____” dagi _____
sonli buyrug'iga asosan nashr etishga ruxsat berilgan.

© Kalandarov P.I. 2023.

© “TIQXMMI” MTU 2023.

KIRISH

Ushbu darslik muallif tomonidan "TIQXMMI" Milliy tadqiqot universitetida o'lchashlarning fizik asoslari bo'yicha ma'ruzalar davomida ishlab chiqilgan materiallarga asoslangan. Darslik texnik mutaxassisliklar, ta'limning barcha shakllari talabalarining mustaqil ishlashi uchun mo'ljallangan bo'lib, o'quv dasturlarida "o'lchashlarning fizik asoslari" fanini o'rganish ko'zda tutilgan.

Bir tomondan darslikdagi materiallarni taqdim etilish o'zining qulayligi bilan, ikkinchi tomondan o'lchash jarayonida fizik effektlarni aniq amalga oshirishning oddiy misollarini tanlash bilan farqlanadi. Darslikda asosan SI birliklar tizimi qo'llaniladi. Turli xil ob'ektlarning fizik xususiyatlarini har tomonlama eksperimental o'rganish odatda bir qator asosiy va olingan miqdorlarni o'lchash natijalari yordamida amalga oshiriladi. Shu munosabat bilan elektr o'lchashlarning namunasi juda xarakterlidir, darslikda ko'pchilik misollardan ulardan iborat bo'lgan. Talabalar orasida ushbu materiallar xulosasining mavjudligi o'qituvchiga ma'ruza vaqtidan yanada samarali foydalanish, tushunish qiyin bo'lgan masalalarga ko'proq e'tibor berish va talabalarga oraliq va yakuniy attestatsiyaga tayyorgarlik ko'rishda mustaqil ish jarayonini osonlashtirish imkonini beradi.

Mazkur darslik bakalavriat ta'lim yo'nalishlari: 60711300 "Metrologiya, standartlashtirish va mahsulot sifati menejmenti" (soha bo'yicha) ta'lim yo'nalishida bakalavr ta'lim yo'nalishi bo'yicha tahsil olayotgan talabalar uchun tuzilgan namunaviy dastur asosida yozildi. Taklif etilayotgan darslik mashinasozlik, texnik va fizik-kimyoviy mutaxassisliklar talabalar, magistrlar va doktorantlari va fizik o'lchash usullarini ishlab chiqarishga joriy etish bilan shug'ullanadigan muhandislik-texnik xodimlar uchun ham foydali bo'lishi mumkin.

Ushbu darslikni yaratishda N.R.Yusupbekov, B. I. Muxamedov Sh.M. G'ulomovlarning "Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish", Ismatullayev, Muxammedxanov U., Matyakubova P.M. "O'lchashning fizik asoslari", P.R.Ismatullayev., Qodirova Sh.A., A.A. A'zamovlarning "Metrologiya asoslari" va boshqa o'quv adabiyotlardan foydalanildi. Muallif ushbu darslikni taqriz qilgan t.f.d. prof. Matyakubova P.M., t.f.d. prof. Ismailov M.A. Ushbu darslikni taqriz qilganliklari uchun muallif o'z minnatdorchiligini izhor etadi. Ushbu darslik haqida o'z fikr va takliflarini bergan har bir kishiga muallif minnatdorchilik bildiradi hamda ularning takliflarini inobatga olib tegishli tuzatishga kiritishga harakat qiladi.

I BOB

§1. FIZIK MIQDORLARNI O'LCHASH

§ 1.1. O'lchashlarni fizik asoslarining mohiyati

Inson taraqqiyotining zamonaviy bosqichi har xil o'lchashlar natijasida olingan miqdoriy ma'lumotlarning katta oqimlari bilan tavsiflanadi.

O'lchashlarning alohida ahamiyati bir qator holatlar bilan bog'liq:

- noto'g'ri o'lchash usullari yoki o'lchash vositalaridan foydalanish texnologiyalarning buzilishiga olib keladi va natijada mahsulot nuqsonlari, yoqilg'i-energetika resurslarining yo'qolishi, favqulodda vaziyatlar uchun zarur shartlar va boshqalar.;

- ishonchli o'lchov natijalarini olish xarajatlari ko'lami katta, ma'lumki, yaqin o'tmishda 20 milliardga yaqin o'lchovlar o'tkazilgan va o'lchash xarajatlarining ulushi barcha davlat mehnat xarajatlarining 10-15 foizini tashkil etgan.

Texnik va tabiiy jarayonlar ob'ektlar va jismlarning xususiyatlari va sharoitlarini tavsiflovchi miqdoriy ma'lumotlar bilan belgilanadi. Bunday ma'lumotlarni olish uchun o'lchash usullari va birliklar tizimini ishlab chiqish zarur bo'ldi.

O'lchovlar turli xil fizik hodisalarga asoslangan juda ko'p turli xil o'lchov vositalarini talab qiladi. O'lchov uskunalarning har bir yangi avlodi o'lchov aniqligiga bo'lgan talablarning ortishi tufayli yanada murakkablashadi. Elektr o'lchovlari o'lchovlarning yakuniy bosqichlarida muhim ahamiyat kasb yetmoqda. Mikroprotsesszorlar paydo bo'lgandan keyin o'lchash texnologiyasi uchun yangi imkoniyatlar ochildi, ulardan foydalanish nafaqat o'lchash asboblarning aniqligi va tezligini oshirishga, balki o'lchash jarayonini boshqarishga qodir avtomatlashtirilgan o'lchash tizimlarini ishlab chiqishga imkon berdi.

Texnologiya va iqtisodiy faoliyatning tobora murakkablashib borayotgan o'zaro bog'liqligi o'lchash birliklarining yagona tizimini joriy etish zarurligiga olib keldi. Qoida tariqasida, tabiiy fanlar birliklarni aniqlashda va ularni masshtablar, soatlar va boshqa narsalar bilan kalibrlashda yuqori aniqlikka erishish yo'lini ko'rsatgandan so'ng, birliklarning yangi ta'riflari kiritiladi, keyinchalik ular texnologiya va kundalik hayotda qo'llaniladi.

Ilm-fan va texnikaning rivojlanishi har doim o'lchashlar sohasidagi taraqqiyot bilan chambarchas bog'liqdir. Fizika, mexanika va boshqa fanlarda

aynan o'lchashlar tabiatning ob'ektiv qonunlarini ifodalovchi bog'liqliklarni aniq belgilashga imkon berdi, shuning uchun bu fanlar aniq deb nomlanadi. O'lchashlarning fan uchun ahamiyati ko'plab olimlar tomonidan ta'kidlangan. Quyida ular bu haqda yozgan matnlar:

* G. Galiley "O'lchash uchun mavjud bo'lgan hamma narsani o'lchang va unga yerishib bo'lmaydigan hamma narsani qiling";

* D. I. Mendeleev "Ilm-fan o'lchashni boshlashi bilanoq boshlanadi, aniq fanni o'lchashsiz tasavvur qilib bo'lmaydi";

* Kelvin (Lord Tompson) "Har bir narsa faqat uni o'lchash mumkin bo'lgan darajada ma'lum."

Insonning butun hayoti uning atrofidagi dunyoning holati to'g'risida miqdoriy ma'lumot olish bilan uzviy bog'liqdir. U bu ma'lumotni to'g'ridan-to'g'ri hislar yordamida yoki turli xil qurilmalar yordamida oladi. Atrofdagi dunyoning ba'zi xususiyatlari yoki fazilatlarini miqdoriy baholashni olish tartibi o'lchovdir. O'lchovlar hayvonot dunyosining barcha murakkab shakllariga xosdir. "Ko'proq", "kamroq" yoki masofa turlarining o'lchamlarini miqdoriy baholashsiz - "yaqinroq", "keyingi" - kosmosga yo'naltirish mumkin yemas. Va tezda harakat qilish qobiliyatini yo'qotadigan hayvon o'ladi.

Bunday o'lchovlar insonga hayvonot dunyosining vakili sifatida to'liq xosdir. Xususan, buni ibtidoiy odam g'orlardan odam o'tishi uchun yetarli bo'lgan, lekin katta hayvon kira olmaydigan ma'lum kirish o'lchamlari bilan uy-joy qurish uchun ishlatganidan dalolat beradi. Inson yevolyutsiyasi natijasida o'lchov texnikasi ishlab chiqildi.

Shunday qilib, har qanday fizik (texnik va boshqa) kattalikni o'lchash uchun bu miqdorni o'lchash birligi sifatida qabul qilingan (etalon bilan) boshqa bir xil fizik miqdor bilan taqqoslash kerakligini anglatadi.

Har bir fizik miqdor o'lchash birligi uchun raqamli qiymatning mahsulotidir:

$$\text{Fizik miqdor} = \text{Raqamli qiymat} \times \text{O'lchash birligi}$$

Bu holda olingan raqam fizik miqdorning raqamli qiymati deb ataladi. Masalan, $t = 5 c$ ifodasi o'lchangan vaqt soniyasining besh marta takrorlanishi ekanligini anglatadi.

Biroq, fizik miqdorni tavsiflash uchun faqat bitta raqamli qiymat yetarli yemas. Shuning uchun hech qachon tegishli o'lchash birligini qoldirmasligingiz kerak.

Barcha fizik miqdorlar asosiy va olingan miqdorlarga bo‘linadi. Amaldagi asosiy qiymatlar: uzunlik, vaqt, massa, harorat, oqim kuchi, moddaning miqdori, yorug‘lik intensivligi. Olingan miqdorlar tabiat qonunlari uchun iboralar yordamida yoki asosiy miqdorlarni ko‘paytirish yoki bo‘lish orqali maqsadga muvofiq aniqlash orqali asosiy miqdorlar yordamida olinadi. Masalan,

$$\text{Tezlik} = \text{Yo‘l} / \text{Vaqt}; V = \frac{S}{t}.$$

$$\text{Zaryad} = \text{Tok kuchi} \times \text{Vaqt};$$

Fizik miqdorlarni, ayniqsa formulalar, jadvallar yoki grafikalarda ifodalash uchun maxsus belgilar qo‘llaniladi.

Xalqaro shartnomalarga muvofiq fizik va texnik miqdorlarni belgilash uchun tegishli standartlar joriy yetilgan.

Fizik miqdorlarning belgilarini kursiv bilan yozish odatiy holdir. Indeksalar, agar ular belgilar bo‘lsa, kursiv bilan ham ko‘rsatiladi, ya’ni qisqartmalar yemas, balki fizik miqdorlarning belgilari.

Kvadrat qavslar [] miqdorni belgilash miqdorni o‘lchash birligini anglatadi, masalan, [U] = B iborasi quyidagicha o‘qiladi: "kuchlanishni o‘lchash birligi voltga teng."

Kvadrat qavs ichida o‘lchash birligini yopish noto‘g‘ri, masalan, [B]. { } keltirilgan qavslar o‘z ichiga olgan figurali qavslar "kattalikning son qiymatini" anglatadi, masalan, {U} = 220 ifodasi quyidagicha o‘qiladi: "kuchlanishning son qiymati 220 " teng.

Miqdorning har bir qiymati o‘lchash birligi uchun raqamli qiymatning kattaligi bo‘lganligi sababli, yuqoridagi misol uchun u quyidagicha ifodalanib yoziladi:

$$U = \{V\} \cdot [V] = 220 V.$$

Yozayotganda, masalan, fizik miqdorning raqamli qiymati va o‘lchash birligi o‘rtasida interval qoldirish kerak, masalan:

$$I = 10 A.$$

Raqamli qiymatlarning juda katta yoki kichik qiymatlari (10 ga nisbatan) eski raqamlar bilan bir xil nomlangan, ammo prefiks qo‘shilgan holda birliklarning yangi raqamlarini kiritish orqali qisqartiriladi.

Shunday qilib, yangi birliklar hosil bo‘ladi, masalan, $1\text{mm}^3 = 1 \cdot 10^3 m$. fizik miqdorning o‘zi bir vaqtning o‘zida o‘zgarmaydi, ya’ni birlik bir marta kamayganda, uning raqamli qiymati mos ravishda bir marta ortadi.

Fizik miqdorning o‘zi bir vaqtning o‘zida o‘zgarmaydi, ya’ni birlik Q marta kamayganda, uning raqamli qiymati mos ravishda Q marta ortadi.

Fizik miqdorning bunday o'zgarishligi nafaqat birlik o'n baravar o'zgarganda (n marta darajaga), balki ushbu birlikdagi boshqa o'zgarishlar bilan ham sodir bo'ladi.

1-jadval

SI birliklariga prefiks

Prefiks	Belgilash		Darajaning logarifmi	Prefiks	Belgilash		Darajaning logarifmi
	Lotin	Rus					
Tera	T	T	12	santi	c	c	-2
Giga	G	G	9	milli	m	m	-3
Mega	M	M	6	mikro	μ	mk	-6
kilo	k	k	3	nano	n	n	-9
gekta	h	g	2	piko	p	p	-12
deka	da	da	1	femto	f	f	-15

§1.1.2. O'lchashlarni fizik asoslarining mohiyati

Fizik kattaliklarning miqdori (soni) vaqt o'tishi bilan o'zgaradi. Miqdorlar va tegishli aniq birliklarning ko'p sonli ta'riflari berilishi mumkin va bu to'plam jamiyatning o'sib borayotgan yehtiyolari tufayli doimiy ravishda o'sib bormoqda. Masalan, **elektr**, magnitlanish, atom va yadro fizikasi nazariyasining rivojlanishi bilan fizikaning ushbu bo'limlariga xos bo'lgan qiymatlar kiritildi. O'lchashlar yordamida biz ularning xususiyatlari bilan ajralib turadigan atrofdagi dunyoning ob'ektlari va jarayonlarini bilamiz. Muayyan o'lchamdagi gradatsiyalarni o'rnatish va ko'paytirish mumkin bo'lgan xususiyatlar **fizik miqdorlar** deb ataladi.

Miqdor-bu boshqa xususiyatlardan ajralib turadigan va u yoki bu tarzda, shu jumladan miqdoriy jihatdan baholanadigan narsa.

Fizik miqdor - bu fizik ob'ektning (fizik tizim, hodisa yoki jarayon) xususiyatlaridan biri bo'lib, ko'plab fizik ob'ektlar uchun sifat jihatidan keng tarqalgan, ammo ularning har biri uchun miqdoriy jihatdan individualdir. Fizik miqdor tushunchasining sifat tomoni miqdor turini (uzunlik, massa) va uning miqdoriy "o'lchamini" (ma'lum bir ob'ektning uzunligi, massasi) belgilaydi. Fizik miqdorning kattaligi biz bilganimizdan yoki bilmasligimizdan qat'iy nazar ob'ektiv ravishda mavjuddir.

Fizik miqdor-bu moddiy ob'ektning fizik xususiyati, fizik hodisa yoki miqdoriy tavsiflanishi mumkin bo'lgan jarayon.

Fizik miqdorlarni o'lganadigan va taxmin qilinadigan miqdorlarga oqilona bo'lish. O'lgangan fizik miqdorlar ma'lum miqdordagi belgilangan o'lgash birliklari shaklida miqdoriy ravishda ifodalanishi mumkin. O'lgash birliklarini kiritish va ulardan foydalanish imkoniyati o'lgangan fizik miqdorning o'ziga xos xususiyati hisoblanadi. Agar fizik miqdor uchun o'lgash birligini kiritish mumkin bo'lmasa, u taxmin qilinganga tegishli. Qiymatlar tarozi yordamida baholanadi va o'lganadi.

§1.1.3. O'lgash natijalarini aniqligini baholash

O'lgash natijalarini aniqligi haqiqiy o'lgash xatosini aniqlash va uni chegara xatosi bilan taqqoslash orqali baholanadi. Nisbiy o'lgash xatosi normallashtirilgan hollarda haqiqiy nisbiy xato aniqlanadi.

O'lgashlarning aniqligi quyidagi hollarda baholanadi:

- maxsus bajarilgan kuzatuvlar natijalarini qayta ishlash orqali o'lgashlar boshlanishidan oldin;

- ushbu o'lgashlar davomida o'tkazilgan kuzatuvlar natijalarini qayta ishlash orqali o'lgashlar tugagandan so'ng.

O'lgashlarning aniqligini baholash uchun belgilangan bo'limlardan (joylardan) birida parametrni bir nechta kuzatish yoki bir yoki bir nechta o'lgash ob'ektlarining turli bo'limlarida (joylarida) parametrni ikki marta kuzatish qo'llaniladi.

O'lgash natijasining aniqligi kuzatishlar natijalarini (yagona kuzatilgan qiymatlar) qayta ishlashda uning miqdoriy xususiyatlari bilan ifodalanishi kerak bo'lgan sifat ko'rsatkichidir. Bunday holda, GOST R50779.10-2000 bo'yicha kuzatilgan qiymat-bu bir nechta o'lgashlar bilan bitta kuzatish natijasida olingan xarakteristikaning qiymati. Ushbu tahlilning maqsadi olingan o'lgash natijasining xatosini (noaniqligini) ifodalash uchun amaliy metrologiyada qo'llaniladigan aniqlik ko'rsatkichlarini solishtirishdir.

O'lgashlarning miqdoriy xususiyatlari yoki o'lgashlarning aniqligini baholash mezonlari ehtimollik nazariyasi va xatolar nazariyasi (xususan, eng kichik kvadratlar usuli) bilan belgilanadi. Ushbu nazariyalarga ko'ra, o'lgash natijalarining aniqligi faqat tasodifiy xatolar bilan baholanadi. O'lgash aniqligi ko'rsatkichlari quyidagilarni amalga oshirish orqali aniqlash mumkin:

- o'lgashlarning o'rtacha kvadrat xatosi;
- nisbiy o'lgash xatosi;
- o'lgash xatosini cheklash.

O'lchashning o'rtacha kvadrat xatosi.

Statistikada o'lchashlarning o'rtacha kvadrat xato yoki taxmin qiluvchining o'rtacha kvadrat og'ishi kvadratik xatolarning o'rtacha qiymatini, ya'ni taxmin qilingan qiymatlar va haqiqiy qiymat o'rtasidagi o'rtacha kvadrat farqni o'lchaydi. **MSYe**-bu xato tufayli kvadratik yo'qotishning kutilgan qiymatiga mos keladigan xavf funksiyasi.

O'rtacha kvadratik xato (Mean Squared Error) - bu mashinani o'rganish (ML) modelining (Model) taxmin qilingan va haqiqiy qiymatlari orasidagi kvadratik farqlarning o'rtacha arifmetikasi (Mean):

U quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \tilde{y}_i)^2$$

Bu yerda: MSE - o'rtacha kvadratik xato; n - kuzatuvchar soni; y_i - haqiqiy kuzatish koordinatasi; \tilde{y}_i - bashorat qilingan kuzatish koordinatasi.

MSYe deyarli hech qachon nolga teng emas va bu ma'lumotlardagi tasodifiylik elementi yoki bashoratchining bashorat qilish funksiyasini (Estimator) yaxshilashi mumkin bo'lgan barcha omillarni hisobga olmasligi bilan bog'liq.

Nisbiy o'lchash xatosi.

Nisbiy o'lchash xatosi - bu mutlaq o'lchash xatosining o'lchangan miqdorning haqiqiy yoki o'lchangan qiymatiga nisbati bilan ifodalangan o'lchash xatosi.

Nisbiy xato quyidagi munosabatlardan topiladi:

$$\delta = \frac{\delta_x}{x} \text{ yoki } \delta = \frac{\delta_x}{x} x 100\%.$$

Bu yerda: δ_x - mutlaq o'lchash xatosi; x -miqdorning haqiqiy yoki o'lchangan qiymati.

Nisbiy xatoni tegishli mutlaq xato bilan aniqlanadi. X ma'lum bir miqdorning olingan qiymati bo'lsin, u holda $\frac{m}{X}$ bu miqdorning o'rtacha-kvadrat nisbiy xatosidir; unda $\frac{\Delta}{X}$ esa haqiqiy nisbiy xato hisoblanadi.

O'lchash xatosini cheklash.

O'lchash xatosini cheklash - bu teng aniqlikdagi o'lchashlarning berilgan sharoitida paydo bo'lishi mumkin bo'lgan tasodifiy xatoning eng katta qiymati.

Ehtimollar nazariyasi 1000 dan faqat uchta holatda tasodifiy xatolar 3 m qiymatidan oshib ketishini isbotladi; 5 ta 100 ta xato 2 m dan va 32 ta xato 100 m dan oshishi mumkin.

Shunga asoslanib, amalda $Q \geq 3m$ xatolarini o'z ichiga olgan o'lchash natijalari qo'pol xatolarni o'z ichiga olgan o'lchashlarga tegishli va qayta ishlash uchun qabul qilinmaydi.

$2m$ qiymatidan oshadigan tafovutlar qabul qilinganda, o'lchash shartlarini yaxshilash choralari ko'riladi va o'lchashlarning o'zi takrorlanadi.

§1.1.4. Fizik o'lchashlar usullari va xatoliklarni qayta ishlash

O'lchashdan maqsad - ushbu qiymatning kattaligini foydalanish uchun eng qulay bo'lgan shaklda olishdir. O'lchash moslamasi yordamida ko'rsatkichning harakatiga aylantiriladigan miqdorning o'lchami ushbu qurilma shkalasi bo'yicha saqlangan birlik bilan taqqoslanadi.

O'lchash - analitik signalning kattaligi (qiymati)
haqida ma'lumot olish.

O'lchashlar quyidagicha tasniflanadi:

- aniqlik xarakteristikasiga ko'ra, ular teng aniqlik (bir xil SI aniqligi va bir xil sharoitda bajarilgan har qanday miqdorning bir qator o'lchashlari), teng bo'lmagan aniqlik (bir necha xil SI aniqligi va (yoki) bir necha xil sharoitlarda bajarilgan har qanday miqdorning bir qator o'lchashlari);

- bir qator o'lchashlardagi o'lchashlar soni bo'yicha: birmartalik va ko'p martalik o'lchashlar;

- o'lchangan miqdorning o'zgarishiga nisbatan-statik — vaqt o'tishi bilan o'zgarishsiz qoladigan fizik miqdorni o'lchash, masalan, normal haroratda qismning uzunligini o'lchash yoki yer uchastkasining hajmini o'lchash), dinamik (o'lchamlari o'zgarib turadigan fizik miqdorni o'lchash, masalan, elektr tokining o'zgaruvchan kuchlanishini o'lchash, tushayotgan samolyotdan yer sathigacha bo'lgan masofani o'lchash);

- o'lchash natijasining ifodasiga ko'ra-mutlaq (miqdorlarni to'g'ridan-to'g'ri o'lchash va (yoki) fizik doimiylarning qiymatlaridan foydalanishga asoslangan o'lchash, masalan, kuchni o'lchash asosiy massa qiymatini o'lchash va fizik doimiydan foydalanishga asoslangan-erkin tushish tezlashishi va nisbiy (birlik vazifasini bajaradigan miqdorning bir xil qiymatga nisbatini o'lchash);

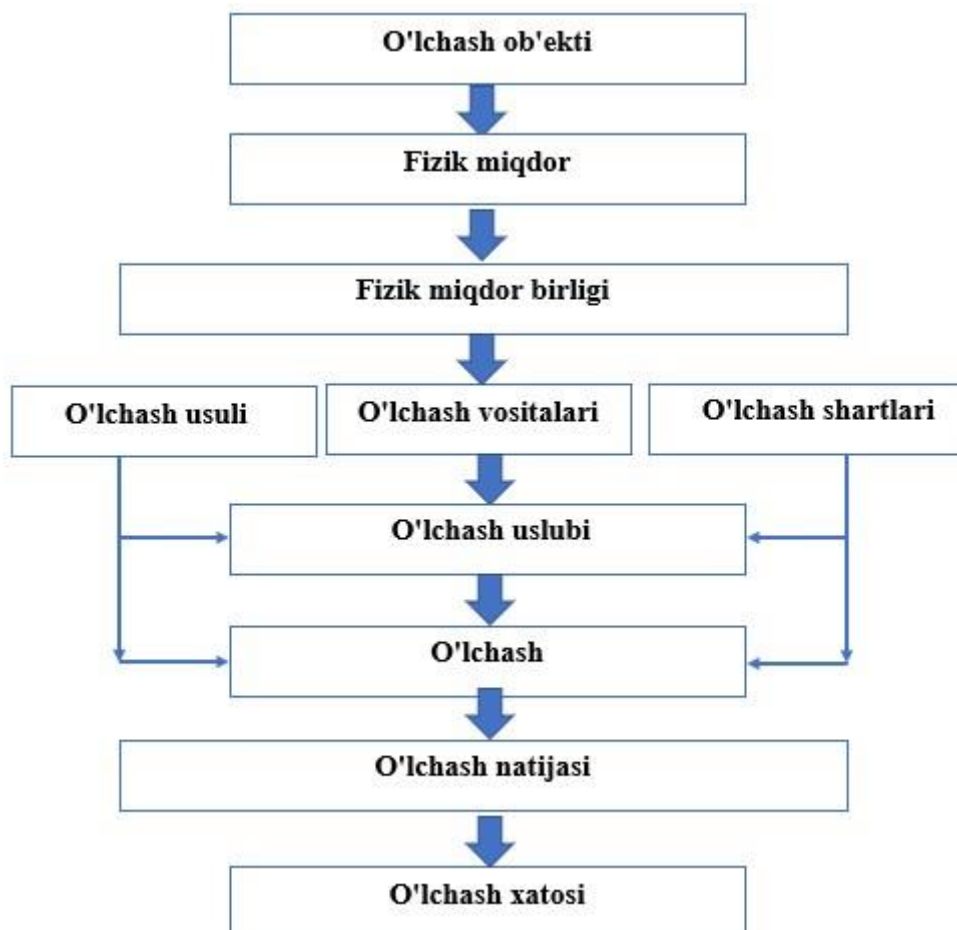
- o'lchash natijalarini olishning umumiy usullariga ko'ra - bevosita (fizik miqdorning kerakli qiymati to'g'ridan-to'g'ri olinadigan o'lchash, masalan, massani shkala bo'yicha o'lchash, mikrometr bilan qismning uzunligi), bilvosita

(o'lchash unda miqdorning kerakli qiymati aniqlanadi istalgan miqdor bilan funksional bog'liq bo'lgan boshqa fizik miqdorlarni to'g'ridan-to'g'ri o'lchash natijalari to'g'risida.

O'lchash usullari tushunchasi.

O'lchash usuli - bu amalga oshirilgan o'lchash prinsipiga muvofiq o'lchangan miqdorni uning birligi bilan taqqoslash usuli yoki texnikasi to'plamidir. O'lchash usullari bir nechta mezonlarga ko'ra tasniflanadi. O'lchash natijalarini olishning umumiy usullariga ko'ra: 1) bevosita o'lchash usuli; 2) bilvosita o'lchash usuli. Birinchisi to'g'ridan-to'g'ri o'lchash bilan, ikkinchisi bilvosita o'lchash bilan amalga oshiriladi.

O'lchash tizimining tarkibiy qismlarining, shu jumladan o'lchash sub'ektining o'zaro ta'sirini anglatadi. O'lchash algoritmi sxemasi va tuzilishi 1.1-rasmda keltirilgan.



1.1-rasm. O'lchash operatsiyalari algoritmi

O'lchash shartlariga ko'ra, kontaktli va kontaktsiz o'lchash usullari ajratiladi.

Kontaktli o'lchash usuli qurilmaning sezgir elementi o'lchash ob'ekti bilan aloqa qilishiga asoslanadi (tana haroratini termometr bilan o'lchash).

Kontaktsiz o'lchash usuli qurilmaning sezgir elementi o'lchash ob'ekti bilan aloqa qilmasligiga asoslanadi (ob'ektgacha bo'lgan masofani radar orqali o'lchash, yuqori o'choqdagi haroratni pirometr bilan o'lchash).

O'lchangan miqdorni uning birligi bilan taqqoslash usuliga asoslanib, to'g'ridan-to'g'ri baholash usullari va o'lchash bilan taqqoslash usuli mavjud.

To'g'ridan-to'g'ri baholash usuli bilan qiymatning kattaligi to'g'ridan-to'g'ri SI (termometr, voltmeter va boshqalar) o'qish moslamasi tomonidan aniqlanadi.). O'lchash birligini aks ettiruvchi o'lchash o'lchashda qatnashmaydi. Uning roli SI-da yetarlicha aniq SI yordamida ishlab chiqarish jarayonida baholangan shkala bilan belgilanadi.

O'lchash bilan taqqoslash usuli bilan o'lchangan qiymat o'lchash bilan ko'paytiriladigan qiymat bilan taqqoslanadi (muvozanat og'irliklari bilan tutqich tarozilarida massani o'lchash). Ushbu usulning bir qator turlari mavjud: null usuli, almashtirish bilan o'lchash usuli, tasodif usuli.

Nazorat savollari

1. O'lchovlarning fan uchun hissa qo'shgan qaysi olimlarni bilasiz?
2. fizik miqdorlar deb nimaga aytiladi?
3. O'lchashlarning aniqligi qaysi hollarda baholanadi?
4. O'lchashning o'rtacha kvadrat xatosi deganda nimani tushunasiz?
5. Nisbiy o'lchov xatosi deganda nima tushuniladi?
6. O'lchov xatosini cheklash niadan iborat?
7. O'lchashdan maqsad nimadan iborat? O'lchashlarni tasniflab bering.
8. O'lchash usullari tushunchasini ifodalab bering.
9. Kontaktli o'lchash usuli va kontaktsiz o'lchash usuli orasidagi farq nimadan iborat?
10. To'g'ridan-to'g'ri baholash usuli va o'lchov bilan taqqoslash usuliga misollar keltiring.

§1.2. Fizik kontinium. Materiya va harakat.

Dunyo rasmida asosiy narsa tabiatshunoslikning eng muhim muammolarini hal qiladigan "materiya" tushunchasidir. Ushbu konsepsiyaning ahamiyati, shuningdek, dunyoqarashning o'zgarishi materiya haqidagi g'oyalarning o'zgarishi bilan bog'liqligidan dalolat beradi. Materiyaning eng umumiy ta'rifi falsafa tomonidan berilgan bo'lib, uni inson idrogidan mustaqil ravishda mavjud

bo'lgan ob'ektiv haqiqat sifatida ko'rib chiqadi. Bizni o'rab turgan hamma narsani, ham yaqin, ham kosmik masofalarda, biz kuzatadigan hamma narsani bitta atama – **materiya** birlashtiradi.

Moddaning eng muhim xususiyatlari quyidagilardir: harakat, aloqa, o'zaro ta'sir, makon va vaqt, tuzilish va tizimni tashkil qilish. Materiya yaratilmagan va buzilmaydi, uning namoyon bo'lishi shaklida cheksiz xilma-xillik bilan ajralib turadi. Dunyodagi hamma narsa tabiiy aloqalar va o'zaro ta'sirlar, sababiy munosabatlar va tabiat qonunlari bilan shartlangan. Shu ma'noda, dunyoda g'ayritabiiy va materiyaga qarshi hech narsa yo'q. Inson psixikasi va ongi ham moddiy jarayonlar bilan belgilanadi va tashqi dunyoni aks ettirishning eng yuqori shakli hisoblanadi.

Har qanday o'lchov ob'ekti har doim odamdan mustaqil ravishda mavjud bo'lgan ba'zi bir haqiqatdir. Uning umumlashtirilishi materiya kabi falsafiy kategoriyadir. Bu inson ongidan mustaqil ravishda mavjud bo'lgan va u tomonidan aks yettirilgan ob'ektiv haqiqat sifatida tushuniladi. Tabiatda materiyaning tarkibiy tashkil yetilishining sifat jihatidan har xil darajalari bo'lishi mumkin, ularning har birida materiya har xil xususiyatlarga, tuzilishga ega va har xil o'ziga xos harakat qonunlariga bo'ysunadi. Hozirgi vaqtda materiyaning tarkibiy tashkil yetilishining turli xil o'lchovlarga mos keladigan quyidagi darajalari ajralib turadi, ularning har birida materiya turli xil xususiyatlarga, tuzilishga ega va harakatning turli xil o'ziga xos qonunlariga bo'ysunadi: submikroskopik (elementar zarralar); mikroskopik (atomlar va molekulalar); makroskopik (inson sezgilari tomonidan idrok yetiladigan ob'ektlar); kosmik (turli xil buyurtmalarning kosmik tizimlari).

Materiya g'oyasi texnik o'lchovlarning rivojlanish darajasi bilan uzviy bog'liqdir. XIX asr boshlariga qadar materiya materiya bilan aniqlangan. Bu kosmosda diskret bo'lgan va dam olish massasiga ega bo'lgan shakllanishlar deb tushuniladi. Inson atrofidagi dunyo materiyadan iborat bo'lib, u o'z sezgilari bilan idrok yetadi. Va bu dunyo materiya mavjudligining shakllari bo'lgan makon va vaqtda amalga oshiriladi.

Shunday qilib, turli darajadagi materiya quyidagicha ifodalanadi:

- materiya, maydonlar, fizik vakuum ko'rinishidagi kosmik tizimlar darajasida;
- makroskopik darajada materiya va maydon shaklida;
- mikroskopik va submikroskopik darajalarda kvant maydoni va fizik vakuum shaklida.

Inson qadim zamonlardan beri moddiy dunyo qanday ishlashini tushunishga harakat qilib keladi. Ma'lumki, qadimgi davrdan beri tabiatni tushuntirishga ikkita yondashuv mavjud edi. Ba'zi fikrlarga ko'ra, mavjud bo'lgan hamma narsaning asosi uzluksiz, bir xil materiya bo'lib, hamma narsani o'zi bilan to'ldiradi, u bo'sh joy qoldirmaydi. Ushbu vakillik **kontinium** (doimiylik) deyiladi (lotin tilidan **kontinium** – uzluksiz, bir tekis). Moddiy dunyoni bunday tushuntirishning vakili, masalan, qadimgi yunon faylasufi Aristotel edi.

Moddiy dunyoni diskret deb tushuntirgan qarama-qarshi tushunchaning kelib chiqishi (Lat. discretus - bo'lingan, uzlukli), bo'shliqda harakatlanadigan cheksiz sonli o'zgarimas va bo'linmas zarrachalardan (atomlardan) iborat tarkibiy, qadimgi yunon faylasufi Demokrit ta'limoti bilan bog'liq. Aytishim kerakki, materiyaning tuzilishi haqidagi bu g'oyalar harakat, makon va vaqt kabi tushunchalar bilan uzviy bog'liqdir.

Insonning tabiatni bilish jarayonida uning materiya, harakat, makon va vaqt haqidagi g'oyalari ham rivojlandi, ammo moddiy dunyoni tushuntiruvchi ikki tushunchaning qarama-qarshiligi asrlar davomida saqlanib qoldi. Fizikaning ma'lum tabiat hodisalari va jarayonlarini bilishdagi yutuqlari navbatma-navbat u yoki bu tushunchaning pozitsiyalarini mustahkamladi. XVII asr oxirigacha Aristotel falsafasi doirasida talqin qilingan doimiy pozitsiyani egalladi. Shuni ta'kidlash kerakki, Aristotel antik davrning taniqli mutafakkirlaridan biri bo'lib, o'z asarlarida o'sha davrda to'plangan barcha bilimlarni umumlashtirish va tizimlashtirishga harakat qilgan. Shunday qilib, "Fizika"da faylasuf tabiat haqidagi qarashlarini bayon qiladi va uning shakllari va sabablarini keltirib, harakat tushunchasini ishlab chiqadi. Shu bilan birga, harakat juda keng tushunilgan – har qanday o'zgarish, bir holatdan ikkinchisiga o'tadi.

MATERIYA VA HARAKAT

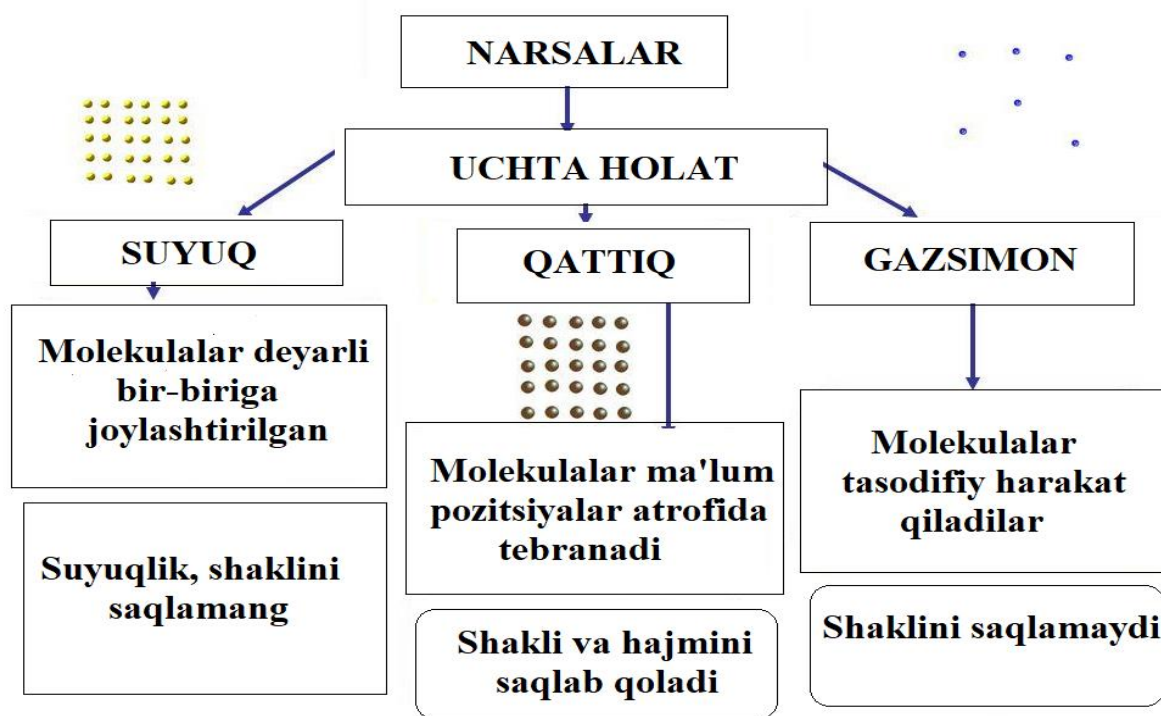
Materiyaning asosiy shakllari.

Materiya - bu koinotda bizdan mustaqil ravishda mavjud bo'lgan hamma narsa, biz ko'rgan narsalar (samoviy jismlar, hayvonlar, o'simliklar va boshqalar.) va biz ko'rmaydigan narsalar (yorug'lik, radio to'lqinlar, magnit nurlanish va boshqalar.).

Fizikada materiya tushunchasi materiya va maydon mavjudligining har xil turlarini o'z ichiga oladi. Yaqinlarda bu yerga fizik vakuum ham kiritilgan.

Moddaga fizik jismlar (qattiq, suyuq, gazsimon va plazma), molekular, atomlar, elementar zarralar, maydonlar – yorug‘lik, radio to‘lqinlar, tortishish va boshqalar kiradi.

Narsa materiyaning bir misolidir. Fizik jismlar, ya’ni atrofimizdagi narsalardan iborat bo‘lgan hamma narsa materiya deb ataladi. Temir, mis, kauchuk, suv har xil moddalardir.



Suv - bu modda, bir tomchi suv - fizikaviy tana, alyuminiy - modda, alyuminiy krujka - fizikaviy tana. Sinov moddasining solishtirma og‘irligi va zichligini, uning elastikligi va qattiqligini, elektr o‘tkazuvchanligi va magnit xususiyatlarini, shaffofligini, issiqlik sig‘imini va boshqalarni o‘lchash mumkin. Modda uchta holatda bo‘lishi mumkin: qattiq, suyuq va gazsimon.

Har bir modda ma’lum hajmni egallaydi. Va ma’lum bo‘lishicha, ikki jismning hajmlari teng va ularning massalari har xil. Bunday holda, ushbu moddalarning zichligi har xil jkanligi aytiladi. Agar massasi 1 kg bo‘lgan temir bo‘lagini va massasi 1 kg bo‘lgan yog‘och bo‘lagini ko‘rib chiqsak, daraxtning hajmi temir bo‘lagining hajmidan katta degan xulosaga kelishimiz mumkin, chunki daraxtning zichligi temirning zichligidan kam. Turli holatlarda materiyaning zichligi har xil. Masalan, yeritilgan temirning zichligi qattiq temirning zichligidan kam.

Suv, muz va suv bug‘lari bitta moddaning uchta holatidir. Bir xil moddaning turli agregat holatlari har xil zichlikka ega. Bu moddalarning ichki tuzilishi, ulardagi molekularning o‘zaro joylashishi bilan bog‘liq. Moddaning

zichligi haroratga bog‘liq, haroratning oshishi bilan zichlik odatda kamayadi. Bu doimiy massa bilan hajm oshganda, issiqlik kengayishi bilan bog‘liq.

Qattiq jismlar

Biz qattiq jism – yer yuzasida, qattiq jismlardan qurilgan inshootlarda yashaymiz. Bizning tanamiz, garchi uning tarkibida 65% suv bo‘lsa ham, qattiqdir. Qattiq moddalarning xususiyatlarini bilish juda muhimdir.

Qattiq jismlarning xususiyatlari

Qattiq moddalar shakli va hajmini saqlaydi. Qattiq jismlarda molekulalar orasidagi masofalar molekulalarning kattaligiga teng, shuning uchun qattiq moddalar o‘z shaklini saqlab qoladi. Molekulalar kristall panjara deb ataladigan ma’lum bir tartibda joylashtirilgan, shuning uchun normal sharoitda qattiq moddalar o‘z hajmini saqlab qoladi.

Barcha qattiq moddalar **kristalli** va **amorfga** bo‘linadi.

Zamonaviy sanoat turli xil kristallsiz mahsulot qila olmaydi. Ular soatlar, tranzistorli qabul qiluvchilar, kompyuterlar, lazerlar va boshqalarda ishlatiladi. Buyuk laboratoriya-tabiati yendi rivojlanayotgan texnologiya talabini qondira olmaydi: sun’iy kristallar maxsus zavodlarda o‘stiriladi, olimlar belgilangan mexanik, magnit, elektr va boshqa xususiyatlarga ega qattiq moddalar yaratadilar.

Suyuq kristallar

Bu bir vaqtning o‘zida suyuqlik va kristallarning xususiyatlariga ega bo‘lgan moddalardir. Suyuq kristallar asosida bosim o‘lchagichlar va ultratovush detektorlari yaratilgan. Ammo suyuq kristalli moddalarni qo‘llashning eng istiqbolli sohasi bu axborot texnologiyalari. Elektron soatlardan tortib, suyuq kristalli yekranli zamonaviy televizorlarga tanish bo‘lgan birinchi ko‘rsatkichlardan. Bunday televizorlar juda yuqori sifatli tasvirni beradi, kam yenergiya sarflaydi.



Suyuqliklar

Suyuqlik tarqaladi va shaklini saqlab turolmaydi, u idish shaklini oladi. Suyuqliklar suyuqligi bilan farq qiladi. To'kilgan suv yupqa qatlamda tez tarqaladi, asal yesa sekin tarqaladi.

Xususiyatlari:

Suyuqliklar shaklini osongina o'zgartiradi, lekin hajmini saqlaydi.

Suyuqlikdagi molekular molekularning kattaligiga teng masofada joylashgan bo'lib, yaqin tartib deb ataladi. Suyuqliklar hajmini saqlaydi.

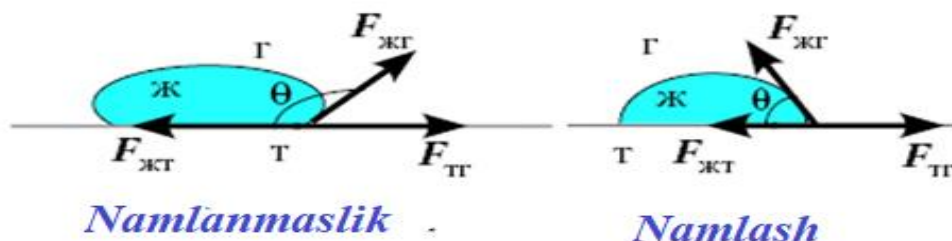
Molekular doimiy ravishda harakatlanib, sakrashlarni amalga oshiradilar, shuning uchun suyuqliklar idish shaklida oqadilar.



Namlash-bu suyuqlikning tushgan sirtini namlash qobiliyati.

Suyuqlik qaysi modda bilan aloqa qilishi muhim. Masalan, suv yog'li yuzalarni namlamaydi. Agar suyuqlik molekulari bir-biriga qattiq molekularga qaraganda kuchsizroq tortilsa, u holda suyuqlik qattiq moddani namlaydi (masalan, toza shisha yuzasidagi suv). Agar suyuqlik molekulari qattiq molekularga qaraganda bir-biriga ko'proq jalb qilinsa, u holda suyuqlik qattiq moddalarni namlamaydi (masalan, parafin yuzasidagi suv).

Suyuqliklar sirt tarangligi bilan ajralib turadi. Nima uchun igna suv yuzasida qoladi? Sirt tarangligi tufayli suv molekulari uning yuzasida yelastik plyonka hosil qiladi, go'yo uni uzish uchun qandaydir kuch qo'llanilishi kerak.



Agar biron bir modda suvda yerigan bo'lsa, uning sirt tarangligi o'zgaradi. Sirt tarangligi kir yuvish vositalari yoki idishlarni yuvish mashinalari tomonidan kamayadi, ular suvga qo'shilganda, mato tolalarini yoki iflos idishlarni

namlaydigan suv yaxshiroqdir. Masalan, suvdagi suv o'lhagich sirt tarangligi bilan ushlab turiladi.

Gazlar

Gazning yaxshi namunasi atrofimizdagi havodir. Biz chuqurligi o'nlab kilometr bo'lgan ulkan havo okeanining tubida yashaymiz. Bu atmosfera. Havo bizga juda yengil ko'rinadi. Ammo uning vazni ham bor: yer yuzasining har bir kvadrat santimetriga havo kilogramm vazniga teng kuch bilan bosadi. Gazlardagi molekular bir-biriga nisbatan ancha uzoqda, molekular orasidagi masofalar molekularning o'zidan taxminan o'n baravar katta. Shuning uchun molekular bir-biri bilan o'zaro ta'sir qilmaydi, molekulararo bog'lanishlar o'rnatilmaydi. Molekular tasodifiy ravishda barcha yo'nalishlarda harakatlanmoqda.

Natijada, gaz quyidagi xususiyatlarga ega:

Gazlar o'z shakli va doimiy hajmiga ega emas. Ular idish shaklini oladi va ularga taqdim etilgan butun hajmni to'liq to'ldiradi.

Gaz molekulari o'lchamlaridan ancha katta masofalarda joylashgan, shuning uchun ular bir-biriga tortilmaydi; ular doimiy ravishda juda katta tezlikda harakat qilishadi va shuning uchun gazlar idish shaklini olgan holda taqdim etilgan butun hajmni to'ldiradi.

Agar siz kauchuk to'pni havo bilan to'ldirsangiz, u holda havo butun hajmini teng ravishda to'ldiradi, u pastki qismga joylashmaydi yoki yuqori qismiga ko'tarilmaydi. U butun hajmga to'liq tarqaladi. Agar bir xil hajmdagi havo birinchisidan kattaroq to'p bilan to'ldirilgan bo'lsa, undagi havo ham butun hajmni to'ldiradi, lekin u kamroq zichroq bo'ladi. Shuning uchun, ikkinchi to'pni siqish biz uchun osonroq bo'ladi.

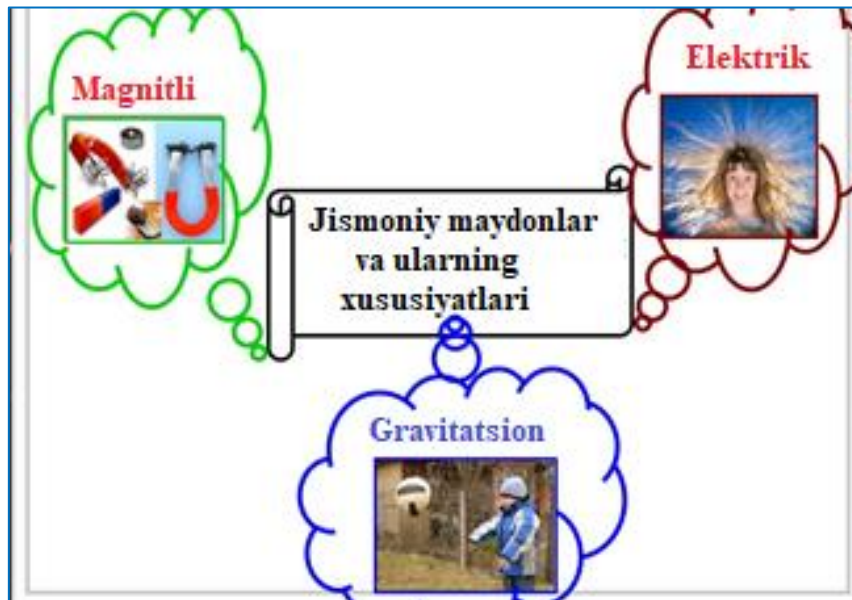
Qattiq va suyuqliklardan farqli o'laroq, gaz hajmi sezilarli darajada bosim va haroratga bog'liq. Agar gaz harorati kritik darajadan past bo'lsa, har qanday gazni oddiy siqish orqali suyuqlikka aylantirish mumkin.

Suyultirilgan gazlar muhandislikda keng qo'llaniladi. Azot tuproqni urug'lantirish uchun qishloq xo'jaligida ishlatiladigan ammiak va azot tuzlarini ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Argon, neon va boshqa inert gazlar elektr lampalarni, shuningdek gaz lampalarini to'ldirish uchun ishlatiladi. Kislorod eng katta foydalanishga ega. Asetilen yoki vodorod bilan aralashmada u metallarni kesish va payvandlash uchun ishlatiladigan juda yuqori haroratli olovni beradi. Kislorod in'eksiyasi (kislorod puflash) metallurgiya jarayonlarini tezlashtiradi. Dorixonalardan yostiqlarda yetkazib beriladigan kislorod og'irini qoldiruvchi sifatida ishlatiladi. Suyuq kislorodni kosmik raketa dvigatellari uchun oksidlovchi sifatida ishlatish ayniqsa muhimdir.

Suyuq ammiak muzlatgichlarda keng qo‘llanilishini topdi-tez buziladigan mahsulotlar saqlanadigan ulkan omborlar. Suyultirilgan gazlarning bug‘lanishi natijasida sovutish tez buziladigan mahsulotlarni tashishda muzlatgichlarda qo‘llaniladi. Sanoat, tibbiyot va boshqalarda ishlatiladigan gazlar., ular suyultirilgan holatda bo‘lganda tashish osonroq, chunki ayni paytda moddaning katta miqdori bir xil hajmda bo‘ladi.

Fizik maydon

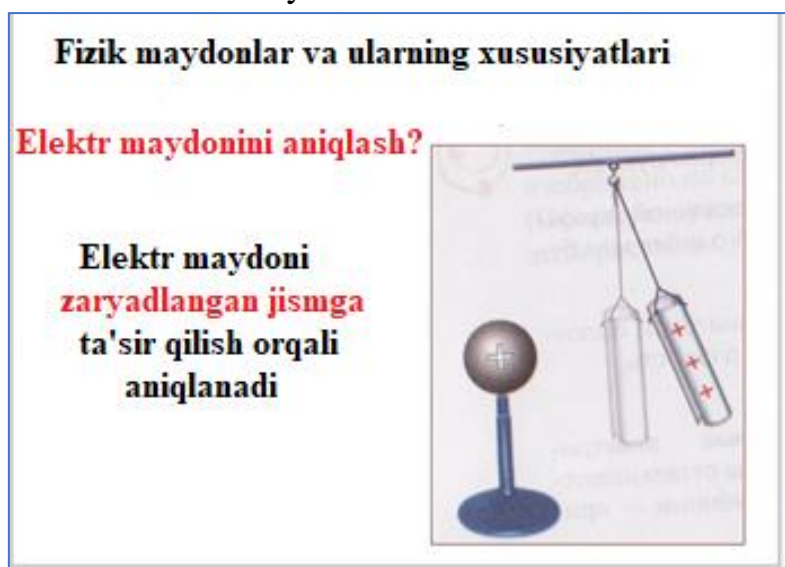
Materiya doimiy harakatda. Har xil turdagi moddalar bir-biriga aylanishi mumkin. Modda maydonga, maydon yesa moddaga aylanishi mumkin. Zamonaviy bilimlar tizimidagi soha materiyaning maxsus shakli sifatida belgilanadi. Maydonlar quyidagicha bo‘lishi mumkin: kuchli, zaif, tortishish, elektromagnit, yadro kuchlari maydonlari. Maydonlar, ularni hosil qilgan zarrachalardan qat’i nazar, mustaqil ravishda mavjud bo‘lishi mumkin. Maydon yordamida-ko‘rinmas elektromagnit to‘lqinlar-biz suhbatdosh bilan mobil telefonda muloqot qilishimiz mumkin, kema kapitani sun’iy yo‘ldosh orqali koordinatalarini aniqlay oladi. Bunday to‘lqinlar ustida Radio va televideniye ishlaydi.



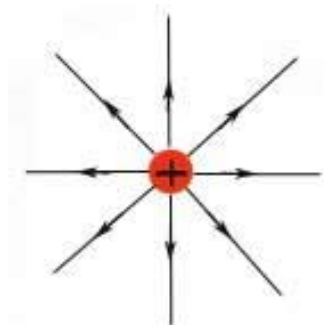
Elektromagnit to‘lqinlarning yana bir misoli yorug‘likdir. Maydonni tasavvur qilish qiyinroq – biz uning harakatining oqibatlarini aytishimiz mumkin, lekin biz ko‘ra olmaymiz. Maydonni har doim ham inson sezgilari yordamida aniqlash mumkin emas, lekin u ba’zi fizik jismlarga ta’sir qilish (kichik metall buyumlarni magnetga jalb qilish) orqali osongina aniqlanadi.

Elektr maydoni

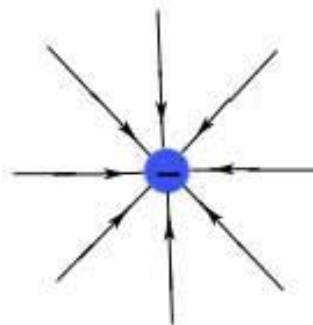
Zaryadlangan jism atrofida elektr maydoni mavjud bo'lib, bir zaryadning maydoni boshqa zaryadning maydoniga qandaydir kuch bilan ta'sir qiladi va bu kuch **elektr kuchi** deb ataladi. Bu ikkita zaryadlangan jismning o'zaro ta'sirini tushuntirishi mumkin: tortishish yoki itarish.



Zaryadlangan jismlar havosiz makonda ham o'zaro ta'sir qiladi. Elektr maydonini elektrometr yordamida aniqlash mumkin. Elektr maydonini yo'nalishga ega bo'lgan elektr maydon kuch chiziqlari yordamida grafik tarzda ifodalash mumkin:

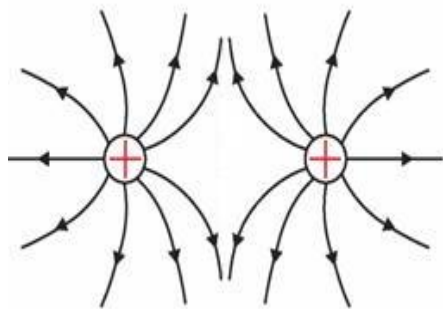


Ijobiy zaryaddan chiqish

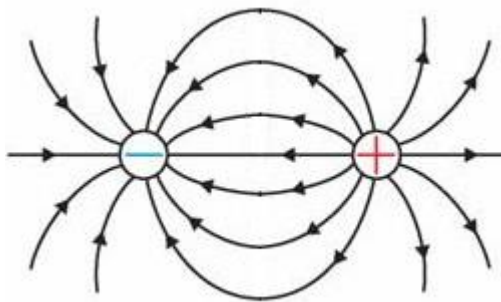


Salbiy zaryadga kirish

Ikki zaryadlangan jismning o'zaro ta'siri



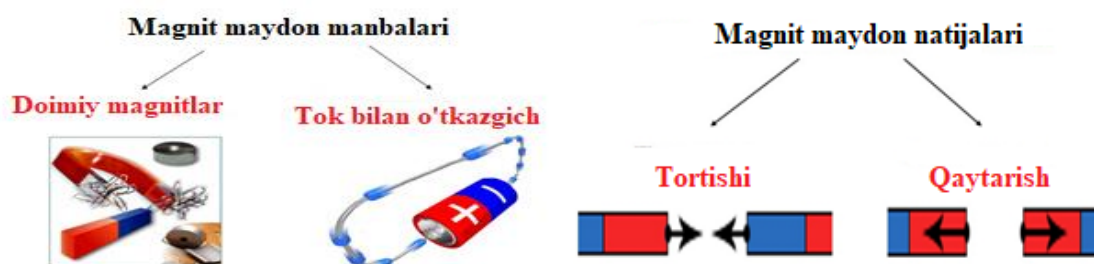
Икки зарядланган зарраларнинг ўзаро таъсири-итариш



Икки зарядланган зарраларнинг ўзаро таъсири-тортишиш

Magnit maydon

Har qanday magnit atrofida magnit maydon mavjud. Magnit hodisalar odamlarga qadim zamonlardan beri ma'lum bo'lgan. Hatto qadimgi yunonlar ham kichik temir buyumlarni o'ziga jalb qila oladigan maxsus mineral – Magnesiyadan tosh (qadimgi yunon Fessaliyasidagi hudud) borligini bilishgan. 12-asrda kompas Yevropada dunyoning ba'zi qismlarining yo'nalishini aniqlashingiz mumkin bo'lgan qurilma sifatida tanildi, u dengiz safarlarida ochiq dengizdagi kemaning borishini aniqlash uchun foydalanishni topdi. Magnit maydonni temir parchalari, magnit o'q yordamida aniqlash va tekshirish mumkin. Magnitning ikkita qutbi bor: xuddi shu nomdagi Shimoliy va Janubiy qutblar qaytaradi, qarama-qarshi qutblar tortadi. Elektr toki va magnit maydon bir-biridan ajralmas. Elektr tokining harakatlaridan biri uning magnit harakati bo'lib, u har doim elektr toki o'tkazgich orqali o'tganda kuzatiladi. Magnit maydon harakatlanuvchi elektr zaryadlari atrofida mavjud, shuning uchun tokni magnit maydon manbai deb hisoblash mumkin.



Fizik vakuum - bu haqiqiy zarralar bo'lmagan va ma'lum hajmdagi minimal yenergiya zichligi sharti bajariladigan bo'shliq. Bu bo'shliq emas, bir vaqtlar ishonilganidek, u jonsiz va yuzsiz emas, balki yenergiyaga to'ladir.

Moddaning o'ziga xos xususiyati harakatdir. Materiya faqat harakatda mavjud, mutlaq dam olish yo'q. **Harakat** deganda nafaqat jismlarning bir-biriga nisbatan harakati (mexanik harakat), balki uning xususiyatlari, holatlari,

bogʻlanishlari va hokazolarning har qanday oʻzgarishi tushuniladi, boshqacha qilib aytganda, materiya harakatining turli shakllari mavjud. Fizikada harakat eng umumiy shaklda, holat yoki boshqa fizik miqdorning oʻzgarishi sifatida koʻrib chiqiladi.

Harakat-bu materiyaning mavjud boʻlish shakli, usuli. Harakatni yoʻq qilib boʻlmaydi. Qadimgi yunonlar buni allaqachon yaxshi tushunishgan, chunki bu soʻz ularga tegishli: "**hamma narsa oqadi, hamma narsa oʻzgaradi**". Aloqa va oʻzaro taʼsir materiyaning eng muhim xususiyatlarini ham ifodalaydi, ularsiz uning mavjudligi mumkin emas.

Oʻzaro taʼsir-bu materiya va harakat almashinuvi orqali bir obʻektga boshqasiga taʼsir qilish jarayoni. U materiyaning harakati vazifasini bajaradi va harakat turli xil oʻzaro taʼsirlarni oʻz ichiga oladi. Har qanday obʻekt mavjud boʻlishi uchun oʻzaro taʼsir qilish, boshqa obʻektlarga nisbatan qandaydir tarzda oʻzini namoyon qilish demakdir. Faqat oʻzaro taʼsir orqali obʻektning mavjudligi haqida bilish mumkin.

Materiya qonunlari (Laws of matter).

Biz yuqorida materiya oʻz qonunlariga muvofiq mavjud boʻlgan oʻzini oʻzi tashkil etuvchi tizim ekanligini taʼkidladik. Materiyaning har bir turi (darajasi) materiyaning har bir turiga oʻxshash oʻziga xos shakllariga ega. Materiyaning har bir shakli oʻz qonunlariga ega.

Shunday qilib, materiyaning har bir pastki darajasida (materiyaning har bir shaklida) oʻz qonunlari paydo boʻladi, chunki materiyaning har bir shakli asosiy shakllardan sifat jihatidan farq qiladi. Shu bilan birga, materiyaning yuqori darajalari tarixan nisbatan past darajalar asosida vujudga keladi va ularni oʻzgartirilgan shaklda – yanada murakkab tizimning tuzilishi va rivojlanish qonuniyatlariga muvofiq oʻz ichiga oladi.

Materiyani tashkil qilishning har bir pastki darajasida biz uchta asosiy qonunni ajratamiz. Ularning mavjudligi:

- 1) quvvat balansi;
- 2) kuchlarning oʻzaro taʼsiri;
- 3) har qanday oʻzgarish paytida kuchlarni saqlash.

Bu qonunlar bir xil tartibda, lekin oʻzgartirilgan shaklda, materiyaning keyingi shakllarida takrorlanadi. Shu bilan birga, materiyaning eng past shaklining birinchi qonuni materiyaning keyingi (yuqori) shakllarining birinchi qonuniga mos keladi. Ikkinchi va uchinchi qonunlar materiyaning keyingi darajalarida ham oʻzgartirilgan shaklda takrorlanadi va materiyaning asosiy shakllari qonunlariga mos keladi.

Nazorat savollari

11. Kontinium deb nimaga aytiladi?
12. Materiya nimalarni birlashtiradi?
13. Materiya deb nimaga aytiladi?
14. Qattiq jismlarning xususiyatlari tushuntirib bering.
15. Suyuqliklar xususiyatlari tushuntirib bering.
16. Gaz qanday xususiyatlarga ega?
17. Fizik maydoni nima?
18. Magnit maydoni nima?
19. Elektr maydoni nima?
20. Harakat deb nimaga aytiladi?

§1.3. Dunyo fizik qiyofasining zamonaviy elementlari

Fizika kursida siz tabiatdagi jismlar va ob'ektlarning o'zaro ta'sirining har xil turlari bilan tanishdingiz, ular nafaqat atrofimizdagi dunyoning turli xil fizik hodisalarini, balki Koinot yevolyutsiyasi yo'nalishini ham belgilaydi. Fizika tabiat haqidagi fandır, ammo uning har bir bo'limida fizik hodisalar faqat bir tomondan batafsil ko'rib chiqiladi, ma'lum bir xususiyatga ko'ra materiyaning ma'lum xususiyatlarini ta'kidlaydi. Tabiat qonunlarini bilish tarixan ham asosan u yoki bu fizik yondashuv asosida davom yetgan.



1.2-rasm. Dunyoning fizik suratlari

Bilimlarni to'plash bilan insoniyat dunyoning umumlashtirilgan, ilmiy manzarasi doirasidagi barcha xilma-xil faktlar va qonunlarni "bog'lashga" intildi. Dunyoning surati atrofimizdagi dunyoni tavsiflovchi nazariyalar, qonunlar va prinsiplar to'plami sifatida tushuniladi.

Dunyoning birinchi, mexanik tasviri I. Nyutonning klassik mexanikasiga asoslangan edi (1.2-rasm). Dunyoning ushbu rasmini qurish sabablarini tushuntirish va samoviy jismlarning mexanik harakati qonunlarini, shuningdek makro va megasistemalarni (Yer, Oy, Quyosh, Quyosh tizimi, Galaktika) o'rnatishga asoslangan edi. Koinotdagi har qanday masofaga cheksiz tez uzatiladigan jismlar orasidagi tortishish o'zaro ta'siri mexanik harakatning asosiy sababi sifatida qaraldi.

Yeslatib o'tamiz, kuch yoki yenergiya tasvirlari asosida turli jismlarning harakat qonunlarini o'rnatish mumkin: atomlar va molekulalardan sayyoralar va yulduzlargacha. G. Galiley tomonidan mexanikaga kiritilgan inersiya va nisbiylik tamoyillari eng muhim rol o'ynaydi.

XVIII-XIX asrlarda dunyoning mexanik rasmiga asoslanib, "er usti", samoviy va molekulyar mexanika ishlab chiqilgan. Biroq, shu bilan birga, fizika uning poydevorida yotgan atomizm (materiya tuzilishining diskretligi) g'oyalariga zid bo'lgan katta miqdordagi eksperimental ma'lumotlarni to'pladi.

Elektr va magnit o'zaro ta'sirlarni o'rganish materiya haqidagi tushunchani sezilarli darajada o'zgartirdi va dunyoning elektromagnit rasmining paydo bo'lishiga olib keldi (1-rasmga qarang). U barcha hodisalar kuchlar (tortishish va elektromagnit) yordamida tasvirlangan dunyo g'oyasiga asoslangan edi. Elektrodinamikani yaratishga asosiy hissa S. Kulon (elektrostatik o'zaro ta'sirlar), A. Volta (DC manbai), A. Amper (magnit maydonlar va oqimlar), M. Faradey (elektromagnit induksiya), J. Maksvell (elektromagnetizm nazariyasi), G. Gers (elektromagnit to'lqinlarning kashf yetilishi) va G. Lorens (materiya tuzilishining klassik elektron nazariyasi).

M. Faradey materiyaning diskret (korpuskulyar) tasvirlarini uzluksiz (kontinual) tasvirlar bilan almashtirish zarurligi haqidagi fikrga keldi. Faradeyning so'zlariga ko'ra, materiya quvvat nuqtalari markazlari bo'lgan uzluksiz cheksiz maydon sifatida ifodalangan. J. Maksvell elektromagnit maydonning matematik nazariyasini yaratdi. Ushbu nazariyaga asoslanib, u elektromagnit buzilishning tarqalishi elektromagnit to'lqinlar shaklida cheklangan tezlikda sodir bo'ladi degan xulosaga keldi. Dunyoning yangi surati aloqa va o'zaro ta'sir tamoyillarini o'zgartirdi: ular maydon orqali doimiy ravishda nuqtadan nuqtaga va cheklangan tezlikda uzatiladi. Dunyoning

elektromagnit rasmdan ko‘rinib turibdiki, materiyaning ichki tuzilishi elektromagnit kuchlarning ta’siri bilan belgilanadi.

Dunyoning elektromagnit rasmini shakllantirishning haqiqiy yakunlanishi A. Eynshteynning maxsus nisbiylik nazariyasi edi. U elektrodinamika qonunlarini makon va vaqtning nisbiyligi g‘oyasi bilan to‘ldirdi.

Biroq, XIX-XX asrlar oxirida dunyoning elektromagnit rasmida tushuntirib bo‘lmaydigan bir qator nazariy muammolar va eksperimental faktlar topildi: radioaktivlik, termal nurlanish, atom spektrlari, atomlarning barqarorligi.

Kvant maydonini yaratishda birinchi radikal qadamlar (1.1-rasmga qarang) dunyoning rasm yerta XX asrda qilingan. Yemissiya, yutilish va tarqalish jarayonlarida nurlanishni kvantlash (M. Plank, A. Yeynshteyn); atomdagi elektronlarning statsionar holatlari (N. Bor); uning vaqti uchun mutlaqo hayoliy g‘oya — to‘lqin-zarracha dualizmi (L. de Broyl) va nihoyat, kvant mexanikasini yaratish (Ye. Shrodinger, V. Heisenberg, P. Dirac, V. Pauli).

Atom yadrosining tuzilishini o‘rganish (Ye. Rezerford, P. Kyuri va M. Skladovskaya-Kyuri, J. Chadvik) atom yadrosi va elementar zarralar fizikasining shakllanishiga olib keldi. Faqat subatomik zarrachalarning mikrokosmosiga xos bo‘lgan o‘zaro ta’sirlarning tubdan yangi turlari kashf qilindi – kuchli va zaif. Yadro reaksiyalarining yenergiyasi odamlarga xizmat qildi (Ye. Fermi, I. Kurchatov).

Dunyoning zamonaviy fizik rasmining o‘ziga xos xususiyati uning statistik fizika doirasida o‘rganilgan statistik qonunlar shaklida ifodalangan (1.1-rasmga qarang) ehtimollik xususiyatidir. Bu yerda, dunyoning mexanik rasmdan farqli o‘laroq, "kelajak "ning"qattiq" aniqligi yo‘q.

Bu yerda hodisalarning tasodifiyligi materiyaning ob’ektiv xususiyati sifatida ishlaydi. Zamonaviy fizikada asosiy moddiy ob’ekt kvant maydoni bo‘lib, uning bir holatdan ikkinchisiga o‘tishi zarrachalar paydo bo‘lishiga olib keladi.

Biz fizikaning rivojlanishiga xos bo‘lgan ikkita qonuniyatni qayd yetamiz. Birinchisi moyilliklar prinsipi bilan ifodalanadi (1-rasmga qarang): haqiqiylik eksperimental ravishda tasdiqlangan alohida nazariyalar, umumiy nazariyalarning paydo bo‘lishi bilan maxsus yoki cheklovchi holat sifatida o‘z ahamiyatini saqlab qoladi. Masalan, nisbiylikning maxsus nazariyasi, uning xulosalari past tezlikda Nyuton mexanikasi xulosalariga to‘g‘ri keladi.

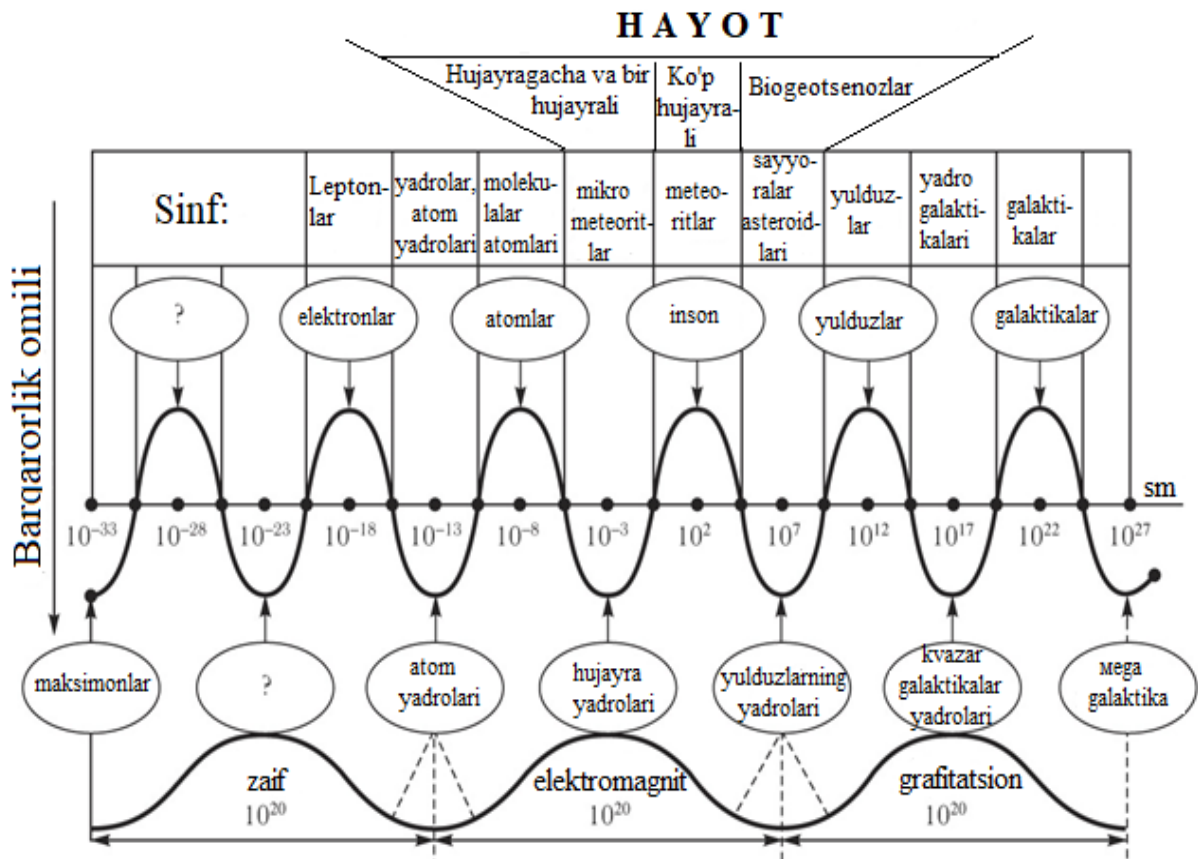
Ikkinchi qonuniyat - fizika bo‘limlarining integratsiyasi yoki interpenetratsiyasi. Masalan, zarralar fizikasining rivojlanishi va uning astronomiya bilan birlashishi yulduzlar va koinot yevolyutsiyasi qonunlari bilan shug‘ullanadigan astrofizikaning paydo bo‘lishiga olib keldi.

Dunyoning kvant maydoni tasviri yangi ilmiy faktlar to'planishi va yangi ilmiy farazlarning paydo bo'lishi bilan rivojlanishda davom yetmoqda.

Shunday qilib, dunyoning tabiatshunoslik manzarasi deganda tabiiy fanlar: fizika, astronomiya, matematika, kimyo, biologiya tomonidan to'plangan atrofimizdagi dunyo haqidagi umumiy zamonaviy bilimlar tushuniladi. Dunyoning fizik manzarasi dunyoning tabiatshunoslik rasmining ajralmas qismidir.

Dunyoning fizik manzarasi materiyaning tarkibiy tuzilishi haqidagi g'oyalar bilan cheklanmaydi. Shuningdek, u zarrachalar harakati qonunlarida va ularning o'zaro ta'sir qonunlarida o'zini namoyon qiladi.

Shunday qilib, 1.3-rasmda mos keladigan ob'ektlarning hajmini oshirish tartibida dunyoning tuzilishi ko'rsatilgan.



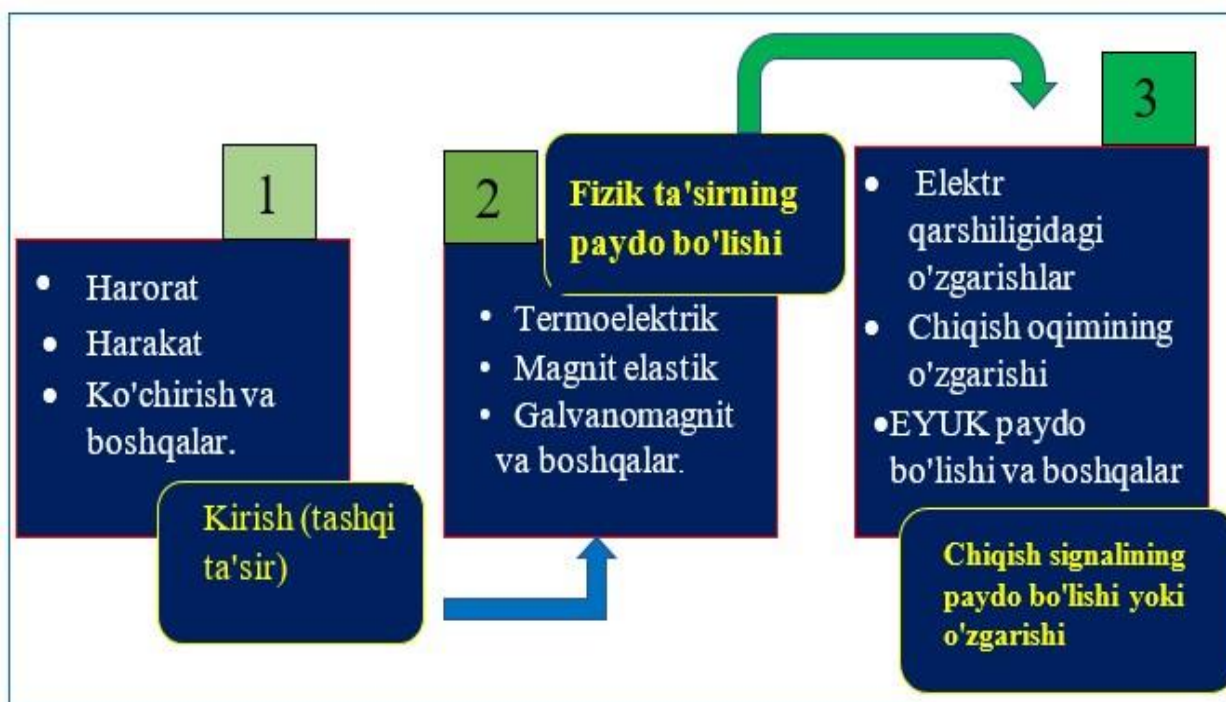
1.3-rasm. Ob'ektlar hajmi bo'yicha tuzilgan dunyoning tabiiy rasmining parchasi

Elektronlar, atomlar, odamlar, yulduzlar va galaktikalarning o'lchamlari bir-biridan 10 ta kattalik buyrug'i bilan farq qilishini ta'kidlanadi. Xuddi shunday, atomlar, hujayralar, yulduzlar va hokazolarning yadrolarining o'lchamlari, farq qiladi. Bu shuni anglatadiki, koinotning turli darajalarini taqsimlashda ma'lum bir tartib mavjud.

Atrofimizdagi dunyodagi ob'ektlarning (zarralar, jismlar, galaktikalar) ajoyib xilma-xilligiga qaramay, zamonaviy ma'lumotlarga ko'ra, tabiatda fundamental o'zaro ta'sirlarning atigi to'rt turi mavjud. Ular harakat intensivligi va radiusi bilan farqlanadi. Aynan shu fundamental o'zaro ta'sirlar dunyoning zamonaviy fizik rasmini qurishda asosiy "shaxslar va ijrochilar" hisoblanadi.

O'zaro ta'sirlarning eng kuchsizligi bu gravitatsion o'zaro ta'sirdir. Bu yadrodan taxminan 10^{38} marta zaifdir. Ushbu o'zaro ta'sir 1687 yilda I. Nyuton tomonidan kashf etilgan universal tortishish qonuni bilan tavsiflanadi. Gravitatsion kuchlar har qanday jismlar, shu jumladan elementar zarralar o'rtasida harakat qiladi, lekin ular faqat ulkan massali astronomik ob'ektlarda hal qiluvchi rol o'ynaydi.

Har qanday elektr zaryadlangan zarralar va jismlar elektromagnit o'zaro ta'sirda ishtirok yetadi va uning "tashuvchisi" (elektromagnit maydon kvanti) fotonlardir. Elektromagnit kuchlar atomlar, molekularning barqaror mavjudligini ta'minlaydi, qattiq moddalar, suyuqliklar va gazlarning mexanik xususiyatlarini aniqlaydi.



Kirish qiymatini chiqish signaliga aylantirish jarayoni

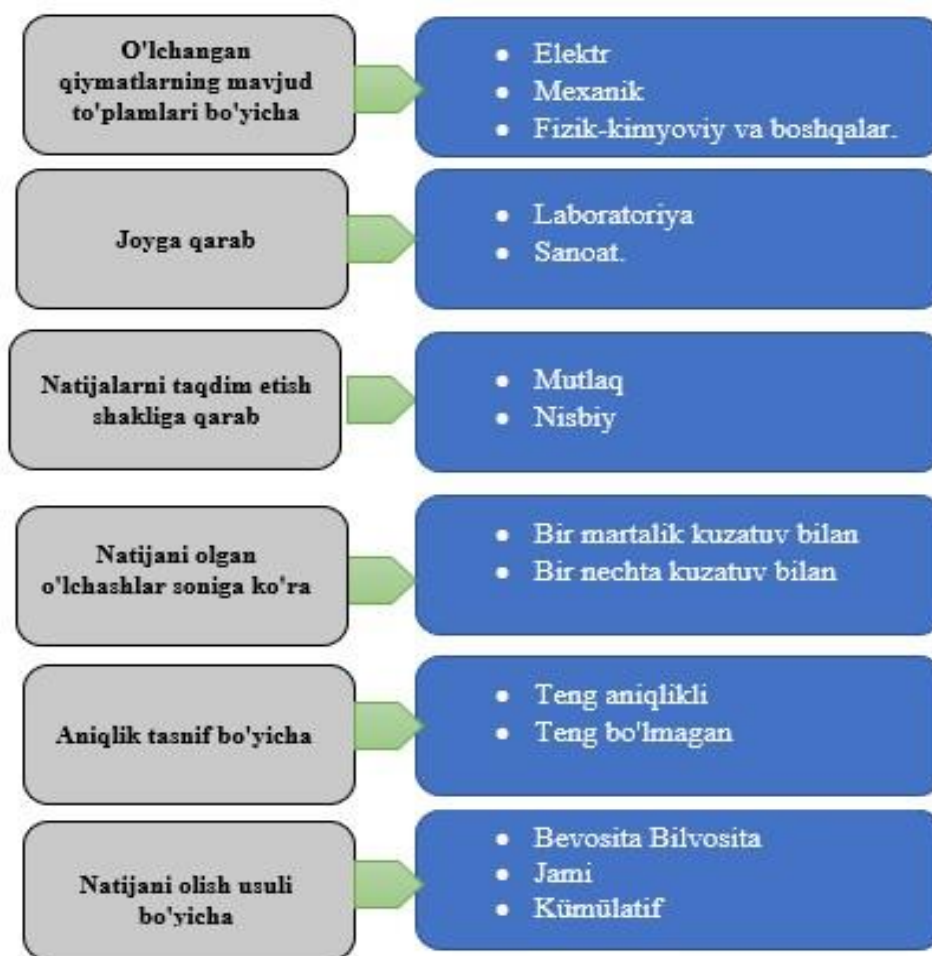
§1.3.1. O'lchashlar va ularning turlari

O'lchashlar insonning tabiatni bilishning eng muhim usullaridan biridir. Ular atrofimizdagi dunyoning miqdoriy xarakteristikasini beradi, insonga tabiatda ishlaydigan qonunlarni ochib beradi. Texnologiyaning barcha tarmoqlari barcha

texnologik jarayonlarni, ularni nazorat va boshqarishni, shuningdek mahsulotlarning xususiyatlari va sifatini belgilaydigan batafsil o'lchash tizimisiz mavjud bo'lmaydi. Aniqlik xususiyatlariga ko'ra o'lchashlar teng aniqlikli va teng bo'lmagan turlariga bo'linadi.

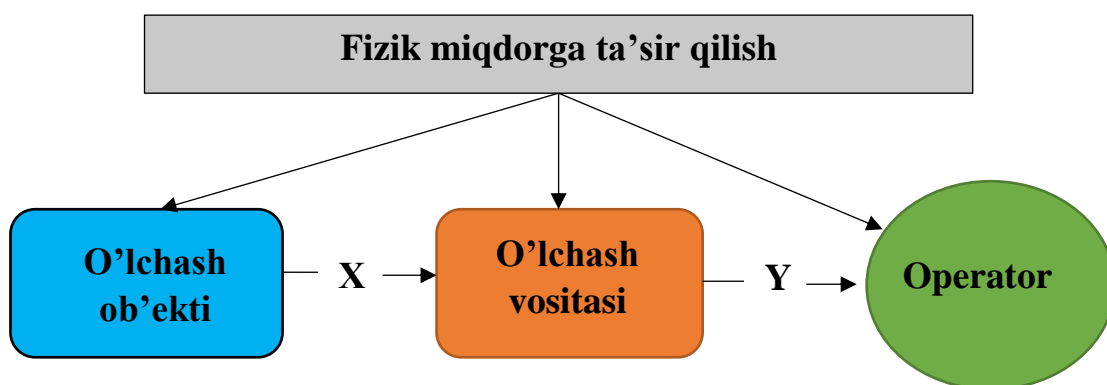
O'lchash turlari

Fizik miqdorning yekvivalent o'lchashlar - bu o'lchash asboblari (SI) yordamida bir xil aniqlik bilan, bir xil boshlang'ich sharoitlarda amalga oshirilgan ma'lum miqdordagi o'lchashlar seriyasidir. **Fizik miqdorning ekvivalent o'lchashlari** - bu o'lchash asboblari yordamida har xil aniqlikda va (yoki) har xil boshlang'ich sharoitlarda amalga oshirilgan ma'lum miqdordagi o'lchashlar seriyasidir.



O'lchash - bu o'lchangan fizik miqdorning qiymatini olish uchun o'lchash tizimini qo'llash bo'yicha operatsiyalar to'plami.

O'lchash jarayonining sxemasini quyidagi shaklda keltirish mumkin:



X-o'lchangan qiymat;

Y-axborotni o'lchash signali;

Fizik miqdorga ta'sir qilish - bu o'lchash vositasi ma'lumotlari bilan o'lchanmaydigan, ammo o'lchash natijasiga ta'sir qiladigan fizik miqdor (atfomuhit harorati, havo namligi, elektromagnit maydon, tebranishlar va boshqalar.)

O'lchashlarni metrologik maqsadga muvofiq uchta toifaga ajratish mumkin:

- anormal,
- texnik,
- metrologik.

Anormal (normallashtirilmagan) - anormal metrologik xususiyatlarga ega o'lchashlar.

Texnik - ishlaydigan o'lchash vositalaridan foydalangan holda o'lchashlar.

Metrologik - etalonlpr va namunaviy o'lchash vositalaridan foydalangan holda o'lchashlar.

Normallashtirilmagan o'lchashlar eng oddiy hisoblanadi. Ular natijaning aniqligi va ishonchliligini normallashtirmaydi. Shuning uchun ularni qo'llash doirasi cheklangan. Ular o'lchashlarning bir xilligi talabi bilan qoplangan maydonda qo'llanilishi mumkin emas. Har birimiz natijaning aniqligi va ishonchliligi haqida o'ylamasdan uzunlik, massa, vaqt, haroratni tartibsiz o'lchashni amalga oshirishimiz mumkin. Lekin qoida tariqasida, normallashtirilmagan o'lchashlar natijalari individual ravishda qo'llaniladi, ya'ni, ular sub'ekt tomonidan o'z maqsadlari uchun ishlatiladi.

Texnik o'lchashlar o'lchash birligi talablariga javob beradi, ya'ni.natija ma'lum miqdordagi muhim raqamlar bilan belgilangan fizik miqdor birliklarida qayd etilgan ma'lum xato va ehtimollik bilan olinadi. Ular metrologiya xizmatida tekshirish (poverka) yoki kalibrlashdan o'tgan aniqlik sinfiga ega o'lchash

asboblari yordamida amalga oshiriladi. O'lchashlar ichki maqsadlar uchun mo'ljallanganligiga yoki ularning natijalari umumiy foydalanish uchun mavjud bo'lishiga qarab, o'lchash vositalarini kalibrlash yoki tekshirishni amalga oshirish kerak. Kalibrlangan yoki tasdiqlangan o'lchash vositasi ishlaydigan **o'lchash vositasi** deb ataladi.

Ishlab chiqarish o'lchashlarining aksariyati, xonadon hisoblagichlari tomonidan iste'mol qilinadigan elektr yenergiyasini o'lchash, savdo markazlarida tortish paytida o'lchashlar, bank terminallarida moliyaviy o'lchashlar texnik o'lchashlarga misol bo'la oladi. Boshqa o'lchash vositalarini kalibrlash uchun ishlatiladigan o'lchash vositasi **namunali o'lchash vositasi** deb ataladi. Namunaviy o'lchash vositasi yuqori aniqlik sinfiga ega va alohida saqlanadi, u texnik o'lchashlar uchun ishlatilmaydi. Metrologik o'lchashlar faqat o'lchashlarning bir xilligi talablariga javob bermaydi, balki o'lchashlarning bir xilligini ta'minlash vositalaridan biridir. Ular fizik miqdorlarning birliklarini ko'paytirish maqsadida ularning o'lchamlarini namunali va ishlaydigan o'lchash vositalariga o'tkazish uchun amalga oshiriladi. Metrologik o'lchashlar metrologiya xizmati tomonidan standart sharoitlarda, sertifikatlangan xodimlar tomonidan amalga oshiriladi.

"Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish" fanida quyidagi texnik o'lchashlar ko'rib chiqiladi.

1. O'lchangan qiymatning vaqtga bog'liqligi tabiati bo'yicha o'lchash usullari quyidagilarga bo'linadi:

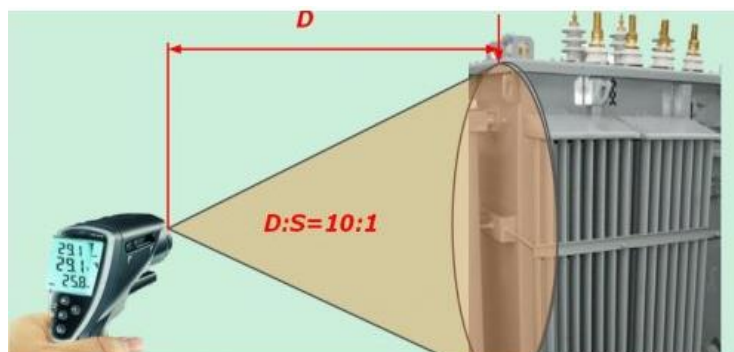
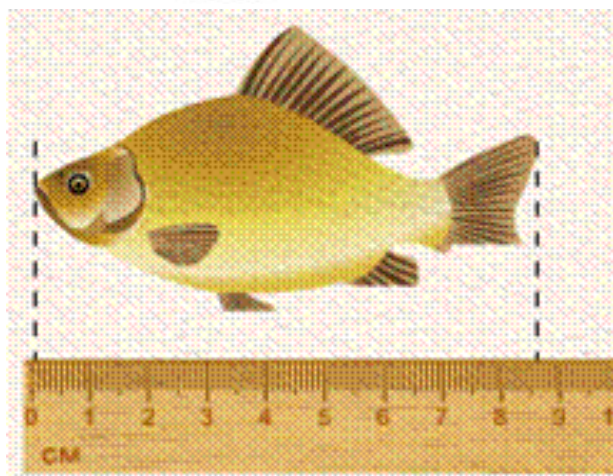
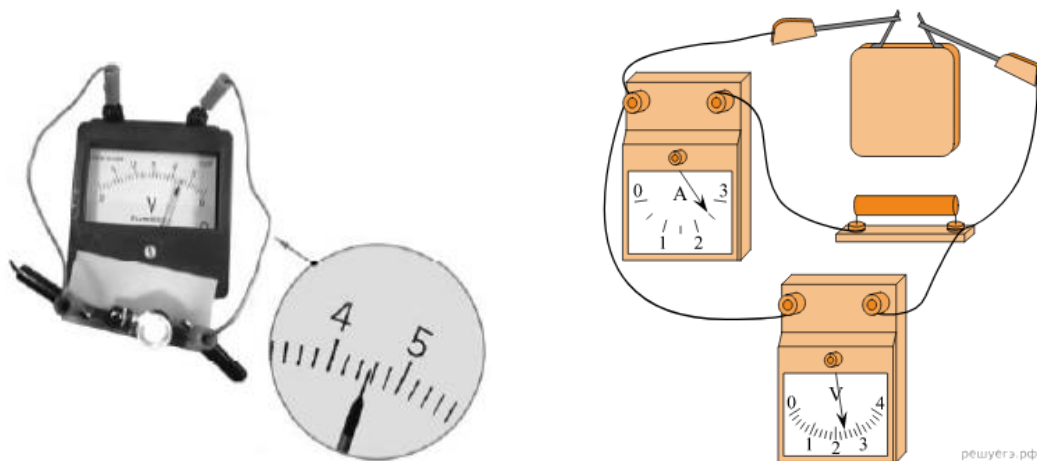
- **Statik** - unda o'lchangan qiymat vaqt ichida doimiy bo'lib qoladi;
- **Dinamik** - uning davomida o'lchangan qiymat o'zgaradi va vaqt o'tishi bilan o'zgaruvchan (beqaror) bo'ladi.

2. O'lchash natijalarini olish usuliga ko'ra (o'lchash tenglamalari turi) o'lchash usullari bevosita (to'g'ridan-to'g'ri), bilvosita, qo'shma (birgalikda) va kumulyativ bo'linadi.

Bevosita (to'g'ridan-to'g'ri) o'lchash bilan kerakli qiymat to'g'ridan-to'g'ri eksperimental ma'lumotlardan topiladi (masalan, diametrni kaliper bilan o'lchash).

$$Y = x$$

Bu yerda x eksperimental ravishda topilgan miqdorlarning qiymati



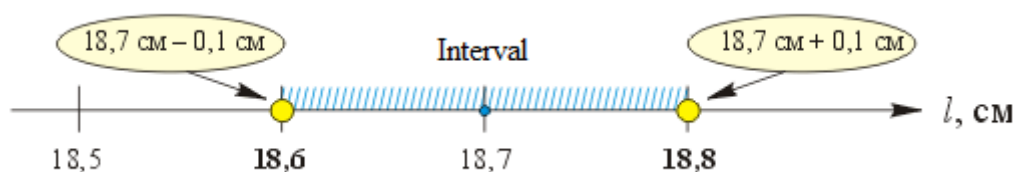
Eslatib o‘tamiz, mutlaqo aniq o‘lchash asboblari mavjud emas. Bundan tashqari, har birimiz o‘lchashlarni biroz boshqacha qabul qilamiz, masalan, tanani o‘lchagichga qo‘yadi, ko‘zlarni o‘lchashga nisbatan joylashtiradi va hokazo.



Asboblar va o'lchashlar yordamida o'lchash natijasiga kiritilgan xatoni hisoblash murakkab jarayon hisoblanadi. Shuning uchun biz o'lchash natijasining xatosi shkalaning bitta bo'linishi bo'linmasidan oshmaydi deb sodda tarzda taxmin qilamiz. Yoki, xuddi shu narsa, o'lchash natijasining eng katta xatosi shkalaning bitta bo'linmasiga teng.

Masalan, chizg'ich bo'linmalari 1 mm/bo'linma. Shuning uchun bitta bo'linma 0,1 sm. Qalam uzunligini o'lchashda eng katta xato ham 0,1 sm bo'ladi. Buni hisobga olgan holda, biz qalam uzunligini o'lchash natijasini yozamiz:

$$1 \text{ qalam} = 18,7 \text{ sm} \text{ yo } 0,1 \text{ sm} = (18,7 \text{ yo } 0,1) \text{ sm}$$



Ushbu yozuvda 18,7 sm qalam uzunligining o'lchangan qiymati va 0,1 sm o'lchash natijasining eng katta xatosi. Shunday qilib, qalam uzunligining haqiqiy qiymati 18,6 sm va 18,8 sm raqamlar orasidagi oraliq ichida joylashgan.

To'g'ridan-to'g'ri o'lchash tenglamasi quyidagi shaklga ega

$$A = c \cdot x.$$

Bu yerda A - bu uchun qabul qilingan o'lchash birliklarida o'lchangan qiymatning qiymati; c - o'lchashni yoki raqamli o'qish moslamasining bitta o'qilishini o'lchangan qiymat birliklariga bo'linishi; x - o'lchash bo'linmalarida indikator qurilmasini o'qish.

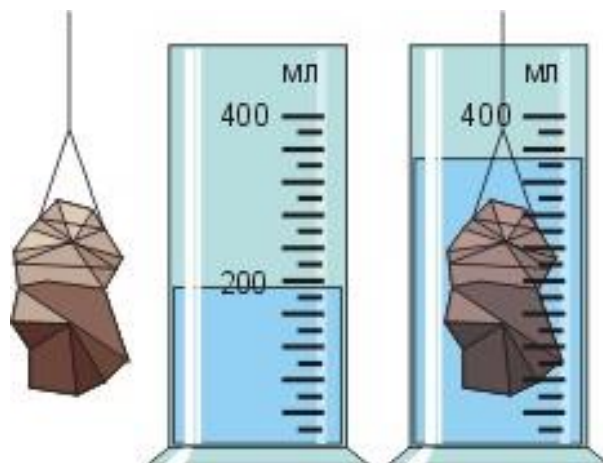
Bilvosita o'lchash bilan qiymatning kerakli qiymati ushbu qiymat va to'g'ridan-to'g'ri o'lchanadigan qiymatlar o'rtasidagi ma'lum bog'liqlik asosida aniqlanadi. Bilvosita o'lchovlar bilan kerakli qiymat o'lchanmaydi, lekin boshqa miqdorlarni o'lchash natijalari bo'yicha hisoblanadi.

Bilvosita o'lchash tenglamasi quyidagi shaklga ega

$$A = f(a_1, a_2, a_3 \dots a_n).$$

Bu yerda A argumentlarning funksiyasi bo'lgan kerakli qiymat ($a_1, a_2, a_3 \dots a_n$) to'g'ridan-to'g'ri usul bilan o'lchanadi.

Endi bilvosita o'lchashlar bilan tanishamiz. Ularning farqi shundaki, o'lchangan qiymatning qiymati shkalada hisoblangandan so'ng darhol emas, balki faqat qo'shimcha hisob-kitoblardan so'ng olinadi.



Yuqoridagi rasimga murojaat qilaylik. Ipga tosh osilgan va uning yonida suv solingan stakan bor. Toshning hajmini aniqlash talab qilinsin. Biz nima qilamiz? Avval biz suv hajmini o‘lchaymiz, so‘ngra suv ostidagi tosh bilan suv hajmini o‘lchaymiz. Birinchi jildni ikkinchisidan chiqarib, toshning to‘g‘ri hajmini topamiz.

$$SD = 20 \text{ ml/bo‘l}$$

$$V_s = 200 \text{ ml yo } 20 \text{ ml}$$

$$V_{t+s} = 340 \text{ ml yo } 20 \text{ ml}$$

$$V_t = V_{k+s} - V_s$$

$$V_k = 340 \text{ ml} - 200 \text{ ml}$$

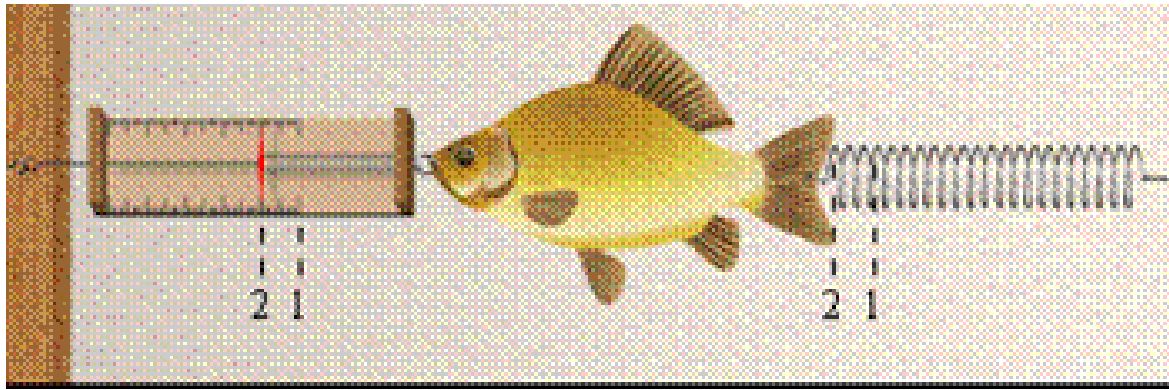
$$V_k = 140 \text{ ml}$$

$$\text{Xatolik: yo } 40 \text{ ml}$$

Suv hajmini va suv va toshning umumiy hajmini o‘lchash to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘lchashlardir, chunki natijalar to‘g‘ridan-to‘g‘ri stakan shkalasidan olinadi. Toshning hajmi bilvosita topildi, chunki qo‘shimcha hisoblash kerak edi – ikki hajm o‘rtasidagi farqni topish.

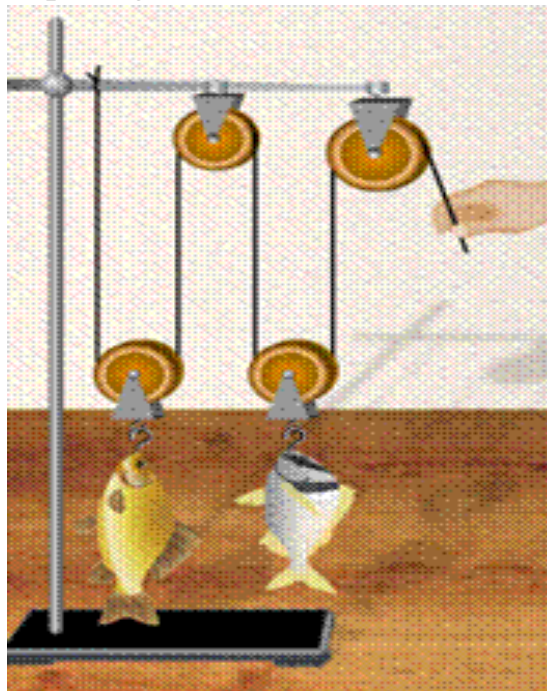
To‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘lchashlarning xatosi 20 ml ni tashkil qiladi va bilvosita o‘lchash xatosi boshqacha (bu misolda ikki baravar ko‘p). Sababi shundaki, biz o‘lchashni ikki marta hisobladik, o‘lchash natijasida ikki marta xato qildik.

Qo‘shma (birgalikda) o‘lchashlar bir xil nomdagi ikki yoki undan ortiq miqdorlarning o‘lchashlari deb ataladi, ular miqdorlar orasidagi funksional munosabatni topish uchun bir vaqtning o‘zida amalga oshiriladi (masalan, tana uzunligining haroratga bog‘liqligi).



Misol tariqasida qo'shma o'lchashlar sifatida ular orasidagi munosabatni aniqlash uchun bir vaqtning o'zida ikki yoki undan ortiq bir xil bo'lmagan miqdorlarni o'lchash.

Majmuiy o'lchashlar - bu tenglamalar tizimini yechish orqali bir xil nomdagi bir yoki bir nechta miqdorlarning takroriy o'lchashlari bo'yicha (o'lchashlarning har xil kombinatsiyasi yoki bu miqdorlar bilan) o'lchangan miqdorlarning qiymatlari topiladigan o'lchashlar.



3. O'lchash natijasining aniqligini aniqlaydigan shartlarga ko'ra, usullar uchta sinfga bo'linadi.

- O'lashningg amaldagi holati bilan erishish mumkin bo'lgan maksimal aniqlikni (masalan, mos yozuvlar o'lchashlari) o'lchash.
- Xatosi ma'lum bir ehtimollik bilan belgilangan qiymatdan oshmasligi kerak bo'lgan nazorat va tekshirish o'lchashlari.

• Natijaning xatosi o'lchash vositalarining xususiyatlari bilan belgilanadigan texnik o'lchashlar.

4. O'lchash natijalarini ifodalash usuliga ko'ra mutlaq va nisbiy o'lchashlar.

Mutlaq o'lchash kattalikni to'g'ridan-to'g'ri o'lchash va (yoki) fizik doimiylarning qiymatlaridan foydalanishga asoslangan.

Nisbiy o'lchashlar bilan qiymat bir xil nom bilan taqqoslanadi, birlik rolini o'ynaydi yoki boshlang'ich sifatida qabul qilinadi (masalan, aylanadigan qismning diametrini sertifikatlangan rolikning aylanishlar soniga o'lchash).

5. Mahsulotning o'lchangan parametrlarining umumiylikiga qarab, qismlil (elementli) va murakkab (kompleks) o'lchash usullari ajratiladi.

Elementli usuli mahsulotning har bir parametrini alohida o'lchash bilan tavsiflanadi (masalan, yeksantriklik, ovallik va x.k.).

Murakkab usul uning alohida komponentlari ta'sir qiladigan umumiy sifat ko'rsatkichini (va fizikaviy miqdorni emas) o'lchash bilan tavsiflanadi (masalan, yeksantriklik, ovallik va boshqalar ta'sir qiladigan silindrsimon qismning radial urishini o'lchash.).

Nazorat savollari

1. Dunyoning ilmiy manzarasi nimani anglatadi?
2. Dunyoning mexanik tasviri nima deyiladi? Bu nimaga asoslangan?
3. Dunyoning yelektromagnit rasmining asosiy tushunchalari va qonunlarini sanab bering. Bu qachon paydo bo'ldi?
4. Dunyoning kvant maydon rasmining asosi qanday ilmiy kashfiyotlar?
5. Dunyoning zamonaviy fizik rasmidagi asosiy moddiy ob'ekt nima?
6. Qaysi zarralar asosiy o'zaro ta'sirlarning tashuvchisi hisoblanadi?
7. Zamonaviy tushunchalarga ko'ra asosiy zarralar soni qancha?
8. O'lchash deb nimaga aytiladi?
9. Bevosita o'lcha va bilvosita o'lchashlar orasidaga farq nimadan iborat?
10. Qo'shma va komulyativ o'lchash nimalardan iborat?

§1.4. Ishonch intervali va ishonch ehtimoli tushunchalari

Ishonch ehtimoli - ishonch oralig'i namuna ma'lumotlaridan taxmin qilingan parametrning noma'lum haqiqiy qiymatini qoplash ehtimoli.

Ishonch oralig'i bilan bog'liq ehtimollik **ishonch ehtimoli** deb ataladi.

Agar ishonch oralig'i 95% darajasiga asoslangan bo'lsa, unda tegishli ishonch ehtimoli 5% yoki 0,05 bo'ladi, 98% darajasidagi interval uchun — 2% yoki 0,02 va hokazo.

Berilgan ehtimollik darajasi uchun ishonch oralig'i qanchalik keng bo'lsa (aytaylik, 95%), namunaviy hisob-kitoblarda "ishonch" darajasi shunchalik past bo'ladi va aksincha. Boshqacha qilib aytganda, ishonch oralig'i qanchalik tor bo'lsa, namuna smetasi shunchalik ishonchli bo'ladi.

Ishonch intervali

Noma'lum parametrning $\tilde{\theta}$ nuqta bahosi θ tasodifiy tanlab olish funksiyasi sifatida belgilangan tasodifiy o'zgaruvchidir ya'ni $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$. Bu har bir yangi amalga oshirish $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$, uchun degan ma'noni anglatadi, ushbu namunadan nuqta bahosi $\tilde{\theta}$ har safar yangi qiymatga ega bo'ladi.

Nuqta hisob-kitoblaridan foydalanish berilgan $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$, namunasi uchun nuqta smetasining hisoblangan $\tilde{\theta}$ bajarilishi qanchalik yaqinligi haqidagi savolga javob bermaydi, taxmin qilingan θ parametrning qiymatiga to'g'ri keladi.

Bu savolga javobni intervalli taxminlar bilan berish mumkin. Intervalli baholash bizga noma'lum θ parametrni baholash aniqligining ehtimoliy xarakteristikasini olish imkonini beradi.

$x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ n hajmning tasodifiy namunasi bo'lsin, X umumiy tarqatish funksiyasi $F_x(x; \theta)$ θ parametrga bog'liq bo'lsin va uning qiymati noma'lumdir.

θ parametr uchun ishonch oralig'i deb - bu haqiqiy θ qiymatni o'z ichiga olgan (θ_1, θ_2) haqiqiy θ qiymatni berilgan γ ehtimolliги bilan qamrab olganligidir, ya'ni:

$$P(\theta_1 < \theta < \theta_2) = \gamma,$$

Bu yerda: $\theta_1 = \theta_1(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$ va $\theta_2 = \theta_2(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$ - ba'zi statistikalar.

Ehtimollikning γ kattaligi **ishonch ehtimoli** deb ataladi va $1 - \gamma$ ehtimollik ahamiyatlilik darajasidir.

γ - ishonch ehtimolligi, γ bilan ishonch oralig‘i, shuningdek, ishonch oralig‘i deb ataladi, yoki θ parametrning γ ishonch oralig‘i bahosi.

θ_1 va θ_2 statistika ma‘lumotlari mos ravishda ishonch oralig‘ining pastki va yuqori chegaralari deb ataladi.

Iшонch oralig‘i - bu tasodifiy chegaralarga ega bo‘lgan θ_1 va θ_2 intervallar.

Har bir yangi amalga oshirish uchun tasodifiy tanlanma $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ bu tasodifiy o‘zgaruvchilar va shuning uchun tasodifiy o‘zgaruvchilar θ_1 va θ_2 , yangi qiymatlarni oladilar.

Biroq, ta‘rifga ko‘ra, berilgan $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ amalga oshirish uchun, ishonch intervalda θ_1 va θ_2 bo‘yicha hisoblash amalga oshiriladi, berilgan ehtimollik γ bilan noma‘lum parametr θ haqiqiy qiymati qamrab oladi.

Bu shuni anglatadiki, tasodifiy tanlanma dasturlarining nisbati $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ uchun ishonch oralig‘i θ_1, θ_2 esa θ ni qamrab oladi, o‘rtacha ishonch ehtimoli bo‘lgan γ ga teng bo‘ladi.

(2.2) bo‘yicha haqiqiy qiymatni baholash sifatida namunadagi kuzatuvlar natijalarining o‘rtacha arifmetikasi tanlanadi

Ushbu konsepsiyaning ma‘nosi quyidagicha: ishonch oralig‘i-bu ma‘lum bir ehtimollik bilan o‘lchangan qiymatning arifmetik o‘rtacha qiymati namuna hajmining cheksiz o‘sishi bilan tushishi kerak bo‘lgan diapazon. O‘lchash natijasi uchun ushbu intervalning kengligi o‘rtacha kvadrat og‘ish bilan o‘lchangan qiymatlarning tarqalish darajasi va tadqiqotchi tomonidan belgilanadigan ushbu chegaralardan tashqarida ruxsat etilgan chiqishning ahamiyati darajasi bilan belgilanadi.

§1.4.1. O‘lchash ma‘lumotlari asosida grafik chizishning asosiy qoidalari

Iшонch ehtimoli - ishonch oralig‘i namuna ma‘lumotlaridan taxmin qilingan parametrning noma‘lum haqiqiy qiymatini qoplash ehtimoli.

Iшонch oralig‘i bilan bog‘liq ehtimollik **ishonch ehtimoli** deb ataladi.

Agar ishonch oralig‘i 95% darajasiga asoslangan bo‘lsa, unda tegishli ishonch ehtimoli 5% yoki 0,05 bo‘ladi, 98% darajasidagi interval uchun — 2% yoki 0,02 va hokazo.

Berilgan ehtimollik darajasi uchun ishonch oralig‘i qanchalik keng bo‘lsa (aytaylik, 95%), namunaviy hisob-kitoblarda "ishonch" darajasi shunchalik past

bo'ladi va aksincha. Boshqacha qilib aytganda, ishonch oralig'i qanchalik tor bo'lsa, namuna smetasi shunchalik ishonchli bo'ladi.

Ishonch intervali

Noma'lum parametrning $\tilde{\theta}$ nuqta bahosi θ tasodifiy tanlab olish funksiyasi sifatida belgilangan tasodifiy o'zgaruvchidir ya'ni $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$. Bu har bir yangi amalga oshirish $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$, uchun degan ma'noni anglatadi, ushbu namunadan nuqta bahosi $\tilde{\theta}$ har safar yangi qiymatga ega bo'ladi.

Nuqta hisob-kitoblaridan foydalanish berilgan $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$, namunasi uchun nuqta smetasining hisoblangan $\tilde{\theta}$ bajarilishi qanchalik yaqinligi haqidagi savolga javob bermaydi, taxmin qilingan θ parametrning qiymatiga to'g'ri keladi.

Bu savolga javobni intervalli taxminlar bilan berish mumkin. Intervalli baholash bizga noma'lum θ parametrni baholash aniqligining ehtimoliy xarakteristikasini olish imkonini beradi.

$x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ n hajmning tasodifiy namunasi bo'lsin, X umumiy tarqatish funksiyasi $F_x(x; \theta)$ θ parametrga bog'liq bo'lsin va uning qiymati noma'lumdir.

θ parametr uchun ishonch oralig'i deb - bu haqiqiy θ qiymatni o'z ichiga olgan (θ_1, θ_2) haqiqiy θ qiymatni berilgan γ ehtimolligi bilan qamrab olganligidir, ya'ni:

$$P(\theta_1 < \theta < \theta_2) = \gamma,$$

Bu yerda: $\theta_1 = \theta_1(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$ va $\theta_2 = \theta_2(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$ - ba'zi statistikalar.

Ehtimollikning γ kattaligi **ishonch ehtimoli** deb ataladi va $1 - \gamma$ ehtimollik ahamiyatlilik darajasidir.

γ - ishonch ehtimolligi, γ bilan ishonch oralig'i, shuningdek, ishonch oralig'i deb ataladi, yoki θ parametrning γ ishonch oralig'i bahosi.

θ_1 va θ_2 statistika ma'lumotlari mos ravishda ishonch oralig'ining pastki va yuqori chegaralari deb ataladi.

Ishonch oralig'i - bu tasodifiy chegaralarga ega bo'lgan θ_1 va θ_2 intervallar.

Har bir yangi amalga oshirish uchun tasodifiy tanlanma $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ bu tasodifiy o'zgaruvchilar va shuning uchun tasodifiy o'zgaruvchilar θ_1 va θ_2 , yangi qiymatlarni oladilar.

Biroq, ta'rifga ko'ra, berilgan $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ amalga oshirish uchun, ishonch intervalda θ_1 va θ_2 bo'yicha hisoblash amalga oshiriladi, berilgan ehtimollik γ bilan noma'lum parametr θ haqiqiy qiymati qamrab oladi.

Bu shuni anglatadiki, tasodifiy tanlanma dasturlarining nisbati $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ uchun ishonch oralig'i θ_1, θ_2 esa θ ni qamrab oladi, o'rtacha ishonch ehtimoli bo'lgan γ ga teng bo'ladi.

Haqiqiy qiymatni baholash sifatida namunadagi kuzatuvlar natijalarining o'rtacha arifmetikasi tanlanadi

Ushbu konsepsiyaning ma'nosi quyidagicha: ishonch oralig'i-bu ma'lum bir ehtimollik bilan o'lchangan qiymatning arifmetik o'rtacha qiymati namuna hajmining cheksiz o'sishi bilan tushishi kerak bo'lgan diapazon. O'lchash natijasi uchun ushbu intervalning kengligi o'rtacha kvadrat og'ish bilan o'lchangan qiymatlarning tarqalish darajasi va tadqiqotchi tomonidan belgilanadigan ushbu chegaralardan tashqarida ruxsat etilgan chiqishning ahamiyati darajasi bilan belgilanadi.

Iшонch oralig'idan tashqariga chiqadigan ruxsat etilgan xato ehtimoli qanchalik kichik bo'lsa, intervalning o'zi shunchalik katta bo'ladi. Shunday qilib, tasodifiy xatoni baholash ikkita qiymatni belgilashni talab qiladi.

Haqiqiy qiymatni baholash sifatida namunadagi kuzatuvlar natijalarining o'rtacha arifmetikasi tanlanadi.

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum N_k x_k$$

bu tanlangan o'rtacha qiymat deb ataladi.

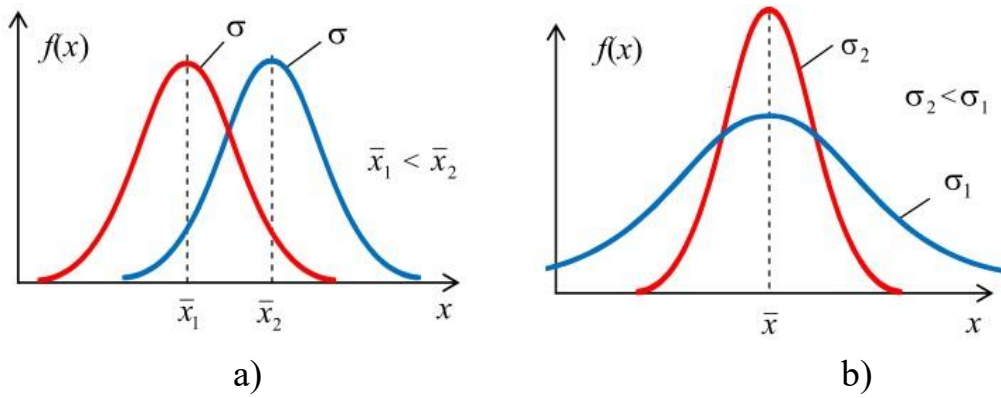
Iшонch ehtimoli qiymati o'lchashlarning tabiati bilan belgilanadi. Umumiy o'lchashda o'quv laboratoriya ishlarini bajarishda ishonch ehtimoli odatda 0,95 (95%) deb hisoblanadi.

Iшонch ehtimoliga γ mos keladigan Δx uzunlik oralig'i, ishonch oralig'i deyiladi. $\Delta x = \sigma$ ishonch oralig'i uzunlik (koeffitsiyent $k_a = 1$) 0,683 (68,3%) ishonch ehtimoliga to'g'ri keladi.

Boshqa tomondan, agar ishonch ehtimoli 0,954 (95,4%) bo'lsa, demak, eksperimental qiymatlarning 95,4% ($\bar{x} - 2\sigma; \bar{x} + 2\sigma$) intervalda joylashganligini va bu ehtimollik ishonchli, va $k_a = 2$.

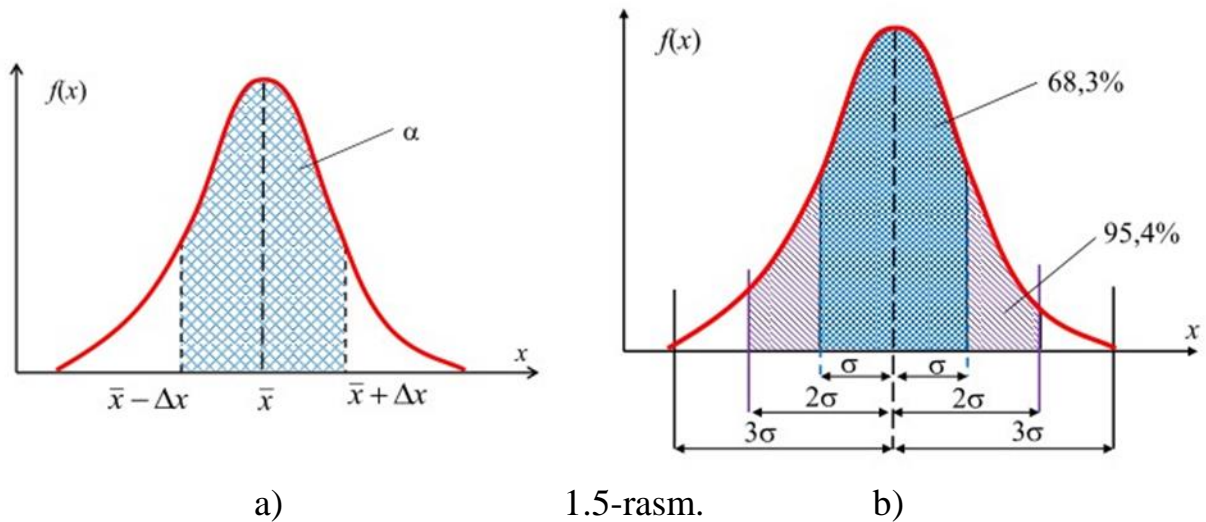
Shunday qilib, σ o'rta kvadrat og'ish qurilmani yoki o'lchash usulini tavsiflaydi va matematik kutish x o'lchangan miqdorning haqiqiy qiymati (cheksiz ko'p tajribalar yeradamida) belgilaydi.

Ikkinchi qiymat uchun tarqatish funksiyasining maksimal qiymati birinchi qiymatning tarqatish funksiyasining maksimal darajasiga nisbatan o'zgaradi (1.4-rasm, a) va bu funksiyalarning yegilish nuqtalari orasidagi grafiklarining kengligi bir xil bo'ladi (2σ ga teng).



1.4-rasm. Gauss taqsimoti (normal taqsimot)

Agar bir xil qiymat turli xil usullar bilan, masalan, turli xil asboblardan o'lanadigan bo'lsa, unda tasodifiy xato tufayli kelib chiqqan \bar{x} ning bir xil haqiqiy qiymatiga nisbatan natijalarning tarqalishi boshqacha bo'ladi. Agar o'lchash usuli aniqroq bo'lsa, unda o'lchash natijalarining tarqalishi kamroq bo'ladi (σ_2, σ_1 dan kichik, 1-rasm, b) va yegilish nuqtalari orasidagi taqsimlash funksiyasining grafigi kamroq aniq o'lchashlar bilan tarqatish funksiyasining grafigidan torroq bo'ladi. Shunday qilib, o'rta kvadrat og'ish qurilma yoki o'lchash usulini tavsiflaydi va matematik kutish x o'lchangan miqdorning haqiqiy qiymatidir (cheksiz ko'p tajribalar bilan).



1.5-rasm. a) O'lchangan miqdorning normal taqsimotga bo'ysunishi ehtimoli intervalda yotadi $\bar{x} - \Delta x, \bar{x} + \Delta x$. b) O'lchangan qiymatning normal taqsimotga bo'ysunishi ehtimoli \bar{x} ga nisbatan $\gamma\sigma, \gamma\sigma, 3\sigma$ intervallarda yotadi.

1.5-rasm. a) O'lchangan miqdorning normal taqsimotga bo'ysunishi ehtimoli intervalda yotadi $\bar{x} - \Delta x, \bar{x} + \Delta x$. b) O'lchangan qiymatning normal taqsimotga bo'ysunishi ehtimoli \bar{x} ga nisbatan $\gamma\sigma, \gamma\sigma, 3\sigma$ intervallarda yotadi.

Misol.

Korxonada tomonidan ishlab chiqarilgan mahsulotlar partiyasining sifati o'rganilmoqda. Partiyadan tasodifiy tanlangan bir nechta qismlarni tekshirish natijalari asosida N xil laboratoriyalarda mustaqil ravishda baholanadigan partiyadagi θ nuqsonli mahsulotlarning ulushi bo'lsin. Boshqacha qilib aytganda, har bir laboratoriyada partiyadagi nuqsonli mahsulotlarning ulushi partiyadagi qismlarning "ularning" namunasi bilan baholanadi va har bir laboratoriyada ishonch oralig'ining yuqori va pastki chegaralarining qiymatlari olinadi.

Iшонch oralig'i γ haqiqiy θ qiymatni qamrab olmaydigan holatlar bo'lishi mumkin.

Agar M bunday holatlarning soni, keyin ularning ulushi ahamiyatlilik darajasiga α moyil bo'ladi N ortib borishi bilan, ya'ni:

$$\frac{M}{N} \rightarrow \alpha \quad N \rightarrow \infty \text{ bo'lganda.}$$

Intervalni baholashning aniqligini tavsiflovchi ishonch oralig'ining kengligi namuna hajmiga bog'liq n va γ ishonch ehtimolligi: namuna hajmi oshgani sayin, ishonch oralig'ining kengligi kamayadi. Buning sababi shundaki, kattaroq namunada taxmin qilingan parametr haqida ko'proq ma'lumot mavjud bo'lib, u joylashgan maydonni aniqroq aniqlash imkonini beradi. Iшонch ehtimolining oshishi bilan ishonch oralig'i ichida noma'lum parametrni topish ehtimoliga yanada "qat'iy" talab qo'yiladi, buning natijasida uning kengligi oshadi.

Iшонch oralig'ining chegaralari θ_1 va θ_2 ko'p jihatdan tanlanishi mumkin. Bu statistika uchun faqat talab sharti bajarilishi hisoblanadi. Biroq, amalda, qoida tariqasida, bu statistika simmetriyaning ba'zi mulohazalari asosida tanlanadi, ular keyinroq muhokama qilinadi.

Ba'zan θ parametrini faqat pastdan yoki faqat yuqoridan baholash kerak bo'ladi. Bir vaqtning o'zida, agar

$$P(\theta_1 < \theta) = \gamma,$$

U holda ishonch oralig'i $(\theta_1; \infty)$ o'ng tomonli deb ataladi va

$$\theta_1 = \theta_1(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$$

statistika ishonch oralig'ining bir tomonlama pastki chegarasi hisoblanadi.

Agarda $P(\theta < \theta_2) = \gamma$, unda ishonch oralig'i $(-\infty; \theta_2)$; chap tomonli deb nomlanadi va statistika $\theta_2 = \theta_2(x_1, x_2, x_3 \dots x_n)$ ishonch oralig'ining bir tomonlama yuqori chegarasi hisoblanadi.

§1.4.2. O'lchash ma'lumotlari asosida grafik chizishning asosiy qoidalari

Tajriba natijalari odatda jadvallar va grafikalar (diagrammalar) shaklida tuziladi. Grafik natijalarning vizual tasviridir, shuning uchun ularga qo'yiladigan asosiy talab aniq bajarilishdir. Grafiklarni o'qish oson bo'lishi kerak, buning uchun quyida keltirilgan umumiy qoidalarga amal qilish kerak. Jadvallarni tuzishda bajarilishi majburiy bo'lgan qoidalar mavjud (aks holda jadval noto'g'ri qabul qilinadi – bunday ish qabul qilinmaydi) va maslahat xarakteriga ega bo'lgan qoidalar (belgi tushiriladi). Majburiy qoidalar chap tomonda qalin chiziq bilan belgilanadi.

Grafiklar

Ma'lumki, inson ko'rish orqali o'rganadigan ma'lumotlarning 80% va vizual ma'lumotlarning hajmi tasvirlarda maksimaldir. Matn yoki raqamli ma'lumotlarga qaraganda odamga grafik ma'lumotlarni tahlil qilish osonroq. Shuning uchun o'rganilayotgan fizik kattaliklarning bog'liqliklari grafiklari jadvallarga qaraganda ko'proq. Grafiklar qiymatlar o'rtasidagi munosabatlarning vizual ko'rinishini beradi, bu olingan ma'lumotlarni talqin qilishda juda muhimdir, chunki grafik ma'lumotlar osongina qabul qilinadi, o'rganilayotgan qiymatning o'zgarishi tabiatini – yekstremallarning mavjudligini aniqroq tasavvur qilishga imkon beradi., burilish nuqtalari, chegara qiymatlari, davriylik va mavjud muhim imkoniyatlar. Grafik asosida nazariy tushunchalar eksperimental ma'lumotlarga mos keladi degan xulosaga kelish osonroq.

Grafik tuzish uchun tavsiyalar

Qog'oz tanlash. Grafiklar faqat koordinata panjarasiga ega bo'lgan qog'ozda qurilgan. Bu oddiy grafik qog'oz yoki katakchadagi daftar varag'i bo'lishi mumkin.

O'qlarni taqsimlash.

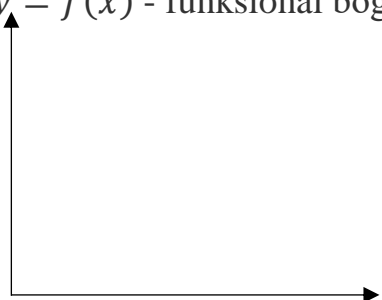
Avvalo, qaysi o'zgaruvchi argument va qaysi funksiya yekanligini aniqlash kerak (argumentning qiymatlari absissaning gorizontaal o'qi bo'ylab chizilgan **X**, funksiya qiymatlari ordinataning vertikal o'qi bo'ylab chizilgan **Y**).

Bo'linmalarni chizish. Koordinata o'qlari imzolanishi kerak: abscissa o'qi pastki o'ngda, ordinata o'qi yuqori chapda joylashadi. Har bir o'qqa qarshi simvol bilan qiymatning nomi yoki belgisi ko'rsatiladi va uning o'lchash birliklari vergul bilan ajratilgan va barcha o'lchash birliklari SI tizimidagi rus yoki lotin imlosida beriladi.

Masshtab tanlash. Odatda, grafik eksperimental ma'lumotlar jadvali asosida quriladi, bu yerdan argument va funksiya o'zgaradigan intervallarni o'rnatish oson. Eksperimental ma'lumotlardan X argumentini va Y funksiyasini o'zgartirish chegaralarini aniqlash kerak bo'ladi.

Jadvalni tuzishda birinchi majburiy qoida:

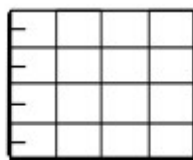
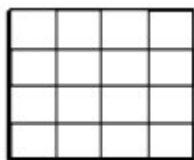
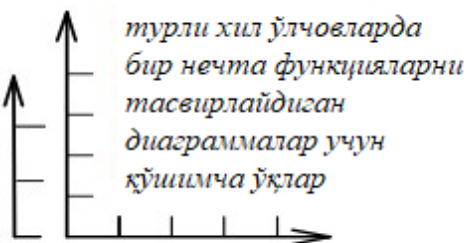
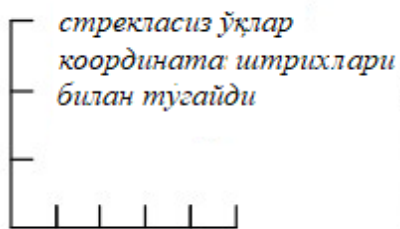
$y = f(x)$ - funksional bog'liqlik



x -эркли ўзгарувчи-абсцисса ўқи бўйлаб белгиланади,

$y=f(x)$ - функционал боғлиқлик - ордината ўқи бўйлаб белгиланади.

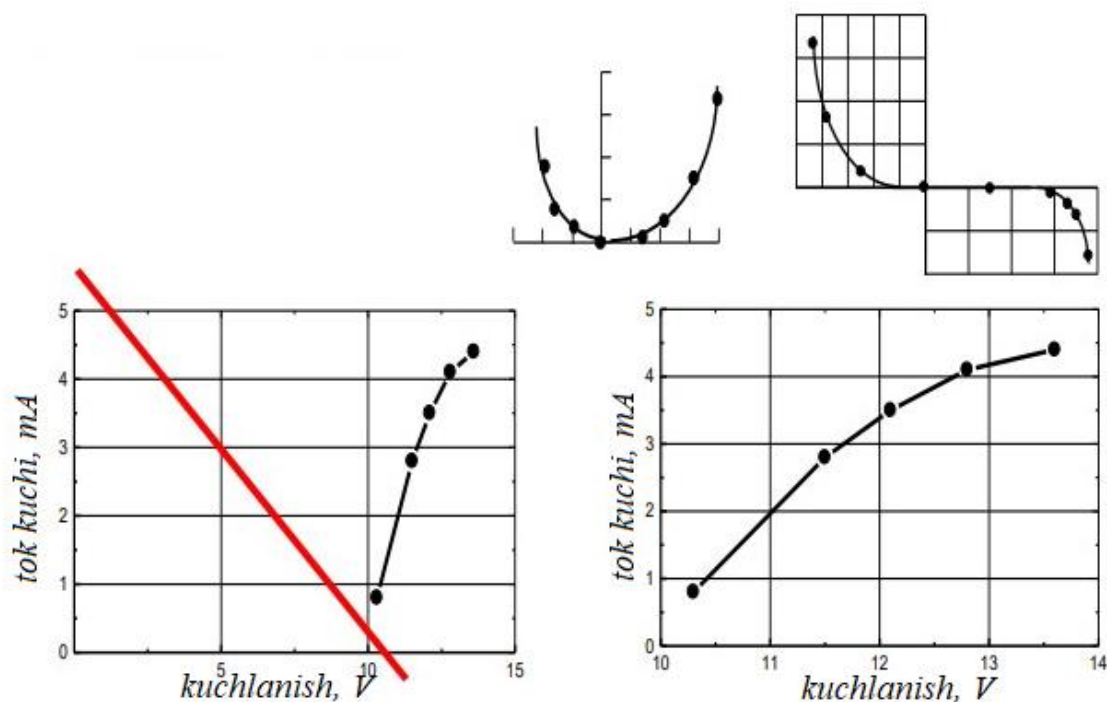
Grafiklarni chizish uchun koordinata o'qlari yoki quyidagi shakldagi panjara ishlatiladi:



координатали панжара
координата штрихлари график чизиладиган
майдонга йицналтирилган, координата рақамлари
бошқа томонга йўналтирилади.

Grafiklar bilan ishlash uchun koordinatali panjaradan foydalanish qulayroq: bu nuqtalar o'qlardan uzoqda joylashganida katta yordam beradi. Millimetr qog'oz—bu tayyor koordinatali panjara-shuning uchun biz undan foydalanamiz. Shunga qaramay, millimetr qog'ozga koordinata panjarasini chizish qulay. Kompyuterda grafikalar tuzishda koordinatalar panjarasi talab qilinadi.

Koordinata o'qlari yoki panjara faqat grafik chiziladigan joylarda qo'llaniladi.



O'qlar "0" bilan boshlanmasligi mumkin. Agar ikkala o'q ham noldan boshlansa, "0" o'rnatiladi faqat bir marta.

Agar grafikda ijobiy va salbiy qiymatlar mavjud bo'lsa, o'q "0" dan o'tishi shart. Siz o'qning yonida yoki chizmaning chap (yoki pastki) chegarasi bo'ylab chizilgan rasmni chalkashtirmaslik uchun shkalaning raqamli qiymatlarini imzolashingiz mumkin.

Chiziqlarning qalinligini kuzating – ma'lumot qanchalik muhim bo'lsa, chiziq qalinroq bo'ladi:

agar **o'qning** qalinligi - S bo'lsa (0,3 - 0,5 mm),

koordinata panjarasi va shtrixlar $S/2-S/3$,

funksional bog'liqlikning egri chizig'i **2S** (kerakli aniqlikni ta'minlash uchun katta yoki kichik qalinlikdagi chiziqlar yasashga ruxsat beriladi).

Eksperimental (tajribaviy) nuqtalar – 4S.

Barcha **yozuvlar** yetarlicha katta bo'lishi kerak – **4-5 mm**, o'qish oson-chizilgan shriftda (bosma harflar bilan).

Oxir-oqibat, grafik yorqin va kontrastli bo'lishi kerak (lekin iflos bo'lmasliyei kerak).

Masshtab tanlash va qo‘llash.

Grafik quradigan millimetr qog‘oz varag‘ida quyidagilar bo‘lishi kerak:

1. O‘qlar va imzolar (ularga o‘qlar va imzolar har biri taxminan bir santimetrni oladi).

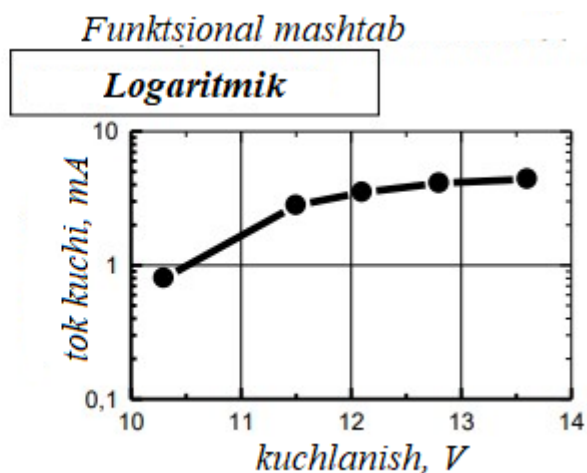
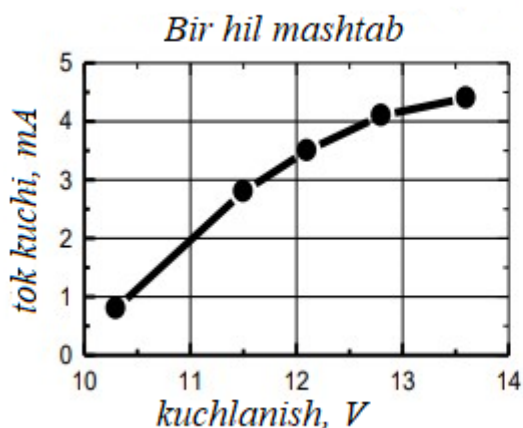
2. Grafikning o‘zi – xatolarni ko‘rsatadigan barcha nuqtalar-o‘qlar bilan belgilangan maydonga mos kelishi kerak.

3. Grafikga imzo.

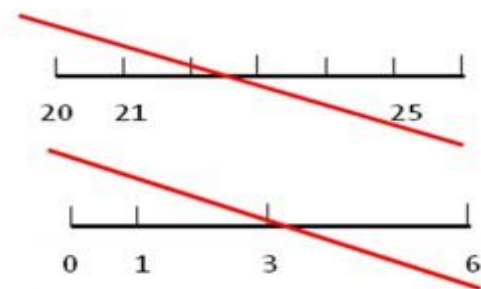
4. Chegaralar (1 - 5 sm).

Laboratoriya ishlari uchun grafiklarni A4 qog‘oz varag‘ida (210-297 mm – yozuv qog‘oz varag‘i) yoki A5 (ushbu varaqning yarmi) qurish maqsadga muvofiqdir. Varaqni iloji boricha to‘ldirish kerak, lekin hamma narsa mos kelishi kerak va chegaralar qolishi kerak – bunga muvofiq biz masshtabni tanlaymiz.

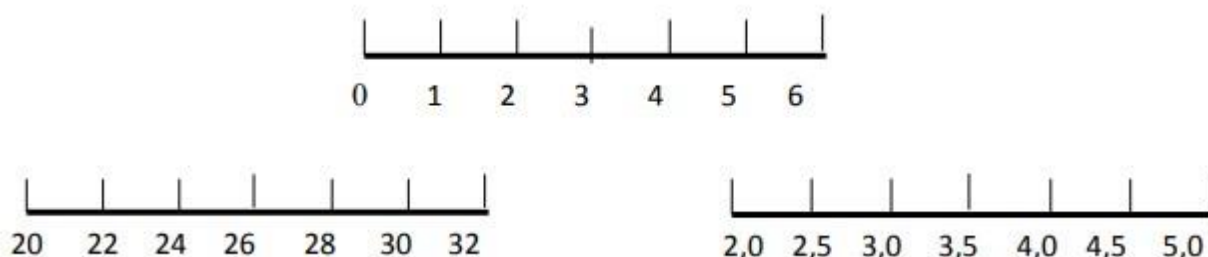
Masshtab turlari:



Agar masshtab bir xil bo‘lsa, koordinata shtrixlari va mashtab raqamlari teng ravishda joylashtirilgan.

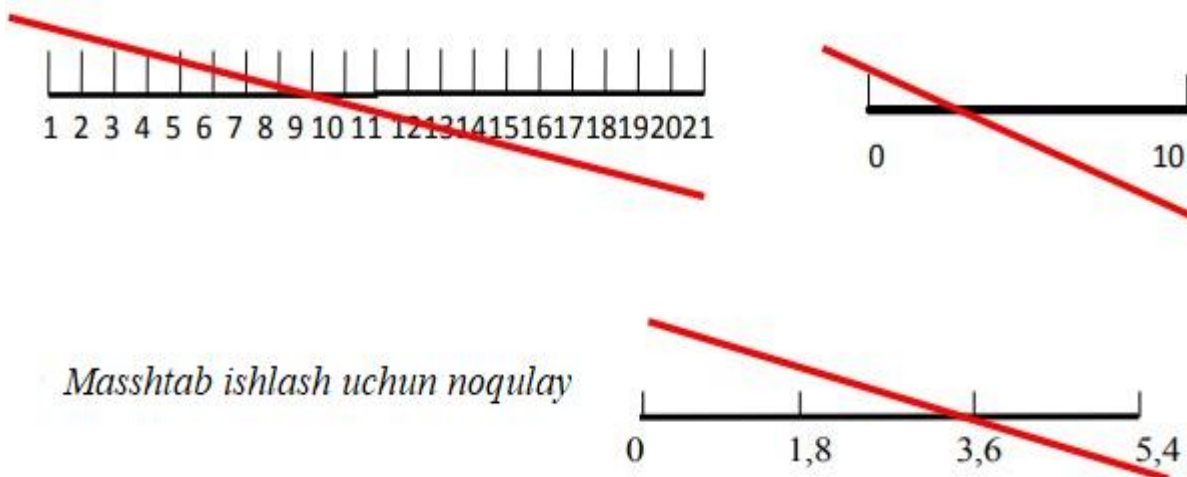


Chizgich ishchi o'lhagichingizdir. Uning yordamida qiymatlarni o'qish qulay bo'lishi kerak. 5-10 chizmalar odatda o'qlarda amalga oshiriladi, ularning raqamli qiymatlari xavflar yonida qo'llaniladi. O'lchangan qiymatlar shkalalarda ko'rsatilmaydi.

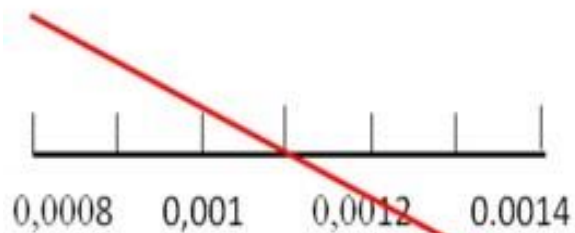


Masshtabni o'qish uchun qulay tanlash kerak, u butun o'qda saqlanadi. Odatda ular 10 (1), 2, 5, agar iloji bo'lsa, butun sonlarning ko'paytmasi bo'lgan raqamlarni tanlaydilar. Raqamlar, karralilar 4, 6, 8, 12,..., ular keng ko'lamlı segmentlar sifatida ishlatilmaydi. Millimetrli qog'ozda biz koordinata segmenti uchun shunday segmentni tanlaymizki, shunda qiymatlarni qo'shimcha hisob-kitoblarsiz hisoblash mumkin bo'lsin: 1; 2; 5 sm (2,5 sm ruxsat etiladi).

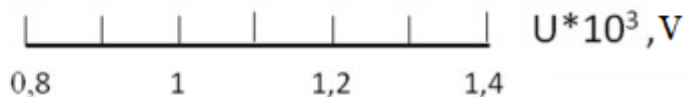
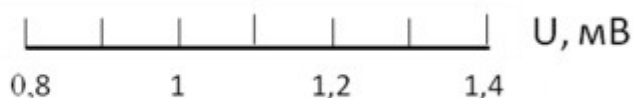
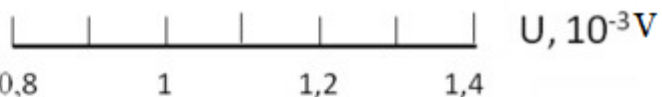
Masshtablarni tanlashda keng tarqalgan xatolarga misollar: juda tez - tez yoki kamdan-kam bo'linishlar sezishni qiyinlashtiradi:



Barcha raqamlarda takrorlanadigan nollarni yozmaslik uchun multiplikator o'lchov birliklariga (10^3 ga ko'paytiriladi) yoki o'lchangan qiymatni belgilashga olib keladi:



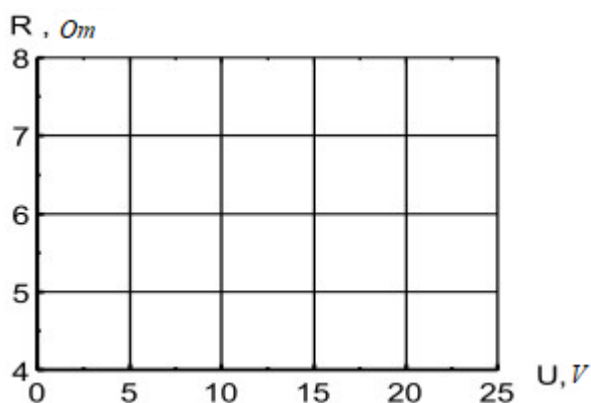
rasmda ko'rsatilgan barcha variantlarda masshtab bir xil. Ikkinchi yoki birinchi variantni ishlatish afzaldir.



Tasvirlangan o'zgaruvchilar va ularning o'lchash birliklari o'qlarda ko'rsatilishi kerak. Ular odatda quyidagicha belgilanadi:

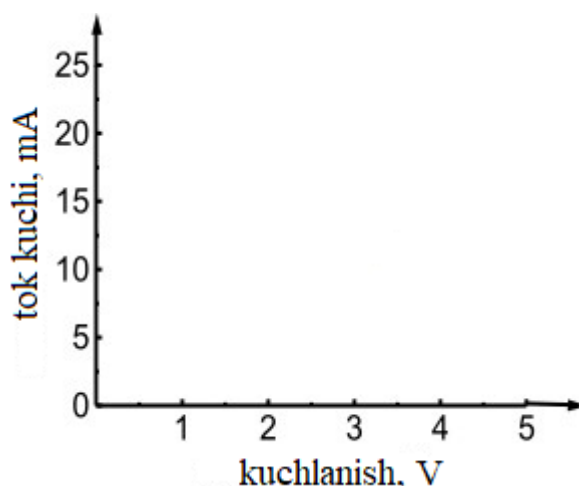
Ramz (R, C, U).

Belgini qo'yish: o'lchash oxirida; o'lchash birliklari vergul bilan ajratilgan belgidan so'ng darhol ko'rsatilishi mumkin:



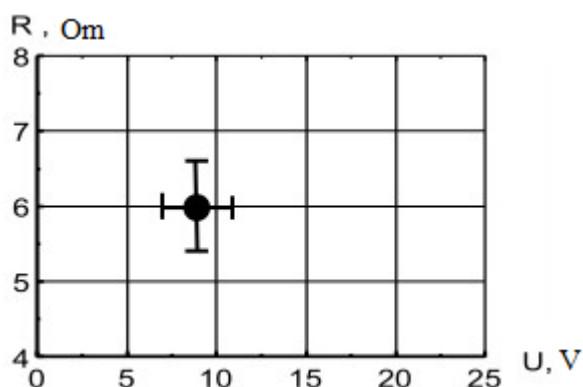
Ramz yoki ramzning nomi, ya'ni o'qlar bo'ylab qoldirilgan so'zlarni to'g'ridan-to'g'ri yoziladi. O'lchash birliklari vergul bilan ajratilgan nomdan keyin yoziladi.

Yozuvni o'qlar bo'ylab, markazga joylashtiring.



Eksperimental nuqtalarni chizish.

Eksperimental nuqtalar grafikning asosiy tarkibidir, shuning uchun ularni iloji boricha aniq va katta qilib ko'rsatish kerak. Agar grafikda turli xil qiymatlarga yoki turli xil eksperimental sharoitlarga mos keladigan bir nechta nuqtalar to'plami ko'rsatilgan bo'lsa, har bir to'plam o'z belgilari (doiralalar, kvadratlar, uchburchaklar va boshqalar bilan ko'rsatilishi kerak.). Har bir nuqtaning o'lchash xatolari uzunligi siz tanlagan o'lchashdagi xato qiymatiga teng bo'lgan segmentlar bilan ko'rsatiladi.



Масалан, расмда нуқта кўрсатилган:

$$U = 9 \pm 2 \text{ V}, R = 6,0 \pm 0,7 \text{ Om}.$$

Eksperimental nuqtalar asosida funksional bog'liqlik chizig'ini qurish.

O'lchashlar xatolar bilan amalga oshirilganligi sababli, chizilgan nuqtalarni segmentlar bilan bog'lash yoki yegri chiziqni aniq nuqtalarda chizish mumkin emas: o'lchash xatolari ichida silliq yegri (eng oddiy shaklda) chizish kerak. Shu bilan birga, ular quyidagi qoidalarga amal qilishadi:

1. Agar nazariy bog‘liqlik ma’lum bo‘lsa, uni grafiki tuziladi (eksperimental nuqtalar orqali shunga o‘xshash yegri chizing). Grafik sarlavhasida yegri chiziqning nazariy bog‘liqlik yekanligini ko‘rsating (qaysi birini belgilang).

2. Agar nazariy bog‘liqlik ma’lum bo‘lmasa, yegri chiziq iloji boricha sodda bo‘lishi kerak (iloji boricha kamroq minima va maksimal, burmalar). Iloji bo‘lsa, to‘g‘ri chiziq torting (to‘g‘ri chiziq eng oddiy yegri chiziq). Yegri chiziqdagi har bir maksimal va minimal, hatto undagi har bir yegilish butun fizik hodisadir (va siz bu hodisalarning har birini tushuntirishingiz kerak bo‘ladi).

Grafik chizishga misol

Jadval 1. R3 rezistorining joriy kuchlanish xarakteristikasi.

1. Grafikning masshtabini va hajmini aniqlang, o‘qlarni chizing:

X-o‘qi: kuchlanish U 0 uchun 16 Vcha o‘zgaradi: 0 dan 20 gacha, " qulay", o‘qi uchun" dumaloq" raqamlari tanlanadi, panjara orqali 5 V.

N	U, B	ΔU , B	I, mA	ΔI , mA
1	0	0,2	0	0,1
2	5	0,2	2,3	0,1
3	8	0,2	4,1	0,5
4	10	0,4	4,3	0,5
5	12	0,4	5,5	0,5
6	14	0,4	6,2	0,5
7	16	0,4	7,2	0,5

Y o‘qi:

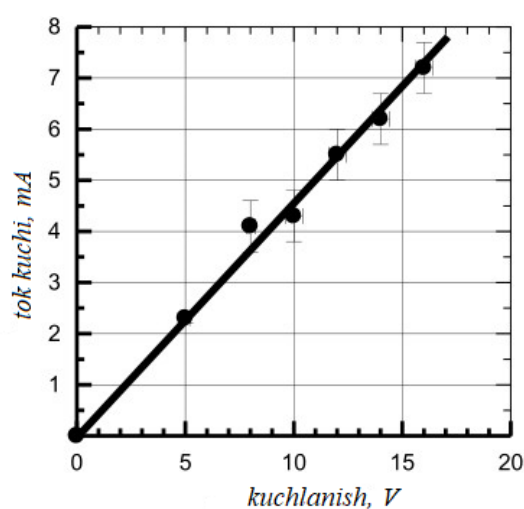
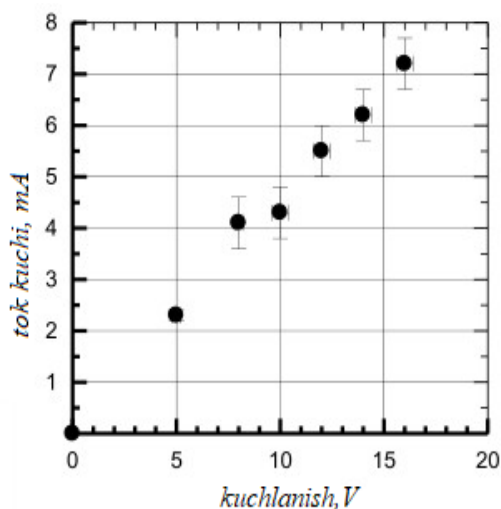
1. 0 dan 8 ma gacha. (panjara orqali 1 mA.) Millimetr qog‘oz varag‘ida 1 mA uchun 2 sm (yoki 1 sm) olish qulay.

2. Biz nuqta va o‘lchash xatolarini kiritamiz.

3. Biz xatolar chegarasida yegri chiziq quramiz (nazariyaga ko‘ra, to‘g‘ri chiziq).

4. Grafikga imzo chekamiz.

Tugallangan jadvalning
yakuniy ko‘rinishi:



§1.5. Fizik kattaliklarni o‘lchashdagi asosiy qonunlar

Avogadro Qonuni

Bir xil harorat va bosimdagi ideal gazlarning teng hajmlari bir xil miqdordagi molekullarni o‘z ichiga oladi. Qonun 1811 yilda italiyalik fizik A. Avogadro (1776-1856) tomonidan kashf yetilgan.

Amper Qonuni

Bir-biridan qisqa masofada joylashgan o‘tkazgichlarda oqadigan ikkita tokning o‘zaro ta’siri qonuni: bir yo‘nalishdagi toklar parallel o‘tkazgichlarda bir-biri o‘ziga tortadila va teskari yo‘nalishdagi toklar bir birini ittaradilar. Qonun 1820 yilda A. M. Amper tomonidan kashf yetilgan.

Arximed Qonuni

Gidro va ayerostatika qonuni: suyuqlik yoki gazga botirilgan jismga vertikal ravishda yuqoriga yo‘naltirilgan, tanadan siljigan suyuqlik yoki gazning og‘irligiga teng bo‘lgan va suv osti qismining og‘irlik markazida qo‘llaniladigan suzuvchi kuch jismga ta’sir qiladi. $FA = gV$, bu yerda g -suyuqlik yoki gazning zichligi, V -jismning suv ostida qolgan qismining hajmi.

Aks holda, qonunni quyidagicha shakllantirish mumkin: suyuqlik yoki gazga botgan jism o'z vaznida u tomonidan almashtirilgan suyuqlik (yoki gaz) qancha og'ir bo'lsa, shuncha yo'qotadi. U hoda $P = mg - FA$.

Qonun miloddan avvalgi 212 yilda qadimgi yunon olimi Arximed tomonidan kashf yetilgan. Bu suzuvchi jismlar nazariyasining asosidir.

Boyl-Marriott Qonuni

Ideal gazning qonunlaridan biri: doimiy haroratda gaz bosimining uning hajmi bo'yicha mahsuloti doimiy qiymatdir. Formula: $pV = const$. Izotermik jarayonni tavsiflaydi.

Umumjahon tortishish Qonuni

Umumjahon tortishish qonuni yoki Nyutonning tortishish qonuni: barcha jismlar bir-biriga bu jismlarning massalari mahsulotiga to'g'ridan-to'g'ri proporsional va ular orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsional kuch bilan tortiladi.

Guk Qonuni

Ushbu qonunga ko'ra, qattiq jismning yelastik deformatsiyalari ularni keltirib chiqaradigan tashqi ta'sirlarga to'g'ridan-to'g'ri proporsionaldir.

Joule-Lenz Qonuni

Elektr tokining issiqlik ta'sirini tavsiflaydi: to'g'ridan-to'g'ri tok u orqali o'tganda o'tkazgichda chiqarilgan issiqlik miqdori tok kuchining kvadratiga, o'tkazgichning qarshiligiga va o'tish vaqtiga to'g'ri proporsionaldir. XIX asrda Joule va Lenz tomonidan bir-biridan mustaqil ravishda kashf yetilgan.

Kulon Qonuni

Ikki sobit nuqta zaryadlarining o'zaro ta'sir kuchining ular orasidagi masofaga bog'liqligini ifodalovchi yelektrostatikaning asosiy qonuni: ikkita sobit nuqta zaryadlari bu zaryadlarning kattaliklari mahsulotiga to'g'ridan-to'g'ri proporsional va ular orasidagi masofa kvadratiga teskari proporsional kuch bilan o'zaro ta'sir qiladi va muhitning o'tkazuvchanligi zaryadlar joylashgan. Qiymat bir-biridan 1 m masofada vakuumda joylashgan har biri 1 Kl bo'lgan ikkita nuqtali statsionar zaryadlar orasidagi kuchga teng.

Kulon qonuni yelektrodinamikaning yeksperimental asoslaridan biridir. U 1785 yilda ochilgan.

Om Qonuni

Yelektr tokining asosiy qonunlaridan biri: yelektron qismdagi to'g'ridan-to'g'ri yelektr tokining kuchi ushbu qismning uchlaridagi kuchlanish bilan to'g'ridan-to'g'ri proporsional va uning qarshiligiga teskari proporsionaldir. Bu harorati doimiy ravishda saqlanadigan metall o'tkazgichlar va yelektrolitlar uchun amal qiladi. To'liq sxema bo'lsa, u quyidagicha shakllantiriladi: kontaktlarning zanglashiga olib keladigan to'g'ridan-to'g'ri yelektr tokining kuchi oqim manbasining YeYuK bilan to'g'ridan-to'g'ri proporsional va yelektr zanjirining umumiy qarshiligiga teskari proporsionaldir. U 1826 yilda G. S. Om tomonidan ochilgan.

Paskal Qonuni

Gidrostatikaning asosiy qonuni: suyuqlik yoki gaz yuzasida tashqi kuchlar tomonidan ishlab chiqarilgan bosim barcha yo'nalishlarda teng ravishda uzatiladi.

Sharl Qonuni

Asosiy gaz qonunlaridan biri: doimiy hajmdagi ideal gazning ma'lum bir massasining bosimi haroratga to'g'ridan-to'g'ri proporsionaldir.

Dalton qonuni

Asosiy gaz qonuni: kimyoviy o'zaro ta'sir qilmaydigan ideal gazlar aralashmasining bosimi bu gazlarning qisman bosimlarining yig'indisiga teng. U 1801 yilda J. Dalton tomonidan kashf yetilgan.

Nyuton qonunlari

Klassik mexanika Nyutonning 3 qonuniga asoslanadi.

Nyutonning birinchi Qonuni (inersiya qonuni): moddiy nuqta, agar unga boshqa jismlar ta'sir qilmasa yoki bu jismlarning harakati qoplansa, to'g'ri chiziqli va bir xil harakat yoki tinch holatida bo'ladi.

Nyutonning ikkinchi qonuni (dinamikaning asosiy qonuni): jism tomonidan qabul qilingan tezlanish jismga ta'sir qiluvchi barcha kuchlarning natijasiga to'g'ri proporsional va jismning massasiga teskari proporsionaldir.

Nyutonning uchinchi qonuni: ikki jismning harakatlari har doim kattaligi bo'yicha teng va qarama-qarshi yo'nalishlarga yo'naltirilgan.

Lens qonuni

Ushbu qonunga ko'ra, induksion tok har doim shunday yo'nalishga yegaki, uning magnit oqimi bu oqimga sabab bo'lgan tashqi magnit oqimining

o'zgarishini qoplaydi. Lens qonuni energiyaning saqlanish qonunining natijasidir. U 1833 yilda Ye. H. Lens tomonidan o'rnatilgan.

1-jadvalda o'lchash texnologiyasida ishlatiladigan tipik fizik qonunlar haqida asosiy ma'lumotlar keltirilgan.

O'lchashlar qonunidan foydalanishga asoslangan bo'lib, unga ko'ra Yerning tortishish maydoni bu massaga mutanosib kuch bilan massani tortadi. Bunday holda, tortishish kuchini kattaligi ma'lum bo'lgan, turli yo'llar bilan yaratilgan kuch bilan taqqoslash mumkin, xususan:

a) muvozanat kuchi sifatida ma'lum massaning yuki ishlatiladi; (bu usul klassik usul);

b) muvozanat kuchi bo'sh prujinalar cho'zilganda paydo bo'ladi (prujina tarozilari);

c) muvozanat kuchi yetarlicha qattiq prujinar yelementlarini deformatsiyalashda sodir bo'ladi; bunday deformatsiyalar asosan tenzorezistor datchiklari (elektromexanik tarozilar) yordamida o'lchanadi;

d) muvozanat kuchi doimiy magnit maydonda joylashgan solenoid o'ram orqali yelektrodinamik tarzda yaratiladi; bu holda, o'rash orqali oqadigan tok tortiladigan yukning o'lchovidir.

Umuman olganda, o'lchashning eng katta aniqligiga a usuli yordamida yerishiladi).

O'lchash texnologiyasida ishlatiladigan namunaviy fizik qonunlar

1-jadval

№ t/r	Qonunning nomi	Qonunning tahriri	O'lchashning namunaviy vositalari
1.	Nyutonning birinchi Qonuni (inersiya qonuni)	Boshqa jismlarning ta'siri uni bu holatni o'zgartirishga majbur qilmaguncha, har bir jism tinch holatida yoki bir xil va to'g'ri chiziqli harakatda bo'ladi.	

2.	Nyutonning ikkinchi Qonuni	<p>Zarrachaning impulsining o'zgarish tezligi zarrachaga ta'sir qiluvchi F kuchga teng.</p> $F = \frac{dP}{dt}; \quad F = ma.$ <p><i>bu yerda m-massa ; a-tezlanish.</i></p>	Tarozilar: akselerometrlar; decelerometrlar .
3.	Arximed Qonuni	<p>Suyuqlikka botirilgan jismga ta'sir qiluvchi qo'llab-quvvatlovchi kuch vertikal yuqoriga yo'naltirilgan va shu hajmning og'irlik markazida qo'llaniladigan ;jism yegallagan hajmdagi suyuqlikning og'irligiga teng:</p> $P = \gamma \cdot V.$ <p><i>bu yerda γ suyuqlik hajmining og'irligi; V-jismning hajmi.</i></p>	Ariyeometrlar; daraja o'lchagichlari; nisbiy yuk o'lchagichlari.
4.	Paskal Qonuni	Suyuqlikning barcha nuqtalarida bosim bir xil	Suyuq manometrlari; barometrlar.
5.	Kulon Qonuni	<p>Ikki nuqtali zaryadlarning o'zaro ta'sir kuchi ularning har birining kattaligiga mutanosib bo'lib, ular orasidagi masofaning kvadratiga mutanosibdir:</p> $F = k_1 \frac{q_1 q_2}{r^2}$ <p>bu yerda k-mutanosiblik koeffitsiyenti; q_1 va q_2-o'zaro ta'sir qiluvchi ikkita zaryadning kattaliklari.</p>	Eletrometrlar
6.	Amper Qonuni	B induksiya bilan magnit maydonda dI tok elementiga ta'sir qiluvchi F kuchidir.	Yelektromexanik ampermetrlar,

	$dF = I [d\mathbf{l}, \mathbf{B}]$ Kuch moduli: $ dF = I \cdot B dl \sin \alpha$ bu yerda $d\mathbf{l}$ va \mathbf{B} vektorlari orasidagi α burchak	magnitoyelektrik tizimning voltmetrlari
--	--	---

Nazorat savollari

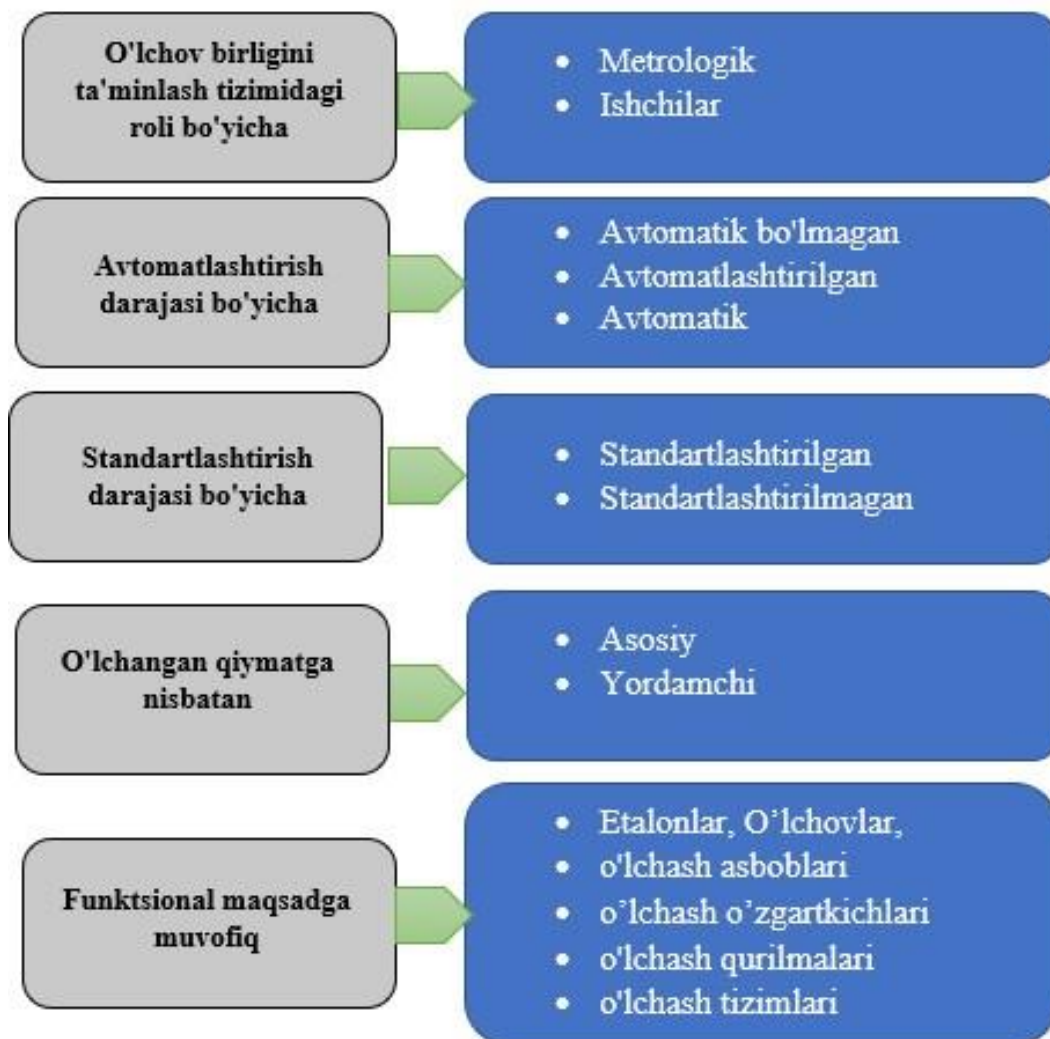
1. Avogadro Qonuni tushuntirib bering.
2. Amper Qonuni nimadan iborat?
3. Arximed Qonuni nimaga qaratilgan?
4. Boyl-Marriott Qonuni nimadan iborat?
5. Umumjahon tortishish Qonuni deganda nima tushuniladi?
6. Guk Qonuni ta'riflab bering.
7. Kulon Qonuni bilan nima masala yechiladi?
8. Paskal Qonuni ta'rifini ifodalab bering.
9. Paskal Qonunini tushuntirib bering.
- 10.** Nyuton qonunlari haqida nimani bilasiz?

II BOB

O'LCHASH USULLARI VA VOSITALAR

§2. O'lchash usullarining tasnifi

O'zgartkichlar odatda ishlash prinsipi yoki amaliy qo'llanilishi bo'yicha tasniflanadi.



Maqsadga ko'ra, o'lchash o'zgartkichlari birlamchi o'zgartkichlarga (datchiklarga) birlashtirilgan va oraliq turlariga bo'lanadilar.

Birlamchi o'zgartkichga (datchikga) o'lchangan elektr bo'lmagan kattalik (kuch, bosim, sath, harorat va boshqalar) bevosita ta'sir qiladi. Datchik o'lchash jarayenida birlamchi vosita bo'lib u sezgir elementi (zond, membrana va hokazo.) va kirish elektr bo'lmagan miqdorni chiqish elektr miqdoriga aylantirish uchun boshqa barcha zarur elementlarga uzatish uchun hizmat qiladi. Sensor bitta

tuzilishga birlashtirilgan bir yoki bir nechta o'lchash o'zgartgichlardan iborat bo'lishi mumkin.

Datchik va unga mos keladigan sxemadan iborat birlashtirilgan (uniqatsiyalangan) o'zgartkichda o'lchangangan fizik miqdori yenergiya manbai yordamida normallashtirilgan chiqish qiymatiga aylantiriladi. Normallashtirilgan DC signallari 0 dan yo5 mA gacha yoki 0 dan yo20 mA gacha bo'ladilar. Aralash qurilmalar uchun yeki boshqacha aytganda nolga ega qurilmalar uchun joriy diapazon quyidagi kattaliklarn atrofida bo'ladi: 1 dan 5 ma gacha yoki 4 dan 20 ma gacha. Agar kerak bo'lsa, joriy signal diapazonining tok signallari chegaralari ichida quyidagi chegaradni tashkil etadi: pastki 0 dan 5 mA gacha, yuqori 12 dan 25 mA gacha. Normallashtirilgan tok signallari bo'lgan qurilmalarda ichki qarshiligi 1 kOm dan oshmaydigan turli xil o'lchash moslamalaridan foydalanishga ruxsat beriladi. Kuchlanish signal diapazonlarining normallashtirilgan qiymatlari esa 0 dan 1 V gacha va 0 dan 10 V gacha va o'lchash asboblarning ichki qarshiligi 1 kOm dan kam bo'lmasligi kerak. Chastotani chiqish qiymati sifatida ishlatilganda, uning o'zgarishi tavsiya etilgan diapazoni 5-25 Gts ni tashkil qiladi. Pnevmatik tizimlarda gaz bosimi normallashtirilgan holda, bu kattalik 0,02—0,1 Mpa oralig'ida bo'lishi kerak.

Oraliq o'zgartkichlar oldingi o'zgartkichdan ma'lumotni o'lchash signalini oladi va bu signalni o'zgartkichdan keyin keyingi o'zgartkichga uzatadi. Kirish qiymatini o'zgartirishi tabiati bo'yicha o'lchash o'zgartkichlari *chiziqli* va *chiziqli bo'lmaganlarga* bo'linadi. Chiziqli o'zgartkichlar kirish va chiqish qiymatlari o'rtasidagi chiziqli funksional munosabatni amalga oshiradi. Chiziqli bo'lmagan o'zgartkichlar uchun bu munosabatlar chiziqli emasdir.

Demak, o'lchash o'zgartkichi - bu bitta fizik miqdorning o'lchamini u bilan funksional bog'liq bo'lgan boshqa fizik miqdorning kattaligi bilan aks ettirishdir. O'lchash o'zgartkichlaridan foydalanish har qanday o'lchash moslamalarini amaliy qurishning yagona usuli hisoblanadi. O'lchash o'zgartkichining fizik asosi energiyani aylantirish va uzatish, xususan, energiyaning bir turini boshqasiga aylantirishdir.

O'lchash ma'lumotlarini olish uchun turli xil fizik miqdorlarni elektrga (tok, kuchlanish, qarshilik) aylantirish maqsadga muvofiq bo'lgan bir qator sabablar mavjud. Bunday o'zgartirishning eng muhim afzalliklari quyidagilardan iborat.

- **O'lchash birligini ko'paytirish qulayligi.** Hozirgi vaqtda juda ko'p turli xil o'lchashlar mavjud – ya'ni elektr miqdori birliklarini tashuvchilari. O'lchash birligini ko'paytirishning yuqori aniqligi bilan elektr miqdorlarining

ushbu o'lchashlari maqbul narxga ega va o'lchash vazifalarining keng doirasini hal qilishda foydalanish uchun javob beradi.

- Elektr miqdorlarini, shu jumladan o'lchangan elektr miqdorini va uning o'lchash birligini taqqoslash qulayligi. Ushbu operatsiya zamonaviy elektron vositalar yordamida osonlikcha va yuqori aniqlik bilan hal qilinadi.

- O'zgartirishning va o'lchashlarning yuqori aniqligi. Elektr miqdorlarini o'lchash uchun zamonaviy o'lchash asboblari va o'zgartirishning nisbiy xatosi foizning bir qismidan oshmaydi va qoida tariqasida elektr signaliga aylantirilgan o'lchangan fizik miqdorning ruxsat etilgan o'lchash xatosidan ancha kichikdir.

- O'lchangan qiymatning keng doirasidagi sezgirlikni o'zgartirishning soddaligi. Buning uchun elektron kuchaytirgichlar va elektr signallarining ajratgichlari samarali qo'llaniladi.

- Elektr signallarini yuqori tezlikda o'lchash. Zamonaviy elektron vositalar birliklar tartibining davomiyligi –o'nlab pikosekundlarga ega bo'lgan elektr signallarini o'zgartirishga imkon beradi.

Avtomatlashtirish imkoniyati. Zamonaviy elektr qurilmalar va konvertorlar o'lchashning barcha bosqichlarida inson ishtirokini butunlay istisno qilishga imkon beradi.

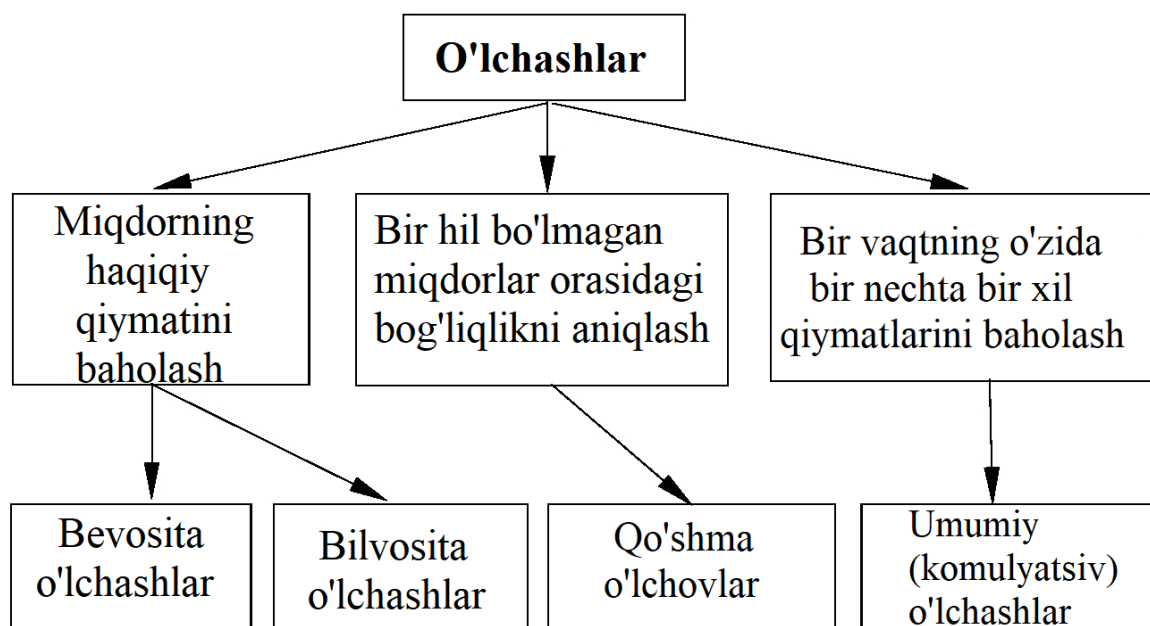
- * **Axborot uzatish qulayligi.** Bu elektr signallarini simli va simsiz aloqa kanallari orqali uzoq masofalarga va o'lchash ma'lumotlarini yo'qotmasdan uzatishning nisbatan soddaligi bilan bog'liq.

- * **Masofadan o'lchash imkoniyati.** Ikkinchisi, o'z navbatida, elektr o'lchashlarini avtomatlashtirish va o'lchash ma'lumotlarini uzoq masofalarga uzatishning ilgari aytib o'tilgan imkoniyatlari bilan bog'liq.

- * **Axborotni saqlash qulayligi.** Ushbu maqsadlar uchun operatsion va uzoq muddatli tasnifli har qanday zamonaviy elektron saqlash moslamalaridan foydalanish mumkin.

Yuqoridagilar bilan bog'liq holda, o'lchash asboblarning aksariyati o'lchangan fizik miqdorni elektr signaliga aylantirish prinsipiga asoslanadi. Bunday o'zgartirish to'g'ridan-to'g'ri o'lchash o'zgartirish sifatida tasniflanadi. Shunga ko'ra, turli xil fizik maydonlarning manbalarini qurish, taqqoslash yoki almashtirishning o'lchash usullarini amalga oshirish uchun ishlatiladigan elektr miqdorlarini elektr bo'lmaganlarga aylantirish teskari o'lchash o'zgartirish sifatida tasniflanadi.

O'lchash o'zgartirishlari birlamchi o'lchash o'zgartirishlari yordamida amalga oshiriladi.



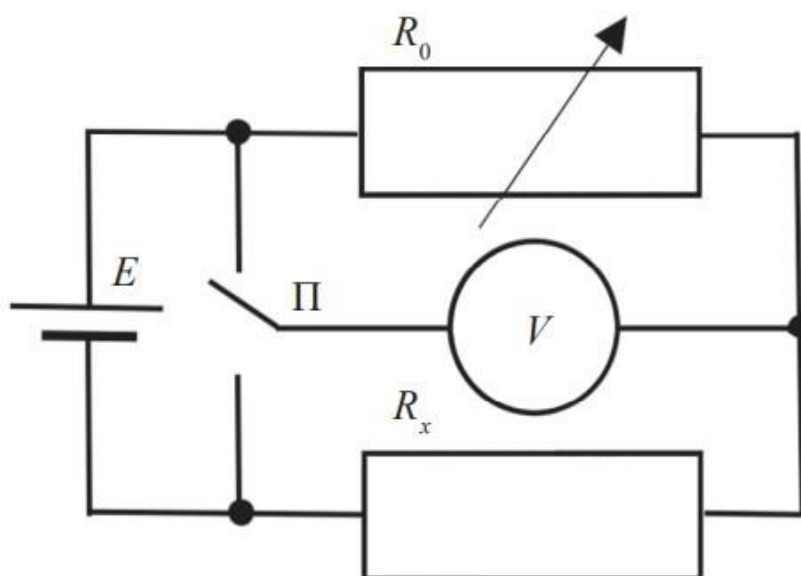
Fizik miqdorlarni o'lchashning tasnifi

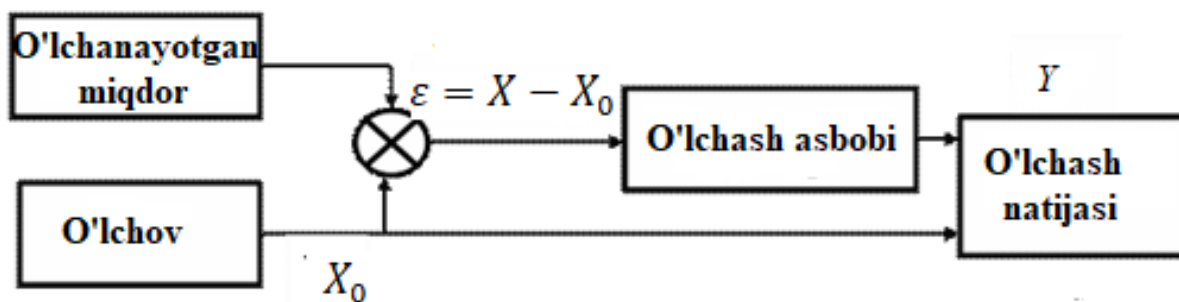
O'lchash usullarining tasnifi

Amaldagi o'lchash usuliga ko'ra - o'lchash jarayonida o'lchangan miqdorni uning birligi bilan taqqoslash texnikasi to'plami quyidagi o'lchash usullariga mavjud:

Bevosita baholash usuli - bu o'lchash usuli bo'lib, unda miqdorning qiymati to'g'ridan-to'g'ri o'lchash moslamasining mos yozuvlar moslamasi tomonidan aniqlanadi. Masalan, voltmetr bilan kuchlanishni o'lchash;

Differensial o'lchash usuli - bu o'lchangan miqdor o'lchash bilan ko'paytiriladigan ma'lum qiymatga ega bo'lgan bir xil miqdor bilan taqqoslanadigan usul. Ushbu usulni amalga oshirish misoli 1.1-rasmda keltirilgan.





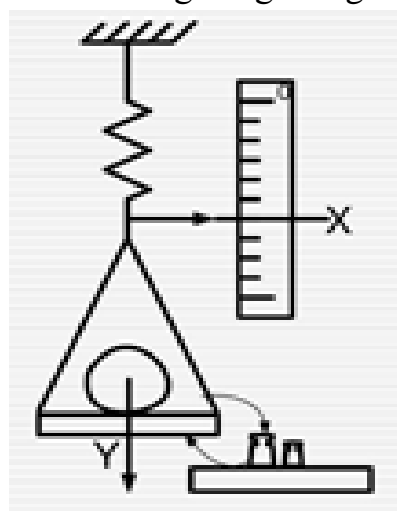
2.1-rasm. Differensial o'lchash usuli

Voltmetr V kaliti R_x sxemada P o'lchangan, yoki sozlanishi potensiyometr (o'lchash) bilan sxemada R_0 qarshilikka ega yordamida yoqiladi. Agar $R_x = R_0$ da sodir bo'ladigan voltmeter ko'rsatkichlari teng bo'lsa, R_x ning kerakli qiymati qayd etiladi;

O'lchash bilan taqqoslash usuli, unda o'lchangan qiymat o'lchash bilan takrorlangan qiymat bilan taqqoslanadi. Masalan, tarozi tarozilarida massani muvozanatlashtiruvchi og'irliklar bilan o'lchash (ma'lum qiymatlarga ega massa o'lchashlari);

Qo'shish orqali o'lchash usuli, bunda o'lchangan qiymatning qiymati bir xil qiymat o'lchashi bilan to'ldiriladi, shunda taqqoslash moslamasi ularning oldindan belgilangan qiymatga teng summasiga ta'sir qiladi;

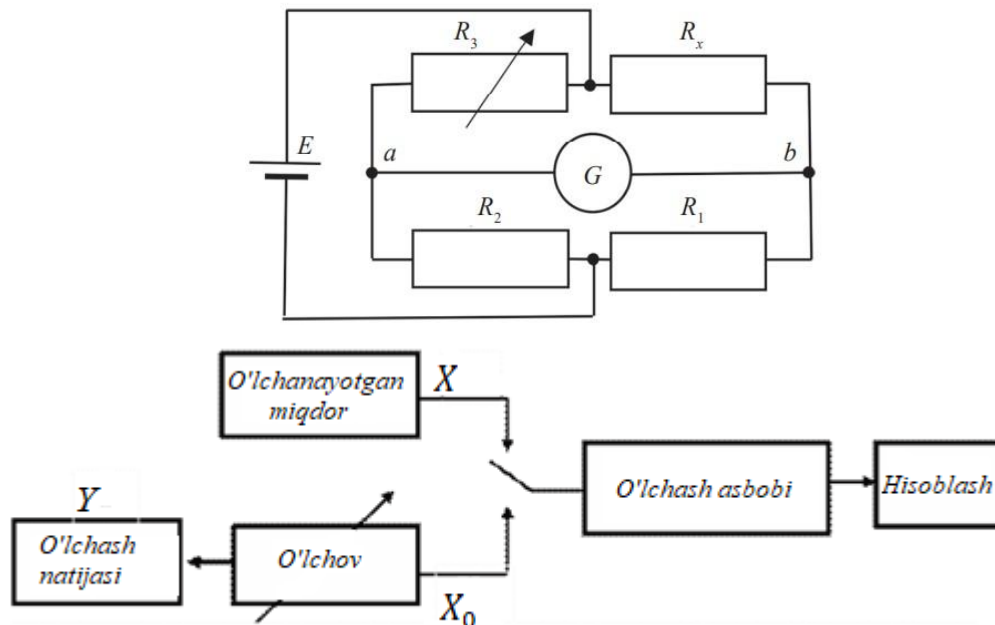
Almashtirish usuli, o'lchangan qiymat miqdorning ma'lum qiymatiga ega bo'lgan o'lchash bilan almashtirish. Misol uchun, tebranish konturiga kiritilgan kondensatorning sig'imini o'lchash. O'lchash generatoridan tebranish konturiga berilgan kuchlanish chastotasini o'zgartirish orqali rezonansga erishish mumkin. Shundan so'ng, noma'lum sig'imga ega kondensator o'rniga, rostlanuvchi ma'lum sig'im (o'lchash) kondensator o'rnatiladi va zanjir yana rezonansga keladi, unda noma'lum sig'im o'lchash sig'imiga teng bo'ladi;



2.2-rasm. Almashtirish usuli

O'zgartirish usuli, o'lchangan miqdor ma'lum miqdor bilan almashtiriladigan o'lchash bilan taqqoslash usuli, takrorlanadigan o'lchash, ya'ni bu miqdorlar qurilmada ketma-ket ta'sir qiladi.

Nol usuli, unda o'lchangan miqdor va o'lchash ta'sirining taqqoslash vositasiga ta'siri nolga keltiriladi. Nol usulining odatiy namunasi-DC ko'prigi bilan faol qarshilikni o'lchashdir (1.3-rasm).



2.3-rasm. Qarshilikni o'lchashning ko'priksxemasi

Rasmda ko'rsatilgan "a" va "b" nuqtalarining potentsiallari mos kelganda ko'priksxemasi butunlay muvozanatli bo'ladi (G galvanometr nolni ko'rsatadi).

Agar R_1 rezistoridagi U_1 kuchlanish pasayishi va R_2 rezistoridagi U_2 kuchlanish pasayishi bir-biriga teng bo'lsa, belgilangan shart bajariladi:

$$U_{R_2} = \frac{R_2}{R_2 + R_3} = \frac{R_1}{R_1 + R_x} = U_{R_1}.$$

Oxirgi tenglamadan quyidagilarni olamiz:

$R_2(R_1 + R_x) = R_1(R_2 + R_3)$. Ko'priksxemasining muvozanatini ta'minlaydigan R_x qiymatining yakuniy ifodasi quyidagi shaklga ega bo'ladi:

$$R_x = \frac{R_1 R_3}{R_2}.$$

§2.1. O'lchash o'zgartkichi

Umumiy tushunchalar

Insoniyatning atrofdagi dunyo haqidagi g'oyalari o'sishi bilan o'lchanadigan miqdorlar soni ortib bormoqda. Ularning aksariyatini o'lchov bilan taqqoslash orqali to'g'ridan-to'g'ri o'lchab bo'lmaydi. Shuning uchun kerakli qiymatlarni boshqa jismoniy miqdorga moslashtirish kerak, uning qiymati to'g'ridan-to'g'ri o'lchanishi mumkin. Bunday taqqoslash miqdorning **o'lchash o'zgartkichi** deb ataladi. O'zgartirish zarurati o'lchangan qiymatni inson sezgi organlari tomonidan idrok etish yoki uning qiymatini masofaga uzatish imkonsiz bo'lganda paydo bo'ladi. O'lchash o'zgartirishi texnologik tizimlar va atrof-muhit holatini kuzatishda turli qiymatlarni birlashtirish maqsadida ham amalga oshiriladi.

Ushbu o'zgartirish o'lchash o'zgartkichi deb ataladigan maxsus qurilmalar tomonidan amalga oshiriladi. Ular ma'lumotni uzatish, keyinchalik o'zgartirish, qayta ishlash va (yoki) saqlash uchun qulay bo'lgan, ammo kuzatuvchi tomonidan o'rtacha idrok etilmaydigan shaklda o'lchash signalini yaratish uchun mo'ljallangan o'lchash vositalari sifatida tushuniladi.

O'lchangan qiymat beriladigan o'lchov o'zgartkichiga birlamchi o'lchash o'zgartkichi deyiladi. Miqdor hajmini ma'lum bir marta o'zgartirish uchun mo'ljallangan o'lchov o'zgartkichigaa **masshtabli o'lchash o'zgartkichi** deyiladi.

To'g'ridan-to'g'ri o'rganish ob'ektiga joylashtirilgan va o'lchash ma'lumotlarini qayta ishlash, ko'rsatish va ro'yxatdan o'tkazish joyidan uzoqda joylashgan birlamchi o'lchash o'zgartkichi **datchik** (sensor) deb ataladi.

O'zgartirish nuqtai nazaridan barcha fizik miqdorlarni mexanik, termal, magnit, elektr, optik, molekulyar va boshqalarga bo'lish mumkin. Ushbu turdagi miqdorlarning barchasi turli xil fizik va fizik-kimyoviy yeffektlar yordamida bir-biriga aylantirilishi mumkin va bu yeffektlar alohida va bir-biri bilan birgalikda ishlatilishi mumkin.

Masalan, mexanik miqdorlarni quyidagilarga aylantirish mumkin:

- yelastiklik hodisasi yoki tutqich qonunlari yordamida mexanik miqdorlar;
- moddalarning issiqlik kengayishi, shuningdek bug' bosimining o'zgarishi tufayli issiqlik qiymatlari;
- elektr maydonida harakat qiluvchi kuchlar, shuningdek piyezoelektrik yeffekt tufayli elektr miqdorlari yordamida.

Zamonaviy o'zgarishlarning o'ziga xos xususiyati elektr bo'lmagan miqdorni elektrga oldindan aylantirishdan keng foydalanishdir. Bu elektr miqdorlarining quyidagi afzalliklari bilan bog'liq:

1. Ularni masofadan uzatish qulay va uzatish yuqori tezlikda amalga oshiriladi;

2. Ular universaldir, chunki boshqa har qanday miqdorlarni elektrga aylantirish mumkin va aksincha;

3. Ushbu qiymatlar osongina va tezda kodga aylantiriladi, bu avtomatik ishlov berish uchun qulaydir.

4. Elektr miqdori o'lchash asboblarning yuqori aniqligi, sezgirligi va tezligiga yerishishga imkon beradi.

Har xil miqdorlarning elektrga aylanishi quyidagi hodisalarga asoslanadi:

- elektromagnit induksiya;
- piyezoelektrik va tensorezistor yeffektleri;
- qarshilikning haroratga bog'liqligi,
- termoelektrik yeffektler;
- suyuqlikning tarkibi va konsentratsiyasidan elektr qarshiligining o'zgarishi;

- galvanik zanjir EYuKning elektrolitdagi ionlar konsentratsiyasiga bog'liqligi;

- tashqi va ichki foto yeffektler;

- radioaktiv nurlanishning ionlashtiruvchi ta'siri, shuningdek boshqalar.

Elektr bo'lmagan miqdorlarni elektrga aylantirish quyidagi usullar bilan amalga oshirilishi mumkin:

- bir turdagi yenergiyani boshqa turdagi yenergiyaga faol aylantirish, buning natijasida elektr miqdori, masalan, piyezoelektrik o'zgartkich yordamida mexanik yenergiyani elektr yenergiyasiga aylantirish;

- yordamchi yenergiya talab qiladigan elektr miqdorlariga ta'siri.

O'zgartirishning oxirgi turi **passiv** deb ham ataladi. Bu fizik bog'liqliklarni bevosita qo'llashga asoslangan bo'lishi mumkin. Xususan, qarshilik, o'tkazuvchanlik, magnit va dielektrik o'tkazuvchanlik, induktivlik, kuchlanish, nurlanish intensivligi kabi fizik kattaliklarning o'lchangan qiymatiga bog'liqliklardan foydalanish mumkin.

Passiv o'zgartirish mexanik ta'sirlar bilan ham amalga oshirilishi mumkin. Bu ta'sirlar qarshilik, induktivlik, sig'im kabi miqdorlarni o'lchash imkonini beradi.

O'lchash o'zgartkich turlari

O'lchash o'zgartkichi - bu o'lchangan miqdorni boshqa miqdorga yoki o'lchash ma'lumotlari signaliga aylantirish uchun ishlatiladigan, qayta ishlash, saqlash, keyingi o'zgartirish, ko'rsatish yoki uzatish uchun qulay bo'lgan va standartlashtirilgan metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan texnik vositadir. O'zgartkichlarni o'lchashning ko'plab tasniflash xususiyatlari mavjud. Biz bu yerda faqat ko'rib chiqilayotgan o'lchash uskunalari bo'limi uchun muhim bo'lganlarni qayd etamiz.

O'lchash o'zgartkichi bu o'lchashda o'lchamlari o'rtasida birma-bir o'rnatiladigan operatsiya bir xil bo'lmagan o'zgartirilgan (X) va o'zgartirilgan (Y) fizik miqdorlar, uning umumiy ko'rinishi $Y = f(x)$ shaklidagi tenglama bilan tavsiflanadi, bu yerda f ba'zi funksiyalardir.

O'lchash o'zgartkichi $X \rightarrow Y=F(X) \rightarrow$ o'lchash bilan taqqoslash

$$\Delta=F(X)-N[Y] \rightarrow \text{O'lchash natijasi } X=F^{-1}\{q[Y]\}$$

Chiqish signalining turiga qarab generator va parametrik o'lchash o'zgartkichlariga ajratiladi. Generator o'zgartkichlari chiqish signallari yenergiya xususiyatlariga ega bo'lgan o'zgartkichlar kiradi (YeYuK, elektr toki, mexanik kuch, bosim). Parametrik o'zgartkichlarga, unda kirish signalining o'zgarishi ularning o'ziga xos parametrlarining o'zgarishiga olib keladi – faol qarshilik, sig'im, induktivlik, yelastiklik va boshqalar kiradi. Bunday hollarda yenergiya signalini olish uchun qo'shimcha yenergiya manbalari talab qilinadi.

Demak, generator datchiklariga induksiya, piyezoelektrik, termoelektrik va elektrokimyoviy datchiklarning ayrim turlari kiradi. Qolgan datchiklar parametrikdir. Funksional maqsadlar uchun oraliq o'lchash o'zgartkichlarining tkrlari uzatuvchi va o'lchashli o'zgartkichlarga ajratiladi. **Uzatuvchi o'lchash o'zgartkichi**-bu o'lchash ma'lumotlari signalini masofadan uzatish uchun mo'ljallangan o'lchash o'zgartkichi. **Masshtabli o'lchashni o'lchash o'zgartkichi**, masshtabli o'lchash o'zgartirish miqdorini yoki o'lchash signalini ma'lum bir marta o'zgartirish uchun mo'ljallangan.

O'zgartirish tabiati bo'yicha oraliq o'lchash o'zgartkichlarii quyidagilarga bo'linadi: analog, analog-raqamli va raqamli-analog.

Analog o'lchash o'zgartkichi - bu bitta analog miqdorni (analog o'lchash signali) boshqa analog miqdorga (o'lchash signali) o'zgartiradigan o'lchash o'zgartkichi.

Analog-raqamli o'lchash o'zgartkichi - bu analog o'lchash signalini raqamli kodga aylantirish uchun mo'ljallangan o'lchash o'zgartkichi.

Raqamli-analog o'lchash o'zgartkichi raqamli kodni analog qiymatga aylantirish uchun mo'ljallangan o'lchash o'zgartkichi.

Sensor atamasi birlamchi o'lchash o'zgartkichlarini tavsiflash uchun ishlatilishi mumkin. Sensor tizimli ravishda alohida birlamchi o'lchash o'zgartkichidir. Ionlashtiruvchi nurlanish o'lchashlari sohasida datchik **detektor** deb ataladi. Ba'zi hollarda rus tilidagi adabiyotlarda ingliz tilidagi datchik (ingliz datchikidan) atamasi qo'llaniladi.

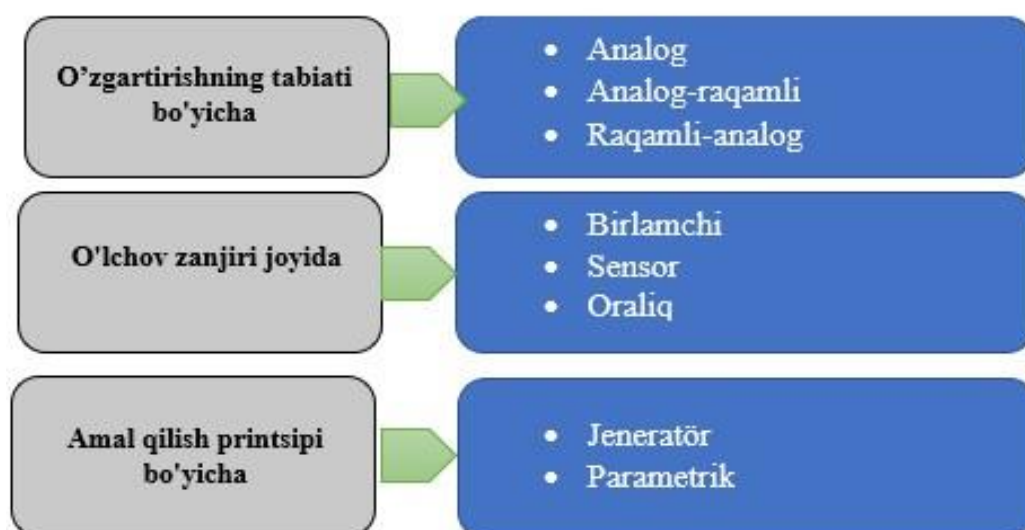
Elektr va elektr bo'lmagan miqdorlarni o'lchash usullari va vositalarini ajratish odatiy holdir. Biroq, elektr bo'lmagan miqdorlarning aksariyati elektr bo'lmagan miqdorni elektr signaliga aylantirish orqali elektr usullari bilan o'lchanadi, chunki elektr sohasidagi signallarni qayta ishlash, uzatish va ko'rsatish nisbatan sodda.

O'lchash tizimlarida fizik miqdorni idrok yetish va uning elektr signaliga aylanishi birlamchi o'lchash o'zgartkichlari yoki o'lchash datchiklari tomonidan amalga oshiriladi. Datchiklar o'lchangan fizik miqdorni keyingi ishlov berish va o'zgartirish uchun mos bo'lgan boshqa miqdorga aylantiradigan sezgir elementni o'z ichiga oladi.

§2.1.1. Datchik (sensor) tushunchasi

Datchik fizik hodisani o'lchanadigan analog kuchlanishga (yoki raqamli signalga) aylantirib beradigan, o'qiydigan shaklga aylanib beradigan yoki o'qish va keyingi ishlov berish uchun uzatadigan vosita.

O'lchash o'zgartkichlari



Datchik-bu atrof-muhitdagi o'zgarishlarni aniqlaydigan va ular haqidagi signallarni boshqa tizimning chiqish kanallariga uzatuvchi qurilma.

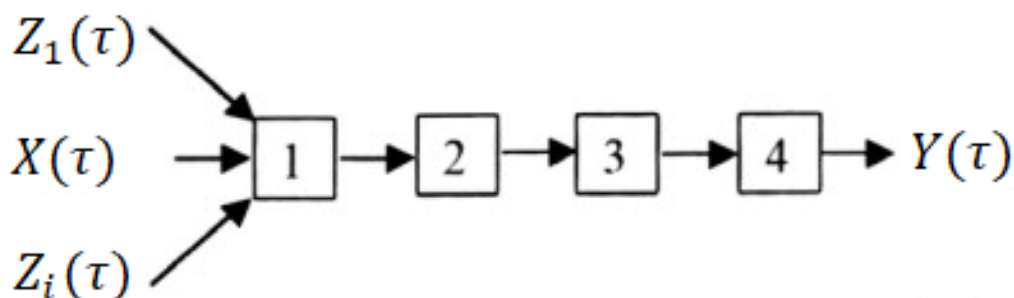
"Datchiklar" ma'lumotni uzatish, keyingi o'zgartirish, qayta ishlash va (yoki) saqlash uchun qulay bo'lgan, ammo kuzatuvchi tomonidan to'g'ridan-to'g'ri idrok yetish uchun qulay bo'lmagan shaklda o'lchash signalini yaratish uchun "mo'ljallangan.

Xorijiy adabiyotlarda "datchik" atamasi tez-tez ishlatiladi. Tanlangan mezonlarga qarab, turli xil datchiklarni tasniflash tizimlari mavjud.

Datchiklar harakat tamoyiliga ko'ra fizik (masalan, akustik, magnit, optik, elektr va boshqala turlari mavjud.). Agar datchikga tashqi yenergiya manbai kerak bo'lsa va o'lchangan fizik miqdor ta'sirida elektr qarshiligi, sig'im, o'tkazuvchanlik, induktivlik va boshqalar kabi parametrlarni o'zgartirishga, bunday datchiklar parametrik yoki passiv turiga tegishli bo'ladi. Agar datchik tashqi yenergiya manbasini talab qilmasa va chiqish qiymatlari elektr (oqim, kuchlanish, zaryad va boshqalar) bo'lsa., datchik generatorli yoki faol deb tasniflanadi.

Datchiklar, shuningdek, o'lchangan elektr va elektr bo'lmagan fizik miqdorlar turiga qarab tasniflanadi. Ikkinchisiga bosim, oqim va moddalar tarkibi, harorat, o'lcham va siljish, namlik, radiatsiya parametrlari va boshqalar uchun datchiklar kiradi. Sensorlar bitta funksiyali yoki ko'p funksiyali, analog yoki raqamli, simli yoki simsiz va boshqalar bo'lishi mumkin.

Datchikning o'lchash ob'ekti bilan o'zaro ta'siri va unda umumiy shaklda tasvirlangan o'lchangan qiymatni o'zgartirish jarayonlari har qanday datchikning umumlashirilgan blok sxemasini quyidagi shaklda rasmiylashtirishga imkon beradi:



2.4-rasm. Datchikning blok sxemasi

1-kirish ta'sirini idrok yetish va datchikni bir vaqtda himoya qilish bug'uni;
2 – kirish ta'sirini datchik elementiga uzatish va datchik elementini bir vaqtda

himoya qilish bug‘uni; 3-datchik elementi-o‘lchangan qiymat o‘gartkichi (oldingi bug‘unlar orqali o‘zgartirilgan) datchikning elektr yoki elektromagnit parametriga; 4-moslashtirish qurilmasi (o‘lchash zanjiri), datchikning bir qismi; $X(\tau)$ - o‘lchangan qiymat (τ – vaqt), kirish ta’siri; $Y(\tau)$ datchikning chiqish qiymati; $Z_1(\tau) \dots Z_i(\tau)$ – ta’sir yetuvchi (beqarorlashtiruvchi) omillar.

Datchikning chiqish qiymatining bog‘liqligining asosiy imkoniyati $Y(\tau)$ nafaqat $X(\tau)$ kiritilgan o‘lchangan qiymatga, balki ta’sir qiluvchi $Z_i(\tau)$ qiymatlarga ham bog‘liq, datchikni o‘zgartirish funksiyasini "haqiqiy" va "nominal"ga ajratishga olib keldi. "Haqiqiy" deganda biz birlashtirilgan bog‘liqlikni aks ettiruvchi funksiyani nazarda tutamiz va "nominal" deganda biz faqat $Y(\tau) = F[X(\tau)]$ bog‘liqlikni nazarda tutamiz.

Har bir datchik operator tomonidan uning kirish $X(\tau)$ va chiqish $Y(\tau)$ qiymatlari o‘rtasida aniq munosabatlarni o‘rnatadigan operator tomonidan tavsiflanishi kerak. Ushbu operator datchikning statik va dinamik xususiyatlarini aniqlatadi.

Agar operator chiziqli bo‘lsa (u uchun superpozitsiya prinsipi amal qiladi), unda bunday datchiklarni chiziqli deb atash mumkin.

Datchikning fizik modelining tuzilishiga va uning atrof-muhit bilan o‘zaro ta’siri modeliga qarab, datchiklarni konsentrlangan parametrlar bilan (kirish nuqta sifatida ifodalanadi) va taqsimlangan parametrlar bilan (kirish ba’zi sirtlarga taqsimlanadi) ko‘rib chiqish mumkin. Shunga ko‘ra, konsentrlangan parametrlarga ega datchiklar oddiy differensial tenglamalar bilan, taqsimlangan parametrlarga ega datchiklar qisman differensial tenglamalar bilan yoki murakkabroq tasvirlar yordamida tavsiflanadi.

Tenglama tartibi datchikning tartibini belgilaydi.

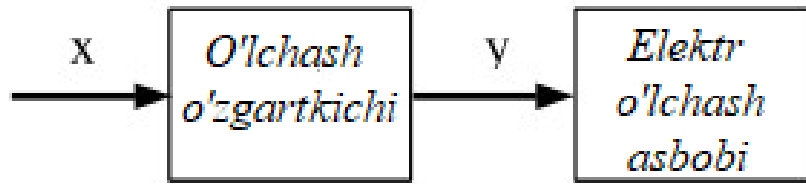
Aperiodik turdagi birinchi tartibli konsentrlangan parametrlarga ega bo‘lgan datchiklar

$$\frac{dY(\tau)}{d\tau} + aY(\tau) = bX(\tau)$$

bu yerda a va b doimiy koeffitsiyentlardir.

§2.1.2. Elektr bo‘lmagan miqdorlarning o‘zgartkichlarining blok sxemalari

Elektr bo‘lmagan miqdorlarni elektr usullari bilan o‘lchashda majburiy element o‘lchov o‘zgartkichi bo‘lib, u chiqadigan elektr miqdorining o‘lchangan elektr bo‘lmagan miqdorga aniq funksional bog‘liqligini o‘rnatadi. Elektr bo‘lmagan miqdorni to‘g‘ridan-to‘g‘ri konvertatsiya qilishning soddalashtirilgan blok sxemasi 2.5-rasmda keltirilgan.

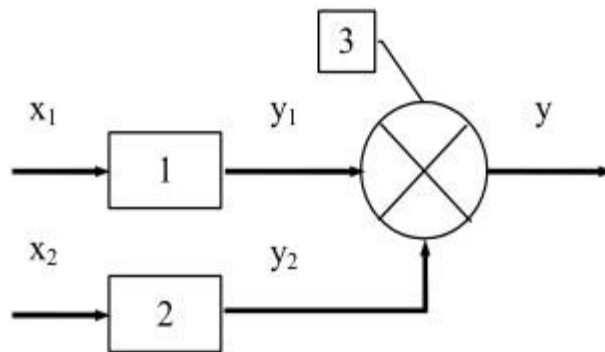


2.5-rasm. To'g'ridan-to'g'ri o'zgartkichning struktura sxemasi

O'lchangan X qiymat o'lchov transduserining ip kiritilishiga beriladi. Chiqish elektr qiymati Y elektr o'lchash asbobi bilan o'lchanadi. Odatda, ushbu qurilmaning shkalasi o'lchangan qiymat birliklarida kalibrlanadi.

Ko'pincha o'lchangan elektr bo'lmagan miqdorni o'lchash o'zgartkichi bilan o'lchash chegaralariga mos kelish uchun qayta-qayta aylantirish mumkin, ya'ni bunday qurilmaning sxemasida bir nechta seriyali ulangan o'zgartkichlar mavjud.

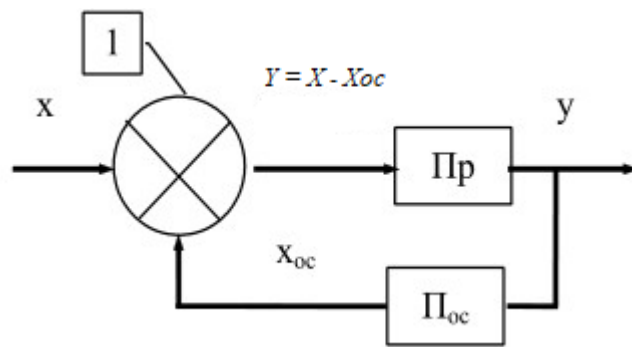
Ko'rib chiqilayotgan o'zgartkichlarni ketma-ket ulash sxemasining muhim kamchiligi bu o'zgartkichlar sonining ko'payishi bilan to'planadigan katta o'lchash xatosi. Xatoni kamaytirish uchun 2.6-rasmda ko'rsatilgan o'zgartkichlarni ulash uchun differensial sxema ishlatiladi.



2.6-rasm. O'zgartkichlarning differensial ulanish sxemasi

Ushbu sxemada o'zgartkichlarning ketma-ket ulanishi bilan ikkita kanal mavjud. Kanallarning har birining chiqish signallari ayiruvchi o'zgartkichning ikkita kirishiga beriladi 3. Chiqish ayiruvchi o'zgartkichning qiymati ikkita kirish qiymati orasidagi farqning noravshan funksiyasidir.

Elektr bo'lmagan miqdorlarni o'lchash uchun yeng aniq qurilmalarda o'zgartkichlarni ishlatishda kompensatsiya sxemalar qo'llaniladi. Ushbu sxema 2.7-rasmda keltirilgan.



2.7-rasm. O'zgartkichlarni ulashning kompensatsiya sxemasi

Kirish qiymati X ayiruvchi o'zgartkichning kirishlaridan 1 beriladi, uning boshqa kirishi X_{oc} xil fizik tabiatga ega signal uzatiladi. X_{oc} qiymati chiqish qiymatining qiymati bilan belgilanadi. $X - X_{oc}$ orasidagi P_r farq to'g'ridan-to'g'ri o'zgartkichga kiradi.

Agar o'zgartkichlar chiziqli bo'lsa, unda

$$y = S_1 \Delta x, X_{oc} = S_2 y.$$

bu yerda S_1 -to'g'ridan-to'g'ri o'zgartkichining sezgirligi; S_2 -teskari aloqa o'zgartkichining sezgirligi.

Kirish qiymati va teskari aloqa qiymati o'rtasidagi bog'liqlik nisbat bilan belgilanadi

$$X_{oc} = S_1 \cdot S_2 X = S_1 \cdot S_2 (X - X_{oc})$$

Yoki

$$(S_1 \cdot S_2 + 1) X_{oc} = S_1 \cdot S_2 X.$$

$S_1 S_2 \gg 1$ bo'lganligi uchun, u holda $X_{oc} \approx X$.

Boshqa tomondan, $X_{oc} = f(y)$.

Ushbu munosabatdan kelib chiqadiki

$$y = f^{-1}(X_{oc}) \approx f^{-1}(X).$$

Shuning uchun chiqish qiymati teskari aloqa o'zgartkichi tomonidan belgilanadi va to'g'ridan-to'g'ri o'zgartkichga bog'liq bo'lmaydi.

§2.1.3. Datchikning sezgirligi

Datchikning sezgirligi - bu datchikning chiqish qiymatining o'sishining uning kirish qiymatining o'sishiga nisbati:

$$S = \frac{dY}{dX}$$

O'zgartirish funksiyasining chiziqli qismi uchun datchikning sezgirligi doimiydir. Datchikning sezgirligi undagi o'lchangan qiymatni o'zgartirish jarayonining mukammallik darajasini tavsiflaydi.

Datchikning sezgirlik chegarasi - bu ishonchli aniqlanishi mumkin bo'lgan kirish qiymati qiymatining minimal o'zgarishi. Sezuvchanlik chegarasi o'lchangan qiymatning tabiati bilan ham, datchikda o'lchangan qiymatni o'zgartirish jarayonining mukammalligi bilan ham bog'liq. Sezuvchanlik chegarasining chegarasi o'lchash asboblarning axborot yenergiyasi nazariyasidan kelib chiqadi

$$C = \frac{W_{sh}}{\eta_E}$$

bu yerda W_{sh} -datchikga kirishidagi shovqin yenergiyasi; η_E —bu ma'lumotni o'zgartirish uchun sarflangan foydali quvvatning o'lchash uchun sarflangan umumiy quvvatga nisbatini tavsiflovchi datchikning axborot-energiya samaradorligi.

$$C = \gamma^2 Pt$$

Bu yerda: γ^2 - datchikning aniqligi; P -o'lchash uchun sarflangan quvvat; t-o'lchash vaqti. Shunday qilib

$$W_{sh} = \gamma^2 Pt \eta_E$$

Jarayonlarning tabiati bilan belgilanadigan W_{sh} qiymati taxminan $3,5 \times 10^{-20}$ Dj tartibiga ega bo'lganligi sababli, datchikning sezgirlik chegarasini tashkil yetuvchi qiymatlarning kombinatsiyasi ham cheklovlarga ega. Eng ilg'or datchiklar uchun η_E 10^{-5} dan 10^{-6} oshmaydi va shunga ko'ra, sezgirlik chegarasi kamida $10^{-15} \dots 10^{-14}$ Dj atorifa bo'ladi.

§2.1.4. Datchiklar va ularni tasniflanishi

Elektr bo'lmagan miqdorlarning parametrik datchiklari

Chiqish signalining turiga qarab, elektr bo'lmagan miqdorlarning barcha o'lchash o'zgartkichlari (datchiklari) parametrik va generatorga bo'linadi. Generator o'zgartkichlarida chiqish qiymati EYuK, tok yoki zaryad bo'lib, funksional ravishda o'lchangan elektr bo'lmagan qiymat bilan bog'liq. Parametrik o'zgartkichlarda chiqish qiymati elektr zanjiri parametrlarining o'sishi (qarshilik, induktivlik, sig'im), shuning uchun ulardan foydalanishda qo'shimcha yenergiya manbai talab qilinadi.

Misol tariqasida turli xil fizik hodisalarni o'lchash uchun mo'ljallangan datchiklarni asosiy hisoblarini hamda formulalarini ifodalab chiqamiz.

Induktiv datchiklar. Induktiv datchiklarning ishlash prinsipi g'altaklarning induktivligi yoki o'zaro induktivligining ularning magnit davri elementlarining holatiga, geometrik o'lchamlariga va magnit holatiga bog'liqligiga asoslanadi. Magnit oqimning tarqalishi bo'lmaganda magnit zanjirida joylashgan g'altaklarning induktivligi va o'zaro induktivligi formulalari bilan aniqlanadi

$$L_i = \frac{W_i^2}{Z_m}, \quad L_{ij} = \frac{W_i W_j}{Z_m}$$

bu yerda W_i va g'altaklardagi burilishlar soni; Z_m -magnit zanjirning magnit qarshiligi.

Magnit qarshiligi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi

$$Z_m = \sqrt{R_m^2 + X_m^2}$$

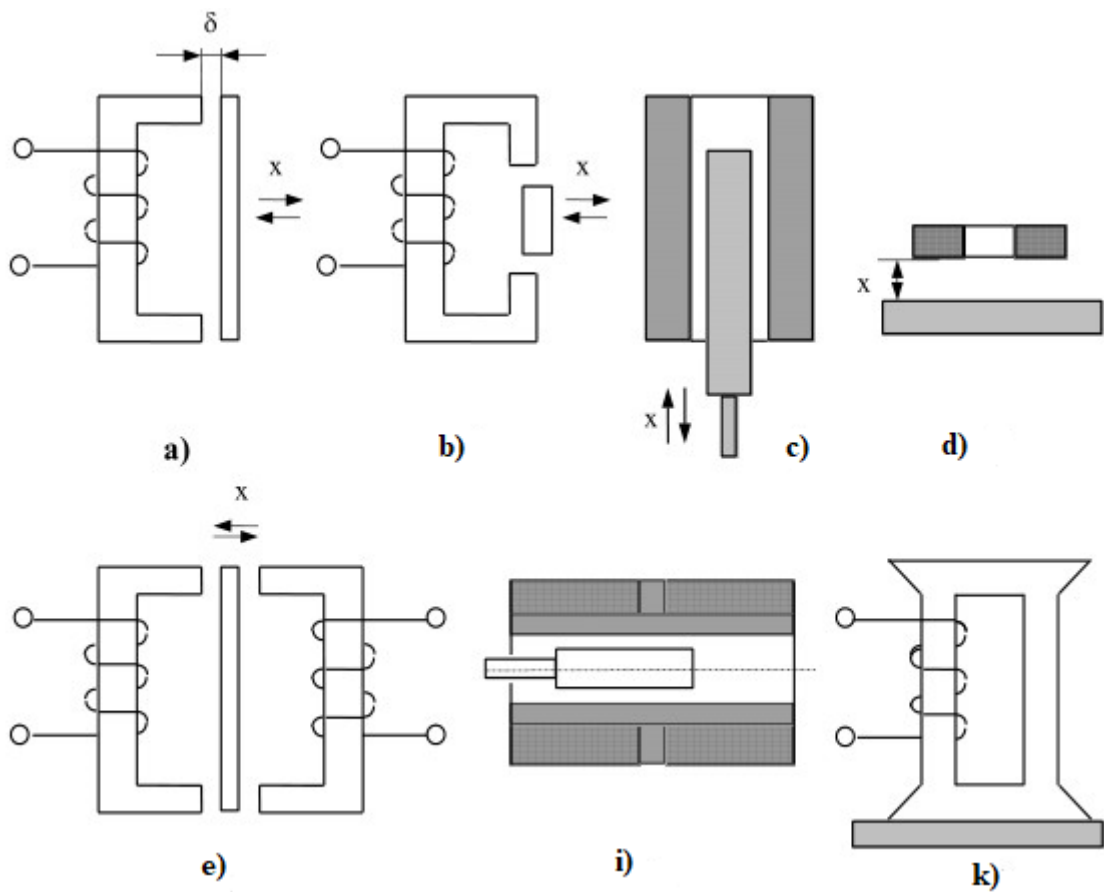
Bu yerda $R_m = \sum_{k=1}^n \frac{l_k}{\mu_0 \mu_k S_k} + \frac{\delta}{\mu_0 S}$ - magnit qarshilikning faol komponenti;

l_k, S_k, μ_k -mos ravishda magnit zanjirning k-qismining uzunligi, tasavvurlar maydoni va nisbiy magnit o'tkazuvchanligi; μ_0 -magnit doimiysi; δ - havo bo'shlig'ining uzunligi; S - magnit havo qismining ko'ndalang maydoni yuzasi;

$X_m = P/(\omega F^2)$ magnit qarshilik reaktiv komponenti; P -magnit zanjiridagi quvvat yo'qotishi; r -burchak chastotasi; f magnit zanjirida magnit oqimi.

Ushbu iboralardan kelib chiqadiki, induktivlik va o'zaro induktivlikni magnit zanjirning havo qismining uzunligi yoki tasavvurlar maydoniga, magnit o'tkazuvchanligiga yoki magnit zanjirdagi yo'qotishlarga ta'sir qilish orqali o'zgartirish mumkin. Bunga, masalan, harakatlanuvchi yadroni statsionar yadroga nisbatan harakatlantirish, magnit bo'lmagan metall plastinkani havo bo'shlig'iga kiritish va hokazolar orqali yerishish mumkin.

2.8-rasmda turli xil induktiv o'zgartkichlar sxematik tarzda ko'rsatilgan. Induktiv datchik (rasm 2.8, a) o'zgaruvchan havo farq uzunligi bilan) bir chiziqli bo'lmagan bog'lik $L = f(\delta)$ bilan tavsiflanadi. Bunday datchik odatda rotorni 0,01...5 mm ga siljitishda ishlatiladi. Havo bo'shlig'ining o'zgaruvchan kesimiga ega datchiklar sezilarli darajada past sezgirlik bilan farq qiladi, ammo chiziqli bog'likligi $L = f(\delta)$ o'zgarmaydi (rasm-28, b). Ushbu datchiklar 10...15 mm gacha silijishlar uchun ishlatiladi.



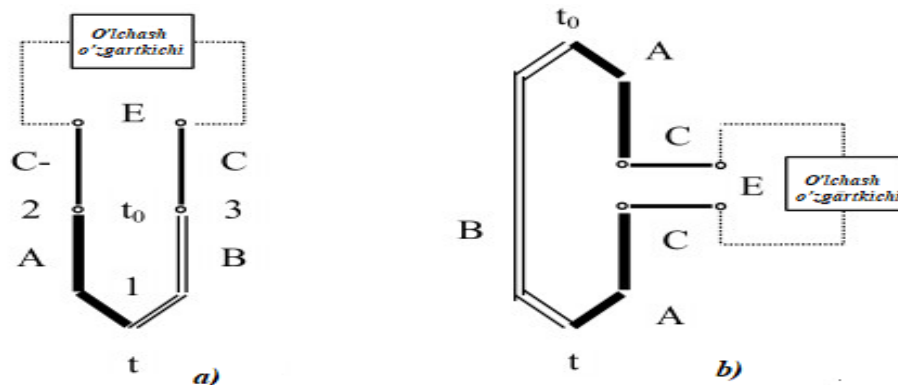
2.8-rasm. Induktiv o'zgartkichlar

Termojuftlar, RDT va termistorlar: haroratni o'lchash uchun mo'ljallangan datchiklar.

Jumladan:

- termojuftlar,
- termistorlar,
- rezistiv harorat datchiklari,
- shuningdek, infraqizil termal datchiklar.





2.9-rasm. Termal datchiklarning har xil turlari. Chapdan o'ngga: termojuftlar, termistorlar va RTDlar.

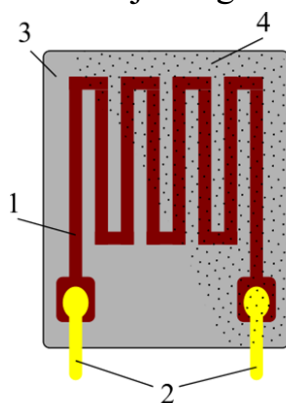
Platina, platina-rodyum, xromel, alumel, kopel termoelektrik o'zgartkichlarni ishlab chiqarish uchun ko'p ishlatiladi. Termojuft tomonidan hosil qilingan YeYuK nisbatan kichik: har 8 mV uchun 100 °C dan va odatda 70 mV dan oshmaydi.

Haroratni keng diapazonda o'lchashda termoelektrik o'zgartkichni o'zgartirish funksiyasining chiziqli yemasligini hisobga olish kerak bo'ladi. Shunday qilib, mis - konstantan termojuftlarining -200 dan + 300 °C gacha bo'lgan harorat oralig'idagi o'zgartirish funksiyasiga ega, xatolik 2 mV bo'lib quyidagi yempirik formula bilan tavsiflanadi

$$E = At + Bt^2 + Ct^3.$$

Bu yerda A, B, C termal EYuK uchta ma'lum haroratda o'lchash orqali aniqlanadigan konstantalar; $t_0 = 0$ °C da ishlaydigan birikmaning harorati.

Tenzodatchiklar: bosim, kuchlanish, og'irlik va boshqalar kabi ob'ektning deformatsiyasini o'lchash uchun mo'ljallangan datchiklar.



1-tenzomaterial, 2-tashqi ulash bug'ini, 3-plataning quyi qismi, 4-himoya qatlami

2.10-rasm. Tenzodatchikning umumiy ku'rinishi

Ishlash prinsipi: deformatsiyalanadigan yuzaga yopishtirilgan yuk xujayrasining tortilgan simi butun uzunligi bo‘ylab cho‘zilgan yoki siqilgan. Bunday holda, qarshilikning ijobiy yoki salbiy o‘zgarishi mavjud bo‘lib, bu materialning qayta tuzilishi tufayli o‘tkazgichning geometrik o‘lchamlari va uning qarshiligi yoki elektr o‘tkazuvchanligining o‘zgarishi natijasida yuzaga keladi.

Qarshilikning o‘zgarishi $R = pL/A$ F kuch ta’sirida to‘liq differensial tenglama bilan tavsiflanishi mumkin

$$dR = \left(\frac{dR}{dp}\right) dp + \left(\frac{dR}{dl}\right) dl + \left(\frac{dR}{dA}\right) dA.$$

V hajmli o‘tkazgichni hisoblash uchun biz qarshilikni R qayta quyidagi shaklga keltirib yozamiz

$$R = \frac{pl}{A} \cdot \frac{l}{l} = pl^2/V$$

$$\text{U holda } \Delta R = \left(\frac{dR}{dp}\right) \Delta p + \left(\frac{dR}{dl}\right) \Delta l + \left(\frac{dR}{dV}\right) \Delta V.$$

$$\text{Yoki } \Delta R = \left(\frac{l}{V}\right) \Delta p + \left(\frac{p}{V}\right) 2l\Delta l - \left(\frac{pl}{V}\right) \Delta V$$

Soddalashtirish uchun biz $\Delta p = 0$ ($n = const$) va $\Delta V = 0$ ($V = cost$) deb olamiz, bu holda

$$\Delta R = \frac{2pl}{V} \cdot \frac{\Delta l}{V} \cdot \Delta L = 2R/l \cdot \Delta l. \text{ Yoki } \left(\frac{\Delta R}{R}\right) \left(\frac{\Delta l}{l}\right) = 2$$

Aslida p turlicha bo‘lganligi sababli, umumiy yechimdan quyidagi munosabatlar olinadi:

$$\frac{\Delta R}{r} = \varepsilon \left(1 + 2\mu + \frac{dp}{d\varepsilon} \cdot \frac{l}{p}\right) = \varepsilon(a + b).$$

Bu yerda $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$; μ - Puasson koeffitsiyenti.

a koeffitsiyenti geometrik o‘lchamlarning o‘zgarishini aks yettiradi va **b** koeffitsiyenti materialning ichki tuzilishidagi o‘zgarishlarni aks yettiradi. Bu yerdan tenzodatchikning sezgirliги odatda chiqish qiymatining kirish qiymatiga nisbatiga teng ravishda olinadi:

$$S_\varepsilon = \left(\frac{\Delta R/R}{\left(\frac{\Delta l}{l}\right)}\right)$$

Mis-nikel-marganets qotishma simlari bilan doimiy tenzodatchikning sezgirliги $S_\varepsilon \sim 1 + 2 \cdot 0,33 + 0,34 = 2..$ Ushbu nazariy qiymat amalda kuzatilgan

narsalarga to‘liq mos kelmasligi sababli, datchikning sezgirligi ishlab chiqarilgandan keyin yeksperimental ravishda aniqlanadi va xato chegaralari bunday holda, datchikni ob’ektga o‘rnatgandan so‘ng, odatda, qo‘shimcha kalibrlash talab qilinmaydi.

§2.1.5. Datchiqlarning tahiliy tasnifi

1. **Yuk datchiklari:** og‘irlik va yukni o‘lchash uchun mo‘ljallangan datchiklar.

Kuchlanish o‘lchagichining og‘irlik datchiklari har xil turlarga ega (S shaklidagi, tsilindik, balkali va boshqalar.) va maksimal yuk, sezgirlik, atrof-muhit sharoitlariga qarshi himoya sinfiga va qo‘llanilish doirasiga ko‘ra tasniflanadi.



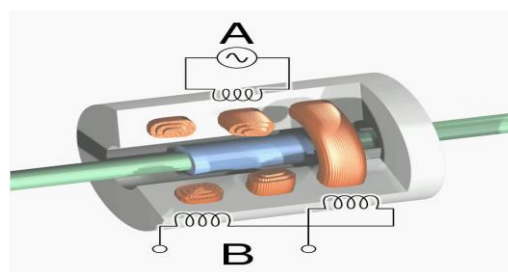
S shaklidagi

tsilindik

balkali

2. **LVDT datchiklari:** masofani siljishini o‘rganish uchun mo‘ljallangan datchiklar.

LVDT datchiklari (chiziqli rostlash differensial transformatorlar) nisbatan qisqa masofalarda chiziqli siljish/holatni o‘lchash uchun ishlatiladi. Ular novda kiritilgan naychadan iborat. Quvurning asosi belginaib novda uchi harakatlanuvchi qismga o‘rnatiladi.



2.11-rasm. LVDT datchikining qirquimda ko‘rinishi

Novda naychadan tashqariga chiqqanda yoki unga kiringanda, datchik chiqish signallarini beradi, bu novda boshlang‘ich nuqtadan maksimal og‘ishgacha

bo'lgan holati haqida ma'lumotni ifodalaydi. Novda quvurning ichki devorlariga tegmaydi, bu ishqalanishni deyarli yo'q qiladi va LVDT datchigining o'zida elektron komponentlar mavjud emas, shuning uchun u ko'pincha og'ir sharoitlarda ishlatiladi.

3. **Akselerometrlar:** tebranish va zarba yuklarini o'lchash uchun mo'ljallangan datchiklar.

Akselerometrlar mashinalarda va har qanday harakatlanuvchi narsalarda tebranish va zarba yuklarini o'lchash uchun ishlatiladi. Ko'chirish va tezlikni hisoblash uchun ushbu qurilmalarning chiqish signallarini birlashtirish yoki ikki marta birlashtirish ham mumkin. Dinamik o'lchashlar uchun akselerometrlar, qoida tariqasida, piyezoelektrik prinsipga asoslanadi: kvarts kristaliga mexanik kuchlanish qo'llanilganda, u mexanik stressga mutanosib ravishda zaryadlangan ionlar oqimini chiqaradi. Bunday zaryad datchiklari zaryadlovchi turdagi signal o'zgartirishga ulangan. Bundan ham keng tarqalgan (IEPE yoki ICP) datchiklari, ularga kuchaytirgich o'rnatilgan va arzonroq signal o'zgartirishni talab qiladi.



2.12-rasm. Ikki akselerometr va modal bolg'a ga ulangan Dewesoft ma'lumotlarni yig'ish tizimi

4. **Mikrofonlar:** ovoz to'lqinlarini yozish uchun mo'ljallangan datchiklar. Mikrofonlar ovoz va shovqinni tahlil qilish va o'lchash sohasidagi ma'lumotlarni to'plash uchun ishlab chiqariladi.



2.13-rasm. Ovozni o'lchash uchun odatiy mikrofon

Mikrofonlar shovqin va tebranishni o'rganishda, odamning yeshitishini o'rganishda, avtomobilning tashqi shovqinini o'lchashda va hokazolarda qo'llaniladi.

5. **Tok datchiklari:** AC va DC kuchlanishni o'lchash uchun mo'ljallangan datchiklar. Kuchlanish singari, tok ham yenergiyaning eng asosiy shakllaridan

biridir. Uning o‘lchashi monitoring va tahlil maqsadlariga xizmat qiladi. Elektr tarmog‘i orqali uzatiladigan yenergiya sifatini tekshirish, gibrid dvigatel yoki avtomobil bilan elektr transport vositasining yenergiya sarfini o‘lchash bo‘ladimi, elektr ta‘minotini baholash juda muhim rol o‘ynaydi.

Tok shuntlari kichik va o‘rta tok darajalarini kuchlanishga aylantirish uchun ishlatilishi mumkin. Shunt-bu rezistorning bir turi. U to‘g‘ridan-to‘g‘ri oqim o‘lchanadigan zanjirga o‘rnatiladi. Boshqa turdagi datchiklar va tok o‘zgarkichlari induksiya yoki boshqa tegishli usul asosida ishlaydi, bunda ular elektr zanjirining bir qismi hisoblanmaydi. Bu yuqori oqim darajalarini o‘lchash imkonini beradi. Quyida odatdagi tok ombirlari — tok hosil qilgan elektromagnit maydonni aniqlaydigan va uni o‘lchaydigan qurilmalar taqdim etilgan. Datchikning chiqish qiymati bizning ma‘lumotlarni yig‘ish tizimimiz ko‘rsatishi, saqlashi va tahlil qilishi mumkin bo‘lgan mutanosib kuchlanishdir.

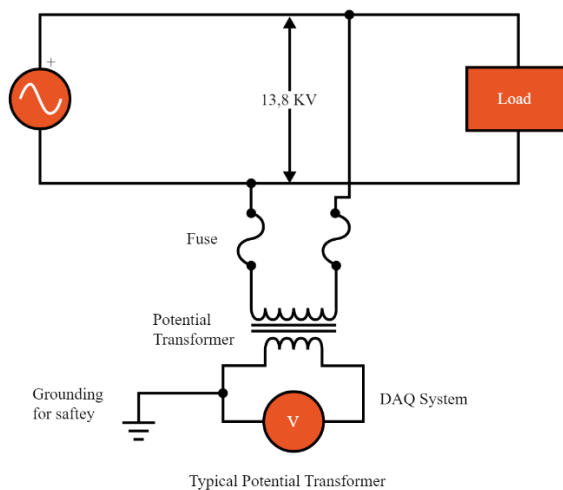


2.14-rasm. Dewesoft kompaniyasining tokni o‘lchash vositalari

6. Kuchlanish transformatorlari: yuqori kuchlanish potentsiallarini o‘lchash uchun mo‘ljallangan datchiklar. Tok singari, kuchlanish ham yenergiyaning eng asosiy shakllaridan biridir. Uning o‘lchashi monitoring va tahlil maqsadlariga xizmat qiladi. Elektr tarmog‘i orqali uzatiladigan yenergiya sifatini tekshirish, gibrid dvigatel yoki avtomobil bilan elektr transport vositasining yenergiya sarfini o‘lchash bo‘ladimi, elektr ta‘minotini baholash juda muhim rol o‘ynaydi.

Dunyodagi deyarli har bir ma‘lumot yig‘ish tizimi va ma‘lumotlarni ro‘yxatga oluvchi to‘g‘ridan-to‘g‘ri 0-10 V yoki 0-50 V oralig‘ida past yoki o‘rta kuchlanish darajasini olishi mumkin, shuning uchun transformator yordamida bu kuchlanishni kamaytirish shart emas. 50 dan 1000 V gacha bo‘lgan kuchlanishda ma‘lumotlarni yig‘ish tizimiga maxsus signal o‘zgarkichlari o‘rnatilishi mumkin, masalan, SIRIUS-HV moduli, bunday kuchlanishni to‘g‘ridan-to‘g‘ri va xavfsiz qabul qilishi va raqamlashtirish, ko‘rsatish va saqlash uchun kamaytirishi mumkin. Biroq, yuqori kuchlanishlarda yoki hayot uchun xavfli oqimlar va kuchlanishlar mavjud bo‘lganda, yuqori kuchlanishni kamaytirish va operatorni kuchlanish va oqim bilan bog‘liq xavfdan ajratish uchun yuqori kuchlanishli

transformatorlardan foydalanish kerak. Bunday qurilma kuchlanish transformatori yoki quvvat transformatori deb ataladi.



2.15-rasm. Odatiy quvvat transformatori

Oddiy quvvat transformatori juda yuqori potentsiallarni (hatto 10 000 V dan yuqori) xavfsiz darajaga kamaytirish uchun transformatoridan foydalanadi. Transformator ketma-ket yoki kuzatiladigan elektr davri bilan parallel ravishda ulanishi mumkin. Transformatorning asosiy o'rashi qo'shimcha bilan solishtirganda ko'p sonli halqalarga ega.

7. **Optik datchiklar:** yorug'likni aniqlash, ma'lumotlarni uzatish va an'anaviy datchiklarni almashtirish uchun mo'ljallangan datchiklar.

Optik datchiklar quyidagi sohalarda qo'llaniladi:

- yorug'lik, infraqizil va ultrabinafsha nurlanishini aniqlash;
- ob'ektga masofani aniqlash, uning mavjudligi/yo'qligi;
- an'anaviy datchiklarni almashtirish.

Datchik atrofidagi yorug'lik darajasini aniqlash yoki o'lchash turli xil vazifalarni bajarishi mumkin. Eng aniq misol-yorug'likni avtomatik yoqish va o'chirish, bu foto datchikni talab qiladi.

Ushbu datchiklarning aksariyati inson ko'ziga ko'rinadigan spektr uchun mo'ljallanganligiga qaramay, ba'zi datchiklar infraqizil, shuningdek ultrabinafsha spektr bilan ishlaydi. Infraqizil spektr turli xil robot tizimlarida, shuningdek an'anaviy televizion masofadan boshqarish pultida qo'llaniladi. Infraqizil nurlanish inson ko'ziga ko'rinmaydi, lekin yuqori konsentratsiyalarda xavfli bo'lishi mumkin, shuning uchun ularni aniqlash, boshqa narsalar qatori, xavfsizlik nuqtai nazaridan amalga oshirilishi kerak.



Fotorezistor yoki fotosensitiv qarshilik sifatida ham tanilgan fotosel yorug‘likning mavjudligi va miqdorini aniqlay oladi, chunki uning chiqish qiymatlari odatda kadmiy sulfididan yasalgan panjaraga ega bo‘lgan fotoselga tushgan yorug‘lik miqdoriga mutanosib ravishda o‘zgaradi. Yorug‘lik elementga ta‘sir qilmasa, qurilma juda yuqori qarshilikka ega. Elementga yorug‘lik tushganda, qarshilik yorug‘lik miqdoriga mutanosib ravishda kamayadi.

8. **Datchik-videokameralar:** bitta doimiy ikki o‘lchashli tasvirni olish uchun mo‘ljallangan datchiklar.

Biz videokameralarni faqat filmlarni suratga olish yoki suratga olish uchun ishlatiladigan narsa sifatida taqdim yetamiz, ammo ular sanoat va fanda ham keng qo‘llaniladi. Zavodlarda bitta va uzluksiz tortishish uchun videokamera datchiklari ishlab chiqarish va yig‘ish liniyalaridagi turli jarayonlarni kuzatish va boshqarish uchun ishlatiladi.



Videokameralar o‘lchash vazifalarini bajarishda ma‘lumotlarni yig‘ish tizimlarida ham muhim rol o‘ynaydi. Barcha Dewesoft ma‘lumotlarini yig‘ish tizimlari bir yoki bir nechta videokameralardan foydalanishi va analog va raqamli ma‘lumotlar bilan sinxron ravishda video yozishi mumkin. Bir tomondan, ba‘zi ma‘lumotlarni yig‘ish tizimlarining yozuvlariga video qo‘shish uchun juda arzon veb-kameralardan foydalanish mumkin. Boshqa tomondan, yaxshi linzali sanoat kameralari va kameraning kadr tezligini yozib olingan jarayon va/yoki ma‘lumotlarni tanlab olish chastotasi bilan sinxronlashtirish mavjud.

9. **Raqamli datchiklar:** diskret qiymatlarni hisoblash uchun, chiziqli va rotatsion kodlash, pozitsiyani o‘lchash va boshqalar uchun mo‘ljallangan datchiklar. Raqamli datchiklar haqida gapirganda, biz odatda chiziqli yoki burchakli pozitsiya bilan bog‘liq bo‘lgan diskret qiymatlarni chiqaradigan datchiklarni, shuningdek, yaqin atrofdagi narsalarni aniqlash uchun ishlatiladigan

datchiklarni nazarda tutamiz. Eng keng tarqalgan raqamli datchiklarni tahlil etib chiqamiz.

Yaqinlik datchiki

Yaqinlik datchiki yaqin atrofdagi narsalarni kontaktsiz tarzda aniqlay oladi, so'ngra impuls signallari yoki kuchlanish signallarini chiqaradi. Yaqinlik datchiklarining bir nechta turlari mavjud. Ularning tanlovi aniqlangan ob'ektlarning tarkibiga bog'liq.



Aylanadigan enkoderlar

Aylanadigan enkoderlar, qoida tariqasida, yuqori burchakli piksellar sonini ta'minlaydi, chunki ular 360 ta aylanish uchun bir necha ming qadamgacha hisoblashlari mumkin, bu yesa 1 dan kam qadamlarni o'lchash imkonini beradi. Ko'pgina kodlovchilar aylanish yo'nalishini ham aniqlashlari mumkin, bu ma'lum ilovalarda alohida ahamiyatga ega.



Qo'shimcha kodlovchilar

Qo'shimcha kodlovchilar pozitsiya va yo'nalishdagi nisbiy o'zgarishlarni qayd yetadilar. Ular mutlaq pozitsiyani (burchak) kuzatmaydilar.

Qo'shimcha kodlovchilar harakat va yo'nalishdagi o'zgarishlarni ko'rsatadigan A va B signallarini chiqaradilar. Ba'zi kodlovchilar uchun kerakli yoki mos yozuvlar pozitsiyasini aniqlash mumkin. Ushbu pozitsiyaga yerishilganda, qo'shimcha chiqish signali Z yaratiladi. Qo'shimcha kodlovchilar kodlovchilarning eng keng tarqalgan va mashhur turlari hisoblanadi.

Chiziqli kodlovchilar

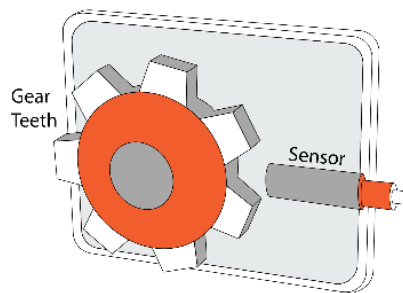
Chiziqli kodlovchi chiziqli yo'l bo'ylab pozitsiyani o'lchaydi. Valning holatini o'lchash imkonini beruvchi dumaloq ichki plastinkaga ega bo'lgan aylanma kodlovchidan farqli o'laroq, ko'pchilik chiziqli kodlovchilar tashqi shkala bo'ylab harakatlanadi va ushbu shkaladagi belgilarga muvofiq o'z pozitsiyasini aniqlaydi.



Idel misol sifatida – bosma ishlarni ishlab chiqarish jarayenida bosma shkala bo‘ylab oldinga va orqaga aniq siljitish uchun chiziqli kodlovchidan foydalanadigan printerni keltirish mumkin.

Tishli tish holati datchiklari

Bu burchak datchiki aylana shaklida joylashgan tishlardan, shuningdek, tishlar datchik yonidan o‘tganda ularni aniqlaydigan tarzda joylashgan yaqinlik datchik turidan iborat. Qoida tariqasida, Xoll effekti prinsipi asosida ishlaydigan yaqinlik datchiki ishlatiladi, ammo boshqa variantlar ham bo‘lishi mumkin. Tishli g‘ildirak sinov ostida aylanadigan valga o‘rnatiladi.



2.16-rasm. Yaqinlik datchiki bilan tishli g‘ildirak ko‘rinishi

Xoll datchiki magnit va g‘ildirakning metall tishlari orasidagi havo cho‘ntaklarida sodir bo‘ladigan induksiyadagi og‘ishlarni aniqlaydi. Zamonaviy tizimlarda signal yo‘nalish talablariga bog‘liq bo‘lmagan ikkilik to‘rtburchaklar pulsga aylanadi. Signal tishli g‘ildirak to‘liq to‘xtaguncha va elektr ta‘minotidan so‘ng darhol birinchi tishning o‘tishi bilan davom yetguncha ishlab chiqariladi. Ko‘pgina Xoll datchiklari nafaqat tishli g‘ildirakning tishlarini aniqlay oladi, balki disklar va plitalardagi teshiklarni, turli xil disklar va plitalarga qo‘shilgan metall elementlarni (masalan, boltlarni), yuritma vallari va yeksantrik vallaridagi tirqishlarni aniqlash uchun ham ishlatilishi mumkin.

10. **Joylashuvni aniqlash datchiklari** (GPS): GPS, GLONASS va boshqa sun‘iy yo‘ldosh joylashishni aniqlash tizimlari asosida geografik koordinatalarni yozish uchun mo‘ljallangan datchiklar.

Turli xil GPS datchiklari turli xil joylashuv aniqligini va boshqalarni ta'minlaydilar.

GPS kuzatuv datchiklari - bu xaritada qiziqish ob'ektini Real vaqt rejimida kuzatishga yoki o'tgan kun yoki oy davomida harakatlanish trayektoriyasini ko'rishga yordam beradigan maxsus navigatsiya qurilmasi.

Datchikning ishlash prinsipi juda oddiy. Datchik GPS sun'iy yo'ldoshlari tomonidan 3-5 metr aniqlik bilan yerdagi joylashuvini aniqlaydi, keyin o'rnatilgan SIM-karta va GSM/GPRS aloqasi tufayli bu ma'lumotni Internet orqali kompyuter yoki telefonga uzatadi. GPS chipining hozirgi joylashuvi bilan xarita, GPS datchikning bir qismi sifatida bepul IOS/Android mobil ilovasi va harakat tarixini kuzatish va yuklab olish uchun veb-sayt ham mavjud. Bunda nafaqat pozitsiya, balki harakatlanish tezligi, bosib o'tgan masofa, to'xtash joylari va ko'chalarga aniq havolalar bilan to'xtash joylari ham kuzatiladi!



2.17-rasm. GPS datchiklarning umumiy ko'rinishi

Ushbu mavzu bo'yicha siz datchiklar nima yekanligi, ular qanday ishlashi va monitoring va sinov sohasidagi juda ko'p vazifalarni hal qilish uchun qanday ishlatilishi haqida to'liqroq tasavvurga ega bo'ldingiz. Texnologiyalar bir joyda turmaydi: datchiklar tobora yaxshilanmoqda, aniq va takrorlanadigan o'lchashlarni amalga oshirishning yangi, yanada samarali usullari izlanmoqda. Datchiklardan foydalanish texnologiyasi doimiy ravishda rivojlanib bormoqda.

Nazorat savollari

1. O'lchash o'zgartkichi deb nimaga aytiladi?
2. O'lchash o'zgartkichlari nechta turga bo'linadi?
3. "Datchik" tushunchasiga ta'rif bering.
4. Datchikning blok sxemasini chizib tushuntiring.
5. Konsentrlangan parametrlarga yega datchik tushunchasi nimadan iborat?

6. Taqsimlangan parametrlarga yega datchik tushunchasini ma'nosini tushuntirib bering.
7. Sensorlarning tasnifini to'la ifodalab bering.
8. Sensorning metrologik xususiyatlariga nima ta'sir qiladi?
9. Sensorning sezgirlik chegarasini qanday aniqlanadi?
10. Datchikning sezgirlik chegarasi deganda nima tushuniladi?

§2.2. O'lchash vositalari va ularning tasnifi

§2.2.1. O'lchash asbobi

O'lchash asbobi deb - belgilangan diapazonda o'lchangan fizik kattalikning qiymatlarini olish uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi. Ko'pincha o'lchash asbobini operatorning bevosita idrokiga ega bo'lgan shaklda o'lchash ma'lumotlarini signalini yaratish uchun o'lchash vositasi deb ham ifodalaydilar.

O'lchash asbobi-bu belgilangan diapazonda o'lchangan jismoniy miqdorning qiymatlarini olish uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi.

Ayrim adabiyotlarda o'lchash asbobini o'lchash uchun mo'ljallangan, standartlashtirilgan metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan, hajmi ma'lum vaqt oralig'ida o'zgaras (belgilangan xato doirasida) qabul qilingan fizik miqdor birligini qayta ishlab chiqaradigan va (yoki) saqlaydigan texnik vositasi deb ham ifodalaydilar.

Shuningdek, o'lchash asbobi - belgilangan diapazonda o'lchangan qiymat miqdorlarini olish uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi deb yuritiladi.

O'lchash - bu maxsus texnik vositalar yordamida eksperimental ravishda ma'lum bir fizik miqdorning qiymatini topishdir.

Yuqorida keltirilgan o'lchash va o'lchash asbobi to'g'risida nomlanishi deyarli hammasi bitta maqsadga qaratilgan, ya'ni o'lchash uchun maxsus ishlab chiqilgan texnik vositalarni qamrab oluvchi umumlashtiruvchi tushuncha desak mubolag'a bo'lmaydi.



Endi o'lchash asbobi to'g'risida umumlashgan ma'lumotlarni tahlil etib chiqamiz. Qoida tariqasida, o'lchash moslamasida o'lchangan qiymatni ma'lumotni o'lchash signaliga aylantirish uchun asboblardan va uni idrok yetish uchun eng qulay shaklda ko'rsatish uchun qurilmalardan amaliyotda keng qo'llaniladi.

Ko'pgina hollarda, displey qurilmasida o'q (strelka), shkala, raqamli tablo yoki displey bilan o'lchashga ega bo'lib, buning natijasida o'lchash natijasini hisoblash yoki yozib olish mumkin.

Kompyuterlashtirilgan o'lchash tizimida o'lchash natijasini ro'yxatdan o'tkazish u yoki bu turdagi tashuvchida avtomatik ravishda amalga oshirilishi imkoniyatlari mavjud.

O'lchash vositalarining quyidagi turlarga ajratiladi:

- **Analog** - bunda chiqish signali o'lchangan qiymatning uzluksiz funksiyasi hisoblanadi;
- **raqamli** - bunda chiqish signali raqamli shaklda taqdim yetiladi;
- **ko'rsatuvchi** - faqat o'qishlarni hisoblashga va yozib olishga mo'ljallangan, bunda o'lchash natijalarini ro'yxatdan o'tkazishga taqdim yetiladi;

- **qayd qiluvchi** – bularda o‘qishlar funksional jihatdan ikki yoki undan ortiq miqdor yig‘indisi bilan bog‘liq bo‘ladi
- **integratsiyalovchi** - o‘lchangan qiymatning miqdori uni boshqa qiymat bilan birlashtirish orqali aniqlanadi. Masalan, mikrometr va raqamli voltmetr o‘lchash moslamalarini tarkibiga kiradi, barograf esa – ro‘yhatga olish moslamasi hisoblanadi.

Analog o‘lchash asboblari asbobning ko‘rsatishi o‘lchanayotgan kattalik o‘zgarishining uzluksiz funksiyasidan iborat bo‘ladi, raqamli o‘lchash asboblari esa ko‘rsatishlar o‘lchash axboroti signalini diskret o‘zgartirish natijasidan iborat bo‘lgan raqamli shaklda ifodalangan bo‘ladi.

Keyingi vaqtlarda raqamli asboblari borgan sari kengroq qo‘llana boshlandi, chunki ularning ko‘rsatuvlari osongina qayd qilinadi, ularni EHMga kiritish qulay. Raqamli asboblarning tuzilishi o‘lchashda analog asboblarga qaraganda katta aniqlikka erishishga imkon beradi. Shu bilan birga raqamli asboblari qo‘llanganda o‘qish xatoligi bo‘lmaydi. Ammo analog asboblari raqamli asboblarga qaraganda anchagina sodda va arzonidir.

Ko‘rsatuvchi asboblari raqamli qiymatlar shkala yoki raqamli tablodan o‘qiladi. Qayd qiluvchi asboblari ko‘rsatuvlarni diagramma qog‘ozida yozib olish yoki raqamli tarzda chop etish ko‘zda tutiladi. Kombinatsiyalangan asboblari o‘lchanayotgan kattalikni bir vaqtning o‘zida ko‘rsatadi hamda qayd qiladi. Integralovchi asboblari o‘lchanayotgan kattalik vaqt bo‘yicha yoki boshqa erkli o‘zgaruvchi bo‘yicha integrallanadi. Jamlovchi asboblari ko‘rsatishlar turli kanallar bo‘yicha unga keltirilgan ikki yoki bir necha kattalikning yig‘indisi bilan funksional bog‘langan bo‘ladi.

O‘lchash asboblari amaliyotda to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’sir qiluvchi va taqqoslashni o‘lchash moslamalari bilan farqlanadilar.

To‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlaydigan o‘lchash moslamasida o‘lchash natijasi to‘g‘ridan-to‘g‘ri uning displey qurilmasidan olinadi. Bunday qurilmalarga ampermetr, bosim o‘lchagich, simob-shisha termometri misol bo‘la oladi. To‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlaydigan o‘lchash asboblari to‘g‘ridan-to‘g‘ri baholash usuli bilan o‘lchashlar uchun mo‘ljallangan.

O‘lchash vositalari o‘lchash jarayonidagi bajarayotgan vazifasiga qarab **ishchi, standart namuna va etalon** o‘lchash asboblari bo‘linadi.

Ish o‘lchash asboblari xalq xo‘jaligining barcha tarmoqlarida amaliy o‘lchashlar uchun mo‘ljallangan. Ular anikligi orttirilgan o‘lchash asboblari va texnik o‘lchash asboblari bo‘linadi. Standart namuna o‘lchash asboblari ish o‘lchash asboblari tekshirish va ularni o‘zlari bo‘yicha darajalashga xizmat qiladi. Etalon asboblari fizik kattalik birliklarini qayta tiklash va saqlash, ularning

o'lchamlarini namuna o'lchash asboblari orqali xalq xo'jaligida qo'llanadigan ish o'lchash vositalariga o'tkazishga xizmat qiladi.

Standart namuna — modda va materiallarning xossalari yoki tarkibini xarakterlovchi kattaliklarning birligini qayta tiklash uchun o'lchash. Masalan, tarkibidagi kimyoviy elementlari ko'rsatilgan ferromagnit materiallar xossalarning standart namunasi.

Standart namuna o'lchash asboblari ish o'lchash asboblarini tekshirish va ularni o'zlari bo'yicha darajalashga xizmat qiladi.

Etalon o'lchash asboblari — tasdiqlangan spetsifikatsiyada ko'rsatilgan, tayyorlash shartlariga rioya qilinganda tiklanadigan ma'lum xossalarga ega bo'lgan moddadan iborat o'lchash. Masalan, «toza» gazlar, «toza» metallar, «toza» suv.

Etalon asboblari fizik kattalik birliklarini qayta tiklash va saqlash, ularning o'lchamlarini namuna o'lchash asboblari orqali xalq xo'jaligida qo'llanadigan ish o'lchash vositalariga o'tkazishga xizmat qiladi. Fizik kattaliklarning birliklari o'lchami shu usul bilan etalonlardan namuna o'lchash asboblari yordamida boshqa o'lchash asboblari o'tkaziladi.

O'lchash vositalarining ko'rsatishlaridagi xatoliklarni aniqlash yoki ularning ko'rsatishlariga tuzatish kiritish maqsadida o'lchash vositalari ko'rsatishlarini namuna o'lchash asboblarining ko'rsatishlariga **taqqoslash** deb ataladi.

Shkala asbobni tekshirish bo'linmalariga qabul qilingan o'lchash birliklarida ifodalangan qiymatlar berish operatsiyasi **darajalash** deb ataladi.

O'lchash vositalari yordamida o'lchanayotgan fizik kattaliklar o'lchash axboroti signali foydalaniladigan biror chiqish kattaligiga o'zgartiriladi.

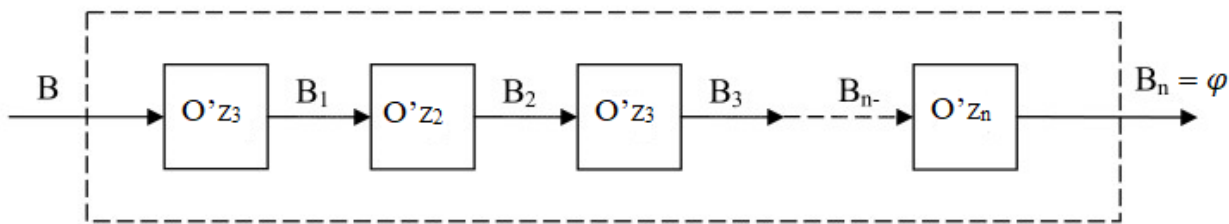
Fizik kattalikni o'lchashda o'lchash qurilmasi (asbobi) fizik kattalikni ko'rsatkichning mutanosib siljitadi:

$$\varphi = f(B)$$

bu yerda, φ — asbob ko'rsatkichining burchakli yoki chiziqli siljishi, V — o'lchanayotgan fizik kattalik.

Yuqorida keltirilgan bog'lanish asbob shkalasining **tenglamasi** yoki **tasnifi** deyiladi. Har qanday o'lchash asbobining ishi oqibat natijada o'lchanadigan kattalikni ko'rsatkichning siljishiga moslab o'zgaririshga keltiriladi.

Shu sababli o'lchash asbobini sxematik ravishda, o'lchanayotgan fizik kattalik V ni ko'rsatkichning mexanik siljish miqdori φ ga o'zgartiradigan **o'zgartkich** deb qarash mumkin. Oraliq o'zgartirishlar soniga qarab asbobni bo'g'inlarga bo'lish mumkin, bu bo'g'inlarning har biri asbob ichida V miqdorni ma'lum tarzda o'zgartiradi. Ana shu bo'g'inlar majmuasi o'lchanayotgan kattalikning talab etilgan o'zgarishini ko'rsatkichning siljishi φ ga o'zgartiradi.



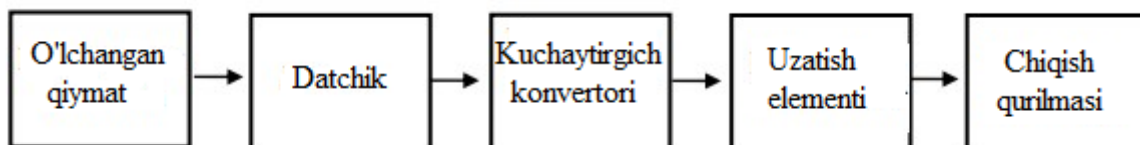
2.18-rasm. o'lchash asbobining struktura sxemasi

Istalgan o'lchash asbobining struktura sxemasi, uning ishlash, prinsipidan qat'i nazar, ketma-ket ulangan o'lchash bo'g'inlari $O'z_1, O'z_2, O'z_3, \dots, O'z_n$, qatoridan tuzilgan zanjir kabi tasvirlanishi mumkin.

Birinchi bo'g'in $O'z_1$, uchun kirish qiymati bo'lib V kattalik xizmat qiladi. Har bir bo'g'inning chikish qiymati keyingi bo'g'in uchun kirish qiymati bo'lib xizmat qiladi. Oxirgi $O'z_n$, bo'g'inning chikish qiymati ko'rsatkichning $V_n = \varphi$ siljishini anglatadi.

Umumiy holda o'lchash vositalarining struktura sxemasini qurish prinsipiga qarab ikki guruhga bo'lish mumkin: to'g'ri o'zgartiradigan o'lchash sxemasi va signali moslashtiriladigan o'lchash sxemalari. To'g'ri o'zgartirish prinsipi bo'yicha qurilma o'lchash vositalarida o'lchanayotgan kattalik dastlabki o'zgartkichga yoki uning o'lchash zanjiri qismidan iborat bo'lgan sezgir elementga keladi. O'lchash zanjirida, odatda, o'lchanayotgan kattalikni axborotning biror eltuvchisi (elektr toki kuchi yoki kuchlanishi, siqilgan havo bosimi va boshqalar) signaliga o'zgartirish kiritish bo'yicha amalga oshiriladi. So'ngra mazkur signal kuchaytiriladi va sanash qurilmasiga uzatiladi. Eng sodda variantda shu sxemadan faqat sezgir element va sanash qurilmasi qolishi mumkin. To'g'ri o'zgartkich sxemalari sodda, ishonchli, yetarli tezkorlikka ega hamda uncha qimmatga tushmaydi. Ammo ulardan, amalda, kichik signallarini o'lchashda foydalanib bo'lmaydi.

O'lchashlarni amalga oshirish uchun odatda asboblari va uzatish elementlari ishlatiladi, ular birgalikda o'lchash moslamalarini hosil qiladi. Bunday o'lchash moslamasini blok-diagramma yordamida shartli ravishda tasvirlash mumkin, garchi unda ko'rsatilgan qurilmalarning har biri o'z navbatida butun o'lchash moslamasini aks yettirishi mumkin (rasm. 2.19).



2.19-rasm. O'lchash vositasining tuzilish sxemasi

Datchikning kirishiga (u ko‘pincha sezgir element deb ataladi) o‘lchangan qiymat kiradi va uning chiqishida keyingi ishlov berish uchun mo‘ljallangan signal mavjud bo‘ladi.

Bu signal o‘lchangan qiymatga bog‘liq. Odatda datchik - bu yorug‘lik tushadigan masalan, fotodiod bo‘lishi mumkin. Keyin past signallarni maxsus kuchaytirgich yordamida kuchaytirish yoki konvertor yordamida qulayroq shaklga o‘tkazish mumkin. Uzatish elementi (elektr o‘tkazgich, simsiz tizim) signalni chiqish qurilmasiga uzatadi, u to‘g‘ridan-to‘g‘ri yeksperimentatorga ma‘lumot chiqarib beradi yoki uni kompyuter yordamida keyingi ishlov berish uchun saqlaydi. Ko‘pincha kompyuter o‘lchash moslamasiga ulanadi, keyin ma‘lumotlarni qayta ishlash to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘lchash jarayonida amalga oshiriladi.

Tizim tahlili nuqtai nazaridan, butun tajriba o‘rnatish, shuningdek uning alohida bloklari funksional jihatdan bir xil. Tizimga kirish signali x beriladi va ishlov berilgandan so‘ng uning chiqishida y signali paydo bo‘ladi. Bu ikkala miqdor ham bir-biri bilan tizimni tavsiflovchi ma‘lum nisbatlar bilan bog‘liq. Ushbu nisbatlar **uzatish tasniflari** deb ataladi. Ko‘pgina uzatish tasniflari ma‘lum bir qurilmaga bog‘liq yemas, lekin umumiy xususiyatga ega.

O‘lchash vositasining statsionar holatiga barcha o‘tishlar kirishga doimiy X signalidan so‘ng tugashi bilan yerishiladi. Chiqish Y va kirish X signallari o‘rtasida funksional bog‘liqlik mavjud. Agar kirish qiymati $x(t)$ vaqt o‘tishi bilan tez o‘zgarib tursa, unda chiqish qiymatida buzilishlar bo‘lishi mumkin. Qurilmaning uzatish xususiyatlarini prinsipial jihatdan hisoblash mumkin bo‘lsa-da, barcha alohida elementlarning xususiyatlarini bilib, to‘liq ishonch faqat to‘g‘ridan-to‘g‘ri yeksperimental tekshirish orqali olinadi. Faqat bu chiqish signalini buzishi mumkin bo‘lgan barcha omillarni hisobga olishga imkon beradi. Bunday sinov tajribalarida kirish qiymati ma‘lum bir qonunga muvofiq o‘zgaradi va chiqish qiymati yetarlicha katta vaqt o‘lchamlari bilan qayd yetiladi. Bunday uzatishlarni chiziqli uzatish elementlarining dinamik tasniflari deb yuritiladi. Bu kabi masalalarni metrologiya asoslari fanida batafsil ko‘rib chiqiladi.

Endi eng ko‘p qo‘llaniladigan ayrim o‘lchash asboblari va ularni qo‘llash hamda boshqa xususiyatlarini bilan tanishib chiqamiz.

1. Mashinosozlik tizimida.

Eng keng tarqalgan o‘lchash vositalariga **shtangensirkul** (kaliper), **mikrometr** va **nutrometrlar** kiradi. Ularning barchasi juda aniq natijalarga erishishga imkon beradi, ammo yaxshi vositalardan foydalangan holda ham o‘lchash xatosi mavjud bo‘ladi. Qoida tariqasida, uning qiymati texnik pasportda ko‘rsatilgan va bu asbobning narxiga bevosita ta’sir qiladi. Xato qanchalik past bo‘lsa, o‘lchash aniqligi shunchalik yuqori bo‘ladi, ya’ni narx bir xil

shtangensirkuler (kaliper) yoki mikrometrning oddiyroq modeli narxidan sezilarli darajada farq qilishi mumkin.

Shtangensirkul - bu qattiq metall o'lchagich (novda), vernier va o'lchash gubkalari bo'lgan ramkadan iborat asbob. Novdaning bo'linishi 0,5 mm bo'lgan belgiga ega va vernier 0,02 mm, xavflarni tuzatish uchun chizgichda maxsus vint mavjud. O'lchash gubkalari yuqori va pastki qismlarga bo'linadi. Birinchisi ichki o'lchashlarni bajarish uchun (asosan qismlardagi teshiklar), ikkinchisi mahsulotlarning tashqi o'lchamlarini olish uchun ishlatiladi.

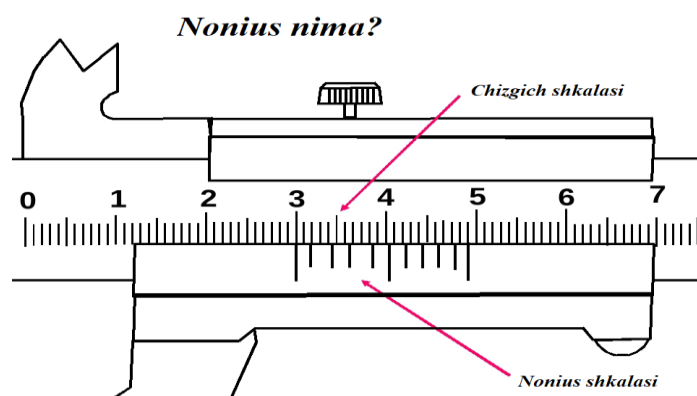


Ishlash usuli. Pastki o'lchash gubkalari yon tomonlarga ajratiladi, ular orasida joylashgan detal, so'ngra gubkalar butun tomonga siljiydi. Qismni o'lchash uchun yuqori gubkalar siljiydi, o'lchash uchun teshikka kiritiladi va u yerda ochiladi. Kaliper bilan ishlaganda, gubkalar o'lchangan yuzaga mahkam joylashishi uchun asbobni qismga perpendikulyar ushlab turish muhimdir. O'lchash natijalari asosiy shkala va vernier tomonidan belgilanadi. Odatiy kaliperlardan tashqari, tabloda o'lchash qiymatini ko'rsatadigan asbobning elektron modellari ham mavjud.

O'lchash xatoliklari

O'lchash paytida noto'g'ri ma'lumotlarga olib keladigan asosiy sabablar - bu asbobdan foydalana olmaslik, shikastlangan asbobdan foydalanish, asbobning ishchi yuzalari va o'lchangan ob'ektning ifloslanishi, isitiladigan yoki sovutilgan qismni o'lchash. Shuning uchun o'lchash vositalarini himoya qutilarida saqlash, ulardan kirni o'z vaqtida olib tashlash va shkaladagi dastlabki belgi nolga to'g'ri kelishini tekshirish juda muhimdir. Ko'p jihatdan qismlarni (ayniqsa metallni) o'lchash amalga oshiriladigan standart harorat + 20 deb hisoblanadi.

Xatoni kamaytirishning yana bir usuli-bitta parametrning bir qator o'lchashlarini bajarish va o'rtacha arifmetikani hisoblash zarur bo'ladi. Ushbu amaliyot arzon asboblardan foydalanganda keng qo'llaniladi, shuningdek, xatosi juda kichik bo'lgan professional modellar bilan o'lchashda zarar qilmaydi.



O'lchashlarning aniqligini oshirish uchun ba'zi asboblarda yordamchi shkala bilan jihozlangan. U turli yo'llar bilan ataladi: "nonius" – portugaliya matematigi P. Vernier sharafiga – yoki "vernier" - 1631 yilda shu kungacha ishlatilgan shkalani qurishni taklif qilgan fransuz olimi P. Vernier sharafiga nomlangan.

Ushbu qurilmaning ishlash prinsipi ko'zning bo'linmalar orasidagi belgini aniqlagandan ko'ra, asosiy va yordamchi shkala bo'linmalarining mos kelishini yaxshiroq ushlab olishga asoslanadi. Bundan tashqari, verniyerning nol qiymati butun qismni bildiradi va asosiy shkalaning bo'linishiga to'g'ri keladigan bo'linish raqami kasrni ko'rsatadi. Verniyerdan foydalanish millimetrning o'ndan yuzdan bir qismigacha aniqlik bilan natijalarga erishishga imkon beradi.

Mikrometr – bu kichik o'lchamdagi sirtlarni o'lchash uchun mo'ljallangan asbob-ikki mikromillimetrgacha. Ushbu qurilmani professional deb atash mumkin, chunki u kundalik hayotda deyarli ishlatilmaydi. Asbob tovonli qavsdan, juda aniq ipli harakatlanuvchi vintdan, ratchetdan, ikkita taroziga ega bo'lgan dastani yengidan iborat - yuqori qismi millimetrda, pastki qismi yarim millimetrda. Bundan tashqari, eng poyasi atrofida aylanadigan barabanning konus qismi vernier hisoblanadi: uning ustiga millimetrning yuzdan bir qismini hisoblash uchun xizmat qiladigan 50 ta bo'linma qo'llaniladi. Asbobning o'lchash yuzasi mikrometr vintining uchi bo'lib, panjara kabi qism vint qism bilan aloqa qilganda doimiy o'q kuchni ta'minlaydi.

Uzoq uzunlikdagi aniq qadam bilan vintni ishlab chiqarishning murakkabligi tufayli mikrometrlar bir nechta o'lchamlarda tayyorlanadi: uzunliklarni 0 dan 25 mm gacha, 25 dan 50 mm gacha, 50 dan 75 mm gacha va hokazo.



Qo'llash usuli. Mahsulotni mikrometr bilan o'lchash texnikasi quyidagicha: mahsulot tovon va vint orasiga mahkamlanadi, so'ngra

ko'rsatkichlar olinadi. O'lchashni bo'lish narxi odatda 0,5 yoki 1 mm ni tashkil qiladi, barabanda 50 yoki 100 bo'linma mavjud bo'lib, 0,01 mm aniqlik bilan o'qiladi, ammo 0,005, 0,002 va 0,001 mm ko'rsatkichlari bilan aniqroq mikrometrlarning turlari ham mavjud.

Ishlash prinsipiga ko'ra qo'lda va ish stoli mikrometrlari farqlanadi, tuzilishi va maqsadiga qarab, bu asboblari silliq, tutqich, varaq, quvur, qo'shimchalar bilan rezkali va tishli turlariga bo'linadi.

Nutrometr

Nutrometr teshiklar, oluklar va ichki yuzalarning o'lchamlarini ayniqsa aniq o'lchash uchun mo'ljallangan vositadir. Mikrometrik va indikatorli nutrometrlar amaliyotda eng keng tarqalgan.



Nutrometr indikator diametri 6 mm va undan ortiq bo'lgan teshiklarni o'lchash imkonini beradi. Asbobni bo'linmalarini ajratish miqdori 0,01 mm, o'qishlar xatosi 0,15 dan 0,025 mm gacha bo'lishi mumkin.

Bunday nutrometr ikki qismdan iborat: o'lchash moslamasi va soat tipidagi indikator (indikator boshi). Unda ikkita bo'linma bor: bo'linish qiymati 0,01 mm bo'lgan katta va o'qning to'liq aylanishi 1 millimetr va katta o'qning aylanish sonini ko'rsatadigan kichik, ya'ni millimetr. Bosh tayog'ining zarbasi 10 mm, ammo sozlanishi tayoqlar to'plami o'lcham oralig'ini oshirishga imkon beradi.

Ishlash usuli. O'lchashni amalga oshirish uchun mos uzunlikdagi sozlanishi tayoqni tanlash va uni nutrometr ichiga burab qo'yish kerak. Keyin yengilgan asbob o'lchangan teshikka kiritiladi, yengil tebranish bilan perpendikulyar ravishda o'rnatiladi, shundan so'ng o'qning noldan og'ishi qayd yetiladi. Agar o'q o'ngga "ketsa", o'lchangan o'lcham sozlanganidan kichikroq, agar chap tomonda bo'lsa – ko'proq. Shunday qilib, belgilangan o'lcham bilan, masalan, 10 m, agar o'q 12 bo'linma bilan o'ngga og'gan bo'lsa, u $10 - 0,12 = 9,88$ mm bo'ladi, agar xuddi shu og'ish chap tomonda bo'lsa, teshik hajmi $10 + 0,12 = 10,12$ mm tashki etadi.

Nutrometr yordamida uni shtangasiga tegmasdan faqat yog'och vtulkasidan bilan ushlab turish kerak: qo'l bilan isitishdan metall qism millimetrning bir necha yuzdan bir qismiga cho'ziladi va aynan shu raqam bilan asbob o'lchashda "xato

qiladi". Aniq teshiklarni tekshirish uchun bo‘linish narxi 0,01 mm va o‘qish xatosi kamida 0,006 mm bo‘lgan mikrometrik nutrometrlardan foydalaniladi.

§2.2.2. Texnologik jarayonlarda texnologik parametrlarni o‘lchash asboblari

Texnologik jarayonlarda texnologik parametrlarni o‘lchash asboblari asosan texnologik jarayonda nazorat va o‘lchash yoki atrof-muhit parametrlarini o‘lchash paytida ma’lumot olish uchun mo‘ljallangan o‘lchash asboblari hisoblanadilar. Keyinchalik olingan ma’lumotlar operator yoki avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimi tomonidan o‘lchash ob’ekti xususiyatlarining o‘zgarishi holati va dinamikasini tahlil qilish uchun ishlatiladi.

Qo‘llash sohalaridagi farqlarga, xarakterli xususiyatlarga va bo‘linma oraliq‘iga qaramay, barcha nazorat va o‘lchash asboblari umumiy tuzilma qismlariga ega:

Birlamchi o‘zgartirgich (BO’). Kirish signalini aylantirish uchun ishlatiladi.

Sezgir elementi (CYe) – o‘rta o‘lchanadi parametrlarini chetlatish va BO’ga ma’lumotlarni uzatadi.

Datchik - bu sezgir elementidagi o‘zgarishlarni qayd yetadigan va ma’lumotlarni elektr signali shaklida chiqaradigan birlamchi o‘zgartkich.

Ikkilamchi o‘zgartkich (IO’) – birlamchi o‘zgartkichdan signallarni olib va uni operatorga u tomonidan belgilangan shaklda beradi. Operator tomonidan ma’lumotni idrok yetishni osonlashtirish uchun signallarni filtrlash, kuchaytirish, masshtablash va boshqa operatsiyalar bajarilishi mumkin.

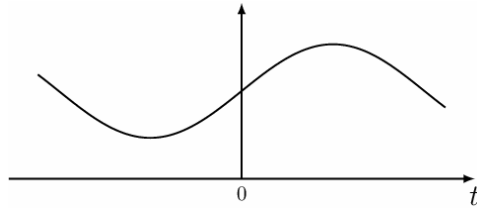
Zamonaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarida ishlatiladigan nazorat-o‘lchash asboblari va avtomatlashtirish maqsadi, ishlashi va xususiyatlari bilan farq qiladi. Turli sohalarda va sharoitlarda ishlash uchun juda ko‘p turdagi o‘lchash asboblari mavjud:

O‘lchangan qiymat turi bo‘yicha:

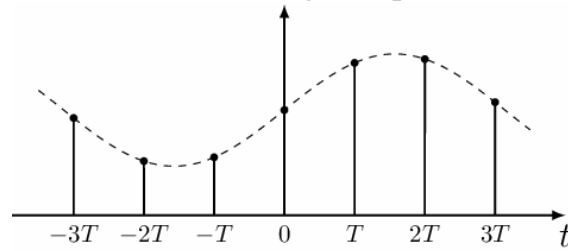
Bosimni o‘lchash; Suyuqlik yoki gaz konsentratsiyasini o‘lchash; Haroratni o‘lchash; Sath o‘lchash; Moddaning miqdorini o‘lchash; Modda (lar) bilan holatni yoki mexanik kontakti aniqlash turlari qo‘llaniladi.

Chiqish signali turi bo‘yicha:

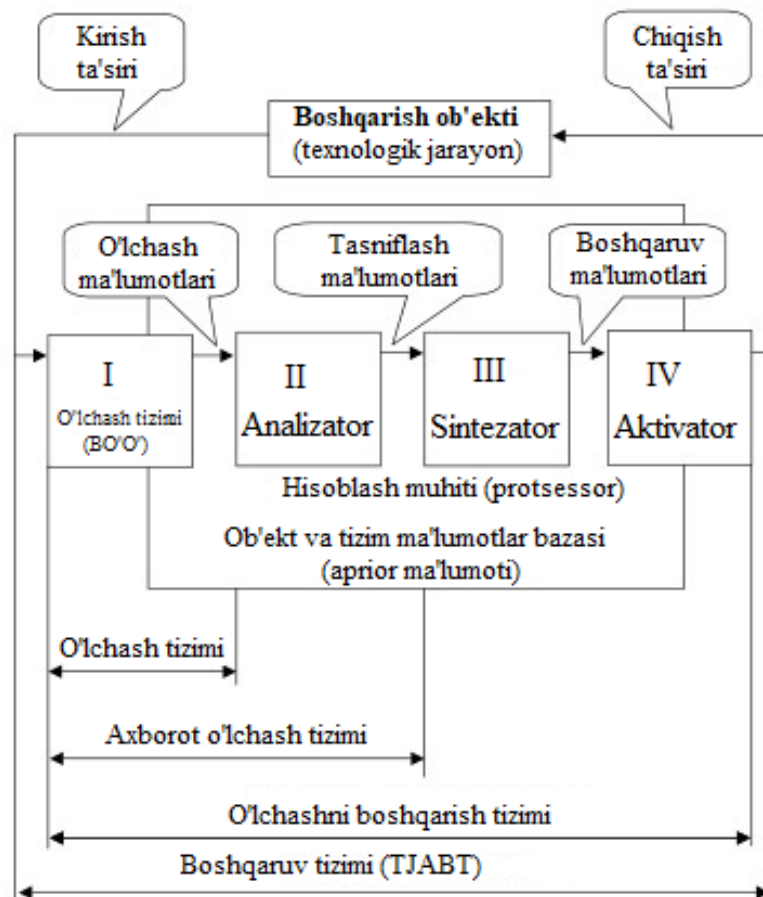
Analog atrof-muhit parametrlarini o‘lchaydilar. Bunday asboblarning chiqishiga qarshilik, kuchlanish yoki tok shaklida fizik miqdorni utatiladi;



Diskret. Chiqish signali 1/0 rele shakliga ega. Ular rele yoki kontaktsiz signalizatsiya qurilmalari shaklida bo‘lishi mumkin. Ular kuchlanish (DC yoki AC) va qurilma o‘zi o‘tishi mumkin bo‘lgan oqim kuchi bo‘yicha tasniflanadi;



O‘lchash va axborot o‘lchash tizimi hamda TJABTning soddalashtirilgan tuzilishi quyidagi rasmda keltirilgan.



O‘BT va TJABTning soddalashtirilgan tuzilishi
 I-O'lchash quyi tizimi, II-Tasniflash quyi tizimi, III - Boshqaruv quyi tizimi, IV- Ijro quyi tizimi, BO'O' - birlamchi o'lchash o'zgarykichi.

§2.2.3.O'lchash qurilmasi

O'lchash - bu ma'lum hajmdagi fizik miqdorni ko'paytirish uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi. O'lchash qiymatlari ushbu miqdorning qabul qilingan birligi bilan bog'liq bo'lgan miqdorlarni ma'lum nisbat bilan ko'paytiradi. O'lchash o'lchashning asosidir.



Gaz tashuvchilar yoki stasionar tizimlar uchun o'rnatilgan o'lchash tizimi



SU7016 o'lchash qurilmasi bir fazali statik faol yenergiya hisoblagichlarini sozlash va avtomatlashtirilgan tekshirish uchun mo'ljallangan. SU7016 hisoblagichlarni ishlab chiqarish va ta'mirlash korxonalarida texnologik

uskunalar va metrologik xizmatlarda mos yozuvlar o'lchash vositasi sifatida ishlatilishi mumkin.



Sanoat chastotasi 50 Gts aniqlik sinflarining 0,2 va GOST tomonidan standartlashtirilgan yuklarda 6 dan 10 kv gacha bo'lgan nominal birlamchi kuchlanish bilan kamroq aniqlikdagi uch fazali va bir fazali o'lchash kuchlanish transformatorlarini joyida birlamchi va davriy tekshirishga, uch fazali elektr tarmoqlarida faza almashinuvining to'g'riligini kabirlag uchun; Yuklama hajm quvvatini o'lchashga, GOST 13109-97 talablariga muvofiq elektr yenergiyasining sifat ko'rsatkichlarini o'lchashga mo'ljallangan;

O'lchash qurilmasi - bu axborot signallarini avtomatik ishlov berish, uzatish, avtomatik boshqaruv tizimlarida foydalanish uchun qulay va (yoki) kuzatuvchi tomonidan to'g'ridan-to'g'ri idrok yetish uchun qulay bo'lgan shaklga aylantirish uchun mo'ljallangan, aloqa kanallari bilan bog'langan funksional va tizimli ravishda birlashtirilgan o'lchash asboblari va yordamchi qurilmalar to'plami.

Bir yoki bir nechta fizik miqdorlarni o'lchash uchun mo'ljallangan va bir joyda joylashgan funksional birlashtirilgan o'lchashlar, o'lchash asboblari, o'lchash o'zgartkichlari va boshqa qurilmalar to'plami.

O'lchash qurilmasi — bir yoki bir nechta fizik miqdorlarni o'lchash uchun mo'ljallangan va bir joyda joylashgan funksional birlashtirilgan o'lchashlar, o'lchash asboblari, o'lchash o'zgartkichlari va boshqa qurilmalar to'plamidan iborat. Kalibrlash uchun ishlatiladigan o'lchash qurilmasi kalibrlash qurilmasi deb ataladi va etalonga kiritilgan qurilmalar etalon qurilmalar hisoblanadilar. Ba'zi yirik o'lchash moslamalari o'lchash mashinalari deb ataladi, masalan, elektr materiallarining qarshiligini o'lchash uchun qurilmalar; magnit materiallarni sinash uchun.

§2.2.4. O'lchash mashinasi

Ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarning yuqori sifatini ta'minlash uning raqobatbardoshligining asosidir. Mahsulot sifati ko'rsatkichlari ishlov berish aniqligi bilan chambarchas bog'liq. Qayta ishlash jarayonida olingan elementar sirtlarning o'lchami, shakli va joylashishi mahsulotning texnik parametrlarini aniqlaydi, uning sifati, ishonchliligi va ishlab chiqarish va ishlashning iqtisodiy ko'rsatkichlariga ta'sir qiladi.

Mahsulotni nazorat qilishning universal vositalaridan biri bu koordinatali o'lchash mashinasi (KO'M). KO'Mda alohida elementlarning geometriyasini gazorat qilish, ularning nisbiy holatini tekshirish, ma'lum bir sirt shaklini ishlab chiqarishning aniqligini nazorat qilish va hokazo. Shu bilan birga, oddiy mahsulotlar ham, murakkab fazoviy geometriyaga ega mahsulotlar ham nazorat qilish mumkin.

Har qanday turdagi o'lchash mashinalari (portal, ko'p maqsadli, o'lchash qurollari, optik) - bu ularni nazorat qilish ko'nikmalarini va standartlar va qoidalar shaklida belgilangan to'g'ri tuzilgan foydalanish algoritmini talab qiladigan murakkab qurilmalardir. Portal-turi KO'M yilda (rasm), koordinatalarni o'lchash usuli qo'llaniladi, bu mahsulotning bir qator nuqtalarining koordinatalarini ketma-ket topishga va tegishli koordinatalar tizimlarida o'lcham, shakl va joylashuvdagi og'ishlarni hisobga olgan holda o'lchamlarni keyinchalik hisoblashga kamayadi.



An'anaviy portal KO'M odatda o'lchash aniqligi eng muhim parametr bo'lgan hollarda qo'llaniladi. KO'M portalining eng yuqori aniqligi faqat nazorat qilinadigan harorat va namlik sharoitida qo'llanilishi mumkin.

§2.2.5. O'lchash va hisoblash kompleksi

O'lchash va hisoblash kompleksi (O'HK) - bu o'lchash tizimining bir qismi sifatida ma'lum bir o'lchash vazifasini bajarish uchun mo'ljallangan o'lchash asboblari, kompyuterlar va yordamchi qurilmalarning funksional integratsiyalashgan to'plami.

"ABAK+" (IVK ABAK+) suyuqlik va gazlar oqimi va miqdorini o'lchash va hisoblash komplekslari neft, neft mahsulotlari, suyuq uglevodorod muhitining oqimini, massasini, hajmini, suyuqliklarning fizik xususiyatlarida bir fazali va bir xil bo'lishini o'lchash va hisoblash uchun mo'ljallangan.



Sarf o'zgartkichlari sifatida differensial bosim sezgichlari bo'lgan torayuvchi qurilmalar, chiqish impulsi, chastota, sarf signali yoki raqamli chiqish protokoli bo'lgan sarf sensori ishlatiladi.



2.20-rasm. "ABAK+" (IVK ABAK+) asosida gazni o'lchash tizimlarini qurish variantlari

§2.2.6. O'lchash tizimi

O'lchash tizimi - bu boshqariladigan ob'ektning turli nuqtalarida joylashgan funksional birlashtirilgan o'lchashlar, o'lchash asboblari, o'lchash o'zgartkichlari, kompyuterlar va texnik vositalar va boshqalar, ushbu ob'ektga xos bo'lgan bir yoki bir nechta fizik kattaliklarni o'lchash va turli maqsadlar uchun o'lchash signallarini yaratish uchun qo'ddaniladigan tizimdir;

Amalga oshirilgan funksiyalarga qarab, o'lchash tizimlarini uchta asosiy turga bo'lish mumkin:

- axborotni o'lchash va saqlash uchun o'lchash tizimlari (an'anaviy ravishda to'g'ridan-to'g'ri o'lchash tizimlari deb ataladi);
- nazorat va o'lchash (avtomatik boshqaruv);
- tele-o'lchash tizimlari.

Maqsadga qarab o'lchash tizimlari axborot, boshqarish va nazorat qiluvchi va hokazolarga bo'linadi. Masalan, bir-biridan ancha masofada joylashgan bir qator o'lchash va hisoblash komplekslaridan tashkil topgan turli xil ob'ektlarning joylashishini aniqlash uchun radio navigatsiya tizimini misol etib ko'rsatish mumkin.

Tizimning ishlashi va tuzilishi bo'yicha eng ko'p ishlatiladigan tasniflari, birinchi turga quyidagi o'lchash tizimlari guruhlari kiradi:

Telemetriya. Ushbu turdagi ma'lumotlarni masofadan yig'ishga asoslangan va bu yerda ko'pincha ma'lumot uzatishning simsiz usullari qo'llaniladi. Ushbu turdagi o'lchash tizimlari Markaziy kompyuterdan (kontrollerdan) masofada joylashgan hududlarni operatsion qayta ishlash va/yoki doimiy monitoring qilish zarur bo'lgan turli sohalarda samarali hisoblanadi.

Tenzometrik. Ushbu toifa uskunaning mexanik kuchlanishini aniqlash uchun mo'ljallangan. Bunday o'lchash tizimlarining ishlash prinsipi deformatsiyani aniqlashga asoslangan. Ushbu turdagi uskunalarining ishlashi uchun optik, elektr, akustik yoki pnevmatik kuchlanish o'lchagichlari qo'llaniladi.

Dastgohli. Ushbu turdagi o'lchash tizimlari aviatsiya va mashinasozlik sanoatida foydalanish uchun dolzarbdir. Uning qo'llanilishi ushbu sohalarda ishlatiladigan yirik uskunalar tizimlari va ishlab chiqarish liniyalarining ishlashi to'g'risida to'liq tasavvurga ega bo'lishga imkon beradi.

O'lchash tizimlarini tasniflashning navbatdagi umumiy prinsipi qurilish tuzilishiga asoslanadi. Ushbu mezoniga ko'ra quyidagi turlar ajratiladi:

Dastgoh sinovlari. Ushbu turdagi tuzilish real vaqtda turli diagnostika qilish imkonini beradi. Shu bilan birga, ular uskunaning ishlashi paytida yuzaga keladigan barcha jarayonlarni aniq namoyish yetadi, bu yesa nuqson va nuqsonlarni aniqlashni osonlashtiradi. Dastgoh tipidagi o'lchash tizimlari

avtomatik va yarim avtomatik rejimda ishlashi mumkin. Ular juda ixcham va agar kerak bo'lsa, osongina qayta sozlanishi mumkin.

Sinov kameralari. Ushbu turdagi o'lchash tizimlari sinov uchun ma'lum atrof-muhit sharoitlarini yaratish zarur bo'lgan hollarda qo'llaniladi. Bu yerda kerakli harorat rejimini yaratish, kerakli bosimni o'rnatish va boshqa turdagi yuklarni o'rnatish mumkin. Shu bilan birga, sinov kameralarida ruxsat etilgan maksimal qiymatlarni boshqaradigan maxsus qurilmalar qo'llaniladi, bu yesa sinov shartlarini iloji boricha haqiqiylikka yaqinlashtirishga imkon beradi.

Sinov majmualari. Ushbu parametr eng qiyin, chunki u turli xil elementlarning butun majmuasini birlashtiradi. Bunday o'lchash tizimlari yirik ob'ektlarda qo'llaniladi. Ular bir vaqtning o'zida bir nechta dastgohlar, kameralar va nazorat va o'lchash liniyalarini o'z ichiga olishi mumkin. Bunday tizimlarning rivojlanishi chuqur professional bilim va mustahkam moddiy-texnik bazani talab qiladi.

Axborotni o'lchash tizimlari (AO'T) o'lchash ma'lumotlarini qayta ishlash uchun apparat va algoritmlarning simbiozidir. Shuning uchun Aisni loyihalash ham, ularni qo'llash ham ushbu algoritmlarni to'g'ri nazariy asoslash va tushunmasdan mumkin emas. Shu bilan birga, AO'T da kompyuter mavjudligi sababli, birlamchi o'lchash ma'lumotlarini qayta ishlash natijasida olingan o'lchash natijalarini keyingi qayta ishlash mumkin. AIS yordamida faqat o'lchash bo'lmagan boshqa vazifalarni, xususan sifat nazorati, shaklni aniqlash va boshqalarni hal qilishga imkon beradi.

AO'Tni tasniflash AO'Tning ko'lami, funksiyalari va tuzilishini aks ettiruvchi turli xil tasniflash xususiyatlariga muvofiq amalga oshiriladi:

- funksional maqsad;
- kirish miqdorlarining turi va tabiati;
- chiqish ma'lumotlarining turi;
- AO'T ning tarkibiy va funksional sxemasi turi;
- qurilish prinsipi.

Buni hisobga olgan holda, funksional maqsadga qarab, ya'ni hal qilinadigan vazifalar turiga qarab, AO'Tlar quyidagi sinflarga bo'linadi:

- o'lchash tizimlari;
- statistik o'lchash tizimlari;
- avtomatik boshqaruv tizimlari;
- texnik diagnostika tizimlari;
- tasvirni aniqlash tizimlari;
- identifikatsiya tizimlari.

AO'Tni ishlab chiqish va qo'llashda iqtisodiy jihatlarni e'tiborsiz qoldirmaslik kerak. Shu bilan birga, iqtisodiy nuqtai nazardan, ikkita qarama-qarshi nuqtani hisobga olish kerak. AO'T, murakkabligi tufayli, qimmatroq o'lchash vositasidir. Shu bilan birga, uni qo'llash nazorat va o'lchash operatsiyalarining samaradorligi va ishonchliligini sezilarli darajada oshirishi mumkin, bu yesa mahsulot sifatining oshishiga olib keladi, ya'ni sezilarli iqtisodiy samara beradi. Bundan tashqari, AO'Tning moslashuvchanligi uni bir nechta an'anaviy sini almashtirishga imkon beradi, bu ham uni qo'llashning iqtisodiy samarasini oshiradi. Ushbu omillar juda aniq iqtisodiy tahlil qilish uchun mavjud.

Nazorat savollari

1. O'lchash asbobi nima uchun io'ljallangan?
2. O'lchash vositalari qanday turlarga ajratiladi?
3. O'lchov vositalari o'lchash jarayonidagi bajarayotgan vazifasiga qarab qanday o'lchash asboblariga bo'linadilar?
4. O'lchash asbobi shkalasining tenglamasi yezing.
5. Mashinosozlik tizimida eng ko'p qo'llaniladigan o'lchash asboblarini ifodalab bering.
6. O'lchash asbobining bug'unlarga bo'lingan blok sxemasini chizib tushuntiring.
7. Texnologik jarayonlarda texnologik parametrlarni o'lchash asboblarini tasniflab bering.
8. O'lchash qurilmasi deganda nimani tushunasiz?
9. O'lchash mashinasining asosiy vazifasini tushuntirib bering.
10. O'lchash va hisoblash kompleksi, o'lchash tizimidan nima bilan farqlanadi?

§2.3. "Texnik va texnologik" o'lchash tushunchalari

O'lchash texnologiyasida ikkita asosiy atama mavjud — o'lchash va nazorat. Ularning o'rtasida aniq chegara yo'q: ikkalasi ham sinovdan o'tkazilayotgan qismning sifatini tavsiflaydi. Biroq, har qanday miqdorni (uzunlik, burchak va boshqalarni) taqqoslash jarayonini o'lchash orqali tushunish odatiy holdir.) bir xil qiymat bilan, an'anaviy ravishda birlik sifatida qabul qilinadi. O'lchash natijasi o'lchangan qiymatning birlik sifatida olingan qiymatga nisbatini ifodalovchi raqamdir. Nazorat ostida qiymatni belgilangan chegaralar bilan taqqoslash jarayonini tushunish odatiy holdir. Tekshirishda qismning haqiqiy o'lchami emas, balki faqat uning chegara o'lchamlariga nisbatan

pozitsiyasi o'rnatiladi. **Nazorat natijasi** - bu qismning yaroqliligi yoki yaroqsizligi to'g'risida xulosa.

O'lchash asboblari va o'lchash texnikasi. O'lchash va sinov vositalari qismlarning o'lchamlarini va ularni qayta ishlashning to'g'riligini aniqlash uchun ishlatiladi. Aniqlik darajasiga qarab o'lchash asboblari oddiy va aniq qismlarga bo'linadi. Oddiy o'lchash asboblari 0,5 mm gacha o'lchash aniqligini ta'minlaydi, bularga o'lchash o'lchagichlari, metrlar, lenta o'lchashlari kiradi. Aniq o'lchash asboblari o'lchashlarni 0,1 dan 0,001 mm gacha aniqlik bilan amalga oshirishga imkon beradi. Bularga kaliperlar, mikrometrlar, burchak o'lchagichlar, chegara o'lchagichlar, ko'rsatkichlar, darajalar, zondlar, shuningdek turli xil optik-mexanik, elektromexanik, pnevmatik va boshqa qurilmalar kiradi.

Birinchi texnik va analitik asboblar qadim zamonlardan beri ma'lum bo'lgan tarozilar edi. XIX asrda katta yutuqlar optik qurilmalardan foydalanish bilan bog'liq bo'ldi: taqqoslagichlar, kolorimetrlar, spektroskoplar va spektrograflar. XX asrning birinchi o'n yilliklarida yangi analitik usullar va tegishli texnik vositalar jadal rivojlanib kirib keldi: xromatograflar, mass-spektrometrlar, polarograflar, pH o'lchagichlar, UB va IQ spektrometrlari, radiometrik o'lchashlar uchun asboblar, rentgen spektroskopiyasi va boshqalar.

"Texnik va texnologik" o'lchashlar tizimida metrologiyaning butun arsenalidan foydalanmasdan zamonaviy yuqori texnologiyalarni joriy yetish mumkin emas. Bunday texnologiyalar katta miqdordagi o'lchash ma'lumotlarini olish va qayta ishlashni talab qiladi, ularsiz ularni amalga oshirish kutilgan samarani bermaydi. O'lchashlarni amalga oshirish uchun mikroprotessor texnologiyasi va shaxsiy kompyuterlar, shuningdek aqlli o'lchash asboblari keng qo'llaniladi. O'lchashlar sifatiga qo'yiladigan talablarning ortishi uni o'lchash tajribasini tayyorlash va o'tkazish, ma'lumotlarni qayta ishlash va talqin qilishning murakkab tartibiga aylantirdi.

Fizik miqdorlarni aniqlashning aniqligi texnik o'lchashlarning vositalari va shartlariga qarab ko'proq o'zgaradi, ularning yaxshilanishi uzluksiz. Texnik o'lchashlar sanoat ishlab chiqarishining ko'plab sohalarida ilmiy tajribalar, murakkab sinovlar va ommaviy o'lchashlarning asosidir. Ularning muvaffaqiyatli rivojlanishi va ishlab chiqarishda va ilmiy faoliyatda foydalanish chuqur bilimlarni talab qiladi.

Shu bilan birga, "texnik va texnologik o'lchash" atamasini aniqlashda tartibga soluvchi noaniqlik ham mavjud. Ishlab chiqarish amaliyotida "texnik va texnologik o'lchash" atamasi odatda "murakkab texnik va texnologik muammolarni hal qilishga, uskunalarni va texnologiyalarning yagona tizim sifatida ishlashini ta'minlashga qaratilgan faoliyat turi" deb tushuniladi."

Texnik o'lchashni amalga oshirish va uning oldiga qo'yilgan maqsadga erishish uchun o'lchash vazifasini shakllantirish kerak, u o'lchashlarning quyidagi tarkibiy qismlarini o'z ichiga olishi kerak:

- o'lchash ob'ekti, ya'ni o'lchangan qiymat;
- ushbu qiymat taqqoslanadigan o'lchash birligi;
- kerakli o'lchash natijasiga erishish uchun tanlovi maqbul bo'lishi kerak bo'lgan o'lchash vositasi;
- odatda nomlangan raqam bo'lgan o'lchash natijasi, masalan, metr, kilogramm;
- o'lchash aniqligi, qoida tariqasida, o'lchash vazifasini belgilashda o'rnatiladi.

Demak, texnik yoki texnologik o'lchash, o'lchangan kattalikning miqdoriy tasnifi uning o'lchamidir. Fizik yoki fizik bo'lmagan miqdorning kattaligi haqida ma'lumot olish har qanday o'lchashning mazmuni hisoblanadi.

O'lchash vazifasini hal qilish uchun muhim qadam o'lchash vositasini tanlashdir. Barcha o'lchash asboblari, ularning o'ziga xos tuzilishidan qat'i nazar, ularning funksional maqsadlarini bajarish uchun zarur bo'lgan bir qator umumiy xususiyatlarga egaligidir. Ushbu xususiyatlarni tavsiflovchi va o'lchash natijalari va xatolariga ta'sir qiluvchi texnik xususiyatlar metrologik xususiyatlar deb yuritiladi.

Texnik va texnologik o'lchash uskunalari sanoat ishlab chiqarishining ajralmas qismi hisoblanadi. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish, mahsulotlarning xususiyatlari va sifatini baholashga imkon beradigan batafsil o'lchash tizimisiz fan va texnikaning biron bir sohasi mavjud bo'lmaydi. O'lchashlar ilmiy tadqiqotlarning asosi bo'lib xizmat qiladi. Buyuk rus olimi D. I. Mendeleev: "Ilm-fan ular o'lchashni boshlashi bilan oq boshlanadi", deb yozgan edi.

Texnologik jarayonlarda qo'llaniladigan o'lchash asboblari va o'lchash usullarini birlashtirgan o'lchash texnologiyasi sohasi odatda texnologik o'lchashlar tushunchasi bilan belgilanadi.

Fizik-kimyoviy o'lchash parametrlariga quyidagi o'lchash vositalari va ular aniqlay oladigan ko'rsatkichlarda farqlanadilar:

- namlik o'lchagichlari;
- bosim;
- harorat;
- sarf;

- miqdorlar;
- sath;
- daraja;
- konsentratsiya.

Nam o'lhagilar, bosim, harorat, sarf va sath darajani, modda konsentratsiyasini o'lchash odatda **texnologik o'chlashlar** deb yuritiladi. Moddaning tarkibi va fizik-kimyoviy xususiyatlarini o'lchash fizik-kimyoviy o'lchashlar, elektr miqdorlarini o'lchash yesa elektr o'lchashlari hisoblanadi. Texnik o'lchashlar oldindan belgilangan aniqlik bilan amalga oshiriladi, boshqacha qilib aytganda, bunday o'lchashlar bilan xato oldindan belgilangan qiymatdan oshmasligi kerak.

Shunday qilib, texnologik o'lchashlar va zamonaviy texnologik jarayonlarni qisman yoki to'liq avtomatlashtirishsiz amalga oshirish mumkin emas.

§2.3.1. Zamonaviy o'lchash asboblari ishlab chiqarish korxonalarida qo'llash tajribalari

Zamonaviy o'lchash texnologiyasi o'lchash asboblari va o'lchashlar doktrinasining uzoq muddatli rivojlanishi natijasida rivojlandi. XVIII asrning ikkinchi yarmida o'lchash texnologiyasining jadal rivojlanishi boshlandi. va sanoatning rivojlanishi bilan bog'liq edi. O'lchash vositalarining aniqligi va mahsuldorligining oshishi fan va texnika yutuqlariga asoslangan yangi o'lchash tamoyillaridan foydalanish hisobiga bo'ldi.



Bugungi kunga kelib, o'lchash va nazorat qilish vositalarini ishlab chiqish o'lchashlarning aniqligini oshirish, qurilmalarning umumiy o'lchamlari va og'irligini kamaytirish, qurilmalarning o'lchash tezligini oshirish, shuningdek,

yangi o'lchash usullaridan foydalanish yo'nalishlarida seziralli ishlab olib borilmoqda. Zamonaviy o'lchash vositalaridan foydalangan holda xavfli ishlab chiqarish ob'ektida ishlatiladigan texnik qurilmalarning sanoat xavfsizligini yuqori sifatli tekshirish va favqulodda vaziyatlarga olib kelishi mumkin bo'lgan nuqsonlar va shikastlanishlarni o'z vaqtida aniqlash, shuningdek sanoat korxonalarining texnologik jarayonlari xavfsizligini ta'minlash imkonini beradi.

§2.3.2. Zamonaviy o'lchash asboblari

Agar zamonaviy sanoat haqida gapiradigan bo'lsak, unda, albatta, har bir zamonaviy odam biladiki, bugungi kunda faqat zamonaviy o'lchash vositalaridan foydalangan holda xavfsiz va sifatli ishlarni bajarish mumkin, va aynan shunday qurilmalar butun ish jarayonini samarali va to'g'ri kuzatib, uni iloji boricha aniq bajarishi mumkin bo'ladi va zamonaviy dunyoda bunday qurilmalarsiz bugun ishlab chiqarish korxonalarida jarayenlarni boshqarish va nazorat qilish mumkin emas.

Ko'pchilik korxonalarida, ayniqsa agrosanoat tizimida suyuqlik sathini va sarf miqdorini nazorat qilish bugungi kunda tez-tez amalga oshirilayotgan shunday jarayonlardan biri hisoblanadi.

Zamonaviy o'lchash usullarining barcha afzalliklari haqida doimo diqqat va etiborda tutish kerak. Agar zamonaviy avtomatik darajadagi hisoblagichlardan foydalanishni boshlasangiz, unda materiallar va suyuqlik sarfini muammosiz boshqarish mumkin bo'ladi, bu bilan jarayonlarni avtomatlashtirish ham ta'minlanadi, ilgari bunday ishlar operatorlar tomonidan amalga oshirilgan.

Shuning uchun bunday qurilmalar sezilarli darajada oldinga siljiydi, chunki ilgari qo'lda bajarilgan barcha ishlar yendi qurilmalar yordamida amalga oshiriladi.

Zamonaviy o'lchash asboblarning tahlil etib chiqamiz.

1. Suvni boshqarish simsiz Water Control boshqaruvga ega bo'lgan suv klapani

Ushbu qurilma yordamida quyidagi ishlar zudlik bilan amalga oshiriladi: suvning oqimini avariya holatida suv quvurini zudlik bilan uzish. Quvur yorilishidan keyin zararni kamaytirish.

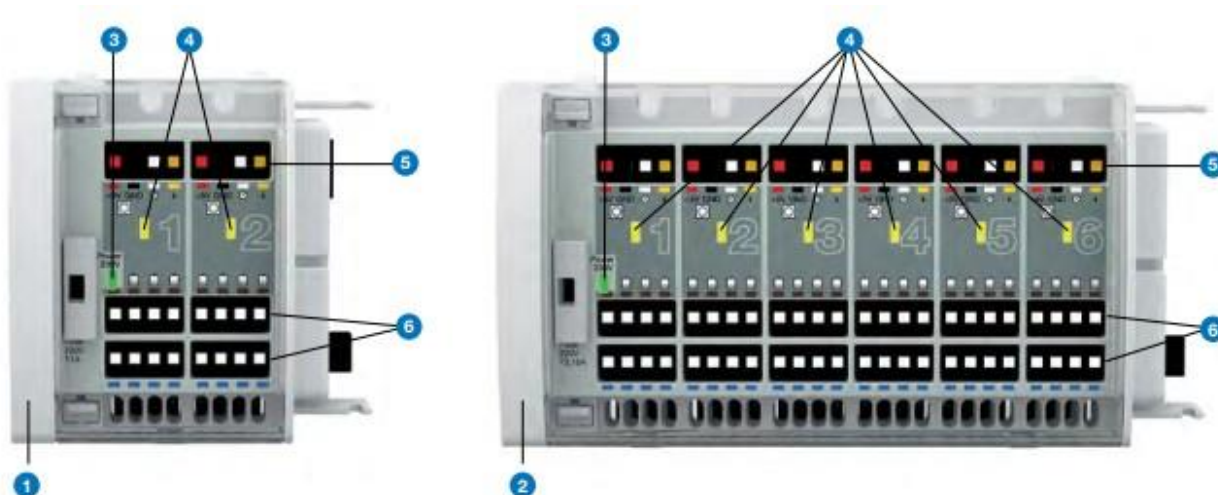


2.21.-rasm. Binolarda suv quvurlarini yopish va ochishni qo'lda yoki masofadan boshqarish asboblari

2. Avtonom ichki harorat rostlagichlarining funksiyalari va ulanishini tashkil etish



1. yashil LYeD: ta'minot kuchlanishi
2. yashil LYeD: DC 5V
3. qizil LYeD: nasos "isitish"
4. LYeD ko'k nasos "sovutish"
5. LYeD ko'k: dastur rejimi "isitish" yoki "sovutish"
6. kuchlanish ta'minot 230 V AC
7. "isitish" nasosining rele bilan aloqasi
8. nasosning rele bilan aloqasi "sovutish"
9. chiqish kaskadi "isitish / sovutish"
10. kirish kommutatsiyasi "isitish / sovutish"



- 1 ikkita boshqaruv konturi bilan kontroller moduli
- 2 oltita boshqaruv konturi bilan kontroller modul
- 3 yashil LYeD indikator: issiqlik drayvlar uchun tarmoq kuchlanishi ko'rsatuvchi moslama.
- 4 sariq LYeD indikator: issiqlik yuritkichning ishlash displeyi
- 5 xona harorati sensori uchun issiqlik bloki
- 6 issiqlik drayvlar uchun issiqlik bloki

3. Ichimlik suvi ta'minoti, yomg'ir suvidan foydalanish va suvni tozalash uchun uskunalar



1- Radioboshqaruv suv kopanai. 2- simsiz WaterSensor con suv sensori. 3- HWSC uy uchun suv ta'minoti tizimi. 4- Qozon. 5 – U signal anodi. 6- yog' detektor. 7- WM 5 zondi. 8- ATM issiqlik qisqarish ventili. Yog' idishini konversiya qilish tplami. 9 - yomg'ir suvi uchun PF kartrij filtri. 10-plastmassadan yasalgan gumbazli qopqoq. 11- tartibli oqim.

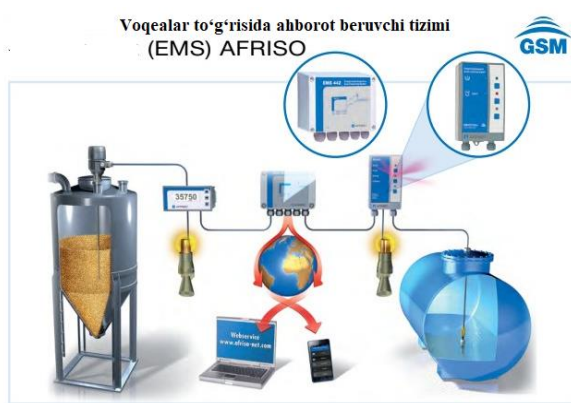
4. WAF 04 - teskari yuvish bilan, bosimni pasaytiruvchi klapanli suv filtri



DIN 1988 rusumli korroziyadan himoya qilish uchun ichimlik suvi stansiyalariga mo'ljallangan suvni filtrash moslamasi. Bosimni rostlash klapani, uskunani himoya qilish va bir xil bosimda suvni tejaydi va iste'mol qilish uchun oldindan bosimni pasaytiradi. Suv filtrlari zang va qum zarralari kabi turli hil zarralarini tizimga kirishiga yo'l qo'ymaydi. Suv ta'minoti tizimida filtrlarni almashtirish zarur bo'lgan turli uy sharoitida gidravlik qurilmalarini modernizatsiya qilish uchun juda qulayligi bilan farqlanadi.

5. (EMS) AFRISO voqealar to'g'risida ahborot beruvchi tizimi

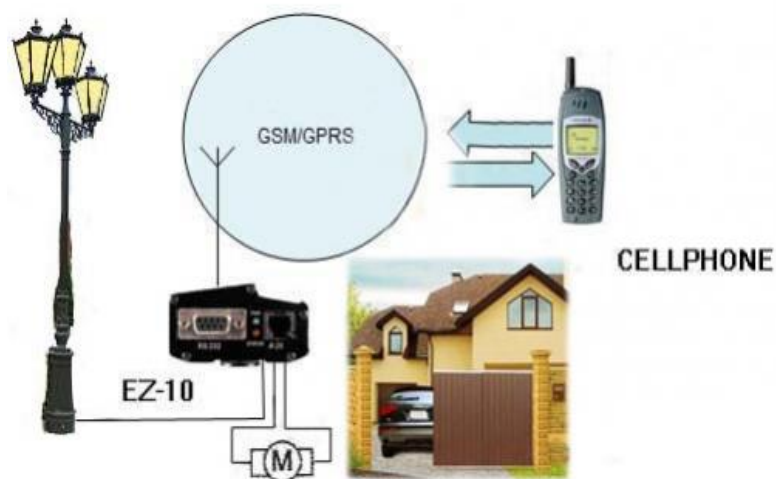
6.





Yuqorida keltirilgan suratlarda zamonaviy simsiz ulanish orqali telefonga, noutbukinga, kompyuterdan Internet orqali ob’ektdagi harorat va namlikni kuzatib va nazorat qilib borish mumkin. Shuningdek, haroratning keskin pasayishi / oshishi holatlarida elektron pochta va Telegram messenjeri orqali signallarni qabul qilish imkoniyati mavjud.

Portativ pirometrlar nafaqat isitish muammolarini aniqlashga imkon beradi. Ular, shuningdek, isitish tarmoqlarining haroratini nazorat qilish, o’chirish va nazorat qilish klapanlari, quvurlar, binolar va sanoat uskunalarining issiqlik izolatsiyasi sifatini nazorat qilish uchun ishlatiladi. Elektr energetikasida ushbu qurilmalar elektr uzatish liniyalari, transformatorlar, izolyatorlarning holatini baholash, elektr motorlarini nazorat va boshqalar uchun ishlatiladi. Ular yordamida o’chirgichlarning haddan tashqari qizishini, elektr jihozlarning noto’g’ri ishlashini tezda tekshirishingiz mumkin.



Dunyoning istalgan nuqtasida kompyuterdan yoritishni boshqarish shu tarzda amalga oshiriladi: maxsus dastur va parolni identifikatsiyalash yordamida siz to'g'ridan-to'g'ri uyni boshqarish moslamasiga yoki oraliq serverga kirishingiz va ma'lum bir xonada yoritish moslamalarini yoqishingiz yoki o'chirishingiz kerak. Agar siz yorug'likni o'chirishni yoki mavjudlik yeffektini yaratishni unutgan bo'lsangiz, bu juda qulay. Hatto kodlangan SMS yuborish orqali oddiy uyali telefondan boshqarish mumkin, bu GSM boshqaruvi deb ataladi. Yoritishni boshqarish uchun turli xil qurilmalar va asboblari qo'llaniladi. Ulardan ba'zilari to'g'ridan-to'g'ri nazorat qiladilar, boshqalari yordamchi sensorlar yoki qurilmalar bo'lib, ulardan birinchilari ishga tushiriladi.

7. Masofadan o'lchash

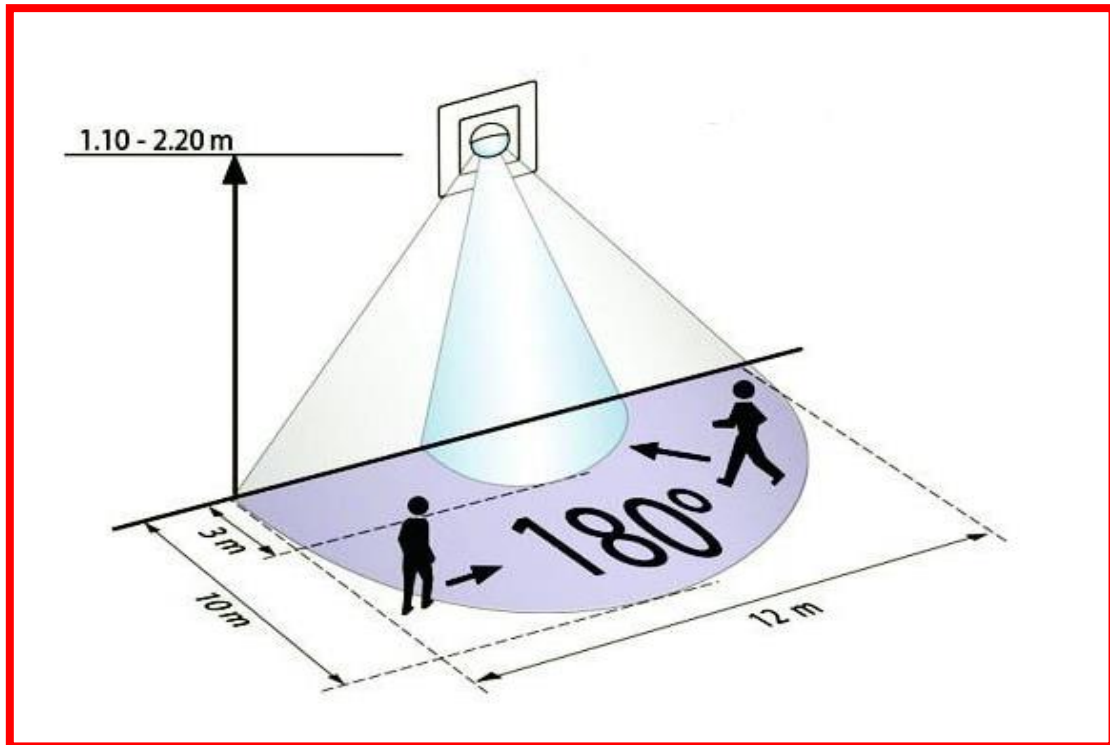
Masofadan o'lchash, masofadagi fizik miqdorlarni o'lchash amalga oshiriladi. U u yoki bu sabablarga ko'ra o'lchash nuqtasiga yaqin joyda o'rnatilgan qurilmalar yordamida o'lchash qiyin yoki imkonsiz bo'lgan hollarda qo'llaniladi. Masofaviy harorat sensorlari boshqariladigan ob'ektlardan masofada joylashgan holda haroratni kuzatish uchun mo'ljallangan. Masofaviy yuzalar bilan ishlash qobiliyati masofaviy harorat sensori keng qo'llanilishini ta'minlaydi.

O'lchash ob'ekti bilan aloqa qilmasdan haroratni o'lchash haroratni masofadan o'lchash deb ataladi. Pirometrlar haroratni masofadan o'lchash uchun ishlatiladi. Pirometr Real vaqtda turli sirtlarning haroratini masofadan o'lchash va keyin ma'lumotni Real vaqtda boshqaruv tizimi boshqaruvchisiga uzatish imkonini beradi.

8. Yorug'lik quvvatini o'lchash.

Yorug'lik quvvati ixtisoslashtirilgan qurilma – lyuksmetr bilan o'lchanadi. Uning ishlash prinsipi yorug'lik o'rnatilgan fotoselga tushganda yerkin elektronlar hosil bo'lishiga asoslangan. Tok zanjirida hosil kattalik yoritish darajasiga to'g'ri proporsional bo'ladi.





Lyuksda o'lchangan qiymat raqamli displeyda ko'rsatiladi. Eng yaxshi o'lchash aniqligi masofaviy sensorning konfiguratsiyasi bilan osonlashadi. Yorug'lik filtrlari to'plami o'lchash chegarasini o'zgartirishga imkon beradi. Ularni qo'llashda olingan natija ma'lum bir koeffitsiyentga ko'paytiriladi. Deyarli ko'pchilik lyukmetrlarning xatosi 10% (nisbiy) ko'p bo'lmasligi kerak.

9. Bosim va haroratni masofadan o'lchash

Bosim va haroratni masofadan o'lchash, ayniqsa yuqori harorat sohasida, neft va gaz quduqlarini ishlatishda o'lchash transduserlaridan faol foydalanish tufayli qiziqish ortib bormoqda. Qoida tariqasida, bosim va haroratni o'lchash uchun turli xil transduserlar qo'llaniladi, bu yesa o'lchash uskunasining murakkablashishiga olib keladi. Ayniqsa, yuqori haroratlarda (150 °S dan ortiq) o'lchashda, elektron signal konvertorlarini birlamchi konvertorlar yoniga joylashtirishning iloji bo'lmaganda va elektr signalini to'g'ridan-to'g'ri birlamchi konvertordan kabel orqali signalni qayta ishlash uskunasiga uzatish zarur bo'lganda katta muammolar paydo bo'ladi.

Bosimni o'lchash.

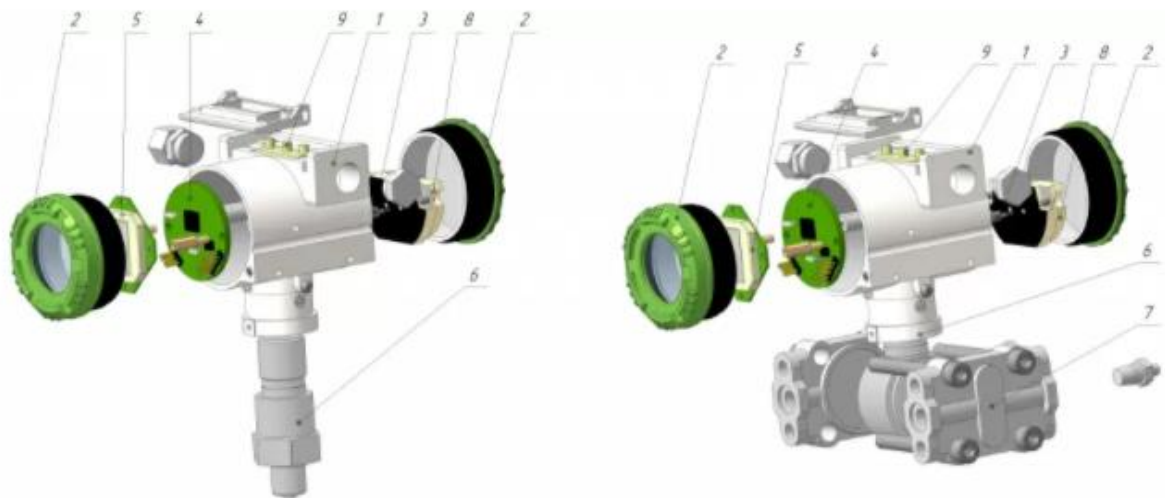
Zamonaviy bosim o'lchash asboblari turli xil bosim ko'rsatkichlari bilan juda keng tarqalgan.

Ular turli xususiyatlarga ko'ra tasniflanadi.

O'lchanayotgan bosim turiga qarab:

- absolyut bosim ko‘rsatkichlari;
- ortiqcha bosim ko‘rsatkichlari;
- bosimini o‘lchash uchun vakuum o‘lchagichlar (vakuum bosimi, atmosfera bosimidan past);
- ortiqcha bosim kichik qiymatlarini o‘lchash uchun bosim ko‘rsatkichlari (40 kPa gacha);
- vakuum bosimining kichik qiymatlarini o‘lchash uchun tyagomerlar (-40 kPa gacha);
- ortiqcha va vakuum bosimini o‘lchaydigan manovakuummترلar;
- 40 kPa gacha bo‘lgan oraliqdagi ortiqcha va vakuum bosimini o‘lchash uchun mo‘ljallangan tyagonaporomerlar;
- bosimlar farqini o‘lchash uchun differensial manometrlari.

Qurilma tuzilishi



Aqli bosim o‘zgartkichlari va ularni tuzilishi

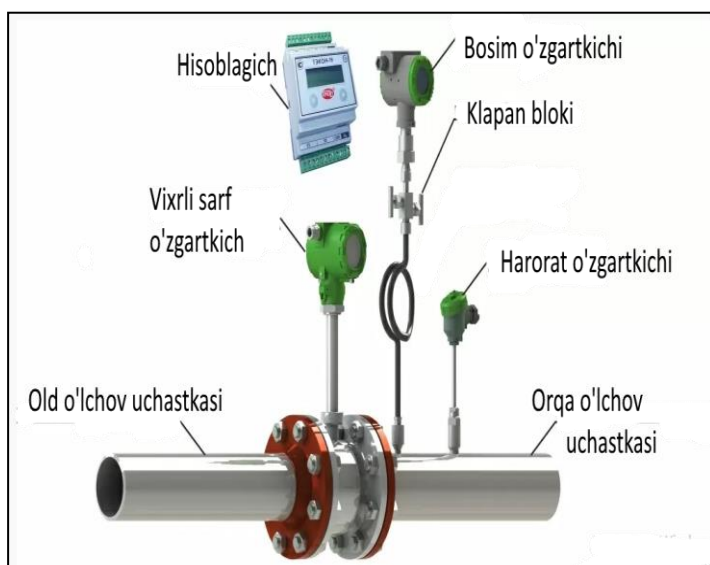
Aqli bosim o‘zgartkich quyidagilardan tashkil topgan:

1. Korpus;
2. Korpus qopqog‘i, old qopqog ko‘pincha yekran displeyi sifatida xizmat qiladi;
3. RFI va EMI filtrlari-elektromagnit va radio shovqinni o‘chirish uchun ishlatiladi;

4. Elektron blok-protessor moduli;
5. Display moduli-bo'limasligi ham mumkin;
6. Bosim qabul qiluvchi-turiga qarab turli ko'rinishga ega bo'ladi;
7. Flyanets va metiz – flansli ijro uchun;
8. Terminal blok;
9. Sozlamalar tugmalari.

Datchik sifatida unda joylashgan pezoressistorli bir kristalli kremniyli membrana ishlatiladi. Bu holda membrana, o'rindoq va rezistor bir xil meniral – kremniydan tayyorlanadi. O'zgartkichni himoya qilish uchun uni ajratish membranasi va to'ldirish suyuqligi bilan ijro qilinishi mumkin.

Ko'p parametrlil raqamli o'zgartkich qo'llash va umumiy ko'rinishi quyidagi rasmda keltirilgan.



Ko'p parametrlil raqamli o'zgartkich qo'llash va umumiy ko'rinishi

Haroratni o'lchash.

Haroratni o'lchashda zamonaviy o'lchash asboblari shu ko'p turlari mavjud, ushbu asboblarning qatoriga termal kamera va kalibrlash moslamasini (qora korpus) integratsiyalashgan tuzilishga ega bo'lgan birlashtirgan STS-IP23TM video majmuasi oqimdagil odamlarning yuzlarini tanib olish bilan bir vaqtda tana haroratini kontaktsiz o'lchashni amalga oshirishni misol qilib keltirishimiz mumkin. Ushbu termal kamera 40 mK sezgirlikiga ega va ramkadagi 45 kishigacha bo'lgan haroratni yuqori aniqlik bilan o'lchaydi, hatto ular tibbiy

niqoblardan foydalansa ham va qabul qilib bo‘lmaydigan qiymatlarni ro‘yxatdan o‘tkazishda signal signalini beradi. Bu ta‘lim muassasalari, sog‘liqni saqlash muassasalari, transport, sanoat va savdoda virusli infeksiyalar tarqalishining oldini olish uchun haroratni nazorat qilish muammolarini samarali hal qilish imkonini beradi.



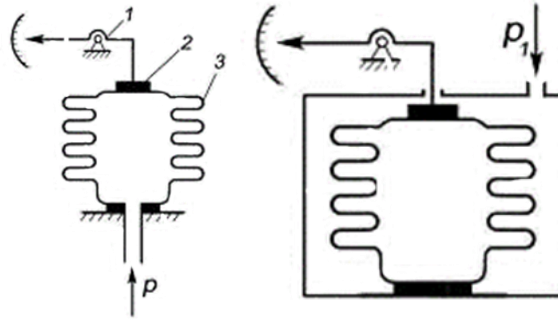
Texnologik jarayonlarda o‘lchash va kerakli o‘lchash asboblardan foydalanish uchun, jarayonning borishini xarakterlovchi ma‘lkmot, signal miqdori ma‘lum bo‘lsagina, uni amalga oshirish mumkin. Ma‘lumot texnologik jarayonni, uning rejimi va parametrlarini xarakterlovchi kattalikdir.

Bor - yo‘q, issiq - sovuq, past -yuqori, quruq - nam, yorug‘ - qorong‘i va hokazolar. Texnologik jarayonlarni xarakterlovchi har xil ma‘lkmotlarni to‘plash va ularni son jihatidan baholash uchun har xil elektrik va noelektrik datchiklardan foydalaniladi. Agar qishloq, xo‘jaligining mexanizatsiyalashganlik darajasi ish organlarining takomillashganligi bilan baholansa, o‘lchash tizimi datchiklarining takomillashganligi bilan baholanadi.

10. Bosimlar farqini o‘lchash

Membranali manometrlar bosimlar farqini o‘lchashga ham ishlatilishi mumkin. Bu o‘lchash asboblarda o‘lchanayotgan bosimlar farqi $P_1 - P_2 = \Delta P$, sezgir membrana bikirligi bilan muvozanatlanadi. Membranali asboblarning quyidagi turlari ishlab chiqiladi: tyagomerlar TM-P₁ (25-0;...2500-0 mm.s.u.), naporomerlar TN-N₁ (0-25;...0-2500 mm.s.u.), tyagonaporomerlar TNM-P₁- (-12,5 +12,5;-1250 +1250 mm.s.u.), difmanometrlar DM-P₁; DM-P₂ va boshqalar. Silfon manometri sxemasi pastdagi rasmda ko‘rsatilgan. Silfonli manometrning ishlash prinsipi membrana manometruga o‘xshaydi. Manometrning ishchi organi yupqa devorli metall kamerasi bo‘lgan silfonli yon yuzalar bilan qoplangan.

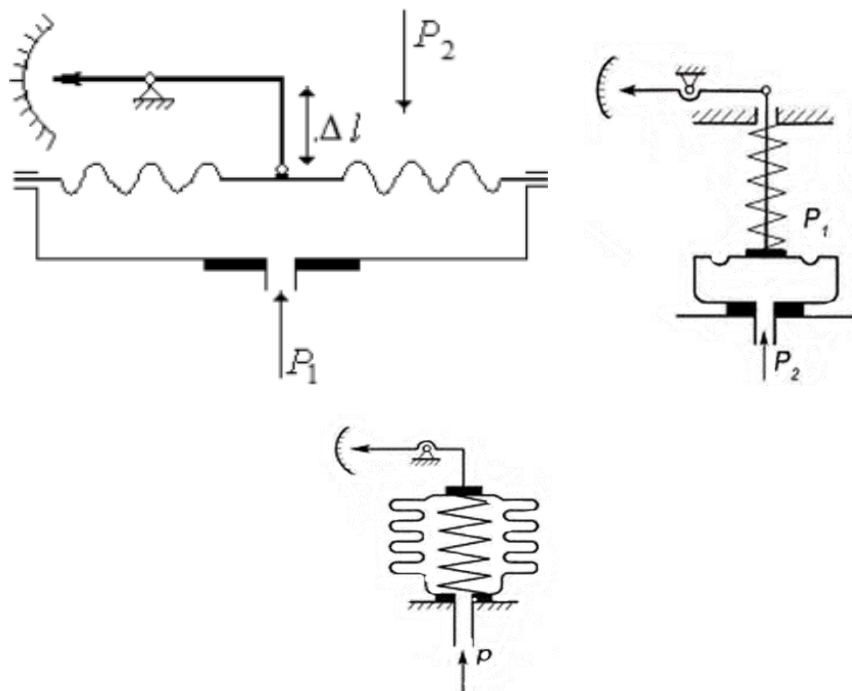
Manometrlarda o‘lchanayotgan bosim P_1 (bosimlar farqi $P_1 - P_2$) ga bog‘liq mebraning egilish qiymati va silfonning holatining o‘zgarishi bog‘liq, tishli segment X ning urinma harakatiga proporsional.



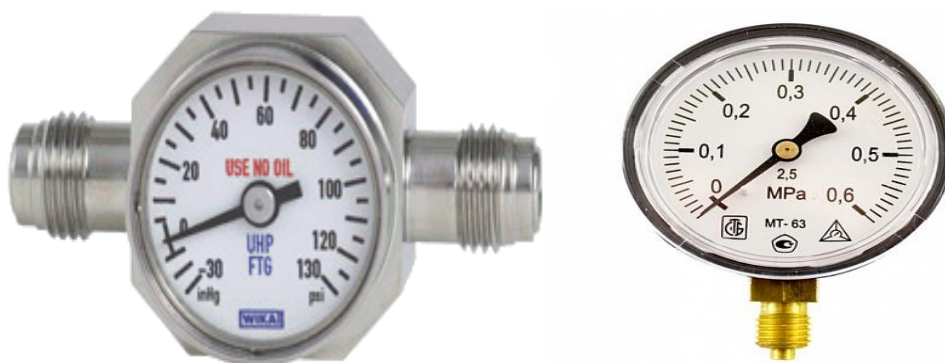
Silfonli sezgir gofrali membranali manometr

Silfon latundan, berilla bronzasidan va zanglamas po‘latdan tayyorlanadi. O‘lchanayotgan bosimning ortishi bilan, silfon (3) deformatsiyalanishni boshlaydi va bu xol o‘lchanayotgan bosim silfon tubiga (2) ta’sir etib hosil qilayotgan kuch bilan silfon bikirligi o‘zaro muvozanatlanguncha davom etadi. Silfon tubining siljishi uzatish qurilmasi yordamida strelkaga (1) uzatiladi.

Shuningdek, o‘lchanayotgan bosim silfon tepasidagi germetik bo‘shliqqa beriladigan silfonli manometrlar ham ishlab chiqariladi. Membrana yoki silfon tubining faqat bosimga bog‘liq ravishda siljishini ta’minlash uchun bikir prujinali membrana va silfonli manometrlar ishlatiladi.

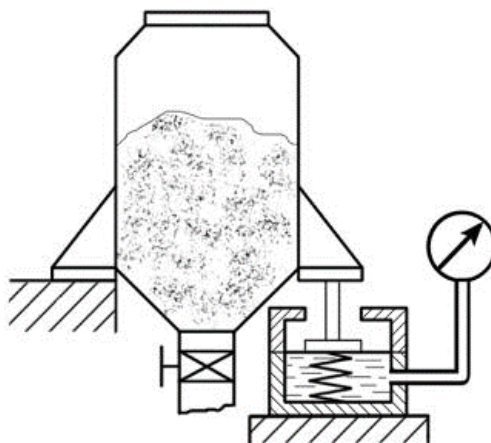


Silfonli manometrlarning quyidagi turlari ishlab chiqariladi: Pnevmatik va elektr signal o‘zgartkichli silfonli manometrlar MC-P, MC-E (0-0,04 chegaradan, 0-2,5 MPa chegaragacha), pnevmatik va elektr signal o‘zgartkichli silfonli vakuummetrlar VC-P, VC-E, naporomerlar NC-P, NC-E, tyagomerlar C-P, C-E, hamda monovakuummetrlar MVC-P MVC-E.



11. Sochiluvchan moddalar sathini o'lchash

Sochiluvchan moddalar sathi odatda qalqovuchli, radioizotop, elektr sig'imli va og'irlik sath o'lchagichlari yordamida o'lchanadi. Og'irlik sath o'lchagichlarining qo'llanilishi, bunkerni osib qo'yish konstruktiv murakkabliklar keltirib chiqarmasa, mumkin hisoblanadi.





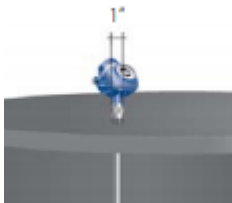

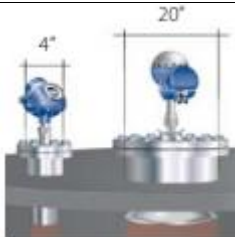
Sochiluvchan moddalar sathi o'lchash sxemasi




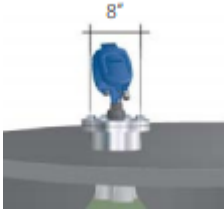

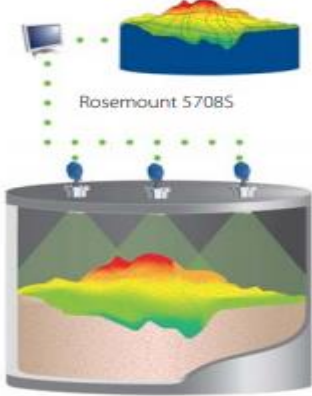
Signal o'zgartkich sifatida xar xil tortish (toroz) qurilmalaridan foydalanish mumkin. Chegara yoqib-o'chirgichlar signal o'zgartkich sifatida ishlatilishi mumkin. Bunker yuklanganda tayanch prujinalar siqilib, bunker vertikal bo'yicha chiziqli siljiydi. Ma'lum sathga yetganda chegara yoqib o'chirgichlar ishlaydi. Signal o'zgartkich sifatida messdozalardan foydalanish mumkin. Bunda, bunker tayanchiga berilayotgan bosim o'lchanadi. Bu bosim bunkerni material bilan to'lishiga mos bosim bo'ladi.

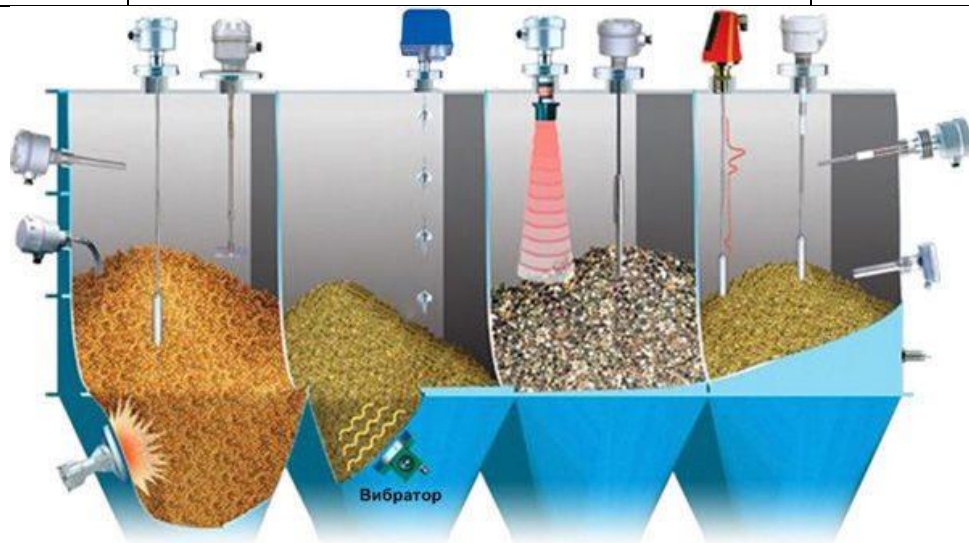
O'lchash asbobi komplektiga, sath birligida qiyeslangan manometr 1 bilan ulangan gidravlik messdoza 2 kiradi. Bunkerning bir tirsagi, egiluvchan membrana yordamida germetiklangan, porshenli metall korpus ko'rinishidagi tayanch hisoblangan messdozaga bosadi. Messdoza-manometr tizimidagi bosim bunkerning va uni to'ldirib turuvchi materialning og'irlik kuchini, messdoza porsheni yuzasi nisbatiga teng. Sochiluvchan materiallarni o'lchashga doir ayrim mavjud bo'lgan sath o'lchagichlarning va ularni qo'llash tavsiyalari quyidagi jadvalda keltirilgan.

jadval

Sochiluvchan materiallar uchun sath o'lchagichlarini qo'llashga doir ayrim tavsiyalar

Texnologiya	O'lchash zonasining maydoni	O'rnatish uchun Minimal talablar	Afzallik tomoni
<p>To'lqinli radar sath o'lchagichi</p> 	<p>Rosemount 5303</p> 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Dielektrik o'tkazuvchanligi juda kam materiallar bilan ishlaydi 2. Montaj uchun o'rnatish teshigi kichik diametrlidir. 3. Ichki tuzilishi o'lchash jarayoni ta'sir qilmaydi •3. Ikki tomonlama ulanish liniyasi mavjud.
<p>Kontaktsiz radar sath o'lchagichi</p>	<p>Rosemount 5402 Rosemount 5600</p> 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Nurlari juda tor 2. Montaj uchun o'rnatish teshigi kichik diametrlidir. 3. Ichki tuzilishi o'lchash jarayoni ta'sir qilmaydi

		<p>•3. Ikki tomonlama ulanish liniyasi mavjud. (Rosemount 5402)</p>
<p>Akustik uch o'lchashli skaner sochiluvchan materiallar sath va hajm o'lchagichi</p> 		 <ol style="list-style-type: none"> 1. O'z-o'zini tozalash antenasi mavjudligi. 2. Uzoq masofalarga moslashgan 3. Materialning dielektrik o'tkazuvchanligiga bog'liq emas. 4. Mavjud zahiralarni zlchovga ham mos keladi (Rosemount 5708V)
<p>sath va hajm o'lchagichi - vizualizatsiya</p> 		<ol style="list-style-type: none"> 1. Mavjud zahiralarni o'lchashga ham mos keladi (Rosemount 5708V) 2. Uch o'lchamli vizualizatsiya qilish imkoniyatlari mavjud 3. Katta haxmdagi idishlarga, bir necha skaner tizimlarini o'rnatish mumkin.



Sochiluvchan materiallarni sathini o'lchash o'lchagichlarni o'rnatilishi va qo'llanilish usullari

Xulosa. Barcha zamonaviy raqamli bosim o'lhagichlar shkala o'rniga raqamli displeylarga ega. Bu esa o'qishlarni aniqroq va aralashuvsiz qabul qilish imkonini beradi. Modelga qarab, ular 1000 bargacha bosimni o'lchash uchun ishlatilishi mumkin. Shu bilan birga, ular 0,05% dan ortiq bo'lmagan xatoga yo'l qo'yishadi.

Bunday yuqori aniqlikdagi qurilmalar zamonaviy ishlab chiqarishda juda mashhur. Zero, bugungi yuqori texnologiyalar ko'proq darajada aniqlik talab qiladi. Mexanik qurilmalar bilan bunday ko'rsatkichlarga erishish deyarli mumkin emas.

Raqamli bosim o'lchash qurilmalarining xususiyatlariga quyidagilar kiradi:

- portlash-hafi modellari mavjudligi;
- simsiz ma'lumotlar uzatish interfeyslaridan foydalanish imkoniyati;
- raqamli nazoratni qo'llash;
- o'rnatilgan ko'rsatkich ro'yhatga olish mavjudligi.

Texnik xususiyatlari va yuqori aniqligi tufayli bosimni o'lchash uchun elektron bosim o'lhagichi quyidagi sohalarda keng qo'llanildi:

- bosim o'lchash qurilmalarini sozlash (kalibrlash) va sinash;
- gidrometeorologik nazorat xizmatlari;
- neft va gaz sanoati;
- nazorat va o'lchash laboratoriyalari.

Bu qurilmalar sekundiga bir yuz o'lchashni tashkil qilishga qodir. Qayta zaryadlanuvchi batareyalardan avtonom elektr ta'minoti tufayli ular har qanday sharoitda o'rnatilishi mumkin.

Nazorat savollari

1. "Texnik va texnologik" o'lchashlar deganda nimani tushunasiz?
2. O'lchov natijasi ta'riflab bering.
3. "Texnik va texnologik" o'lchashlarning XX asrda qanday turlaridan foydalanib kelingan?
4. Texnik o'lchashni qvnday tarkibiy qismlarini o'z ichiga olishi kerak?
5. Qaysi parametrlar texnologik o'lchashlar deb yuritiladi?
6. Zamonaviy o'lchash usullarining afzalliklari nimalardan iborat?
7. Suvni boshqarish simsiz Water Control boshqaruvga yega bo'lgan suv o'lchash vositalarini tushuntirib bering.
8. Voqealar to'g'risida ahborot beruvchi tizimini tushuntirib bering.
9. Masofadan o'lchash tizimi nimaga asoslangan, misollar keotirib bering.

10 Raqamli o'lchash qurilmalarining xususiyatlariga nimalar kiradi?
Sochiluvchan moddalar sathini o'lchash misolida tushuntirib bering.

§2.4. Fizik kattaliklarni o'lchash usullari va vositalari.

Asosiy tushunchalar.

Fizik kattalik haqida umumiy tushunchaga ega bo'lish uchun, eng avvalo fizik kattalikning o'lchanayotgan ob'ektga bog'liqlik tomonini tushunib olishimiz kerak bo'ladi. Metrologiyaning ob'ekti fizik kattaliklardir.

Ob'ekt so'zinini ma'nosi mavzu demakdir, uni lotincha tarjimasini *objectum* — buning tarjimasini mavzudir), u tarli sohalarda turlicha sharhlanadi. Masalan:

Tadqiqot ob'ekti fanning ba'zi sohalarda ishlaydigan olimlarning kuchlarini qo'llashning asosiy sohasidir.

Matematik ob'ekt-bu matematikada yoki matematikaning falsafasida aniqlangan va o'rganilgan mavhum ob'ekt.

Kosmik ob'ekt-bu kosmosda yer atmosferasidan tashqarida joylashgan samoviy jism yoki kosmik kema.

Boshqarish ob'ekti-bu xatti-harakatlarini boshqarish avtomatik boshqaruv tizimini yaratish maqsadi bo'lgan qurilma yoki dinamik jarayon.

Texnik ob'ekt-bu sun'iy (texnik) kelib chiqadigan ob'ekt va x.k.

Demak endi biz mavzuni (ob'ektni) tavsiflovchi fizik kattaliklarga nimalar kirishi bilishimiz zarur bo'ladi.

Ma'lumki, ob'ektlarning xususiyatlarini tavsiflovchi fizik miqdorlarga uzunlik, massa, elektr qarshiligi va boshqalar kiradi., Tizimning holatini tavsiflovchi fizik kattaliklarga: bosim, harorat, magnit induksiya va boshqalar, jarayonlarni tavsiflovchi fizik kattaliklar: tezlik, quvvat va boshqalar kiradi.

Endi fizik kattalik tushunchasini tahlil etaylik. Ayrim iboralarda fizik kattali to'g'risida quyidagicha ifodalangan.

Fizik kattalik - bu fizik ob'ektning xususiyatlaridan biri bo'lib, ko'plab fizik ob'ektlar uchun sifat jihatidan keng tarqalgan, ammo miqdoriy jihatdan har bir fizik ob'ekt uchun alahida ko'rib chiqiladi. Fizik kattaliklar o'lchanadigan va taxmin qilinadigan bo'linadi. O'lchangan fizik kattalik belgilangan o'lchash birliklarida (fizik kattalik birliklari) miqdoriy ravishda ifodalanishi mumkin.

Kattalik turi bu miqdorning sifat tomoni bo'lib, bu miqdor ob'ektning qaysi xususiyatini tavsiflashini ko'rsatadi.

Kattalikning miqdori bu miqdorning miqdoriy tomoni bo'lib, bu xususiyat ob'ekt tomonidan qanchalik intensiv namoyon bo'lishini ko'rsatadi.

Bir xil kattaliklar-sifat jihatidan bir xil bo'lgan miqdorlar (ob'ektlarning bir xil xususiyatini tavsiflovchi).

Shuning uchun uzunlik, kenglik, balandlik, masofa bir xil miqdorlardir. Bir xil miqdorlarni hajmi bo'yicha bir-biri bilan solishtirish mumkin. Biz atom radiusini molekulalar orasidagi masofa bilan, atom massasini metall quyma massasi bilan, dars davomiyligini Yerning Quyosh atrofida aylanish davri bilan solishtirishimiz mumkin. Ammo biz xonadagi havo haroratini muzning yerish issiqligi yoki misning o'ziga xos issiqlik sig'imini ushbu metalning quyma massasi bilan taqqoslay olmaymiz – bu har xil turdagi qiymatlar juftligi (har xil xususiyatlarni tavsiflaydi).

Kattalikning raqamli qiymati - bu miqdor qiymatiga kiritilgan mavhum son. Qiymatning raqamli qiymati o'lchangan qiymatning o'lchami o'lchash birligining o'lchamidan necha marta katta yekanligini ko'rsatadi. Shuning uchun qiymatning raqamli qiymati tanlangan o'lchash birligining hajmiga bog'liq.

Har bir ob'ekt uchun qiymat hajmi biz uni aniqlashimiz yoki aniqlamasligimizdan qat'iy nazar mavjud. Ko'rinib turibdiki, ko'rsatuvchi dastgoh ham, TV minorasining ham har biri aniq belgilangan uzunlikka ega va har xil. Unda savol to'g'iladi: **Kattalik hajmini qanday aniqlash mumkin?**

Kattalikni o'lchash kerak, ya'ni ushbu fizik miqdor uchun o'ziga xos standart bo'lib xizmat qiladigan boshqa bir xil miqdor bilan taqqoslash kerak. O'lchash natijasida biz kattalikning qiymatini olamiz. Shunday qilib, fizik miqdorning qiymati faqat uni o'lchash natijasida paydo bo'ladi.

Kattalikning qiymatiga miqdorning raqamli qiymati va o'lchash birligi kiradi.

Hisoblangan fizik kattaliklar - bu o'lchash birliklarini kiritish mumkin bo'lmagan miqdorlar. Ular belgilangan shkalalar yordamida aniqlanadi. Fizik kattaliklar quyidagi hodisalar turlariga ko'ra tasniflanadi:

- a) **materiallar** - ular moddalar, materiallar va ulardan tayyorlangan mahsulotlarning fizik va fizik-kimyoviy xususiyatlarini tavsiflaydi;
- b) **yenergiyaviy** - yenergiyani o'zgartirish, uzatish va singdirish (ishlatish) jarayonlarining yenergiya xususiyatlarini tavsiflaydi;
- v) vaqt o'tishi bilan jarayonlar oqimini tavsiflovchi fizik kattaliklar.

Demak fizik kattaliklar fizik ob'ektlar, hodisalar va jarayonlarning miqdoriy xususiyatlarini tavsiflash uchun ishlatiladi. Shunday qilib, fizik kattaliklar uzunlik, kenglik, balandlik, massa, hajm, tezlik, vaqt, tezlanish, maydon va boshqalar.

Har bir holatda fizik kattalik o'z qiymatlariga egadir. Misol uchun: bir tananing tezligi soatiga 10 km, ikkinchisining tezligi soatiga 20 km bo'lishi mumkin. Biroq, uning qiymatlari har-xio bo'ladi. Shunday qilib, bir xil fizik kattalik turli xil fizik jismlarni, hodisalarni va jarayonlarni tasvirlashi mumkin. Lekin fizika fvnida har bir fizik kattalik o'ziga xos belgiga ega va inglizcha harf bilan ifodalanadi. Shu bilan birga, bir xil harf fizikaning turli bo'limlarida turli xil narsalarni anglatishi mumkin bo'lgan holatlar mavjud. Masalan, V tezlikni, V yesa hajmni anglatadi. Fizik kattaliklarning qiymati har doim ba'zi o'lchash birliklarida ifodalanadi. Boshqacha qilib aytganda, fizik kattalikning qiymati nomlangan raqamdir. Shunday qilib, **massa**: kilogramm, gramm, tonna va boshqalarda ifodalanishi mumkin; **vaqt**: soatlarda, daqiqalarda, yillarda va hokazo.

Vektor va skalyar miqdorlar

Fizikada fizik kattaliklarning ikki turi mavjud: vektor va skalar. Ularning asosiy farqi shundaki, vektor fizik kattaliklar yo'nalishga ega. Fizik kattalik yo'nalishga ega bo'lishi nimani anglatadi? Masalan, sumkadagi kitoblar soni, biz oddiy raqamlarni yoki skalar deb ataymiz. Bunday qiymatning yana bir misoli haroratdir. Fizikada juda muhim bo'lgan boshqa miqdorlar yo'nalishga ega, masalan, tezlik; biz nafaqat tananing harakat tezligini, balki u harakatlanadigan yo'lni ham ko'rsatishimiz kerak. Impuls va kuch ham yo'nalishga, shuningdek, siljishga ega: kimdir qadam tashlaganida, siz nafaqat uning qancha qadam bosganini, balki qayerda yurganini ham ayta olasiz, ya'ni uning harakat yo'nalishini aniqlay olasiz.

Tezlik v , ; Tezlanish \bar{a} , ; Siljish \bar{y} , ; Kuch \bar{F} , ; Tana impulsi, \bar{p} ; Maydon kuchi \bar{E} , ; Magnit induksiya \bar{B} .

O'qni faqat vektorli fizik kattaliklarning harflari ustiga tortiladi. Ushbu fizik kattaliklar bo'yicha qo'shish va ayirish harakatlari vektorlar bilan harakatlarning matematik qoidalariga muvofiq amalga oshiriladi. "Tezlik moduli" yoki "mutlaq qiymat" iborasi aynan "tezlik vektorining moduli" ni, ya'ni yo'nalishni hisobga olmagan holda tezlikning raqamli qiymatini - "plyus" yoki "minus"belgisini anglatadi.

§2.4.1. O'lchash usullari va vositalari

O'lchashlar, sinovlar va nazorat qilish nazariy metrologiyaning asosi bo'lgan faoliyatning uchta asosiy yo'nalishidir. Ushbu yo'nalishlarning o'zaro

bog'liqligi ularning qonunlarning umumiy metrologik postulatlariga bo'ysunishidadir. O'lchash, sinov va nazorat protseduralaridagi farqlar metrologik faoliyatning ushbu sohalarining har birini qo'llash sohalari bilan izohlanadi.

Ushbu 3 ta yo'nalishni alohida tahlil etib chiqamiz.

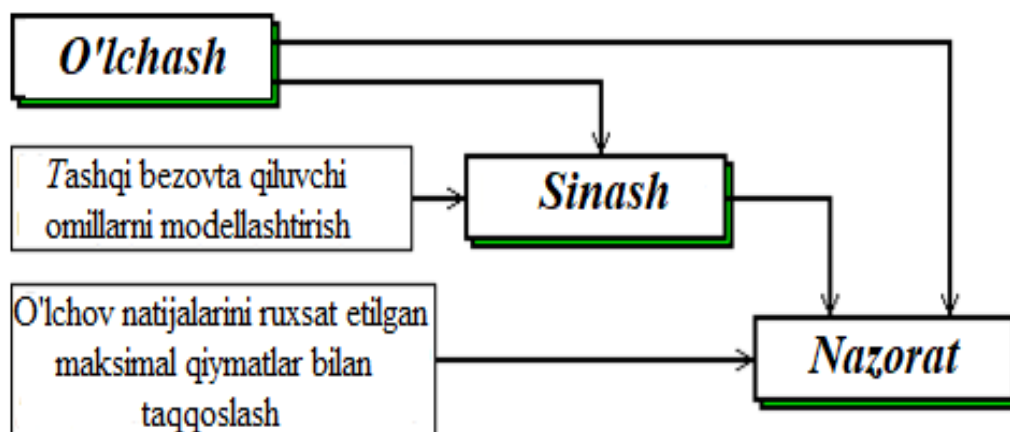
O'lchash - bu fizik miqdor birligini saqlaydigan, o'lchangan miqdorning uning birligiga nisbati topilishini va bu miqdorning qiymati olinishini ta'minlaydigan texnik vositalardan foydalanish bo'yicha operatsiyalar to'plami. O'lchashlar ma'lum bir maqsad bilan amalga oshiriladi, o'lchangan qiymatning miqdoriy qiymati haqida ma'lumot olinadi. O'lchashlar paytida tashqi ta'sir yetuvchi omillarning qiymatlari har qanday bo'lishi mumkin, ya'ni o'lchashlar turli sharoitlarda amalga oshiriladi. O'lchash shartlari uchun yagona talab vaqt o'tishi bilan o'zgarmaslikdir.

Nazorat - bu belgilangan chegaralar doirasida ob'ekt parametrlarining joylashishini aniqlash uchun ob'ekt haqida ma'lumot olish va qayta ishlash jarayoni. Nazorat faqat amaliy maqsadga ega-ob'ekt parametrining o'lchangan qiymatining uning ruxsat etilgan maksimal qiymatlariga muvofiqligini aniqlashga qaratiladi. Sifat nazorati - bu mahsulot sifati ko'rsatkichlarining belgilangan talablarga muvofiqligini tekshirishga qaratilgan faoliyat (GOST 16504 bo'yicha).

Sinov - bu mahsulot parametrlarining miqdoriy va sifat xususiyatlarini unga yoki uning modeliga tashqi bezovta qiluvchi omillarning rejalashtirilgan kompleksi bilan ta'sir qilish orqali eksperimental aniqlash. Sinovlar ma'lum bir maqsadlarda o'tkaziladi, ammo ularning natijalari katta amaliy ahamiyatga ega. O'lchash natijalariga o'xshab, sinov natijalari o'lchangan kattalikning qiymati haqida miqdoriy ma'lumotlarni o'z ichiga oladi, ammo o'lchashlardan farqli o'laroq, bu ma'lumot ob'ekt tashqi bezovta qiluvchi omillarning qat'iy belgilangan qiymatlariga ta'sir qilganda olinadi. Aslida, sinov qat'iy belgilangan sharoitlarda o'lchashdir desak ham bo'ladi.

Har qanday sinov yoki nazorat protsedurasi har doim o'lchashga asoslangan, shuning uchun uni metrologik faoliyatning asosiy yo'nalishi sifatida tan olish mumkin.

O'lchash har qanday nazorat yoki sinov protseduralariga asoslangan metrologik faoliyatning asosiy yo'nalishlari hisoblanadi (1-rasm). Tarixiy jihatdan, dastlab dunyoning turli mamlakatlarida va fan sohalarida o'lchashlar nazariyasi va amaliyoti alohida rivojlandi, bu yesa ushbu sohada juda ko'p turli xil va ko'pincha qarama-qarshi atamalar va ta'riflarning mavjudligiga olib keldi.



2.22. - rasm. O'lchash, sinash va nazorat protseruralarining mazmuni

O'lchash turi-bu o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lgan va o'lchangan qiymatlarning bir xilligi bilan ajralib turadigan o'lchash maydonining bir qismi. Masalan, elektr va magnit o'lchashlar sohasida quyidagi turlarni ajratish mumkin: elektr qarshiligini o'lchash, YeYuK, elektr kuchlanishi, magnit induksiya va boshqalar.

O'lchash sohasi - bu fan yoki texnikaning har qanday sohasiga xos bo'lgan va o'ziga xosligi bilan ajralib turadigan fizik kattaliklarning o'lchashlari to'plami. Masalan, quyidagi o'lchash sohalari mavjud: mexanik, pnevmatik, issiqlik, elektr, magnit, kimyoviy, akustik, ionlashtiruvchi nurlanishni o'lchash va boshqalar

O'lchash usuli - bu amalga oshirilgan o'lchash prinsipiga muvofiq o'lchangan fizik miqdorni uning birligi bilan taqqoslash usuli yoki texnikasi to'plami. O'lchash usuli odatda o'lchash vositasining qurilmasi tomonidan belgilanadi.

O'lchash tamoyili - bu o'lchashlar asosida yotadigan fizik hodisa yoki ta'sir.

Masalan, massani tortish orqali o'lchashda tortishish hodisasi qo'llaniladi. Uchish moslamalarining tezligini o'lchashda Doppler yeffekti qo'llaniladi. O'lchash vositasi o'lchashlar uchun mo'ljallangan va standartlashtirilgan metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan texnik vositadir.

O'lchash vositasi nafaqat fizik miqdor birligi hajmini uzatish, balki uni saqlash uchun ham ishlab chiqilishi mumkin.

§2.4.2. O'lchash qiymatni taqqoslash tamoyiliga ko'ra tasniflash

Fizik kattalikning noma'lum hajmini uning o'lchash birligi bilan taqqoslash prinsipiga ko'ra **organoleptik** va **instrumental** o'lchash usullari ajratiladi.

Organoleptik o'lchash usuli o'lchash vositasi sifatida inson sezgi organlari (hid, teginish, yeshitish, ko'rish) ishlatiladigan o'lchash usuli hisoblanadi. Organoleptik o'lchashlar har qanday o'lchash shkalasida (tartib, intervallar, nisbatlar va hokazo) bajarilishi mumkin. Biroq, ularning aniqligi eksperimentatorning shaxsiy fazilatlarini va tajribasiga bog'liq. Shuning uchun har qanday organoleptik o'lchash natijasida sub'ektiv xato mavjud. Bu organoleptik o'lchashlarning yetishmasligidir.

Organoleptik o'lchashlarning afzalliklari: soddaligi, arzonligi (qimmat qurilmalar kerak emas), fizik bo'lmagan miqdorlarni o'lchash qobiliyati (go'zallik, ta'm, mahorat).

Instrumental o'lchash usuli - bu o'lchash usuli bo'lib, uni amalga oshirishda o'lchash vositalari sifatida ma'lum metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan maxsus texnik vositalar qo'llaniladi. Instrumental usulning asosiy afzalligi uning ob'ektivligidir, chunki o'lchash natijalari deyarli eksperimentatorga bog'liq emas (va raqamli yoki avtomatik qurilmalarda ular umuman bog'liq bo'lmaydi).

Afzalliklarga, shuningdek, organoleptik o'lchashlar bilan solishtirganda, ularning yuqori aniqligi va eksperimentatorning malakasiga kamroq bog'liqligi kiradi.

Instrumental o'lchashlarning kamchiliklari yuqori narx, murakkablik va fizik bo'lmagan miqdorlarni o'lchash uchun yaroqsizlikdir.

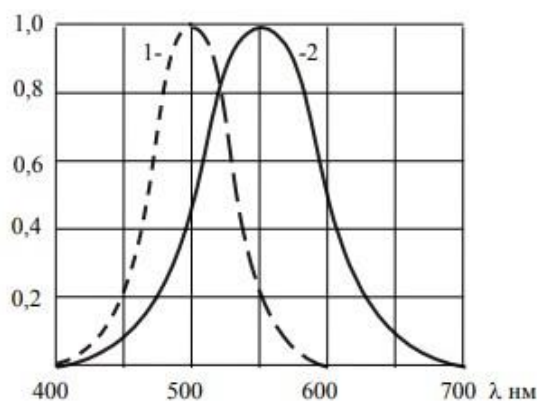
§ 2.4.3. Tabiiy o'lchash chegaralari

O'lchash texnologiyasining rivojlanishi inson sezgi organlarining imkoniyatlari bilan kamroq cheklangan o'lchash moslamalarini yaratishga imkon beradi. Misol uchun, akustikada sub'ektiv o'lchashlar uchun yeshitish kamdan-kam qo'llaniladi. Biroq, ko'rish hali ham analog qurilmalarning ko'rsatuvlarini o'qish va boshqa optik kuzatuvlarni amalga oshirishga imkon beradi. Ko'z hali ham sezgirligi bo'yicha boshqa ko'plab optik detektorlardan ustundir.

Eng yuqori sezuvchanlik $V(\lambda)$ qorong'iga moslashgan ko'zda (kuzatuvchi qorong'ida kamida 30 daqiqa qolishi kerak). Ko'zning maksimal sezgirligi 507 nm to'lqin uzunligi teng. Ko'z bu to'lqin uzunligida qabul qiladigan yenergiyaning minimal qismi $2,10^{-18}$ J. Taxminan 5 foton setka panjarasiga bir xil joytgp 1 millisekundda tushishi kerak. Faqat eng yaxshi qurilmalar bunday yuqori kvant rentabelligiga ega.

Ko'zning nisbiy spektral sezgirligi odamlarda bir biridan farq qiladi. Ushbu sezgirlikning kattaligi yorug'lik intensivligiga ham bog'liq. Shuning uchun

o‘rtacha kuzatuvchi uchun ideallashtirilgan spektral sezgirlik yegri chizig‘ini belgilaydigan xalqaro standarti qabul qilingan. Ushbu spektral sezgirlik yegri chizig‘i $V(\lambda)$ qorng‘i va yorug‘likka moslashtirilgan ko‘rish uchun standartlashtirilgan. Ikkala funksiya ham 1 ga normallashtiriladi. Kunduzgi ko‘rish uchun maksimal to‘lqin uzunligi taxminan $\lambda = 555$ nm teng. Qorong‘iga o‘rgangan ko‘z uchun spektral yegri chiziq qisqa to‘lqin uzunliklari tomon siljiydi (rasm. 2.16).



2.23-rasm.

Kichik ob‘ektlarni yaxshi tasvir kontrasti bilan ishonchli kuzatish mumkin bo‘lgan yeng kichik ko‘rish burchagi setka panjaraning tuzilishiga bog‘liq va taxminan $1' = 2.9 \cdot 10^{-4}$ rad teng.

§2.4.4. Geyzenbergning noaniqlik tamoyili

Heisenberg tomonidan ishlab chiqilgan noaniqlik prinsipi 1927 yilda mikroskopik tizimning dinamik o‘zgaruvchilarini aniqlash mumkin bo‘lgan o‘ta aniqlikka asosiy cheklolvar qo‘yadi. Ushbu prinsipga ko‘ra, bitta miqdorni har qanday aniqlik darajasi bilan aniqlash mumkin, ammo kvant-mexanik operatorlari qatnov qilmaydigan ikkita miqdorni bir vaqtning o‘zida bir qancha marta aniq aniqlash mumkin yemas.

Mikrokosmosda o‘lchashda yeng ilg‘or uskunalari, asosan, statistik xarakterga ega bo‘lgan natijalarni beradi. Xuddi shu sharoitda o‘lchashlarni takrorlash o‘lchangan qiymatning turli qiymatlarini beradi. Har bir qiymat o‘lchash usuliga qarab bir yoki boshqa ehtimollik bilan paydo bo‘ladi.

O‘lchash jarayonining o‘zi fizik tizimni shunday bezovta qiladiki, bir vaqtning o‘zida ikkita bog‘liq o‘zgaruvchini faqat tegishli noaniqlik nisbati bilan o‘rnatiladigan cheklangan aniqlik bilan aniqlash mumkin.

Mikro-ob‘ektni nurlanish bilan λ to‘lqin uzunligida tegishli nurlanish bilan yoritib, uning holatini λ aniqlikda tegishli aniqlik bilan aniqlash mumkin. Aks holda, koordinatani o‘lchashda Δx noaniqlik taxminan quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\Delta x \approx \lambda.$$

Aytaylik, bitta foton yordamida mikro-ob'ektni aniqlash mumkin bo'lsin. Ammo foton impulsiga ega $p = h/\lambda$ va u ob'ekt bilan to'qnashganda, uning impulsining bir qismini yoki butun impulsini unga uzatadi. Shuning uchun, foton bilan o'zaro ta'sirdan so'ng, pulsdagi noaniqlik quyidagiga teng bo'ladi

$$\Delta p \approx \frac{h}{\lambda}.$$

Ushbu koordinata va impuls noaniqliklarining hosilasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta x \cdot \Delta p \approx h.$$

O'lchash vositaga va ob'ektni aniqlash uchun zarur bo'lgan fotonlar soniga qarab, ob'ektning koordinatasi va impulsidagi noaniqliklar kattaroq bo'lishi mumkin. Yehtiyotkorlik bilan tahlil qilgandan so'ng, Heisenberg, yeng yaxshi holatda, noaniqlik yekanligini aniqladi va kattalik Δx va Δp quyidagi tengsizlikni qanotlantirish kerak:

$$\Delta x \cdot \Delta p \geq \frac{h}{2\pi}.$$

Shuni ta'kidlash kerakki, makroskopik o'lchashlar bilan bu nisbat Plank doimiysi h ning kichikligi tufayli amaliy ma'nodan cheklangan. Noaniqlik prinsipining variantlaridan biri yenergiya va vaqtni bog'laydi. Buni quyidagicha ko'rib chiqamiz.

Ro'yxatdan o'tgan ob'ekt holatidagi noaniqlik $\Delta x \approx \lambda$. Yozuv fotoni tezlik bilan ($v = c$) harakat qiladi va segmentni Δx vaqt ichida $\frac{\Delta x}{v} \approx \frac{\lambda}{v}$ bosib o'tadi. Shuning uchun ob'ekt ma'lum bir holatda bo'lgan paytdagi noaniqlik

$$\Delta t \approx \frac{\lambda}{v}.$$

Foton yenergiyaning bir qismini yoki barchasini ob'ektga o'tkazishi mumkinligi sababli ($hc = \frac{hV}{\lambda}$), ob'ekt yenergiyasining noaniqligi quyidagiga tengdir

$$\Delta E = \frac{hV}{\lambda}.$$

Ushbu ikkita noaniqlikning yig'indisi

$$\Delta E \cdot \Delta t \approx h.$$

Geyzenbergning puxta hisoblashlari tengsizlikka olib keldi

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}.$$

Ushbu yozuv ob'ektning yenergiyasi noaniq bo'lishi yoki ΔE hatto qiymat bilan saqlanib qolmasligi vaqt oralig'ida mumkinligi haqidagi bayonotga tengdir.

$$\Delta t \approx \frac{h}{2\pi \cdot \Delta E}$$

Biz monoxromatik elektromagnit to'liqlarga $\Delta E \Delta t \geq \frac{h}{2\pi}$ noaniqlik nisbatini qo'llaymiz. To'liqinni to'liq tavsiflash uchun uning amplitudasini (intensivligini) va fazasini o'lchashingiz kerak, ya'ni

$$\varphi = \omega t.$$

Fazaning noaniqligi o'lchash davomiyligining noaniqligi bilan bog'liq

$$\Delta \varphi = \omega \cdot \Delta t.$$

Amplitudani o'lchashda N fotonlar sonini Δt vaqt davomida o'tganini aniqlash kerak Yenergiya $E = N \cdot h \omega$ fotonlar soni bilan belgilanadi. Yenergiya noaniqligi

$$\Delta E = h \omega \cdot \Delta N.$$

Demak, fotonlar soni va elektromagnit to'liq fazasi uchun noaniqliklar nisbati quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq \frac{h}{2\pi} \rightarrow h \omega \cdot \Delta N \frac{\Delta \varphi}{\omega} \geq \frac{h}{2\pi}.$$

Bu nisbat elektromagnit signallarni o'lchash aniqligining mutlaq chegarasini aniqlaydi, ayniqsa optik mintaqada, bu yerda yuqori kvant yenergiyasi tufayli ma'lum bir Δt o'lchash vaqtida qayd yetilgan fotonlar soni va shuning uchun noaniqlik ΔN birdan biroz kattaroqdir. Shuning uchun, fazaning $\Delta \varphi$ noaniqligi katta.

Kogerent elektromagnit to'liqlarning holati maksimal aniqlik bilan aniqlanadi va ular uchun $\Delta N \Delta \varphi \geq 1$ nisbatda teng belgi mavjud.

§2.4.5. Fizik kattaliklarni o'lchash asboblari

O'lchash asboblari hamma joyda ham korxonalarda, ham kundalik hayotda qo'llaniladi. Shartli ravishda, ular maqsadlariga ko'ra ikki toifaga bo'linadi: to'g'ridan-to'g'ri o'lchash va taqqoslash. Birinchisi, termometrlar kabi o'lchangan qiymatni aniq o'qiydi va ikkinchisi qiymatni ma'lum bo'lgan qiymat bilan taqqoslaydi.

O'lchash vositalarining tasnifi

O'lchash asboblari ishlash prinsipiga ko'ra quyidagicha tasniflanadi:

- ko'rsatuvchi;
- qayd etuvchi;

- signal beruvchi;
- rostlovchi;
- o'lchash qurilmalari.

Ularning barchasi laboratoriyaning o'ziga xos xususiyatlariga qarab ishlatiladi.

Ko'rsatuvchi o'lchash asboblari joriy holda o'lchangan qiymatni hisoblash mumkin bo'lgan qurilmalar kiradi. Qayd etish qurilmalarida avtomatik yozib olish moslamasi mavjud bo'lib, ya'ni qayd etilgan natijalarni yanada batafsil o'rganishga yordam beradi. Signallarni o'lchash moslamalari avtomatik ovozli yoki yorug'lik signaliga ega bo'lib ular signal parametrlarini qachon o'zgarishini ko'rsatib turadilar.

Rostlovchi qurilmalar - bu o'lchangan parametrlarning ma'lum qiymatlarini sozlash va qo'llab-quvvatlash qobiliyatiga ega qurilmalar. O'lchash asboblari sanoat korxonalarida va laboratoriyalarda qo'llaniladi. Ular turli moddalarni dozlash va tortish uchun mo'ljallangan.

Fizik kattaliklarni o'lchash vositalariga misollar

O'lchash vositalarining katta qismi kimyoviy laboratoriyalarda qo'llaniladi. Ular turli moddalarni aniq tahlil qilish imkonini beradi.

Laboratoriya o'lchash vositalariga quyidagilar kiradi:

- tarozilar;



CAS MW-T elektron laboratoriya tarozisi.
 Tashqi o'lchamlari 1/30 000. Avtomatik nol sozlamalari va kuchaytirgich koeffitsiyentini avtomatik rostlash hamda tara massasini tortish diapazonidan namuna olish va tarozi birligini tanlash imkoni mavjud. Ishlash usullari: bir xil qismlar sonini tortish va hisoblash, foiz sifatida tortish. Avtomatik o'chirish. Membran klaviaturasi. Displeyni o'qish oson, orqa yorug'lik bilan. Zanglamaydigan po'latdan yasalgan platforma. RS-232C interfeysi.
 O'lchamlari, mm: 180 x 220 x 65
 Og'irligi, kg: 1 Aniqlik sinfi: 4
 O'lchash Turi:Tenzometrik.
 Ko'rsatkichlardagi belgilar soni: 6
 Yelektr ta'minoti: AC batareyalar UM - 2.4 dona 110~240 V, 49/51 Gts

- titratorlar;

Avtomatik rejimda qattiq va suyuq namunalardagi namlik miqdorini o'lchash uchun a-310 bilan Fischer titratori.

Bu Fischer usulini ta'minlaydigan moddalardagi namlikni aniqlashning barcha mumkin bo'lgan diapazonini qamrab oladigan universal 4 kanalli qurilma. Titratorga bir vaqtning o'zida 4 tagacha aralashtirgich ulanishi mumkin. Har bir aralashtirgichga ikkala kulometrik va volumetrik hujayralar o'rnatilishi mumkin. Agitatorlar USB kabeli yordamida yoki simsiz (ixtiyoriy) ulanishi mumkin. Orqa panelda CA-310BRTburetlarini ulash uchun ulagichlar, platina o'lchash yeletrodlari, tahlil natijalari va tarozilarni chop yetish uchun printer mavjud.

Jarayonni boshqarish uchun titrator qulay 8,4 dyuymli LCD sensorli yekran bilan jihozlangan bo'lib, u foydalanuvchiga usulni tez va oson sozlash, real vaqtda har bir hujayra uchun tahlil jarayonini kuzatish va o'lchash natijalariga kirish imkonini beradi.



- bosim o'lchagichlari;



Model Sapphire - 22 M-S. Raqamli bosim o'lchash asbobi

Kimyo, neft-kimyo va neftni qayta ishlash sanoatida, issiqlik yenergiyasi, suv xo'jaligi, gaz taqsimlash tarmoqlarida, shuningdek atom yenergetikasi ob'ektlarida texnologik jarayonlarni avtomatik nazorat qilish, roslash va boshqarish tizimlarida qo'llaniladi.

Sapphire-22m-S seriyasining bosim o'zgartkichi gazlar va suyuqliklarning bosimini, shu jumladan yopishqoq va agressiv, -40 dan +80 gacha bo'lgan keng harorat oralig'ida va 0,16 kpa dan 100 Mpa gacha bo'lgan bosimlarni o'lchash uchun mo'ljallangan.

- namlik o'lchagichlari;

Farmpoint don namlik o'lchagichi portativ namlik o'lchagichidir. Don va urug'lardagi namlikni o'lchash uchun maxsus mo'ljallangan namlik o'lchagich. Uning yordami bilan siz to'g'ridan-to'g'ri dalada hosilni yig'ish uchun yeng yaxshi vaqtni aniqlashingiz, shuningdek quritish va saqlash paytida namlik o'zgarishini kuzatishingiz mumkin.

Namlik o'lchash oralig'i don va urug'lar: 8...35%
Moyli o'simliklarning namligini o'lchash diapazoni: 5...25%

Ishlash diapazonidagi aniqlik: 0,5 – 1,0%

Xotira hajmi: 99 hujayra

O'lchash vaqti: 5 soniyadan oshmaydi

Operatsion harorati: 0...+ 40 D. C

Batareya turi: 9 V toj batareyasi

Vazn: 800g



pH metr.



HANNA INSTRUMENTS vodorod o'lhagichi bir vaqtning o'zida pH va haroratni ko'rsatadigan katta, o'qilishi oson LCD displeyga ega. HI2210 pH hisoblagichlari pH yeletrod, harorat sensori, kalibrlash tamponlari, yeletrolitlar zaxirasi, parvarish mahsulotlari, shuningdek prob ushlagichi bilan to'liq ta'minlangan. HI2210 ikkita alohida kirishga ega: BNC ulagichli pH yeletrod va harorat sensori uchun. BNC ulagichi universal ulagich bo'lib, uning yordamida foydalanuvchi keng doiradagi pH yeletrodlarini, ma'lum bir dastur uchun maxsus pH yeletrodini tanlashi mumkin. pH oralig'i -2.0 ... 16.0
Ruhsat etilgan oraliq pH 0.01
pH xatosi 0.03
pH 2 ballarini kalibrlash
Adapterdan 12 V quvvat manbai
O'lchamlari 240 x 182 x 74
Og'irligi 1,1 kg

Ushbu o'lchash vositalarining barchasini deyarli har qanday laboratoriyada uchratish mumkin. O'lchash vositalarining tasnifi:

Tarozilar massani aniqlash uchun keng qo'llaniladigan eng keng tarqalgan texnik qurilmadir.

Titrotorlar-bu reagentlar nisbatini baholashga imkon beruvchi o'lchash asboblari. Moddaning cho'kindilari bilan ishlashda uning kimyoviy tarkibi loyqalikni aniqlash moslamasini aniqlashga yordam beradi.

Bosim o'lhagichlari suyuqlik yoki gaz bosimini o'lchaydigan qurilmalardir. Bosim o'lhagichning ishlash prinsipi o'lchangan bosimni quvurli kamon yoki sezgirroq ikki plastinkali membrananing yelastik deformatsiyasi kuchi bilan muvozanatlashga asoslangan.

Namlik o'lhagichlari - bu sinov namunasidagi suyuqlik tarkibini aniqlashga imkon beradigan qurilmalar. Bunday qurilmalar ko'pincha oziq-ovqat mahsulotlarining sifatini aniqlash uchun ishlatiladi.

pH o'lhagichlari barcha laboratoriyalarda keng qo'llaniladi. Vodorod ionlarining yerkin miqdorini o'lchash va ularni indikatorga aylantirish uchun mo'ljallangan. Unda turli xil modifikatsiyalarning aksariyati mavjud. Raqamli sensorli qurilmalar eng aniq hisoblanadi.

Bugungi kunda kimyo ishlab chiqarish korxonalarida ishlatiladigan juda ko'p sonli qurilmalar mavjud:

- xromatograflar;
- analizatorlar;
- laboratoriya tarozilari;
- mikroskoplar;
- elektr pechlari va boshqalar.

Nazorat savollari

1. Vektor miqdori nima?;
2. Skalyar miqdor vektordan qanday farq qiladi?
3. Vektorli fizik kattaliklar deganda nimani tushunasiz?
4. Vektor miqdorini qanday belgilayadi?
5. O'lchashlar, sinovlar va nazorat qilish vositalarini bir biridan farqlanishi nimadan iborat?
 6. O'lchash qiymatni taqqoslash tamoyiliga ko'ra tasniflab bering.
 7. Organoleptik o'lchash usuli nimadan iborat?
 8. Instrumental o'lchash usuli deganda nimani tushunasiz?
 9. O'lchash asboblari ishlash prinsipiga ko'ra tasniflab bering.
 10. Laboratoriya o'lchash vositalariga qaysi o'lchash asboblari kiradi?

III BOB

O'LCHASH VOSITALARINING METROLOGIK TASNIFLARI

§3. Metrologik tasniflar haqida tushunchalar. Asosiy tushunchalar.

Metrologiya doirasida metrologik tavsiflar o'lchash natijalarini amaliy olish imkoniyatini (ularning qiymatlari va xatolari) aniqlaydigan o'lchash vositalarining xususiyatlari hisoblanadi. O'lchangan miqdorning sifat xarakteristikasi uning o'lchamidir (volt, amper, kilogramm va boshqalar).

Metrologik talablar - bu o'lchashlarning tasniflari (parametrlari), miqdor birliklari standartlari, standart namunalar, o'lchash asboblari natijasi va o'lchash aniqligi ko'rsatkichlariga ta'sir qiluvchi, shuningdek ushbu xususiyatlar (parametrlar) ta'minlanishi kerak bo'lgan shartlar uchun talablar. Metrologik talablar o'lchash vositalarining metrologik xususiyatlarini (xususan, ruxsat etilgan xatolar yoki noaniqliklar chegaralarini), shuningdek ushbu xususiyatlarni ta'minlash shartlarini belgilaydi [GOST R 8.674-2009].

Metrologik ta'minotning asosiy metrologik tasniflari:

- o'lchash vositalarini kalibrlash/tekshirish;
- o'lchash texnikasini (usullarini) attestatsiyalash;
- o'lchash vositalari va standart namunalar turini sinash va tasdiqlash;
- o'lchashlarni boshqarish.

Metrologik tasniflar o'lchash natijasiga ta'sir qiluvchi o'lchash vositasining tasniflarining xususiyatlari. O'lchash vositalarining har bir turi uchun metrologik xususiyatlar belgilanadi [RMG 29-2013].

Metrologik tasnif o'lchash tizimi uchun quyidagilarni amalga oshirish uchun talab qilinadi:

- o'lchash natijalarini aniqlash va o'lchash xatosining instrumental komponentining xususiyatlarini taxminiy baholash;
- normallashtirilgan metrologik tasnif bilan o'lchash asboblaridan iborat o'lchash tizimlarining metrologik tasnif kanallarini hisoblash;
- o'lchash vositalarini taqqoslash va maqbul tanlash;
- o'lchash vositasining almashinuvchanligiga erishish;
- kalibrlash paytida belgilangan standartlarga muvofiqligini nazorat qilish.

Amaliyeta 2 ta metrologik xususiyat mavjud: Normallashtirilgan va haqiqiy metrologik xususiyat.

O'lchash vositasi turining normallashtirilgan metrologik xususiyatlari bu o'lchash vositalarining me'yoriy hujjatlarida belgilangan ushbu turdagi o'lchash vositalarining metrologik tavsiflari to'plamidir [RMG 29-2013].

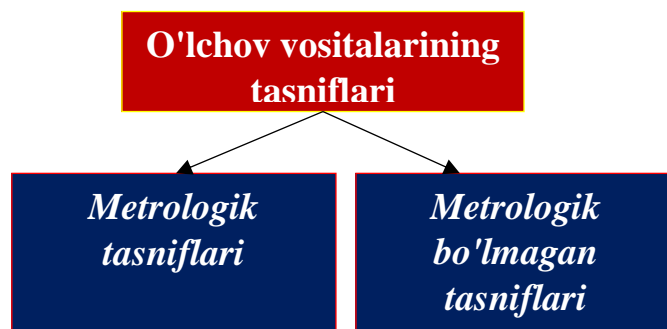
Haqiqiy metrologik xususiyatlar eksperimental ravishda olingan o'lchash vositalarining xususiyatlari.

O'lchash vositalarining o'lchash natijalariga va ularning aniqligiga ta'sir qiluvchi xususiyatlarining tasniflari o'lchash vositalarining **metrologik tasniflari** deb ataladi.

O'lchash vositalarining asosiy metrologik tasniflari:

- o'lchash shkalasining bo'linmalari;
- shkalaning boshlang'ich va yakuniy qiymati;
- diapazon oralig'i;
- o'lchash chegarasi;
- ko'rsatkichlarning variatsiyasi;
- o'lchash vositasining barqarorligi;
- qurilmaning o'lchash kuchi;
- o'lchash vositasining aniqlik klassi.
- o'lchash vositasi xatosining turli tarkibiy qismlari;
- amplituda-chastota va faza-chastota xususiyatlarining kombinatsiyasi;
- o'lchashlarning maksimal chastotasi(tezligi) va boshqalar.

Muayyan o'lchash vazifalarini hal qilishda o'lchash vositalarini tanlash, shuningdek ularning natijalaridagi xatolarni baholash uchun tegishli xususiyatlarga ega bo'lish kerak, ularni ikki turga bo'lish mumkin: metrologik va metrologik bo'lmagan (1-rasmga qarang). O'lchash vositalarining eng muhim xususiyatlari biri bu metrologik tasniflari.



O'lchash vositasining metrologik tasnifi - bu o'lchash natijasiga va uning xatosiga ta'sir qiluvchi o'lchash vositasining xususiyatlaridan birining xarakteristikasi. Metrologik tasnif to'plami natija va o'lchash xatosiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi va asosan turli o'lchash vazifalarini hal qilishda o'lchash vositasidan foydalanish imkoniyatini aniqlaydi.

O'lchash vositasi uchun o'lchash natijalariga ta'sir qilmaydigan *metrologik bo'lmagan* (texnik, operatsion) xususiyatlar ham muhimdir, jumladan: *o'lchamlari, vazni, ishonchliligi, quvvat sarfi* va boshqalar.

O'lchash vositalarining metrologik tasnifi - bu natijalarga va natijada o'lchash xatolariga ta'sir qiluvchi o'lchash vositasining xususiyatining xarakteristikasi. Tartibga solinadigan metrologik xususiyatlar **normallashtirilgan** va **eksperimental** ravishda aniqlanganlar deb ataladilar.

O'lchash vositalarining metrologik tasnifi o'lchash vositasining xususiyatlaridan birining xarakteristikasi bo'lib, o'lchash natijasiga va uning xatosiga ta'sir qiladi. O'lchash vositalarining har bir turi uchun o'zlarining metrologik xususiyatlari belgilanadi.

O'lchashlarni hisoblash qurilmalariga shkala va ko'rsatgich kiradi. **Shkala** - bu belgilar tizimi va ularning o'lchangan miqdorning mos keladigan ketma-ket sonli qiymatlari. Shkalaning asosiy tasniflari:

- shkala bo'yicha bo'linmalar soni;
- bo'linish uzunligi;
- bo'linish bo'lagi;
- o'qishlar oralig'i;
- o'lchash diapazoni;
- o'lchash chegaralari.

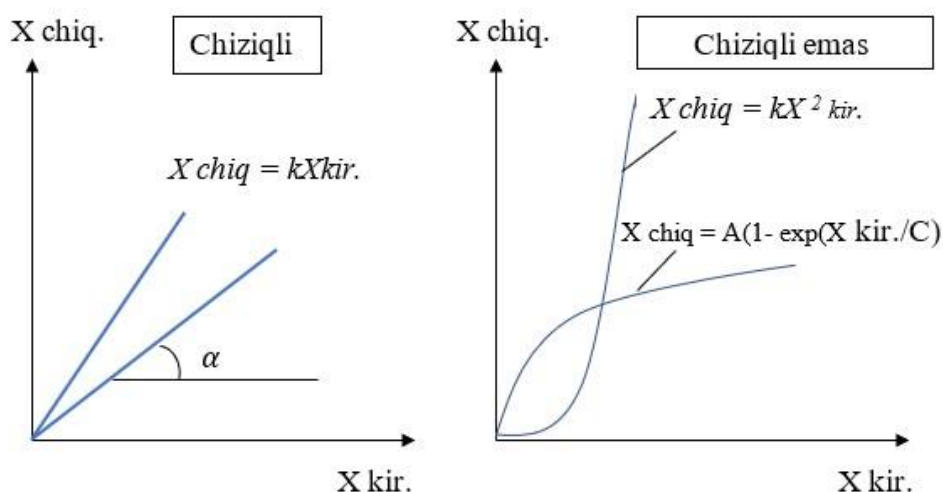
O'lchash vositalarining ishlash rejimiga arab ular statik va dinamik tavsiflarga bo'linadi. **Statik tavsifi** deganda o'lchash vositalarining statik ish rejimidagiparametrlari tushuniladi, yoki bosh acha ilib aytganda kirish kattaligi o'lchashq qolib borilgan va t davomida o'zgarmaydi.

- Kalibrlash xususiyatlari
- Kirish signali ahborot parametri
- Kirish signalining axborot emas parametri
- O'lchash vositalarining sezgirligi
- O'lchash vositalarining chegara sezgirligi
- O'lchash vositalarining o'zgarishi (variatsiyasi)
- O'lchash vositasining ruhsat etilgan qobiliyati
- Kirish (chiqish) va impedansi

Dinamik tavsifi deganda esa, o‘lchash vositasining dinamik rejimidagi xususiyatlarini aks ettiruvchi parametrlari tushuniladi yokibosh acha aytganda o‘lchash vositasining kirish kattaligi o‘lchash jarayonida qo‘zgaradi.

- Differensial tenglama
- Uzatish funksiyasi
- O‘tish tasnifi
- O‘zgarish tezligi (o‘zgartirishi)
- O‘zgarish vaqti
- Majmuiy chastota funksiyasi
- Pulsning o‘tish tasnifi
- Amplituda-faza tasnifi
- Reaksiya vaqti
- Ampituda-chastota tasnifi
- Faza-chastota tasnifi

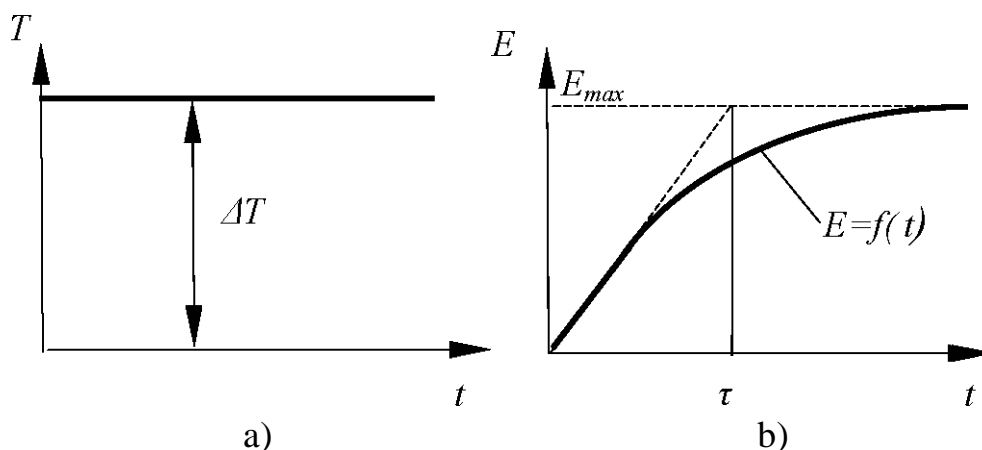
Statistik rejimning tasniflari



3.1. -rasm. Statik rejimning chiziqli va chiziqli bo‘lmagan taviiri

Vaqt doimiysi.

Vaqt doimiyligi SI ning dinamik xarakteristikasidir. Agar SI ga kirishdagi signal bir zumda ma’lum miqdorda o‘zgarsa, chiqish signali bu qiymatga faqat bir muncha vaqt o‘tgach yetishi mumkin. Misol uchun, agar termojuftning issiq birikmasi doimiy harorat T bilan qaynoq suvga tezda tushirilsa, u holda birikma va ta’minot simlari isishi bilan termojuftning termal YeYuK o‘zgaradi va muvozanat o‘rnatilgandan keyin maksimal qiymatga yetadi (rasm. 4.1).



3.2-rasm. Termojuftning kirish (a) va chiqish (b) signallarining τ vaqtga bog'liqligi:

a) kirish signali-harorat (t); b) chiqish! signal-issiqlik YeYuK (Ye)

Amaliyotdan ma'lumki, SI chiqish signalining vaqt bilan ulanishi t ko'pincha yeksponensial bog'liqlik bilan ifodalanadi:

$$\frac{x}{x_{max}} = 1 - e^{-t/\tau} \quad (1)$$

Oxirgi ifodani differensiallab, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{x_{max}}{\tau} e^{-t/\tau}. \quad (2)$$

$t = 0$ ni olib, u holda quyidagi munosabatni topamiz:

$$\left. \frac{dx}{dt} \right|_{t=0} = \frac{x_{max}}{\tau}. \quad (3)$$

Yuqoridagi iboralarga kiritilgan τ qiymati vaqt konstantasi deb ataladi va tizimning inersiyasini tavsiflaydi.

Vaqt (τ) doimiyligining fizik ma'nosi (3) formuladan aniq. Agar biz boshlang'ich nuqtada $x = f(t)$ yegri chiziqqa to'g'ri tegizib chiziq chizsak (4.2 – rasm (b) bu yegri $E = f(t)$ bog'liqlikni bildiradi), u holda τ ga vaqt doimiysi SIga teng bo'lgan vaqtdan keyin maksimal qiymatiga yerishadi.

Vaqt doimiysi τ qanchalik kichik bo'lsa, o'lchash vositasi kamroq inersiyali bo'ladi. Past inersiya SI tez o'zgaruvchan jarayonlarni (yuqori chastotali jarayonlarni) o'rganish uchun ishlatiladi, masalan, puls rejimida ishlaydigan raketa dvigatelini ishga tushirishda yonish kamerasidagi bosimni o'lchash jarayonida.

§3.1. O'lchash vositalarining metrologik tasniflari

$y = f(x)$ bu yerda x va y mos ravishda kirish va chiqish miqdorlarining qiymatlari. O'lchash vositasi turiga xos bo'lgan o'zgartirgich funksiyasi nominal o'zgartirish funksiyasi deb ataladi

O'lchash vositalarining asosiy statik tavsiflari. Asosiy statik tavsiflarga o'zgartirish funksiyasi, sezgirlik, sezgirlik ostonasi kiradi. O'zgartirish funksiyasi – bu o'lchash vositasining kirishdagi (X) vachi ishidagi (U) kattaliklari iymatlarining o'zaro funksional bog'liqligidir. O'zgartirish funksiyasi analitik ifoda bo'yicha [$U=f(X)$ o'zgartirish tenglamasi], grafik tarzda va jadval ko'rinishida berilishi mumkin. O'zgartirish funksiyasi ko'pincha o'lchash vositasining **graduivokali tavsifi** deyiladi.

Ruxsat etilgan og'ishlarning nominal tasniflari va chegaralari: *raqamlar, formulalar, jadvallar, grafikalar* shaklida keltirilgan.

O'lchash vositasi uchun (yoki o'lchash vositasining konkret turi uchun) ko'rsatilgan o'zgartirish funksiyasini o'lchash vositasining **nominal** o'zgartirish funksiyasi $U=fH(X)$ deyiladi. Ideal olda o'lchash o'zgartirgichlari va o'lchash asboblarining nominal o'zgartirish funksiyasi chiziqli bog'liqlikda $U=kH(X)$ bo'ladi. Bunday asboblar bir tekis shaklali bo'lib, ularda ikki o'shni belgilari orasidagi orali butun qshkala bo'yicha bir xil, ya'ni proporsional bog'liq bo'ladi. Asboblardag' qo'zgartirish funksiyasining chiziqli bo'lishi qaydnomalarni olishni osonlashtiradi, sub'ektiv xatoliklarni esa kamaytiradi.

Metrologik parametrlar

O'lchash vositalaridan foydalanish ko'lamini tavsiflovchi metrologik parametrlarga ular tomonidan o'lchangan qiymatlar chegaralari va qurilmaning sezgirlik chegarasi kiradi.

O'lchash vositasining sezgirligi - bu asbobning chiqish signalining o'zgarishi uni keltirib chiqaradigan o'lchangan qiymatning o'zgarishiga nisbati bilan belgilanadigan o'lchash vositasining xususiyati. U quyidagi bilan farqlanali:

- **mutlaq sezgirlik** - chiqish signalidagi o'zgarishning o'lchangan qiymatning mutlaq o'zgarishiga nisbati;
- **nisbiy sezgirlik** - chiqish signalidagi o'zgarishning o'lchangan qiymatning nisbiy o'zgarishiga nisbati.

O'lchash vositasining **sezgirliksiz** qatlami - bu o'lchangan miqdorning qiymatlari diapazoni ichida uning o'zgarishi o'lchash vositasining chiqish signalini keltirib chiqarmaydigan qatlamidir.

O'lchash vositasining sezgirlik chegarasi o'lchash vositasining chiqish signalining sezilarli o'zgarishiga olib keladigan o'lchangan qiymatdagi eng kichik o'zgarishdir.

O'lchash tizimining sezgirligi - bu o'lchash tizimining o'qishlarining o'lchanadigan miqdor qiymatining mos keladigan o'zgarishiga nisbati.

O'lchash vositasining sezgirligi – bu chiqish qiymatining o'zgarishi uni keltirib chiqaradigan kirish qiymatining o'zgarishiga nisbati.

Sezuvchanlik (sezgirlik) o'lchanadigan miqdorning qiymatiga bog'liq bo'lishi mumkin. O'lchash miqdor qiymatining o'zgarishi ruhsat etilgan kattaroq bo'lishi mumkin.

Demak, o'lchash vositasining chiqish signalining o'sishining ushbu o'sishga sabab bo'lgan kirish signalining o'zgarishiga nisbatidir.

$$S = \lim_{\Delta X \rightarrow 0} \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{dY}{dX}$$

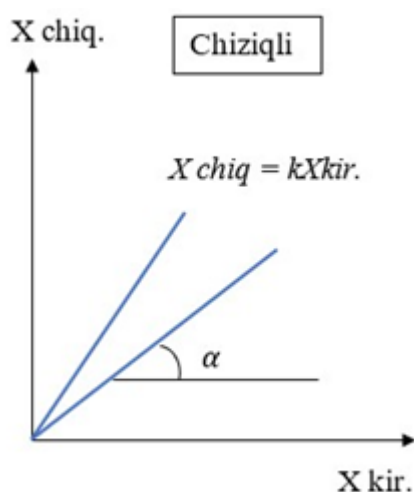
Nisbiy sezgirlik:

$$S_0 = \frac{\frac{\Delta Y}{Y}}{\frac{\Delta X}{X}} \quad \text{yoki} \quad S_{00} = \frac{\frac{\Delta Y}{Y}}{\frac{\Delta X}{X}}$$

O'qlar (strelkalar) bilan ishlayodigan o'lchash vositalari uchun

$$S = \frac{\alpha}{x}$$

$C = 1/S$ qiymati, sezgirlikning teskarisi, qurilmaning bo'linish bo'linmasi deyiladi.



$$S = \frac{dy}{dx} = \text{tg}\alpha$$

Ruhsat etilgan o'lchash miqdori - bu o'lchangan qiymatdagi eng kichik o'zgarish, bu tegishli ko'rsatuvda sezilarli o'zgarishlarga olib kelishidir.

Masalan, shovqin (ichki yoki tashqi) yoki ishqalanishga bog‘liq bo‘lishi mumkin. Bu shuningdek o‘lchangan qiymatning qiymatiga bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Ruhsat etilgan qobiliyati - bu o‘qishlar (ko‘rsatuvlar) orasidagi eng kichik farq, bu sezilarli darajada farq qilishi mumkin.

O‘lchash vositasining o‘lchash chegaralari - bu qurilma tomonidan minimaldan maksimal qiymatgacha qayd etilgan qiymatlar **diapazoni**. O‘lchangan qiymatning o‘zgarishi oralig‘ida har bir o‘lchash vositasi uchun **xato chegaralari** tartibga solinadi.

O‘lchashning pastki va yuqori chegaralari asosiy qiymatdan pastda va yuqorida ko‘rsatilgan o‘lchangan qiymatlarning yekstremal qiymatlari hisoblanadi.

Kirish (chiqish) impedansi

Umumlashtirilgan N kuchning W umumlashtirilgan tezlikka nisbati.

$$Z = N/W.$$

Masalan: Elektr impedansi—bu garmonik signal uchun ikki qutbning murakkab qarshiligi.

Akustik impedans-bu muhitning murakkab akustik qarshiligi.

Nazorat savollari

1. Metrologik tasnif nima nima?
2. O‘lchash vositasining metrologik tasniflarini tushintirib bering.
3. Statik tavsifi deganda nimani tushinish kerak?
4. Normallashtirilgan dinamik tasnif nima?
5. Metrologik ta‘minotning asosiy metrologik tasniflari ifodalab bering.
6. Amaliyeta nechta metrologik xususiyat mavjud? Ularni tushuntirib bering.
7. O‘lchash diapazoni nimani anglatadi?
8. Graduirovkali tavsif deganda nimani tushunasiz?
9. O‘lchash vositasining sezgirligi qanday aniqlanadi?
10. Mutlaq sezgirlik nisbiy sezgirlikdan nima bilan farqlanadi?

§3.2. Fizik kattaliklar va ularning birliklarining o‘lchamlari va belgilarini yozish qoidalari

Atamalar va ta‘riflar

Kattalik — ob‘ekt, jism yoki moddaning sifat jihatidan ajratilishi va miqdor jihatidan aniqlanishi mumkin bo‘lgan xossasi;

Kattalik birligi — kattalikning, shu kattalik birligi deb qabul qilingan va u bilan bir xil bo‘lgan kattaliklarni miqdor jihatdan ifodalash uchun qo‘llanadigan qayd etilgan qiymati;

Xalqaro kattaliklar tizimi — Xalqaro kattaliklar tizimiga (keyingi o‘rinlarda SI deb ataladi) asoslangan, O‘lchash va tarozilar bosh konferensiyasi tomonidan qabul qilingan va tavsiya etilgan, nomlar va belgilar, shuningdek, old qo‘shimchalar to‘plami va ularning nomlari hamda belgilarini, ularni qo‘llash qoidalarini o‘z ichiga olgan tizim;

Karrali kattalik birligi — ushbu o‘lchash birligini birdan katta bo‘lgan butun songa ko‘paytirish yo‘li bilan olinadigan kattalik birligi;

Asosiy kattalik — ushbu kattaliklar tizimi uchun tizim kattaliklaridan hech biri boshqa kattaliklar orqali ifodalanishi mumkin bo‘lmagan tarzda shartli ravishda tanlangan kattaliklardan biri;

Asosiy kattalik birligi — kelishuvga ko‘ra asosiy kattalik uchun qabul qilingan o‘lchash birligi;

Hosila kattalik — kattaliklar tizimida shu tizimning asosiy kattaliklari orqali aniqlangan kattalik;

Hosila kattaliklar birligi — hosila kattalik uchun qabul qilingan o‘lchash birligi;

Kattaliklar tizimi — kattaliklarning shu kattaliklarni bog‘lovchi bir-biriga zid bo‘lmagan tenglamalar majmui bilan birgalikdagi majmui;

Kattalik birliklari tizimi — asosiy va hosila kattalik birliklarining ushbu kattalik tizimi uchun belgilangan qoidalarga muvofiq aniqlangan karrali va ulushli birliklari bilan birgalikdagi majmui.

§3.2.1. Fizik kattaliklar va ularning birliklarining o‘lchamlari

Tizimning asosiy qiymatlariga lotin yoki yunon alifbosining bosh harfi ko‘rinishidagi belgi beriladi. Ushbu belgi asosiy fizik miqdorning **o‘lchami** deb ataladi.

Fizik miqdor hosilasining o‘lchami bu miqdorning tizimning asosiy miqdorlari bilan munosabatini ifodalovchi **matematik munosabat** deb ataladi, bunda mutanosiblik koeffitsiyenti bittaga teng deb qabul qilinadi.

Fizik miqdor X ning o‘lchami ***dim X*** belgisi bilan belgilanadi (inglizcha *dimension* — o‘lcham, o‘lchamligi). Masalan, tezlik o‘lchashi ***dim v = LT⁻¹*** kuch o‘lchashi ***dim F = LT⁻²***.

Har qanday fizik miqdorning o‘lchami uchun umumiy ifoda quyidagicha yozilishi mumkin:

$$\mathit{dim}X = L^\alpha M^\beta T^\gamma \theta^\vartheta I^\delta N^U J^\mu$$

Bu yerda L, M, T, θ, I, J - bu tizimning asosiy miqdorlarining shartli belgilari; $\alpha, \beta, \gamma, \vartheta, \delta, u, \mu$ - butun sonlar yoki kasrlar, musbat yoki manfiy haqiqiy sonlar.

Bu yettita asosiy fizik kattaliklar tizimi o'lchash tizimining har qanday bo'limiga tegishli bo'lgan olingan fizik miqdorni ifodalashga imkon beradi.

Har bir asosiy miqdor lotin yoki yunon alifbosidagi harf shaklida belgi berilgan. Ushbu belgi asosiy fizik miqdorning umumlashtirilgan o'lchashi deb ataladi. Asosiy fizik kattaliklar uchun quyidagi o'lchamlar o'rnatiladi: *uzunlik L, massa M, vaqt T, tok kuchi I, termodinamik harorat Q, moddaning miqdori N, yorug'lik intensivligi J.*

Fizik miqdorlar tizimlari bir nechta asosiy miqdorlar to'plamiga asoslanadi va tanlangan tizimning o'lchamini ko'rsatadigan ularning belgilari to'plami bilan belgilanadi.

Uzunlik, massa, vaqt LMT kabi fizik miqdorlarga asoslangan mexanik miqdorlar tizimi uzunlik, kuch, vaqt kabi fizik miqdorlarga asoslangan LFT belgisiga (o'lchamiga) ega. Mexanika va elektr yenergiyasi miqdorlarining birlashtirilgan tizimi $LMTI$ uzunlik, massa, vaqt va amper kabi asosiy fizik miqdorlarni o'z ichiga oladi.

SI (asosiy yetti birlik) va SGS (asosiy uchta birlik) fizik miqdor birliklari tizimlarida uzunlik, massa va vaqt birliklari asosiy hisoblanadi.

Shuning uchun, agar olingan X miqdor bo'lsa, u mutanosib ravishda L^p o'zgaradi (uzunlik kuchiga p), mutanosib M^q (massa kuchiga q), mutanosib T^r (vaqt kuchiga r), u holda X miqdor p o'lchashga uzunlikka nisbatan (uzunlik birliklari), o'lchash q massaga nisbatan (massa birliklari), o'lchash r vaqtga nisbatan (vaqt birliklari).

Belgilar qiymatlar yordamida ularni quyidagi shaklda yozamiz:

$$[X] = \mathit{dim} X = L^p M^q T^r$$

bu yerda X kattalik belgisi ilova qilingan kvadrat qavslar uzunlik, massa, vaqt birliklariga nisbatan X kattalik hosilasi birligining o'lchamini bildiradi.

L, M va T belgilari umumlashtirilgan miqdorlarni (yoki umumlashtirilgan miqdor birliklarini) ifodalaydi. O'lchashni belgilash uchun kvadrat qavslardan foydalanish bilan birga $\mathit{dim} X$ (inglizcha dimension — o'lcham, o'lchamligi) belgisi ishlatiladi.

Olingan miqdorlar, yuqorida aytib o'tilganidek, asosiylari bilan ifodalanishi mumkin. Buning uchun ikkita tushunchani kiritish kerak: **hosilaning o'lchami** va **aniqlovchi tenglama**.

Fizik miqdor hosilasining o‘lchami uning asosiy miqdorlar bo‘yicha **o‘lami** deb ataladi, bunda mutanosiblik koeffitsiyenti bittaga teng deb qabul qilinadi. Olingan miqdorning **aniqlovchi tenglamasi** fizik miqdorni tizimning boshqa miqdorlari orqali aniq ifodalash mumkin bo‘lgan formula (matematik bog‘liqlik) deb ataladi.

Masalan, moddiy ob‘ektning harakat tezligi uchun aniqlovchi tenglama $v = S/t$, bu yerda s , t vaqt davomida bir tekis harakat bilan ob‘ekt tomonidan bosib o‘tgan yo‘lning uzunligi. Tezlikning o‘lchamini topish uchun ularning o‘lchamlarini (belgilarini), yo‘l uzunligi o‘rniga formulada s va t vaqt almashtirishingiz kerak:

$$\dim v = L/T = LT^{-1}.$$

Maydon va hajmning aniqlovchi tenglamalari mos ravishda quyidagi formulalardir:

$$S = a^2; V = b^3.$$

bu yerda a -kvadrat tomonining uzunligi; b -kub chetining uzunligi.

Agar biz a va b o‘rniga L o‘lchamini almashtirsak, unda maydon va hajmning o‘lchamlari quyidagicha aniqlanadi:

$$\dim S = L^2; \dim V = L^3.$$

Bir qator fizik kattaliklar va miqdorlarning o‘lchamlari uchun aniqlovchi tenglamalar 1.1-jadvalda keltirilgan.

3.1-jadval

Ba’zi fizik kattaliklar uchun aniqlovchi tenglamalar

Fizik miqdor	Aniqlovchi tenglama	Miqdorning o‘lchami
Maydon	$S = a^2$	L^2
Hajm	$V = b^3$	L^3
Tezlik	$v = S/t$	LT^{-1}
Inersiya momenti	$J = mr^2$	L^2M
Zichlik	$\rho = m/V$	$L^{-3}M$
Nisbiy hajm	$v = V/m$	L^3M^{-1}
Tezlanish	$a = \Delta v / \Delta t$	LT^{-2}
Jism impuls	$P = mv$	LMT^{-1}
Impuls momenti	$L = mvr$	L^2ML^{-1}

Kuch	$F = ma$	LMT^{-2}
Kuch momenti	$M = Fr$	L^2MT^{-2}
Bosim	$p = \frac{F}{s}$	$L^{-1}MT^{-2}$
Ish, energiya	$A = Fs$	L^2MT^{-2}
Quvvat	$N = A/t$	L^2MT^{-3}

1.1-jadvaldan kelib chiqadiki, har xil tizimlarda har qanday fizik miqdor X ning o'lchami quyidagi formulalar bilan aniqlanadi:

mexanika va elektr yenergiyasi miqdori tizimida $LMTI$

$$di m X = L^a M^b T^c I^d$$

elektrostatik tizimida LMT

$$di m X = L^a M^b T^c$$

elektromagnit tizimida LMT

$$di m X = L^a M^b T^c I^d$$

mexanika va issiqlik muhandisligi tizimida $LMTQ$

$$di m X = L^a M^b T^c Q^e$$

asosiy miqdorlar soni uchdan katta bo'lgan har qanday tizimda

$$di m X = L^a M^b T^c \dots,$$

bu yerda a, b, g, e butun sonlar.

Yuqoridagi formulalardan kelib chiqadiki, miqdorning o'lchami tegishli darajalarga ko'tarilgan asosiy miqdorlarning o'lchamlaridir. Daraja ko'rsatkichi (a, b, g, d, e ...) asosiy miqdorning o'lchami ko'tariladigan fizik miqdorning o'lchashliligi ko'rsatkichi deyiladi (qoida tariqasida, bu butun son). Istisno tariqasida, elektrostal optik va elektromagnit tizimlardagi daraja ko'rsatkichlari bo'lib, ular kasrli bo'lishi mumkin.

Agar fizik miqdorning ba'zi bir hosilasining quvvat o'lchashining barcha ko'rsatkichlari nolga teng bo'lsa, unda bunday miqdor **o'lchashsiz** deb ataladi. O'lchashsiz barcha nisbiy miqdorlar, masalan, cho'zilish, nisbiy o'tkazuvchanlik va boshqalar. Agar biron bir fizik miqdorning quvvat o'lchashining ko'rsatkichlaridan kamida bittasi nolga teng bo'lmasa, unda bunday miqdor **o'lchashli** bo'ladi.

Turli xil miqdor tizimlarida bir xil fizik miqdorning o'lchamlari har xil bo'lishi mumkinligi aniq, shuning uchun fizik miqdor hosilasining o'lchami uning nisbiy xarakteristikasi bo'lib, bu miqdorlar tizimini tanlashga bog'liq.

O'lchashdan foydalanish asosiy miqdorlarning o'lchamlari o'zgarganda olingan miqdorning o'lchami qanday o'zgarishini aniqlashga imkon beradi. Masalan, inersiya momentining o'lchami ***dimL²M***. Tananing chiziqli o'lchamlari 3 barobar, massasi esa 2 barobar kamaysin, u holda

$$\frac{I'}{I} = \left(\frac{l'}{l}\right)^2 \frac{m'}{m} = 3^2 \cdot \frac{1}{2} = 4,5.$$

Shunday qilib, inersiya momenti 4,5 barobar oshdi.

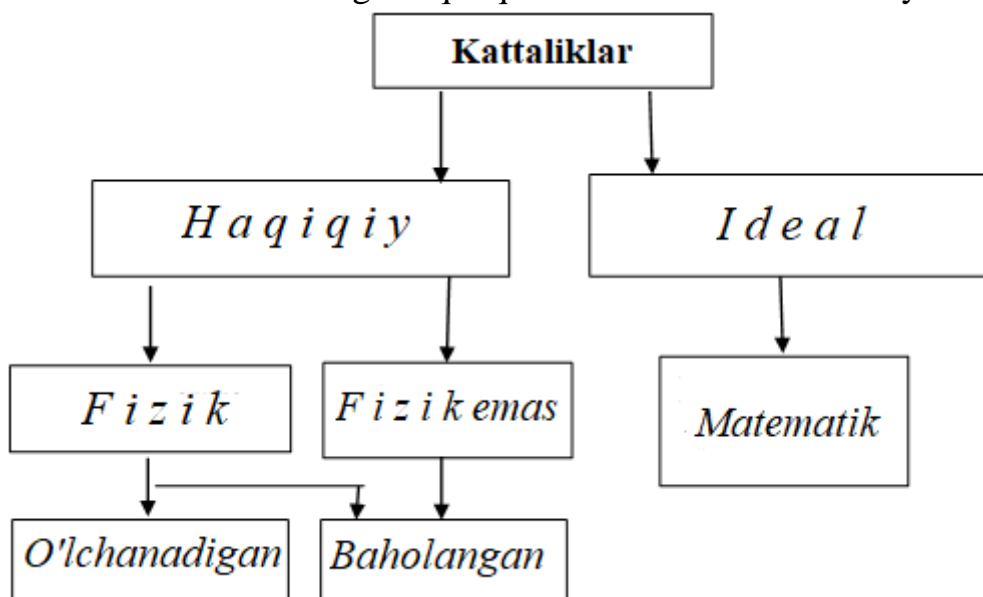
Fizik miqdorlarning o'lchamlaridan foydalanib, turli tizimlardagi birliklarning nisbatlarini ham aniqlash mumkin.

O'lchashlarni tahlil qilish usuli fizik miqdorning o'lchami tushunchasiga asoslanadi. Umumiy "fizik miqdor" atamasi tananing har qanday xususiyatini ifodalaydi: uzunlik, vazn, yopishqoqlik, massa, harorat, hajm va boshqalar. Ushbu miqdorlarning har biri sifat va miqdor bilan tavsiflanadi. Bu miqdorlarning barchasi ma'lum bir fizik miqdor yoki uzunlik, massa va vaqt kabi asosiy fizik miqdorlarning kombinatsiyasi bilan o'lchanishi mumkin. Shunday qilib, tezlik o'lchashining formulasi shaklga ega:

$$\frac{L}{T}$$

Agar berilgan miqdor (masalan, gidravlik qiyalik, bosim gradiyenti) barcha o'lchashli miqdorlar kamaytiriladigan nisbat bo'lsa, u **o'lchashsiz** deb ataladi. O'lchashsiz miqdorning raqamli qiymati qo'llaniladigan o'lchash miqdorlari tizimiga bog'liq emas.

Birliklar tizimi (F-L-T) kuch, uzunlik va vaqtni, tizim (M-L-T) esa massa, uzunlik va vaqtni o'z ichiga oladi. Birinchi tizim **texnik tizim**, ikkinchisi **mutlaq** yoki **fizik tizim** deb ataladi. Ulardagi farq faqat massa va kuch ta'rifida yotadi.



§3.2.2. Kattalik birliklari va ularning belgilarini yozish qoidalari

Birlik belgilariga rus harflari, lotin va yunon alifbosidagi harflardan foydalangan holda xalqaro harflar va boshqalar kabi maxsus belgilar kiradi.

" , ' , % , ‰ , °C

Xuddi shu hujjatda belgining faqat bitta variantidan foydalanishga ruxsat beriladi — rus yoki xalqaro. Uzunlik, maydon va hokazolarning barcha o'lchashlari. raqamlar bilan ko'rsatilishi shart; hisob birliklari va fizik miqdorlar qisqartiriladi. Shu bilan birga, o'lchash birliklarining qisqartirilgan belgisi oxirida qisqartma belgisi sifatida nuqta qo'yilmaydi:

10 T; 15 m²; 50 sm³. To'g'ri yozilgan.

10 T. 15 m². 50 sm³. Notug'ri yozilgan.

Mustaqil bo'lmagan, ammo murakkab birlik nomiga kiritilgan o'lchash birliklari qisqartma belgisi sifatida belgida nuqta bor: 755 mm s.u.

Qiyamatning raqamli qiymatining oxirgi raqami va o'lchash birligining belgilanishi o'rtasida bo'sh joy qoldiriladi:

90 %; 1000 kg; 32 m²; 300 sm³, 36,6 °S. To'g'ri yozilgan.

90%; 1000kg; 32m²; 300sm³, 36,6°S. Notug'ri yozilgan.

+ va - belgilari (plyus va minus) ham bo'sh joysiz chop etiladi.

Birliklarning belgilanishi keyingi qatorga o'tkazilmasdan berilishi kerak.

Birliklarda ming, million va hokazo qisqartmalardan foydalanish maqsadga muvofiq emas. Ularning o'rniga o'nlik qo'imchalar yoki o'nlik ko'paytirgichlardan foydalanish kerak. Masalan: ming **kOm** o'rniga, **1000 kVt** soat deb, imkon darajada yanada tushunarli bo'lishi uchun **GVt-s** deb yozilsa afzalroqdir.

Agar matnda bir xil qiymatdagi bir nechta qiymatlar ro'yxati (yoki yeslatib o'tilgan) bo'lsa, unda birlik belgisi qavslardan foydalanmasdan oxirgi raqamli qiymatdan keyin bir marta berilishi kerak:

12, 24 va 36 V; 50, 60 va 70 %; 60 x 30 x 40 m. To'g'ri yozilgan.

12, 24, 36V; 50, 60, 70%; 60x30x40m. Noto'g'ri yozilgan.

O'lchashni bildiruvchi raqamlardan oldin predlog yoki chiziqcha qo'ymang.

Chegaraviy og'ishlarga ega bo'lgan miqdorlarning qiymatlarini belgilashda, chegaraviy og'ishlarga ega bo'lgan raqamli qiymatlar qavs ichiga olinishi kerak va birlik belgilari qavslardan keyin joylashtirilishi yoki birlik belgilari miqdorning raqamli qiymatidan keyin va uning chegaraviy og'ishidan keyin joylashtirilishi kerak.

(100,0 yo 0,1) kg To'g'ri yozilgan.

100,0 yo 0,1 kg Noto'g'ri yozilgan.

Mahsulotga kiritilgan birliklarning harf belgilari ko'paytirish belgilari sifatida o'rta chiziqdagi nuqta bilan ajratilishi kerak.

N • m; N • m; A • m²; A • m²; Pa • s; Pa • s; To'g'ri yozilgan.

Nm; Nm; Am²; Am²; Ras; Pas; Noto'g'ri yozilgan.

Bo'lishdan foydalanganda surat va maxrajdagi birliklarning belgilari bir yo'layega joylashtirilishi kerak, maxrajdagi birliklarning belgilari mahsuloti qavs ichiga olinishi kerak.

m/s; m/s; W/(m • K); Vt/(m • K); To'g'ri yozilgan.

m/s; m/s; W/m • K; Vt/m • K; Noto'g'ri yozilgan.

Ikki yoki undan ortiq birlikdan iborat olingan birlikni belgilashda harf belgilari va birlik nomlarini birlashtirishga yo'l qo'yilmaydi, ya'ni ba'zi birliklar uchun belgilar, boshqalari uchun nomlar berish kerak.

80 km/ch; 80 kilometrov v chas; To'g'ri yozilgan.

80 km/chas; 80 km v chas; Noto'g'ri yozilgan.

Agar qiymatning raqamli qiymatida o'nlik kasr bo'lsa, qiymatning birlik belgisi oxirgi raqamdan keyin ko'rsatiladi. Kattalik birligining raqamli qiymati va harf belgisi o'rtasida bo'sh joy qo'yiladi

6,05 kg; 6,05 kg; To'g'ri yozilgan.

6 kg 05; 6 kg, 05; Noto'g'ri yozilgan.

Bir xil miqdor birliklarida ifodalangan miqdorning raqamli qiymatlari diapazonini belgilashda kattalik birligining belgilanishi diapazonning oxirgi raqamli qiymatidan keyin ko'rsatiladi

0-30 kHz; 0-30 kGts; To'g'ri yozilgan.

0 kHz -30 kHz; 0 kGts -30 kGts; Noto'g'ri yozilgan.

Quyidagi qiymat birliklari amalda qo'llaniladi:

Asosiy SI birliklari xalqaro birliklar tizimidagi (SI) asosiy miqdorning birligi bo'lib, asosiy birliklar orqali qolgan fizik miqdor birliklari ifodalanadi; Asosiy SI birliklariga quyidagilar kiradi:

- 1. metr - (uzunlik) m, m;**
- 2. kilogramm - (vazn) kg, kg;**
- 3. daqiqa – (vaqt) s, s;**
- 4. amper – (amper) A, A;**
- 5. Kelvin - (harorat) K, K;**
- 6. mol – (modda miqdori) mol, mol;**
- 7. candela - (nur kuchi) cd, kd.**

<https://staff.tiame.uz/storage/users/52/presentations/LjRG4fgpEPLgErsBi36w0S9jIZYotiHDL25dCLFM.pdf>

§3.3. O'lchashlarni avtomatlashtirish

Metrologik maqsadga ko'ra o'lchash vositalari quyidagilarga bo'linadi:

Avtomatlashtirish darajasiga ko'ra:

- o'lchash natijalarini qayta ishlash, ularni ro'yxatdan o'tkazish, ma'lumotlarni uzatish yoki boshqaruv signalini yaratish bilan bog'liq barcha operatsiyalarni avtomatik ravishda bajaradigan avtomatik o'lchash asboblari;
- o'lchash operatsiyalarining bir yoki bir qismini avtomatik ravishda bajaradigan avtomatlashtirilgan o'lchash asboblari;
- avtomatik o'lchash va ularning natijalarini qayta ishlash moslamalari bo'lmagan avtomatik bo'lmagan o'lchash asboblari.

Shu maqsadda o'lchashlarni avtomatlashtirishning masalasini qismini tahlil etib chiqamiz.

Zamonaviy tadqiqot ob'ektlarining tobora murakkablashib borishi, o'lchangan parametrlar soni va diapazonlarining ko'payishi, o'lchash aniqligi va

ularning tezligiga bo'lgan talablarning oshishi (operatorning katta hajmdagi ma'lumotlarni idrok yetish va qayta ishlash imkoniyatlari cheklangan holda) elektr va radio o'lchashlarini avtomatlashtirish zarurligiga va natijada, o'lchash jarayonida ish yukini va operatorning rolini kamaytirishg olib keladi.

Zamonaviy texnologiyalardan foydalangan holda yangi telekommunikatsiya tizimlarining rivojlanishi, ularni ishlab chiqarishning murakkabligi, ilmiy tadqiqotlarning keng rivojlanishi, shuningdek o'lchash aniqligi va ularning tezligiga talablarning ortishi bir vaqtning o'zida turli xil fizik miqdorlarni o'lchash va nazorat qilish zarurligiga olib keldi. Hozirgi kunda o'lchash asboblari ancha yuqori rivojlanish darajasiga yetdi va ko'p hollarda eng yuqori aniqlikka ega bo'ldi. Katta hajmdagi o'lchash ma'lumotlarini idrok yetish va qayta ishlashda inson imkoniyatlarining tabiiy fiziologik cheklovlari axborot va o'lchash asboblari (virtual qurilmalar) va o'lchash tizimlari kabi o'lchash vositalarining paydo bo'lishining asosiy sabablaridan biriga aylandi.

Zamonaviy o'lchash vositalarining tuzilishi juda xilma-xil, tez rivojlanmoqda va sezilarli darajada hal qilinayotgan vazifalarga bog'liq va ularning bo'linishi hozircha yetarlicha to'liq va aniq talqinga ega emas. Raqamli o'lchash asboblari qurilishiga o'tish mikroprotessorlar yordamida avtomatlashtirilgan o'lchash tizimlarini yaratishga olib keldi. Avtomatlashtirilgan o'lchash asboblari avtonom dasturlashtirilmaydigan qurilmalar va raqamli texnologiyalar asosida qurilgan moslashuvchan o'lchash tizimlari hisoblanadi. Avtonom dasturlashtirilmaydigan qurilmalar qattiq dasturga muvofiq ishlaydi va ma'lum signal parametrlari va elektron xususiyatlarini o'lchash uchun mo'ljallangan. Ushbu qurilmalarda o'lchash operatsiyalarining faqat bir qismi avtomatik ravishda amalga oshiriladi, masalan, kirish signalining qutblanishi aniqlash va o'lchash chegaralarini belgilash.

Moslashuvchan integratsiyalashgan tizimlar turli xil fizik miqdorlarni o'lchash tizimini dasturiy ravishda qayta qurish va o'lchash rejimini o'zgartirish imkonini beradi. Shu bilan birga, o'lchash tizimining apparat qismi o'zgarmaydi. Strukturaviy tuzilishga ko'ra ular **interfeys, mikroprotessor va kompyuterli-o'lchashlariga** bo'linadi.

Eng kuchli – **o'lchash va hisoblash komplekslari** - ko'p simli bog'lovchi magistralni kompyuterning bitta o'lchash tizimiga, o'lchash asboblari va axborotni ko'rsatish qurilmalariga birlashtirish orqali yaratiladi. Kompyuter va boshqa barcha tugunlar o'rtasidagi aloqa va ularning mosligi apparat, dasturiy ta'minot va tuzilishi, vositalarining kombinatsiyasi bilan ta'minlanadi. Kompyuterni o'lchash asboblari yoki boshqa har qanday tashqi tizimlar bilan

bog'lash uchun qurilma interfeys deb ataladi. Shu bilan birga, yangi metrologik muammoni hal qilish uchun ma'lumot manbai yoki qabul qiluvchisi sifatida ishlatiladigan modullarning bir qismini va dasturiy ta'minotni o'zgartirish kifoya.

Mikroprotessor o'lchash tizimlarida barcha tugunlar to'g'ridan-to'g'ri mikroprotessor magistraliga ulanadi. O'rnatilgan mikroprotessorlar xizmat ko'rsatish operatsiyalarini bajaradi, turli o'lchash rejimlarini ta'minlaydi va bir qator signal yoki elektron parametrlarini aniqlaydi. Bunday qurilmalarning ishlashi saqlash qurilmasiga o'rnatilgan dasturlarga muvofiq amalga oshiriladi.

An'anaviy o'lchash vositalarining funktsionalligi ishlab chiqarish jarayonida o'rnatiladi va ularni qayta qurish yoki o'lchash va tahlil kanallari sonini o'zgartirish juda muammoli. Ishlab chiqaruvchi turli xil haqiqiy tadqiqot vazifalarini qamrab ololmagani uchun, bu kerakli parametrlarga ega bo'lgan optimal uskunalar to'plamini va uning konfiguratsiyasini tanlashni ancha murakkablashtiradi. O'lchash tizimlari va virtual asboblarning ushbu cheklovni olib tashlaydi. Axborot texnologiyalari o'lchash uskunalarini yangi bosqichga olib chiqdi, bu turli xil murakkablikdagi axborot o'lchash moslamalari va tizimlarini tezroq va arzonroq ishlab chiqishga imkon berdi: o'lchash parametrlaridan tortib, natijalarni tashqi tarmoq orqali istalgan masofada uzatish bilan video tasvirlarni kiritish va qayta ishlashgacha.

Axborot komplekslari va tizimlarini, shuningdek ixtisoslashtirilgan mikroprotessor, kompyuter va virtual texnologiyalardan foydalanadigan qurilmalarning paydo bo'lishi quyidagi jihatlardan kelib chiqadi:

- ixtisoslashgan ko'p funksiyali mikroprotessorlar va yuqori unumdorlikka ega shaxsiy kompyuterlarning keng tarqalishi, katta hajmdagi xotira, standart interfeyslar, Real vaqt rejimida ishlaydigan virtual o'lchash moslamalarini yaratishga imkon beradigan deyarli cheksiz grafik imkoniyatlar, ba'zi fizik qurilmalar va tizimlarning xatti-harakatlarini takrorlash. yuqori darajada o'xshashlik;

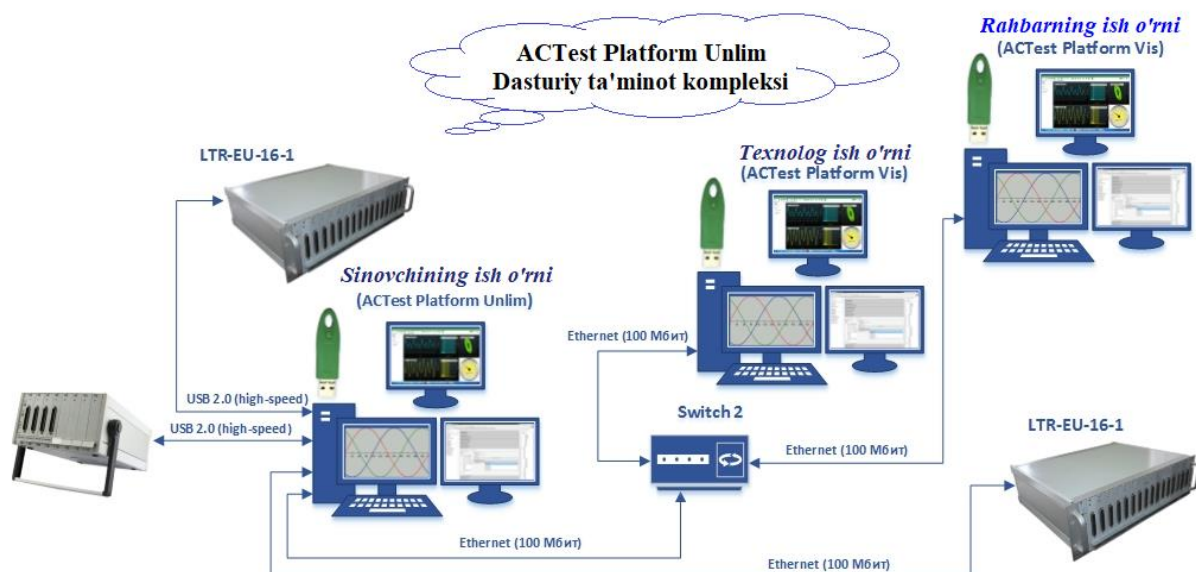
- turli maqsadlar uchun avtomatlashtirilgan axborot va o'lchash tizimlarini yaratish, masalan, ilmiy tadqiqotlar va kompleks sinovlar uchun avtomatlashtirilgan tizimlar, fizik va kosmik ob'ektlar va boshqalar;

- o'lchash asboblari va modullarini juda ixcham shaklda amalga oshirish imkoniyati;

- axborot va o'lchash texnologiyalari va tizimlari uchun dasturlash deb tushuniladigan, tasvirlarni o'lchash, kuzatish, diagnostika qilish yoki tanib olish, shu jumladan o'lchash ma'lumotlarini yig'ish, uzatish, qayta ishlash, taqdim

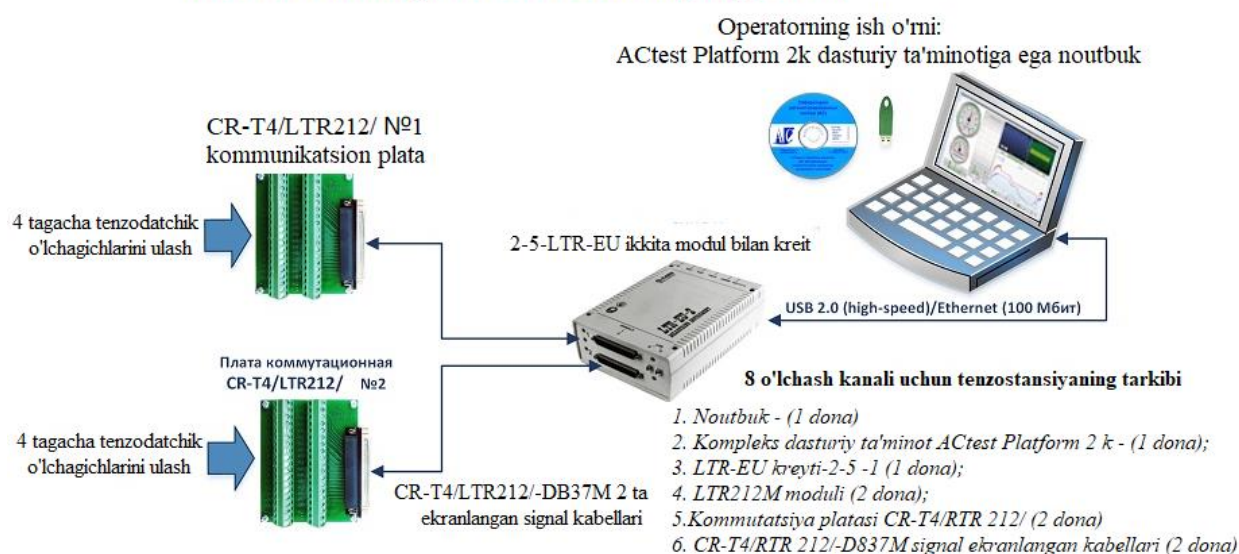
yetish va o‘lchash tajribasini boshqarish funksiyalarini o‘z ichiga olgan o‘lchash dasturlashning paydo bo‘lishi.

Axborot komplekslari va tizimlarini yaratishda tashkil etiladigan avtomatlashtirish ishchi o‘rinlari tashkil etiladi, masalan, ACtest Platform Unlim platformasining cheksiz modifikatsiyasiga asoslangan ko‘p darajali tizim (1-rasm), bunda uchta avtomatlashtirilgan ish o‘rinlarini yaratishga imkon beradi. ACtest Platform universal dasturiy ta‘minot to‘plami-bu o‘lchashlar va sinovlarni avtomatlashtirish, ko‘chma va portativdan tortib yirik eksperimental va texnologik o‘lchash qurilmalar yoki korxonaning texnologik jarayonlarini ko‘p kanalli va taqsimlangan avtomatlashtirish tizimlarigacha bo‘lgan turli xil axborot va o‘lchash tizimlarini yaratish uchun universal, amaliy, sozlanuvchi dasturiy ta‘minot. ACtest Platform platformasi dasturiy paketi OS Windows 10 professional 64-bitli boshqaruvlari ostida ishlaydi. Kompleksdagi Sozlamalar dasturlash tillaridan foydalanmasdan dialog oynalari yordamida amalga oshiriladi. Kompleks bitta kompyuterda ham, tarqatilgan ma‘lumotlarni yig‘ish va qayta ishlash tizimida tarmoq, mijoz-server texnologiyalaridan foydalangan holda ham ishlashi mumkin.



3.3-rasm. ACtest Platform Unlim modifikatsiyasiga asoslangan ko‘p darajali tizimi

8 o'lchov kanali portativ tenzostansiyasiga misol



3.4-rasm. 8 o'lchash kanali portativ tenzostansiyasiga misol keltirilgan

Bunday tizimlarning asosini qo'llaniladigan topshiriqning texnik shartlariga muvofiq ixtisoslashtirilgan asboblarning shakllari yoki tokchalari va avtomatlashtirilgan ish stansiyalari (Avtomatlashtirilgan ishchi o'rinlari) tashkil etadi. Har qanday avtomatlashtirilgan tizimning asosiy va ajralmas qismi universal (moslashuvchan sozlanishi, ma'lum bir dastur vazifasini bajarish uchun sozlanishi) va ixtisoslashgan (har bir ob'ektga avtomatlashtirish tizimi uchun maxsus ishlab chiqilgan) dasturiy ta'minotdir.

§3.4. O'lchashlarda mantiq tushunchasi

Mantiq (yunoncha logos — soʻz, tushuncha, mulohaza, sabab) - toʻgʻri fikrlash qonunlari va operatsiyalari haqidagi fan. Mantiq barcha boshqaruvning asosini tashkil qiladi.

Qadimgi davrlarda ham rasmiy mantiq ma'lum boʻlib, xulosaning toʻgʻriligi toʻgʻrisida uning haqiqiy mazmuni bilan emas, balki faqat qurilish shakli bilan xulosa chiqarishga imkon beradi.

Mantiq fan sifatida informatika fanining asosiy asosidir. Matematik mantiqning elementlari va asoslari kompyuterlarning mantiqiy elementlari va mantiqiy qurilmalariga, algoritmlash va dasturlash tillari asoslariga, ma'lumotlar bazalarida va Internetda ma'lumotlarni qidirish protseduralariga, shuningdek mantiqiy dasturlash tizimlariga, kompyuterlardagi bilim bazalariga va yekspert tizimlariga kiritilgan.

Turli raqamli tizimlarning funksional va mantiqiy tahlili va sintezi bilan bogʻliq ishlarni bajarish uchun zamonaviy muhandis oʻz ishining matematik asoslari - mantiq algebrasi va raqamli avtomatlar nazariyasini bilishi kerak. Mantiq algebrasi asoslarining rivojlanishiga irlandiyalik matematik Dj. Bul (1815-1864) sezilarli hissa qoʻshdi, shuning uchun Bul algebrasi yoki mantiqiy algebra deyiladi.

Ushbu mavzu davomida unga bayonotlar 1 ("haqiqiy") va 0 "notoʻgʻri" qiymatlarini berish mumkinligi haqidagi fikrlar yuritimiz.

§3.4.1. Mantiqiy funksiyalar, mantiqiy elementlar, ularni ishlab chiqarish texnologiyalari va ishlash prinsiplari

Endi mantiqiy funksiyalarni koʻrib chiqaylik, ular oʻzlari ikkilik va ikkilik oʻzgaruvchilar ustiga oʻrnatiladi. $F(A, B, C, \dots)$ buli funksiyasini berish uchun, qaysi kombinatsiyali oʻzgaruvchan uchun A, V,S lar 0 qiymatini qabul qiladilar, shuningdek 1 qiymatini.

Agar funksiya barcha mumkin boʻlgan oʻzgaruvchilar toʻplamlari uchun berilgan boʻlsa, u toʻliq aniqlangan deyiladi, agar toʻplamlarning faqat bir qismi uchun u aniqlanmagan yoki ixtiyoriy boʻlsa, bu holda F qiymat oʻz xohishiga koʻra noaniq toʻplamlarga berilishi mumkin.

Mantiqiy operatsiyalar tartibi toʻgʻrisida kelishuv mavjud, u oddiy algebra bilan bir xil, bundan tashqari:

- bitta oʻzgaruvchiga inversiya har doim birinchi boʻlib amalga oshiriladi
- algebraik ifoda boʻyicha inversiya har doim oxirida bajariladi;

Mantiqiy funksiyalarni belgilash usullari:

1. Ogʻzaki
2. Jadval orqali.

N	x	y	z	F
1	0	0	0	0
2	0	0	1	1
3	0	1	0	0
4	0	1	1	1
5	1	0	0	1
6	1	0	1	0
7	1	1	0	1
8	1	1	1	0

3. Algebraik

a. Oddiy diz'ektiv shakl - bu mantiqiy funksiyalarni birliklar bo'yicha tayinlash (jadvaldan olamiz. 2-bandda):

$$F = \bar{x} \cdot y^1 \cdot z + \bar{x} \cdot y \cdot z + x \cdot y^1 \cdot \bar{z} + x \cdot y \cdot \bar{z},$$

Har bir o'zgaruvchi bir marta kiradigan mahsulotlarga minterm deyiladi.

Atamadagi o'zgaruvchilar soni funksiya darajasidir.

b. Normal kon'yunktiv shakl – mantiqiy funksiyalarni nollar bilan belgilash:

$$F = (x + y + z) \cdot (x + y^1 + z) \cdot (\bar{x} + y^1 + \bar{z}),$$

Har bir o'zgaruvchi bir marta kiradigan miqdorlar masterlar deyiladi.

4. Raqamli-biz to'plamlarning raqamlarini olamiz, bu yerda

a. $F = 1 \rightarrow F = \sum(2,4,5,7)$

b. $F = 0 \rightarrow F = \prod(1,3,8)$

Mantiq algebrasining teoremlari mantiqiy o'zgaruvchilar ustida bajarilgan operatsiyalar orasidagi bog'lanishlarni aks ettiradi. Asosiy o'n ikkita teorema mavjud. Ushbu operatsiyalar ikkilik prinsipiga bo'ysunadi, shuning uchun ular jadvalda juft bo'lib joylashtirilgan: mantiqiy qo'shish uchun chap ustun, mantiqiy ko'paytirish uchun o'ng ustun.

Mantiq algebrasida (oddiy algebradan farqli o'laroq) o'zgaruvchilar ikki elementli to'plamdan $Y_{E_2} = \{0,1\}$ qiymatlarni oladi. Mantiqiy o'zgaruvchilar funksional bog'liqliklar bilan bog'lanishi mumkin.

Funksiya $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ n ikkilik o'zgaruvchilar x_1, x_2, \dots, x_n bog'liq bo'lib (bu yerda n natural son) mantiqiy hisoblanadi, agar u xaritalashni aniqlasa

$$E_2 \times E_2 \times \dots \times E_2 \xrightarrow{f} E_2; \text{ bu yerda } E_2 = \{0,1\}.$$

Boshqacha qilib aytganda, mantiqiy algebra funksiyasi (yoki mantiqiy funksiya) ning n -juft operatsiya $Y_{E_2} = \{0,1\}^n$ o'zgaruvchilar deyiladi.

Y_{E_2} tomonidan hosil qilingan algebra undagi barcha mumkin bo'lgan operatsiyalar bilan birgalikda mantiq algebrasi deyiladi.

(a_1, a_2, \dots, a_n) , to'plami bu yerda $a_i \in \{1\}$, $1 \leq i \leq n$, mantiqiy funksiyasi n kirish argumentlar (o'zgaruvchilar) qiymatlari kirish buli yoki ikkilik to'plami vektoru deyiladi. Ushbu vektorning (to'plamning) elementlari komponentlar yoki koordinatalar deyiladi hamda vektor (a_1, a_2, \dots, a_n) , \tilde{a} bilan belgilanadi. \tilde{a} raqami vektorning uzunligi deb ataladi.

Norm (yoki vazn) $\|\tilde{a}\|$ \tilde{a} vektorlar uning koordinatalari soni 1 ga teng, yoki $\|\tilde{a}\| = \sum_{i=1}^n a_i$.

$f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiya ta'rifidan kelib chiqadiki, uni topshiriq berish uchun funksiyaning qaysi qiymati argument qiymatlarining har bir kirish vektoriga mos kelishini belgilash kifoya, ya'ni jadval tuzish uchun (1.6-jadval).

3.2-jadval

x_1 x_2 ... x_{n-1} x_n	$f(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n)$
0 0 ... 0 0	$f(0, 0, \dots, 0, 0)$
0 0 ... 0 1	$f(0, 0, \dots, 0, 1)$
0 0 ... 1 0	$f(0, 0, \dots, 1, 0)$
0 0 ... 1 1	$f(0, 0, \dots, 1, 1)$
.....
1 1 ... 1 1	$f(1, 1, \dots, 1, 1)$

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, n argumentlar (o'zgaruvchilar) 2^n ni olingn turli xil qiymatlardan iborat.

Qulaylik uchun vektorlarning standart joylashuvi qo'llaniladi: agar vektor ikkilik hisobda raqamning yozuvi sifatida qaralsa, u holda 1.6-jadvaldagi vektorlarning tartibi 0, 1, 2^{n-1} raqamlarining tabiiy tartibiga to'g'ri keladi.

Misol sifatida $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiyaning uchta argumentini 1.7 jadvalda ko'rsatilgan keltirish mumkin.

3.3-jadval

x_1 x_2 x_3	$f(x_1, x_2, x_3)$
0 0 0	0
0 0 1	1
0 1 0	1
0 1 1	0
1 0 0	1
1 0 1	0
1 1 0	0
1 1 1	1

$f = 1$ funksiyasi f funksiyasining birlik vektorlari deb ataladigan vektorlar (to'plamlar) va birlik vektorlari to'plami f birlik to'plami deb ataladi. Shunga ko'ra, $f = 0$ vektorlar, f nol vektorlar deyiladi. Ushbu funksiya mantiqiy argumentlarning barcha mumkin bo'lgan vektorlarida aniqlanadi va to'liq aniqlangan funksiya deb ataladi.

0 va 1 konstantalarni ham o'z ichiga olgan barcha to'liq aniqlangan mantiqiy funksiyalar to'plami odatda adabiyotda P_2 bilan belgilanadi va n o'zgaruvchilarning (yoki argumentlarning) barcha to'liq aniqlangan mantiqiy funksiyalari to'plami (p_2n) bilan belgilanadi.

Analog elektron qurilmalardan farqli o'laroq, raqamli qurilmalarda (RQ) kirish va chiqish signallari cheklangan miqdordagi holatlarni olishi mumkin. Mantiqiy kelishuvga muvofiq (GOST 2.743-82), boshqaruv bloki elementlarining o'ziga xos fizik bajarilishiga qarab, fizik miqdorning ijobiy qiymati, "N" darajasi, "mantiqiy 1" holatiga to'g'ri keladi va kamroq ijobiy qiymat, "L - daraja" - "mantiqiy 0". Bunday kelishuv ijobiy mantiq deb ataladi. Teskari munosabat salbiy mantiq deb ataladi. GOST 19480-89 raqamli miqrosxemalarning asosiy parametrlari va xususiyatlarining nomlari, ta'riflari va belgilarini beradi.

Ma'lumotlar markazini RQ loyihalashning nazariy asosi **mantiqiy algebra** yoki bul algebra bo'lib, u mantiqiy o'zgaruvchilar bilan amal qiladi. Faqat ikkita qiymatni qabul qiladigan mantiqiy o'zgaruvchilar uchun 4 ta asosiy operatsiya mavjud. Operatsiya mantiqiy "VA" (AND) birikma yoki mantiqiy ko'paytirish, $*$ yoki \wedge bilan belgilanadi. Operatsiya mantiqiy "Yoki" (OR), ajratish yoki mantiqiy qo'shimcha bilan belgilanadi $+$ yoki \vee . Operatsiya mantiqiy "YeMAS" (NOT), qiymat o'zgarishi, **inversiya** yoki inkor, mantiqiy ifoda ustidagi chiziqcha bilan ko'rsatiladi. Inversiya ba'zan matnda " \sim " belgisi bilan ko'rsatiladi. Ekvivalentlik operatsiyasi " $=$ " bilan belgilanadi. Quyidagi munosabatlar **aksiomalardir**.

(1)	$0 + 0 = 0$		$1 * 1 = 1$	(1')
(2)	$1 + 1 = 1$		$0 * 0 = 0$	(2')
(3)	$1 + 0 = 0 + 1 = 1$		$0 * 1 = 1 * 0 = 0$	(3')
(4)	$\sim 1 = 0$		$\sim 0 = 1$	(4')

(1, 2) va (1',2') dan kelib chiqadi: $x + x = x$ va $x * x = x$.

$$(1, 2) \text{ va } (1',2') \text{ dan kelib chiqadi: } x + x = x \text{ va } x * x = x. \quad (1)$$

$$(1, 3) \text{ va } (2',3') \text{ dan kelib chiqadi: } x + 0 = x \text{ va } 0 * x = 0. \quad (2)$$

$$(2, 3) \text{ va } (1',3') \text{ dan kelib chiqadi: } 1 + x = 1 \text{ va } x * 1 = x. \quad (3)$$

$$(3) \text{ va } (3') \text{ dan kelib chiqadi: } x + \sim x = 1 \text{ va } \sim x * x = 0. \quad (4)$$

$$(4) \text{ va } (4') \text{ s dan kelib chiqadi: } \sim(\sim x) = x. \quad (5)$$

Va, nihoyat, (1,1'), (2,2'), (3,3') va (4,4') dan kelib chiqadi:

$$\begin{aligned} \sim(x_0 + x_1) &= \sim x_0 * \sim x_1 \text{ va} \\ \sim(x_0 * x_1) &= \sim x_0 + \sim x_1 \end{aligned} \quad (6)$$

Oxirgi iboralar (6) ikkilik prinsipi yoki De Morgan teoremasi (mantiqiy yig'indining inversiyasi inversiyalarning mantiqiy mahsulotiga teng va aksincha). Ikkilik munosabatlari uchun n o'zgaruvchilar ko'pincha quyidagicha yoziladi:

$$\sim(x_1 + \dots + x_n) = \sim x_1 * \sim x_n \text{ va } \sim(x_1 * \dots * x_n) = \sim x_1 + \dots + \sim x_n \quad (7)$$

VA va **YoKI** funksiyalar odatiy algebraik qonunlarga bo'ysunadi - iteratsiya bilan osongina isbotlanadigan tarjima, kombinatsion va tarqatuvchi: $x_1 \text{ op } x_0 = x_0 \text{ op } x_1$ - tarjima, $x_2 \text{ op } x_1 \text{ op } x_0 = (x_2 \text{ op } x_1) \text{ op } x_0$ - kombinatsion va $x_2 * (x_1 + x_0) = (x_2 * x_1) + (x_2 * x_0)$ va $x_2 + (x_1 * x_0) = (x_2 + x_1) * (x_2 + x_0)$ **op** operatsiya ham VA, yoki YoKI tarqatuvchi bo'lishi mumkin. Kommutatsiya funksiyalari deb ham ataladigan uchta asosiy mantiqiy funksiyalar bilan bir qatorda boshqalar ham mavjud.

"YOKI" operatsiyasi.

"Yoki" operatsiyasining natijasi 0 ga teng, agar operatsiyaning barcha argumentlari 0 bo'lsa, boshqa hollarda natija 1 ga teng. Ushbu operatsiya mantiqiy qo'shimcha hisoblanadi va shuning uchun "+" belgisi bilan ko'rsatilishi mumkin. U **dis'yunksiya** (lotincha "disjunction" — ajratish) deb ham ataladi va ba'zan \vee belgi bilan belgilanadi. Shunday qilib, iboralar

$$\mathbf{X} = \mathbf{A} + \mathbf{V} \text{ va } \mathbf{X} = \mathbf{A} \vee \mathbf{V}$$

ekvivalent va ular "iks teng A yoki B" deb o'qiladi.

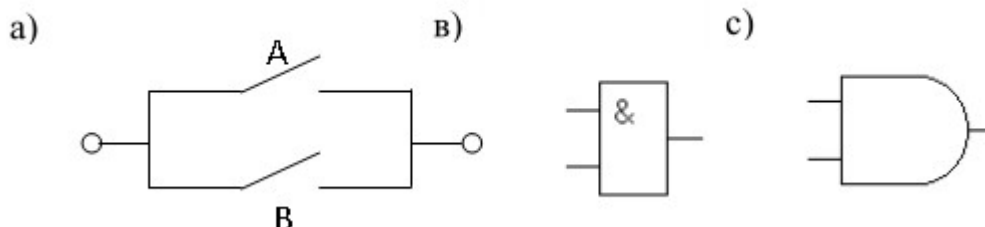
O'zgaruvchilarning turli qiymatlarini belgilash orqali **"YOKI"** operatsiyasi natijalarini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$0 \vee 0 = 0; 0 \vee 1 = 1; 1 \vee 0 = 1; 1 \vee 1 = 1.$$

Mantiqiy qo'shishning boshqa belgisidan foydalanib quyidagicha ifodalaymiz:

$$0 + 0 = 0; 0 + 1 = 1; 1 + 0 = 1; 1 + 1 = 1.$$

Kontakt (kalit) analog, funksional va prinsipial sxemalardagi **"YOKI"** mantiqiy elementning tasviri 3-rasmda ko'rsatilgan.



3.5-rasm. Mantiqiy **"YOKI"** elementning shartli belgilanishi

"VA" operatsiyasi

"Va" operatsiyasining natijasi 1 ga teng, agar operatsiyaning barcha argumentlari 1 ga teng bo'lsa, boshqa hollarda natija 0 ga teng. Bu mantiqiy

ko'paytirish operatsiyasi, shuning uchun u ko'pincha elementar algebrada ko'paytma sifatida ham belgilanadi, lekin u "kon'yunktiv (lotincha kon'yunktio — ulanish) deb ham ataladi \mathbf{VA} belgi bilan hamda strukturaviy sxemalar bo'yicha qo'shma operatsiya inglizcha " \mathbf{VA} " so'zining qisqartirilgan yozuvi bo'lgan " $\mathbf{\&}$ " belgisi bilan belgilanadi. Shunday qilib, iboralar:

$$\mathbf{X = A \wedge V; X = A \& V; X = A \cdot V; X = A \times V; X = AV}$$

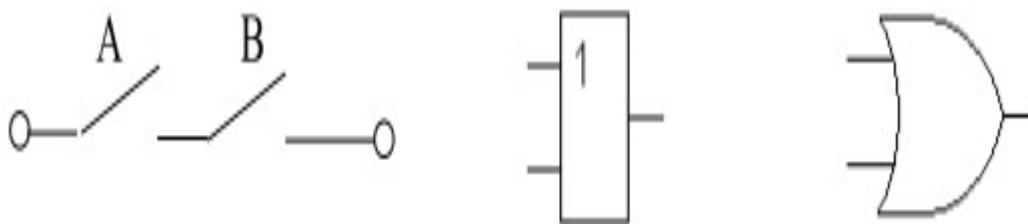
shu tarzda "iks A va B ga teng" deb o'qiladi.

Quyida ushbu funksiyaning haqiqat jadvali ko'rsatilgan.

A	B	$X=A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

" \mathbf{VA} " mantiqiy elementning haqiqat jadvali

Haqiqat jadvalidan kelib chiqadiki, bog'lanish natijasi faqat bitta o'zgaruvchilar to'plami uchun 1 qiymatini oladi.



3.6-rasm. Mantiqiy " \mathbf{VA} " elementning shartli belginashi

"EMAS" operatsiyasi.

"Yemas" operatsiyasining natijasi argument qiymatiga qarama-qarshi qiymatga ega. Mantiqiy inkor yoki "emas" operatsiyasi inversiya deb ham ataladi. Ushbu operatsiya elementar algebrada analogga ega emas va mantiqiy algebraning o'ziga xos operatsiyasi hisoblanadi. U o'zgaruvchi belgisi ustidagi chiziqcha bilan belgilanadi \bar{A} yoki $\neg A$ kabi va o'qilganda "A emas", balki "inversiya A" deb, chunki o'zgaruvchining faqat ikkita qiymati mumkin, $0 = 1$ va $1 = 0$. Haqiqat jadvali quyida ko'rsatilgan.

A	\bar{A}
0	1
1	0

"EMAS" mantiqiy elementning haqiqat jadvali

Ko'rib chiqilgan uchta mantiqiy operatsiya asosiy bo'lib, ulardan kelib chiqadigan boshqa operatsiyalar ularning asosida amalga oshirilishi mumkin.

§3.4.2. Kommutatsiya funksiyalari

Mantiqiy n o'zgaruvchilar (argumentlar) uchun, 2^n bo'lib ularning kombinatsiyasi yoki ikkilik to'plamlaridir. Har bir bunday to'plamda 0 yoki 1 funksiyasining qiymatini aniqlash mumkin. Agar funksiya qiymatlari kamida bitta to'plamda farq qilsa, funksiyalar - boshqacha. Kommutatsiya funksiyalarining umumiy soni (PF) dan n argumentlar N^{2^n} teng. $n = 2$ uchun, $N = 16$, agar $n = 3$ uchun, $N = 256$ va keyin juda tez o'sadi. 16 o'zgaruvchidan 2 ta funksiya amaliy ahamiyatga ega, chunki har qanday murakkab ifodani eng oddiy kompozitsiya deb hisoblash mumkin. 1-jadvalda $n = 2$ uchun PFning bir qismi ko'rsatilgan. x_1 va x_0 kirish o'zgaruvchilari to'plamining i-soni.

3.4-jadval

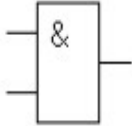
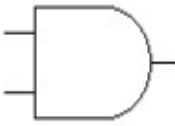
I	0	1	2	3	Funksiyani belgilash
x0	0	1	0	1	
x1	0	0	1	1	
F0	0	0	0	0	F0 = 0, konstanta "0"
F1	0	0	0	1	F1 = $x_1 * x_0$, "VA"
F6	0	1	1	0	F6 = $x_1 (+) x_0$, "Maxsus YoKI)
F7	0	1	1	1	F7 = $x_1 + x_0$, "YoKI"
F8	1	0	0	0	F8 = $\sim (x_1 + x_0)$, "YoKI - EMAS"
F9	1	0	0	1	F9 = $\sim (x_1 (+) x_0)$, "Maxsus - EMAS"
F12	1	1	0	0	F12 = $\sim (x_1 (+) x_1)$, "YoKI - EMAS"
F14	1	1	1	0	F14 = $\sim x_1 * x_0$ "VA" - "EMAS"
F15	1	1	1	1	F15 = 1, konstanta "1"

QUYIDAGI TA'RIFLARNI ESLANG. Agar uning barcha argumentlari birga teng bo'lsa, "va" funksiyasi birga teng. Agar kamida bitta argument birga teng bo'lsa, "yoki" funksiyasi birga teng. Funksiya "Maxsus yoki" (XOR) birga teng, agar uning argumentlaridan faqat bittasi birga teng bo'lsa.

§3.4.3. Mantiqiy elementlar

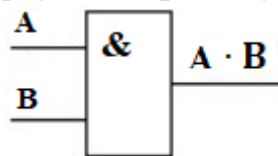
Mantiqiy elementlar mantiqiy operatsiyalarni bajaradi. Mantiqiy elementlar yordamida har qanday mantiqiy funksiyalarni amalga oshiradigan mantiqiy sxemalarni yaratish mumkin. Faqat uchta asosiy mantiqiy element mavjud (mantiq ventillari): "VA" element, "YOKI" element, "YEMAS" elementi. Mantiqiy elementlarning har biri tegishli mantiqiy operatsiyani amalga oshiradi va shartli grafik belgiga ega. Mantiqiy elementlar kichik darajadagi integratsiya mikrosxemalari ko‘rinishidagi mustaqil elementlar sifatida ishlaydi va yuqori darajadagi integratsiya mikrosxemalaridagi komponentlar shakliga kiritilgan. Bunday elementlarning o‘nlab turlari mavjud.

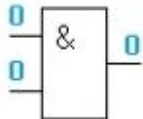
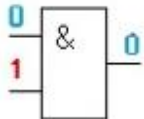
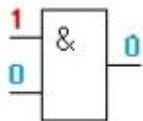
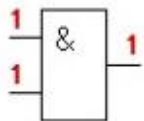
VA" ELEMENTI

GOST bo‘yicha qabul qilingan belgisi hamda Yevropa (IEC) belgisi	Amerikada qabul qilingan belgi (ANSI)
	

3.6-rasm - "VA" mantiqiy elementining shartli belginashi

"VA" elementi mantiqiy ko'paytirish operatsiyasini amalga oshiradi.

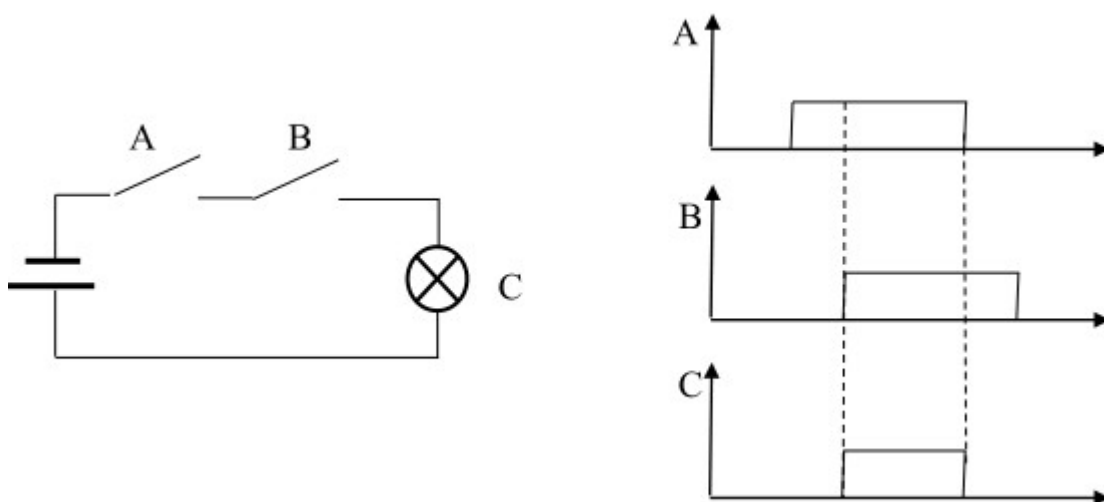


3.7-rasm - "VA" mantiqiy elementi

Agar element 4 yoki 8 ta kirishga ega bo'lsa, unda ko'rsatilgan shart (yuqori darajaning mavjudligi) barcha kirishlarda bajarilishi kerak: "va" -kirishda 1, " va " - kirishda 2, "va" -kirishda 3....."Va" -N kirishida, faqat bu holda chiqishda yuqori daraja bo'ladi.

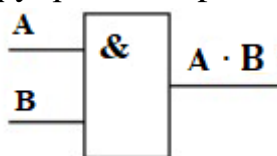
"VA" elementining mantig'ini tushunishni osonlashtirish uchun 3.8-rasmda uning analogi aloqa sxemasi shaklida ko'rsatilgan. Bu erda "VA" elementlarining chiqishi "C" chiroq bilan ifodalanadi. Agar chiroq yonib tursa, u "VA" elementining chiqishidagi yuqori darajaga to'g'ri keladi. Ko'pincha bunday elementlar 2-VA, 3-VA, 4-VA, 8-VA deb nomlanadilar va birinchi raqam kirishlar sonini ko'rsatadi.



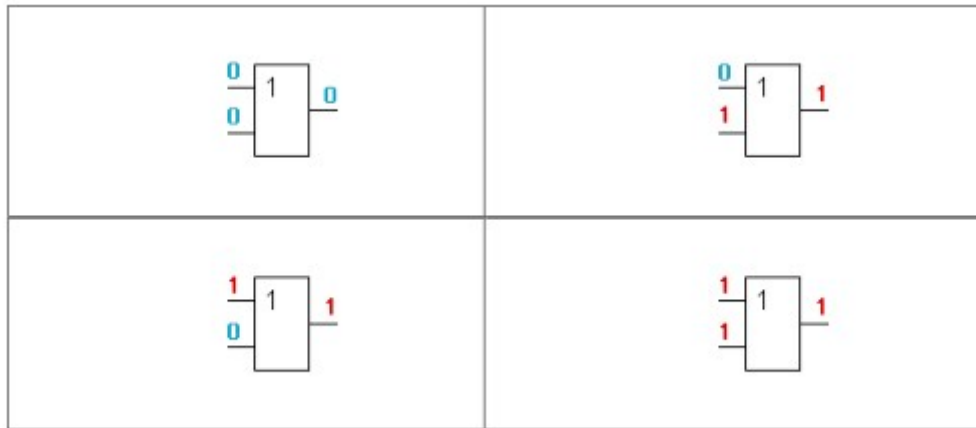
3.8-rasm - "va"elementining kontakt sxemasi

"YOKI" ELEMENTI

"Yoki" elementi mantiqiy qo'shish operatsiyasini amalga oshiradi.

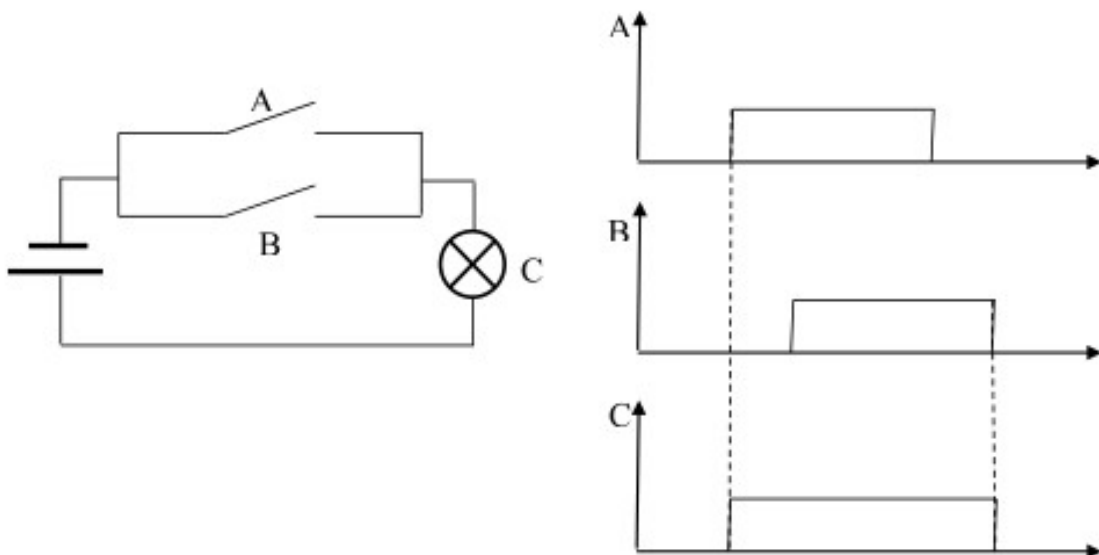


3.9-rasm-mantiqiy qo'shish operatsiyasi



3.10-rasm. "YOKI" mantiqiy elementning ishlash prinsipi

3.10-rasmda ko'rsatilgan aloqa diagrammasi funksiyaning analogidir: har qanday tugmachani (yuqori darajadagi) yoki ikkala tugmachani bir vaqtning o'zida bosish lampochkaning yonishiga olib keladi (yuqori darajadagi). Bunday holda, tugmalar a va b va kirish signallari, lampochka C chiqish signalidir.

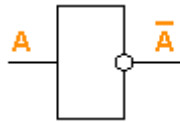


3.11-rasm- "YOKI" mantiqiy elementning aloqa sxemasi

"EMAS" MANTIQUIY ELEMENTI

"EMAS" mantiqiy elementi inkor (inversiya) operatsiyasini amalga oshiradi.

GOST va Evropa (IEC)da qabul qilingan belgi	Amerikada qabul qilingan belgi (ANSI)

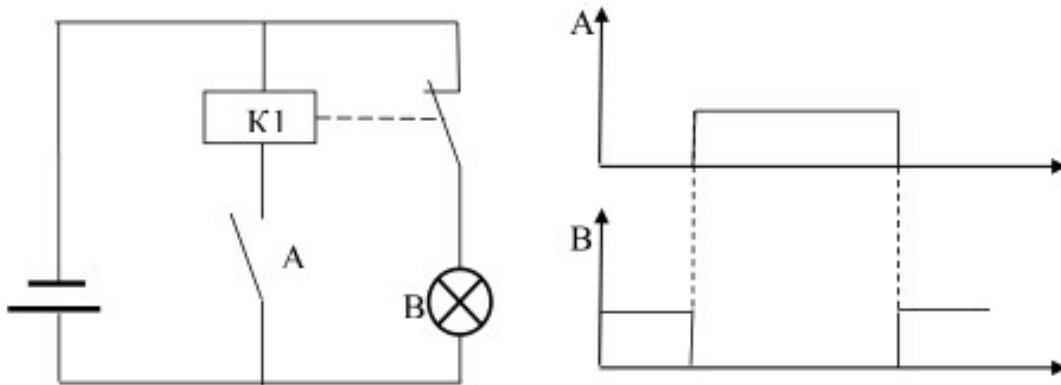


3.12.-rasm. "YEMAS" mantiqiy elementning shartli belgilanishi



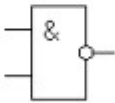
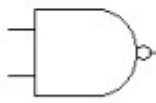
3.13-rasm. Inverterning ishlash prinsipi

Yuqorida aytilganidek, inverter raqamli texnologiyalarning eng murakkab sxemasi hisoblanadi. Va bu uning aloqa sxemasi bilan tasdiqlanadi: agar ilgari faqat tugmalar yetarli bo'lgan bo'lsa, endi ularga rele qo'shildi. A tugmasi bosilmasa (kirishda mantiqiy nol), releni K1 quvvatsizlanadi va uning yopiq kontaktlari lampochkani yoqadi b, bu chiqishdagi mantiqiy birlikka to'g'ri keladi. Agar tugmani bossangiz (kirishga mantiqiy birlikni qo'llansa), rele yoqiladi, K1 kontaktlari ochiladi, lampochka o'chadi, bu chiqishda mantiqiy nolga to'g'ri keladi.



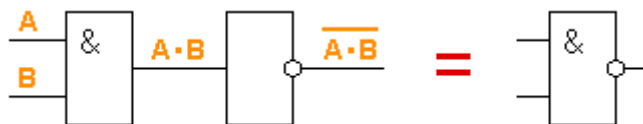
3.14-inverterning aloqa sxemasi

Amalda, "VA-EMAS" va "YoKI-EMAS" birlashtirilgan elementlari ko'pincha ishlatiladi. "Va-emas" mantiqiy elementlari yordamida har qanday asosiy mantiqiy operatsiyalarni amalga oshirishingiz va shuning uchun har qanday mantiqiy sxemani qurishingiz mumkin. Xuddi shu narsa "YOKI EMAS" elementidan foydalanish bilan amalga oshirilishi mumkin.

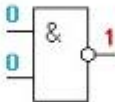
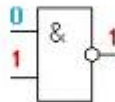
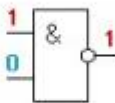
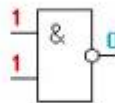
GOST va Evropada (IEC) Qabul qilingan belgi	Amerikada qabul qilingan belgi (ANSI)
	

3.15-rasm. "VA-EMAS"- mantiqiy elementning shartli belgilanishi

"VA EMAS" elementi ketma-ket mantiqiy ko'paytirish operatsiyasini va keyin olingan natijaning inversiyasini amalga oshiradi. Asosiy elementlar yordamida "VA-EMAS" quyidagicha ifodalanishi mumkin:

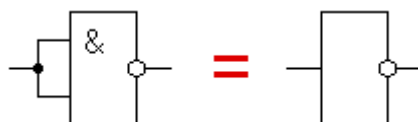


3.16-rasm. "VA-EMAS" mantiqiy elementi

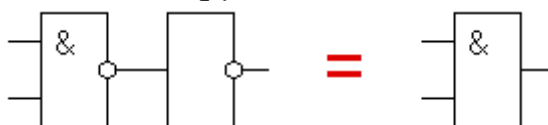
	
	

3.17-rasm. "VA-EMAS" mantiqiy elementining ishlash prinsipi

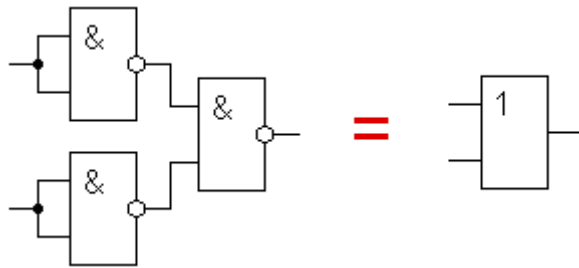
"VA EMAS" elementlari asosida qurilgan bazoviy mantiqiy elementlar.



3.18-rasm. "YEMAS" mantiqiy elementdan "VA-YEMAS" elementi



3.19-rasm. "VA" mantiqiy elementdan "VA-YEMAS" elementi

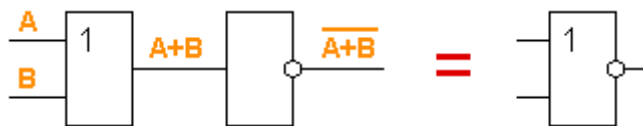


3.20-rasm. "YOKI" mantiqiy elementdan "VA-EMAS" elementi

GOST va Evropada (IEC) qabul qilingan belgi	Amerikada qabul qilingan belgi (ANSI)

3.21-rasm. "YOKI-EMAS" mantiqiy elementning shartli belgilanishi

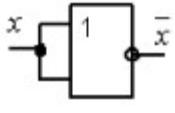
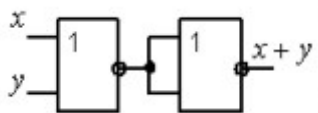
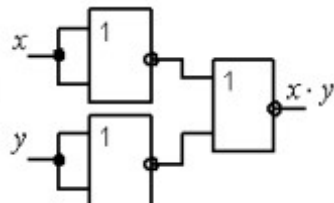
"YOKI EMAS" elementi ketma-ket mantiqiy qo‘shish operatsiyasini va keyin olingan natijaning inversiyasini amalga oshiradi. Asosiy elementlar yordamida "YOKI EMAS" quyidagicha ifodalanishi mumkin:



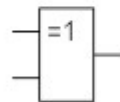
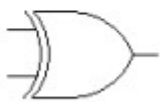
3.22- rasm. "YoKI EMAS" mantiqiy elementi

3.23-rasm "YOKI EMAS" mantiqiy elementining ishlash prinsipi

"Yoki emas" elementlari asosida qurilgan bazoviy mantiqiy elementlar:

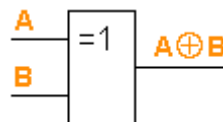
"YeMAS" operatsiyasi	"YoKI" operatsiyasi	"VA" operatsiyasi
$\bar{x} = \overline{x + x}$ $x + y = \overline{\overline{x + y}}$		$x \cdot y = \overline{\overline{x + y}}$
		

3.24-rasm. Bazoviy mantiqiy elementlar

GOST va Evropada (IEC) qabul qilingan belgi	Amerikada qabul qilingan belgi (ANSI)
	

3.25-rasm. Maxsus "YOKI" (XOR) shartli belgilanishi

"MAXSUS YOKI" modul 2 elementi mantiqiy qo‘shish operatsiyasini amalga oshiradi.



3.26-rasm. "MAXSUS YOKI" elementi

"MAXSUS YoKI" elementning chiqishi mantiqiy 1 bo‘ladi, agar kirishlardan faqat bittasi 1 bo‘lsa, boshqa barcha hollarda chiqish 0 bo‘ladi. Ushbu bo‘limda ikkita kirish mantiq elementlari muhokama qilinadi, ammo uchta yoki undan ortiq kirishga ega elementlar ham mavjud

§3.5. Fizik va matematik model tushunchalari

O‘lchash vositasini qurish va o‘rganish ularning ayrim tasniflari va xususiyatlarini yetarli darajada tavsiflovchi matematik modellarsiz mumkin emas. Fizik miqdorlarni va signallarini modellashtirish va o‘lchash vositalarini modellashtirish qo‘llaniladi.

Fizik model-bu tizimni o'rganish maqsadida, ob'ekt yoki jarayonning fizik tasviri, ya'ni u yoki bu jihatdan o'xshash xatti-harakatlar dinamikasiga ega bo'lgan boshqa fizik, haqiqiy ob'ekt yordamida tasvirlashdir. Shu bilan birga, bu tadqiqot ob'ekti va model ob'ektining matematik modelining o'xshashligini (yoki o'ziga xosligini) anglatadi. Model ob'ektining parametrlarini o'lchash orqali tadqiqotchilar tadqiqot ob'ekti parametrlarining qiymatlarini olishlari mumkin.

Fizik modellar keng ko'lamlı vositalarni o'z ichiga oladi, ularning klassik namunalari:

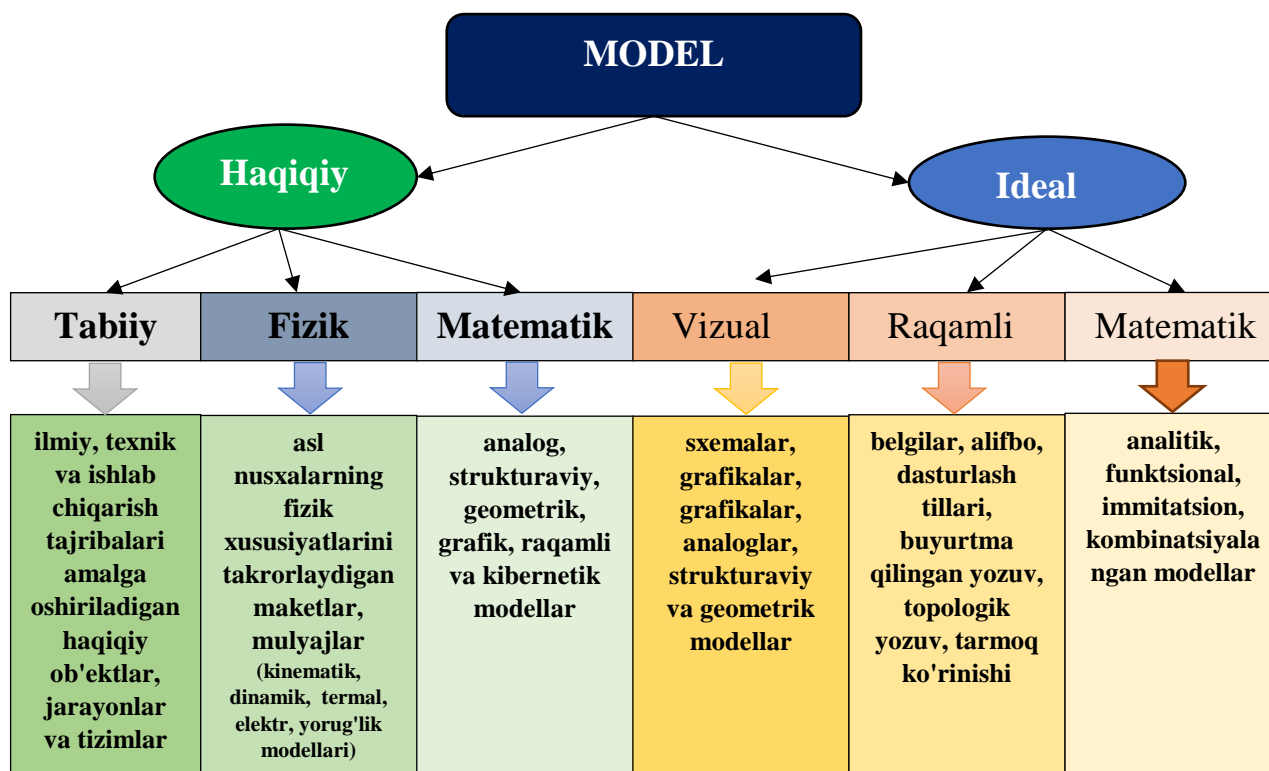
samolyotning aerodinamik (va ba'zan termodinamik yoki boshqa) xususiyatlarini o'rganish uchun shamol tunnelidagi samolyot modeli, chunki fizik modeldagi va o'rganish ob'ektidagi fizik jarayonlar bir xil tabiatga ega;

analog hisoblash mashinasi-fizik modeldagi va o'rganish ob'ektidagi fizik jarayonlar boshqacha xususiyatga ega, elektron qurilmalarda modellashtirish jarayonlari bundan mustasno.

Fizik model - bu ob'ektlarning ma'lum xususiyatlarini yoki xususiyatlarini simulyatsiya qiladigan modellashtirish moslamalari bilan ob'ektlarni almashtirish orqali yaratilgan model. Shu bilan birga, modellashtirish moslamasi modellashtirilayotgan ob'ekt bilan bir xil sifat xususiyatiga ega.

Fizik model-bu analog model bo'lib, unda ob'ekt parametrlari va bir xil fizik tabiat modeli o'rtasida aniq o'xshashdik mavjud. Bunday holda, tizim elementlari o'rganilayotgan ob'ektning tuzilishini, asosiy xususiyatlarini va munosabatlarini takrorlaydigan fizik yekvivalentlar bilan mos keladi. O'xshashlik nazariyasiga asoslangan fizik modellashtirishda eksperimentni natura shaklida o'tkazish xususiyatlari tegishli fizik parametrlardagi o'zgarishlarning optimal diapazoniga muvofiq saqlanadi.

Model - bu ob'ektning haqiqiy mavjudlik shaklidan boshqa shaklda ifodalanishi. Model boshqa materialdan, boshqa miqyosda, bir qator tafsilotlar bo'lmagan ob'ektning o'xshash nusxasi bo'lishi mumkin. Biroq, model haqiqatni abstrakt bo'lishi mumkin: og'zaki erkin shakldagi xususiyatlari, ba'zi qoidalarga muvofiq rasmiylashtirilgan tavsifdari, matematik munosabatlar va boshqalar.



Birinchi bosqich-modellashtirish maqsadlarini aniqlash. Asosiylari quyidagilar:

1) model ma'lum bir ob'ekt qanday joylashtirilganligini, uning tuzilishi, asosiy xususiyatlari, rivojlanish qonunlari va atrofda dunyo bilan o'zaro ta'sirini tushunish uchun kerak;

2) model ob'ektni (yoki jarayonni) boshqarishni o'rganish va berilgan maqsadlar va mezonlarni boshqarishning eng yaxshi usullarini aniqlash uchun kerak (boshqaruv);

3) model ob'ektga ta'sir qilishning belgilangan usullari va shakllarini amalga oshirishning bevosita va bilvosita ta'sirlarni bashorat qilish uchun kerak (prognozlash).

Modellashtirish-bu atrofimizdagi haqiqiy dunyoni ilmiy texnika nuqta nazardan o'rganish va bilish usuli.

Modellashtirish jarayoni quyidagi vazifalarni o'z ichiga oladi:

- asl deb ataladigan o'rganilayotgan haqiqiy ob'ekt (fizik tizim, jarayon, hodisa) uning modeli (fizik yoki abstrakt ob'ekt) bilan almashtiriladi;
- model modellashtirish maqsadiga erishish (muayyan muammoni hal qilish uchun) uchun zarur bo'lgan asl nusxaning xususiyatlari va xususiyatlarini takrorlaydi (simulyatsiya qiladi).;

- model bo'yicha tajribalar va tadqiqotlar olib boriladi, ular asosida asl ob'ektning xususiyatlari to'g'risida xulosalar chiqariladi.

Matematik modellashtirish matematik munosabatlar tilida turli xil fizik tabiatdagi hodisalar, jarayonlar, tizimlarni tavsiflashni o'z ichiga oladi.

Matematik modellashtirish - ideal ilmiy ramziy rasmiy modellashtirish bo'lib, unda ob'ektni tavsiflash matematika tilida va modelni o'rganish ma'lum matematik usullar yordamida amalga oshiriladi.

Hozirgi vaqtda matematik modellashtirish ilmiy tadqiqotning eng samarali va tez-tez ishlatiladigan usullaridan biridir. Aslida, fizik kattaliklarni o'lchashning barcha zamonaviy bo'limlari turli xil fizik ob'ektlar va hodisalarning matematik modellarini qurish va o'rganishga bag'ishlangan. Matematik modellarning universalligi dunyoning moddiy birligi prinsipining aksidir. Matematik model nafaqat o'ziga xos individual hodisalar yoki ob'ektlarni, balki turli hil hodisalar va ob'ektlarning juda keng doirasini tavsiflashi kerak. Shu munosabat bilan murakkab ob'ektlarni modellashtirishning eng samarali yondashuvlaridan biri bu allaqachon o'rganilgan hodisalar bilan o'xshashliklardan foydalanishdir.

Misol tariqasida turli tabiatdagi ob'ektlardagi tebranish jarayonlarini ko'rib chiqamiz.

1. Kondensator va induktiv g'altakidan iborat tebranuvchi elektr konturi.

Biz quyidagi shartli belgilarni kiritamiz: $q(t)$ –kondensator plitalaridagi zaryad, $u(t)$ - kondensator o'ramlaridagi kuchlanish, C -kondensatorning sig'imi, L - g'altakning induktivligi, Y_e - o'z-o'zidan induksion EYuK, i - tok.

Biz simlarning qarshiligi nolga teng deb taxmin qilamiz va aniq formulalar zanjirini olamiz:

$$Cu(t) = q(t), E = -L \frac{di}{dt}, i = -\frac{dq}{dt}, u(t) = -E(t) \rightarrow CL \frac{d^2q}{dt^2} = -q.$$

bu tebranish tenglamasiga olib keladi

$$\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{CL} q = 0.$$

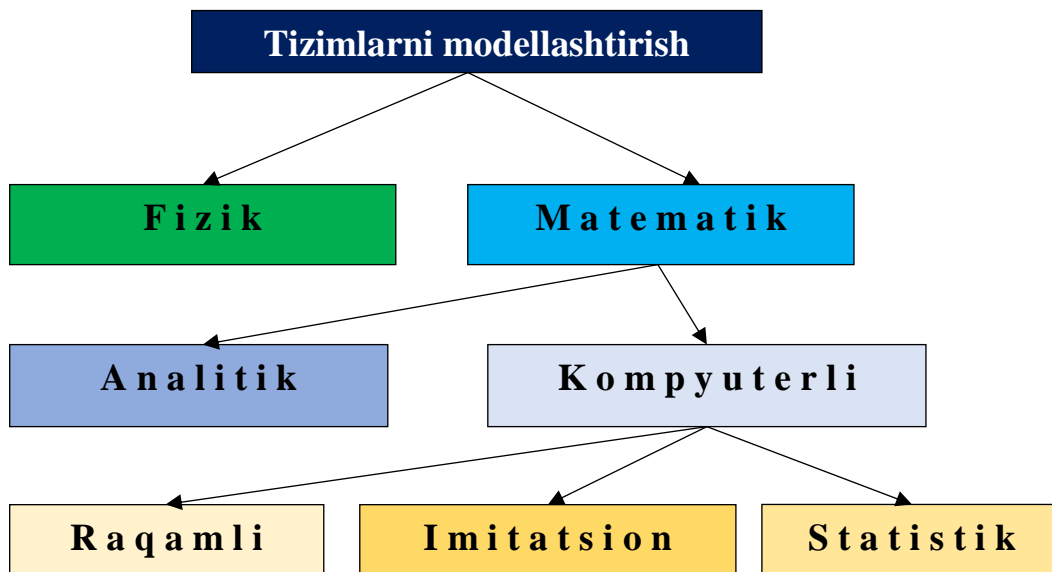
Xulosa. qurilgan model ba'zi hollarda aniq ma'lum qonunlarga asoslanadi (tebranish konturi).

Matematik model-bu haqiqatning matematik tasviri, modelning tizim sifatida variantlaridan biri bo'lib, uni o'rganish boshqa tizim haqida ma'lumot olishga imkon beradi. Matematik model, xususan, haqiqiy ob'ektning xatti-harakatlarini bashorat qilish uchun mo'ljallangan, lekin har doim uning idealizatsiyasining u yoki bu darajasini ifodalaydi.

§3.5.1. Modellashtirish turlari

Modellashtirishning eng muhim bosqichi kirish parametrlarini ularning o'zgarishlarining chiqishga ta'sirining ahamiyati darajasiga qarab ajratishdir. Ushbu jarayon reyting, yoki darajalar bo'yicha bo'linish deyiladi. Ko'pincha, ba'zi hollarda ta'sir qilishi mumkin bo'lgan barcha omillarni hisobga olish mumkin emas.

O'lchash vositasining matematik modellarini qurish uchun o'lchash vositasini qanday joylashtirilganligini va o'lchash signallarining o'zgartirilishi qanday sodir bo'lishini bilish kerak, ya'ni o'lchash vositasini tuzilishini bilishingiz kerak. Ko'pgina zamonaviy qurilmalar bo'lgan murakkab o'lchash vositasini uchun ularning tarkibiy qismlari va matematik modellashtirishni tahlil qilish oson ish emas. Uning optimal yechimi uchun, shuningdek o'lchash vositasida sodir bo'ladigan jarayonlarni tahlil qilishni soddalashtirish uchun blok-sxema va o'lchash zanjirlari, kanal va takt (yo'l) tushunchalari kiritiladi.



O'lchash zanjiri-bu o'lchash signalining kirishdan chiqishgacha uzluksiz yo'lini tashkil etuvchi va uning barcha o'zgarishlarini amalga oshirishni ta'minlaydigan o'lchash vositasini elementlari to'plami.

O'lchash kanali-bu bitta miqdorni o'lchash uchun mo'ljallangan o'lchash vositasi va boshqa texnik qurilmalarning ketma-ket ulanishi natijasida hosil bo'lgan standartlashtirilgan metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan o'lchash zanjiri.

O'lchash trakti-ma'lum bir qiymatni o'lchash uchun mo'ljallangan va bir xil metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan o'lchash kanallari to'plami.

Blok sxemasi-bu o'gartirish qilingan qiymatlarni ko'rsatadigan o'lchash vositasi o'lchash sxemasining (kanal yoki yo'l) shartli belgilanishi. Bu sxema bilan ularning maqsadi va munosabatlarining asosiy tarkibiy bloklarini belgilaydi.

Strukturaviy elementlarni bir qator xususiyatlarga ko'ra tasniflash mumkin. Chiqish signalining turiga ko'ra ular *faol*, ishlab chiqaruvchi fizik miqdorlarga bo'linadi: yenergiya tashuvchilar — masalan, akumlyatorlar, har xil turdagi signal kuchaytirgichlari, yorug'lik manbalari, nurlanish va boshqalar.) va *passiv*, uning xususiyatlari moddaning holatiga bog'liq va yenergiya tashuvchisi bo'lmagan fizik miqdorlar bilan ifodalanadi (masalan, elektr qarshiligi, sig'im, induktivlik, optik elementlar — prizmalar, nometall va boshqalar.).

Kirish va chiqish qiymatlari orasidagi ulanish turiga ko'ra, strukturaviy bloklar *chiziqli* va *chiziqli bo'lmaganlarga* bo'linadi. Chiziqli bloklari kimning uzatish vazifalari additiv shartlarini qondirish deyiladi

$$f[X_1(t) + X_2(t)] = f[X_1(t)] + f[X_2(t)] \text{ o'xshashlik } f[C_x(t)] = C_f[X(t)]$$

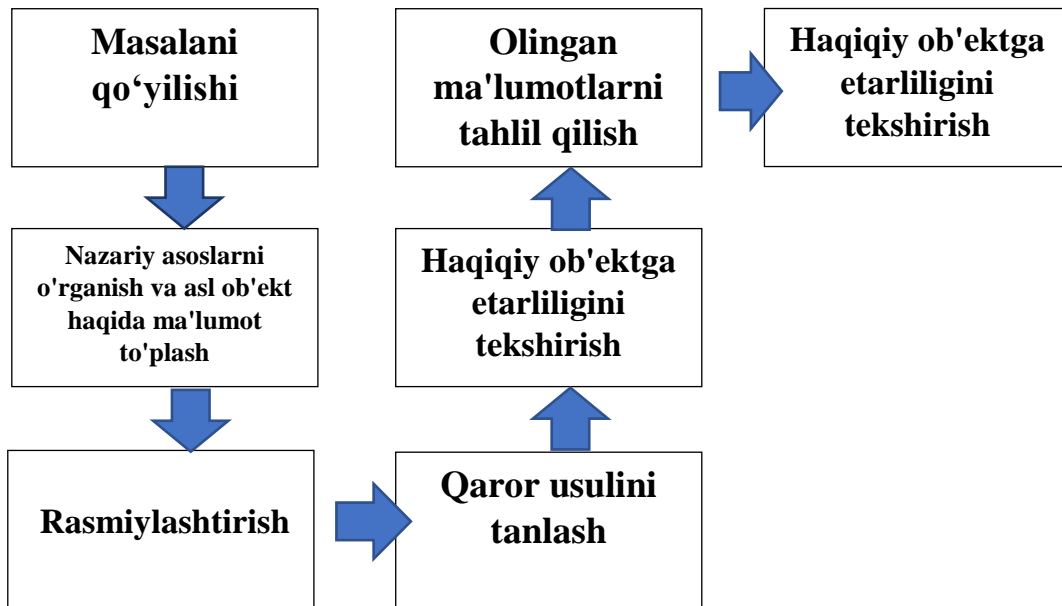
Chiziqli parametrlar bloklar kirish signalining parametrlariga bog'liq emas. Bu tahlil qilish uchun eng oddiy va eng qulay blok turi, shuning uchun o'lchash muammosini hal qilish uchun iloji bo'lsa, chiziqli elementlarni tanlash kerak. Chiziqli birlikka misol ideal kuchaytirgichdir.

Chiziqli bo'lmagan bloklar uchun kirish va chiqish signallari orasidagi aloqa yuqoridagi shartlarni qondirmaydigan f funksiyasi bilan tavsiflanadi. Ushbu bloklar kvazi-chiziqli va funksionalga bo'linadi. Kvazi-chiziqli bloklar yengil chiziqli emasligi bilan ajralib turadi va ma'lum diapazonlarda kirish va chiqish qiymatlari o'zgarganda chiziqli hisoblanadi. Funksional bloklar muhim chiziqli emasligi bilan ajralib turadi, bu tegishli chiziqli bo'lmagan matematik modelni qurish orqali hisobga olinadi.

Dinamik xususiyatlarga qarab, strukturaviy bloklar **statik** va **dinamiklarga** bo'linadi. Statik bloklarda chiqish va kirish qiymatlari o'rtasidagi bog'liqlik kirish signalining o'zgarish tezligiga va uning yuqori buyurtmalarining hosilalariga bog'liq emas. Agar bunday bog'liqlikni hisobga olish kerak bo'lsa, unda ushbu tarkibiy blokni dinamik deb hisoblash kerak. Birinchi, ikkinchi va undan yuqori dinamik bloklari mavjud.

Strukturaviy bloklar o'lchash tizimida bajariladigan funksiyaga ko'ra tasniflanadi. Shu asosda ular turli xil kuchaytirgichlarga, ajratgichlarga, differensiatorlarga, integratorlarga, kommutatorlarga, kalitlarga, analog-raqamli o'zgartkichlarga, raqamli-analog o'zgartkichlarga, filtrlarga va hokazolarga bo'linadi.

§3.5.2. Modellashtirishning asosiy bosqichlari



1. Masalani qo'yilishi.

Tahlilning maqsadi va unga erishish yo'lini aniqlash va o'rganilayotgan muammoga umumiy yondashuvni ishlab chiqish. Ushbu bosqichda vazifaning mohiyatini chuqur tushunish talab etiladi. Ba'zan, vazifani to'g'ri belgilash, uni hal qilishdan kam emas. Masalani qo'yilishi -rasmiy jarayon emas, umumiy qoidalar yo'q.

2. Nazariy asoslarni o'rganish va asl ob'ekt haqida ma'lumot to'plash.

Ushbu bosqichda tegishli nazariya tanlanadi yoki ishlab chiqiladi. Agar u mavjud bo'lmasa, ob'ektni tavsiflovchi o'zgaruvchilar o'rtasida sababiy munosabatlar o'rnatiladi. Kirish va chiqish ma'lumotlari aniqlanadi, soddalashtirilgan taxminlar amalga oshiriladi.

3. Rasmiylashtirish.

Bu belgilar tizimini tanlash va ulardan foydalanib, ob'ektning tarkibiy qismlari o'rtasidagi munosabatlarni matematik ifodalar shaklida qayd etishdan iborat. Ob'ektning olingan matematik modelini kiritish mumkin bo'lgan vazifalar sinfi belgilanadi. Ushbu bosqichdagi ba'zi parametrlarning qiymatlari hali aniqlanmagan bo'lishi mumkin.

4. Echim usulini tanlash.

Ushbu bosqichda ob'ektning ish sharoitlarini hisobga olgan holda modellarning yakuniy parametrlari o'rnatiladi. Olingan matematik muammo uchun yechim usuli tanlanadi yoki maxsus usul ishlab chiqiladi. Usulni tanlashda Foydalanuvchining bilimlari, uning afzalliklari, shuningdek ishlab chiquvchining afzalliklari hisobga olinadi.

5. Modeli amalga oshirish.

Algoritmni ishlab chiqqandan so‘ng, dastur yoziladi, va sinovdan o‘tkaziladi va kerakli muammoning yechimi olinadi.

6. Qabul qilingan ma’lumotlarni tahlil qilish.

Olingan va taklif qilingan yechim taqqoslanadi, modellashtirish xatosi kuzatiladi.

7. Haqiqiy ob’ektning yetarliligini tekshirish.

Model tomonidan olingan natijalar ob’ekt haqida mavjud bo‘lgan ma’lumotlar bilan taqqoslanadi yoki tajriba o‘tkaziladi va uning natijalari hisoblanganlar bilan taqqoslanadi.

Modellashtirish jarayoni iterativ jaryoni, u takrorlanaveradi. 6 yoki 7 bosqichlarning qoniqarsiz natijalari bo‘lsa, muvaffaqiyatsiz modelni ishlab chiqishga olib kelishi mumkin bo‘lgan dastlabki bosqichlardan biriga qaytish amalga oshiriladi. Ushbu bosqich va undan keyingi barcha bosqichlar takomillashtiriladi va modelni bunday takomillashtirish maqbul natijalar olinmaguncha amalga oshirilaveradi.

Nazorat savollari

1. O‘lchash vositalari, avtomatlashtirish darajasiga ko‘ra nechta turga bo‘linadi?
2. Strukturaviy tuzilishga ko‘ra ular o‘lchashlar qanday turlarga bo‘linadi? Ularni ifodalab bering.
3. O‘lchash va hisoblash komplekslari qanlay yaratiladi?
4. Mantiq tushunchasini tushuntirib bering.
5. Maniq funutsiyasi belgilash usullari to‘g‘risida nimani bilasiz?
6. Model deganda nimani tushunasiz?
7. Modellashtirish nimalarni o‘z ichiga qamrab oladi?
8. Matematik modellashtirish deganda nimani tushinish kerak?
9. O‘lchash vositasining matematik modellarini qurish nimalarda iborat bo‘ladi?
10. Modellashtirishning turlarini va asosiy bosqichlari ifodalab bering.

IV BOB

§4. O'LCHASH NATIJALARINI QAYTA ISHLASH

§4.1. O'lchash natijalarini qayta ishlash usullari

Statistik tanlashning asosiy vazifalaridan biri bu statistik ishlov berishning taqsimlanishini umumlashtirilgan shaklda ifodalovchi parametrlarni topishdir. Ushbu muammolarni hal qilish uchun tavsiflovchi statistika usullaridan foydalaniladi.

O'lchash natijalarini statistik qayta ishlash

O'lchash natijalarini statistik qayta ishlash-bu ishonchli ma'lumotlarni olish uchun o'lchash ma'lumotlarini qayta ishlash. O'lchashlar yordamida hal qilingan vazifalarning xilma-xilligi ularning natijalarini statistik qayta ishlash turlarining xilma-xilligini ham belgilaydi.

Ko'p o'lchash natijalarini statistik qayta ishlashning vazifasi o'lchangan qiymat va haqiqiy qiymat joylashgan ishonch oralig'ini topishdir.

Statistik ishlov berish bir nechta kuzatuvlar bilan o'lchashlarning aniqligini oshirish, shuningdek tasodifiy xatoning statistik xususiyatlarini aniqlash uchun ishlatiladi.

To'g'ridan-to'g'ri bitta o'lchashlar uchun statistik ishlov berish unchalik murakkab va og'ir emas, bu xatolarni baholashni ancha soddalashtiradi.

Bilvosita o'lchashlar natijalarini statistik qayta ishlash, qoida tariqasida, argumentlarni va ularning xatolarini alohida qayta ishlashga asoslangan usullar va lineyerizatsiya usuli bilan amalga oshiriladi.

Eng keng tarqalgan qo'shma o'lchashlar turli statistik usullar bilan qayta ishlanadi. Ular orasida eng **kam kvadratlar usuli** keng tarqalgan va tez-tez ishlatiladi.

Tarqatish markazining ko'rsatkichlari. Namuna asosida umumiy tanlash g'oyasini asoslash uchun xususiyatlarning eng xarakterli parametrlaridan foydalanish kerak. Bularga tarqatish markazining ko'rsatkichlari yoki o'rtacha holati kiradi, jumladan: rejim, median, arifmetik o'rtacha, garmonik, geometrik, kvadratik, kubik, vaznli. O'rtacha qiymat ushbu qator uchun xos bo'lgan xususiyatni, belgining qiymatini ifodalaydi va xususiyatga ta'sir qiluvchi barcha omillarning natijasidir. Tasodifiy holatlar tufayli seriyadagi variantning individual farqlarini o'chiradi.

Ushbu mavzuda o'lchash natijalarining o'rtacha arifmetik va o'rtacha kvadrat og'ish usulini tahlil etib chiqamiz.

§4.1.1. O'rtacha arifmetik usuli

O'rtacha arifmetik (M , \bar{x}) - bu ijobiy va salbiy og'ishlarning yig'indisi nolga teng bo'lgan qiymat. Bu statistik tanlashning asosiy xarakteristikasi bo'lib, quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$M = \sum x_i / N,$$

bu yerda $\sum x_i$ - bu barcha variantlarining yig'indisi. Arifmetik o'rtacha boshqa o'rtacha ko'rsatkichlarni hisoblash bir-biriga zid bo'lgan hollarda hisoblanadi.

Misol. Uchta kuzatuv punktida quyidagi yog'ingarchilik miqdori aniqlandi: 10, 15 va 20 mm ($N = 3$). O'rtacha arifmetik quyigagiga teng bo'ladi:

$$M = \frac{10 + 15 + 20}{3} = 15mm.$$

§4.1.2. O'lchash natijalarini o'rtacha kvadrat og'ish usuli

Standart og'ish-oddiy so'zlar bilan aytganda, bu ma'lumotlar to'plamining qanchalik tarqalganligining o'lchashidir. Uni hisoblash orqali raqamlar o'rtacha qiymatga yaqin yoki undan uzoqda yekanligini bilib olishingiz mumkin. Agar ma'lumotlar nuqtalari o'rtacha qiymatdan uzoq bo'lsa, unda ma'lumotlar to'plamida katta og'ish mavjud; ma'lumotlar qanchalik katta tarqalsa, standart og'ish shunchalik yuqori bo'ladi.

Standart og'ish o'rtacha kvadrat og'ish ham deyiladi.

O'rtacha kvadrat og'ish ba'zi parametrlarni o'lchash natijasida olingan qiymatlarning tarqalishini taxmin qilish imkonini beradi. U σ sigma (yunoncha "sigma" harfi) belgisi bilan belgilanadi. O'rtacha kvadrat og'ish hisoblash formulasi juda oddiy. O'rtakvadrat og'ishni topish uchun dispersiyaning kvadrat ildizini olish kerak.

Kuzatuvning keskin og'ishgan anormalligi (g'ayritabiiy) natijalarini baholash qayta ishlangan kuzatuv natijalaridan o'tkazib yuborishlarni aniqlash va chiqarib tashlash maqsadida amalga oshiriladi.

Kuzatuv natijalarining anormalligini baholashda alternativani ko'rib chiqish kerak:

- kuzatuv guruhining qolgan qismi bilan bir xil sharoitda keskin og'uvchi kuzatuv natijasi olingan, ammo uni olish ehtimoli kichik;
- kuzatuvning keskin og'ishi natijasi normal sharoitlarning tasodifiy buzilishi yoki hisob-kitobdagi qo'pol xatolarning natijasi bo'lishi mumkin.

Keyin, birinchi holda, taxmin qilingan kuzatish natijasi chiqarib tashlanmasligi kerak, ikkinchi holda, uni kuzatish natijalarining umumiy qatoridan chiqarib tashlash mumkin.

Oddiy sharoitlarga xos bo‘lmagan omillar ta’sirida olingan keskin og‘uvchi kuzatuv natijasini tuzatish imkoni bo‘lmaganda, ular statistik baholash usullariga murojaat qilishadi.

Kuzatishlar natijalarining o‘rtacha arifmetikasi o‘lchash natijasi sifatida olinadi, undan tizimli xatolar chiqarib tashlanadi, ya’ni:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

bu yerda n -kuzatuvlar soni; $x_i = (U_i - \lambda_i)$ - bu kuzatuv uining tuzatilgan U_i , natijasi bo‘lib, undan tizimli xato chiqarib tashlanadi.

Natijalarning o‘rtacha kvadrat og‘ishini baholash quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$S_i = M_k S,$$

bu yerda S qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

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

M_K koeffitsiyentining qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan., bu yerda $k = n-1$.

k	M_k	k	M_k	k	M_k	K	M_k
1	1,253	5	1,051	9	1,029	40	1,006
2	1,128	6	1,042	10	1,025	50	1,005
3	1,085	7	1,036	20	1,013	60	1,004
4	1,064	8	1,032	30	1,008		

Agar kuzatishlar soni 60 dan ortiq bo‘lsa ($n > 60$), o‘rtacha kvadrat og‘ish σ uchun hisob-kitob quyidagi formulasi bilan topiladi:

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

O‘lchash natijasining o‘rtacha kvadrat og‘ishining baholash quyidagi formula bo‘yicha topiladi:

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

Bu yerda: σ^2 dispersiya; x_i - namunaning i-elementi; - n namuna hajmi; \bar{x} - arifmetik o'rtacha namuna:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{n} (x_1 + \dots + x_n).$$

Shuni ta'kidlash kerakki, ikkala taxmin ham noxolis. Umuman olganda, xolis taxmini qurish mumkin emas. Biroq, xolis dispersiyani baholashga asoslangan taxmin izchil.

Misol. Bir xil (nominal) qarshilik spiraling qarshilik o'lchashlari natijalarini qayta ishlashga misol.

R_i qiymatlari Om da berilgan va boshqa barcha qiymatlar uchun o'lchash birligi sifatida $1 \cdot 10^{-6}$ Om olinadi:

R_i	$(R_i - \bar{R}) \cdot 10^{-6}$	$(R_i - \bar{R})^2 \cdot 10^{-12}$	R_i	$(R_i - \bar{R}) \cdot 10^{-6}$	$(R_i - \bar{R})^2 \cdot 10^{-12}$
1,000390	-2	4	396	4	16
391	-1	1	388	-4	16
395	3	9	389	-3	9
392	0	0	393	1	1
389	-3	9	394	2	4

$$R \approx 1,000392; S \approx 2,8 \cdot 10^{-6}; R S \approx 0,88 \cdot 10^{-6};$$

§4.1.3. Kuzatuv natijalarini taqsimlashning normalligini tekshirish

Kuzatish natijalarini taqsimlashning normalligini tekshirish matematik statistika mezonlari yordamida amalga oshiriladi. Agar kuzatuvlar natijalari histogramma shaklida taqdim yetilsa, u holda $n > 50$ da Pearson mezoni ularning normal taqsimotga tegishli yekanligini tekshirish uchun χ^2 ga afzallik beriladi; agar kuzatuvlar natijasi ma'lumotlar shaklida taqdim yetilsa, Mises-Smirnov mezonlari ω^2 afzal ko'riladi.

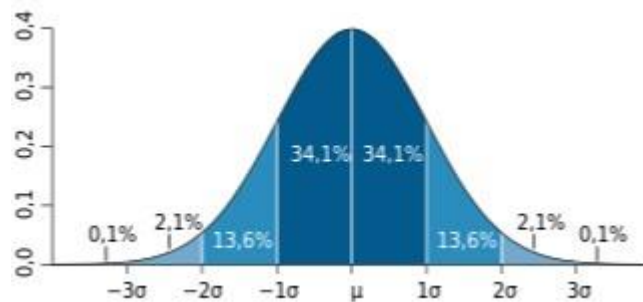
Kuzatuv natijalari soni $50 > n > 15$ bo'lsa, ularning normal taqsimotga tegishli yekanligini tekshirish mezon afzaldir.

Agar kuzatuv natijalari soni $n < 15$ bo'lsa, ularning normal taqsimotga tegishli yekanligini tekshirish mumkin emas, ammo shuni bilish kerakki, qo'llaniladigan o'lchash usuli bilan kuzatuv natijalarining taqsimlanishini normal deb hisoblash mumkin.

Uch Sigma qoidasi

Uch sigma qoidasi (3σ) - normal taqsimlangan tasodifiy o'zgaruvchining deyarli barcha qiymatlari $[\bar{x} - 3\sigma; \bar{x} + 3\sigma]$ ntervalda yotadi. Aniqroq — kamida 99,7% ishonch bilan, normal taqsimlangan tasodifiy o'zgaruvchining qiymati belgilangan oraliqda yotadi (agar x qiymat to'g'ri bo'lsa va namunani qayta ishlash natijasida olinmasa).

Agar haqiqiy qiymat \bar{x} noma'lum bo'lsa, unda siz σ foydalanishingiz kerak emas, aks holda s bilan, shunday qilib, uchta sigma qoidasi uchta s qoidasiga aylantiriladi.



Oddiy taqsimotning ehtimollik zichligi va tasodifiy o'zgaruvchining standart og'ishga teng segmentlarga tushish foizi grafigi.

§4.2. Natijalarni qayta ishlash tartibi

Ma'lum sharoitda N marta bajarilgan X kattalikni to'g'ridan-to'g'ri o'lchash natijalarini qayta ishlash tartibini ko'rib chiqamiz. Umuman olganda, o'lchash natijalarini statistik qayta ishlashda quyidagi operatsiyalar ketma-ket bajarilishi kerak:

- 1) tuzatishlarni kiritish orqali o'lchash natijalaridan xatolar va ma'lum tizimli xatolarni chiqarib tashlash zarur bo'ladi.
- 2) o'lchashlarning o'rtacha arifmetikasini topish kerak bo'ladi:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{1}^N X_1.$$

11. Mutlaq o'lchash $\Delta_i = X_i - \bar{X}$ xatolar topiladi. Soddalashtirish yordamida xatolarning normal taqsimlanishi qonuni bajarilganligini tekshirish uchun: $\sum_{1}^N X_1$ qiymati nolga yaqin bo'lishi kerak.

Agar taqsimot boshqa qonunlar bilan tavsiflangan bo'lsa va nosimmetrik bo'lmagan shaklga ega bo'lsa, unda o'lchangan qiymatlarni ularning

taqsimlanishi nosimmetrik va normal taqsimot qonuniga yaqin bo'lishi uchun o'zgartirish kerak (masalan, logarifmlardan foydalanish, ildizlarni olish, a ga ko'tarish quvvat va boshqalar.).

4) O'lchashning o'rtacha kvadrat og'ishi aniqlanadi:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n \Delta_i^2}{N-1}}$$

5) Oldindan o'rnatilgan ishonchlilikka muvofiq (ko'pgina texnik o'lchashlar uchun ishonch ehtimoli $P = 0,95$ tavsiya yetiladi), normal taqsimot kvantili bilan ($N > 20$) yoki Styudent kvantili bilan ($N < 20$) tegishli ravishda berilgan jadvallar asosida ishonch oralig'i topiladi.

Masalan, uchun $N < 20$, ishonch oralig'i:

$$\Delta x = t(P, N) \frac{S}{\sqrt{N}}$$

oddiy taqsimot uchun $\Delta x = U_p S$.

Yeksperimental ma'lumotlarni qayta ishlashning belgilangan tartibi umumiy xususiyatga ega va istisno qilinmagan tizimli o'lchash xatosining ishonch oralig'ini va o'lchash natijasining umumiy xatosini aniqlashning ba'zi xususiyatlarini, shuningdek bitta o'lchashlarni bajarish va natijalarni qayta ishlash imkoniyatlarini aniqlik o'lchashlari hisobga olmaydi.

§4.3. Bilvosita o'lchash natijalarini qayta ishlash

Y bilvosita o'lchashi bo'lsin va m ma'lum bo'lgan to'g'ridan-to'g'ri o'lchashlar bilan bog'liqlik bo'lsin va ularning har biriga n marta beriladi.

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

Bu m xatolar, masalan, $\Delta x_{11}, \Delta x_{21}, \dots, \Delta x_{m1}$ birinchi o'lchash, ΔY_1 bilvosita o'lchashda ma'lum bir xatoga olib keladi. Odatda, Δx_{ij} qiymatlari juda kichik va x_1 ning to'g'ridan-to'g'ri o'lchashlarini mustaqil deb hisoblash mumkin. Keyin birinchi o'lchashdagi to'g'ridan-to'g'ri va bilvosita xatolarning o'zaro bog'liqligi ifoda bir nechta o'zgaruvchilar funksiyasining to'liq differensial bilan aniqlanadi:

$$dY_1 = \frac{dY}{dx_1} dx_{11} + \frac{dY}{dx_{21}} + \dots + \frac{dY}{dx_m} dx_{m1}.$$

Shunga o'xshash iboralar boshqa n o'lchashlari uchun yozilishi mumkin:

$$dY_2 = \frac{dY}{dx_2} dx_{12} + \frac{dY}{dx_{22}} + \dots + \frac{dY}{dx_m} dx_{m2}.$$

$$dY_n = \frac{dY}{dx_n} dx_{11} + \frac{dY}{dx_{2n}} + \dots + \frac{dY}{dx_m} dx_{mn}.$$

Keling, $dx_y \dots dx_{kl}$ turidagi aralash atamalarni e'tiborsiz qoldirib, ushbu iboralarni kvadratga aylantiramiz va ularni $(N - 1)$ bo'lamiz, keyin tenglamaning chap qismida bilvosita o'lchashning o'rtacha kvadrat og'ishining kvadratini olamiz va o'ng qismida oddiy o'zgarishlardan so'ng biz mos keladigan to'g'ridan-to'g'ri o'lchash parametrlari qiymatini olamiz:

$$S_y^2 = \left(\frac{dY}{dx_1}\right)^2 S_{x_1}^2 + \left(\frac{dY}{dx_2}\right)^2 S_{x_2}^2 + \dots + \left(\frac{dY}{dx_m}\right)^2 S_{x_m}^2 \quad (4.1)$$

Shunga o'xshash munosabatni to'g'ridan-to'g'ri va bilvosita o'lchashlar aniqligining boshqa parametrlari o'rtasida olish mumkin. Masalan, arifmetik o'rtacha xatoni bilvosita va x_1, x_2, \dots, x_n deb hisoblaymiz bir xil o'rtacha kvadrat og'ish S to'g'ri chiziqlar sifatida, ularning munosabatlari quyidagi ifoda bilan belgilanadi:

$$\bar{X} = \frac{X_1}{N} + \frac{X_2}{N} + \dots + \frac{X_N}{N}$$

Ammo $\frac{d\bar{X}}{dX_1} = \frac{d\bar{X}}{dX_2} = \dots = \frac{d\bar{X}}{dX_n} = \frac{1}{N}$ va (4.1) ga muvofiq quyidagi qiymatni olamiz:

$$S_{\bar{x}} = S / \sqrt{N}.$$

Yuqorida, bu bayonot hech qanday isbotsiz keltirilgan.

Nazorat savollari

1. O'lchash natijalarini qayta ishlash usullari haqida gapirib bering.
2. O'lchov natijalarini statistik qayta ishlash deganda nimani tushunasiz?
3. Eng kam kvadratlar usuli nimani anglatadi?
4. O'rtacha arifmetik usuli formalini yezib tushuntirib bering.
5. O'lchash natijalarini o'rtacha kvadrat og'ish usuli mohiyati nimadan iborat?
6. O'rtacha kvadrat og'ishini baholash formulasini yezib bering, u qaysi harf bilan belgilanadi?
7. Uch Sigma qoidasini tushuntirib bering.
8. O'rtacha arifmetik usuliga misol keltirng va uni yeching.

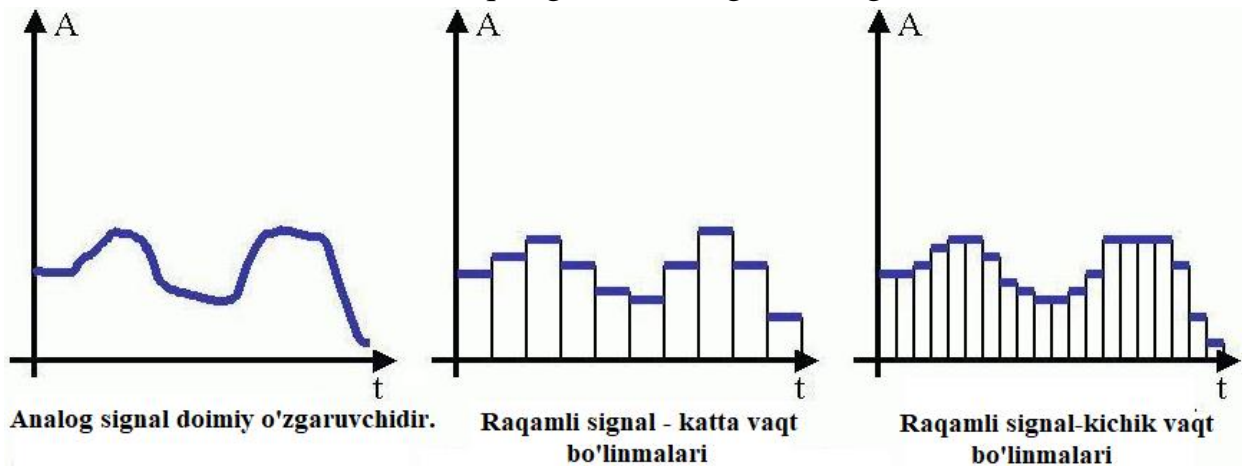
9. Eng kam kvadratlar usuli misol keltirng va uni yeching.
 10. Normal taqsimot deganda nimani tushunasiz? σ , s , x – harflari nimalarni bildiradi?

§4.4. Signallarning turlari

Miya olgan ma'lumotlar unga muammosiz va uzluksiz kiradi. Quyosh botishining ranglari asta-sekin so'nadi, yaqinlashayotgan mashina g'ildiraklarining shovqini oshadi va hokazo.

Dastlab, odam aniq analog signallarni takrorlashni o'rgandi. Birinchi radio va televideniye axborot tarqatishning tabiiy usullari asosida yaratilgan.

Diskret signal uzluksiz analog signaldan farq qiladi, chunki u silliq emas, balki alohida qismlarda-paketlarda uzatiladi. Ma'lumotlarni tashishning ushbu usuli odamlar tomonidan ixtiro qilingan va amalga oshirilgan.



Diskret va uzluksiz o'sish o'rtasidagi farq shundaki, u bosqichma-bosqich sodir bo'ladi. Va signal paketlari orasidagi vaqt oralig'i qancha uzoq bo'lsa, ma'lumotlarning buzilishi shunchalik katta bo'ladi.

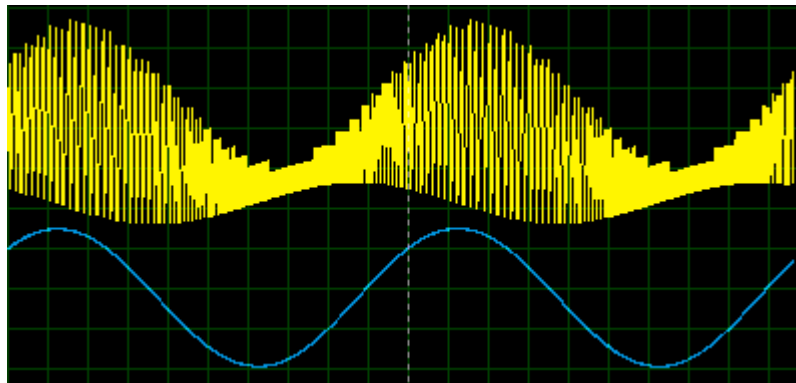
Agar uning parametri ma'lum bir oraliqda istalgan qiymatni olishi mumkin bo'lsa, signal uzluksiz deyiladi (1-rasm). Agar uning parametri ma'lum bir oraliq ichida cheklangan miqdordagi qiymatlarni qabul qilishi mumkin bo'lsa, signal diskret deyiladi (2-rasm).

Matematik, fizik va kompyuter ma'lumotlari birinchi bo'lib raqamlashtirildi. Formulalar va hisob-kitoblarni tasvirlash qiyin emas edi. Ammo analog haqiqatni raqamli massivlarga aylantirish uchun maxsus qurilmalar kerak edi. Ular qisqa vaqt ichida analog-raqamli o'zgartkichlar yoki ARO'larga aylanishdi. Ular turli xil fizik miqdorlarni raqamli kodlarga aylantirish uchun mo'ljallangan. Teskari harakat RAO' (raqamli-analog o'zgartkich) qurilmalari tomonidan amalga oshiriladi.

Har qanday raqamli o'zatkichlar va qabul qiluvchilar bunday o'zgartkichlar bilan jihozlangan. Masalan, uyali telefon uchun kiruvchi ovoz qayta ishlanishi va raqamli shaklda uzatilishi kerak. Shu bilan birga, boshqa abonentdan kodni olish, kuchlanishni karnayga aylantirish va uzatish kerak. Smartfon va televizorlardagi tasvir bilan ham xuddi shunday. Har holda, dastlabki ma'lumotlar kuchlanishlar hisoblanadi.

Analog qiymat-bu qiymatlari berilgan oraliqda doimiy ravishda o'zgarib turadigan qiymat. Uning o'ziga xos qiymati faqat o'lchash vositasining aniqligiga bog'liq. Bu, masalan, harorat.

Diskret miqdor-bu qiymatlari keskin o'zgarib turadigan miqdor. Masalan, sinfdagi talabalar soni. O'lchash signali-o'lchangan fizik miqdor haqida miqdoriy ma'lumotni o'z ichiga olgan signal. Masalan, haroratni o'lchaydigan termoelektrik o'zgartkichning chiqish kuchlanishi.



Ma'lumotlar signali-bu bir yoki bir nechta parametrlarning o'zgarishi uning o'zgarishini ko'rsatadigan fizik miqdor yordamida ma'lumotlarni aks ettirish shakli.

Mikroprotsessors texnologiyasida signallar elektr miqdori (tok, kuchlanish). Ma'lumotlar signalining parametrini ifodalovchi ma'lumotlar signalining parametri bo'lib, uning o'zgarishi ma'lumotlar xabarining o'zgarishini ko'rsatadi (amplituda, chastota, faza, puls davomiyligi, pauza davomiyligi).

Analog ma'lumotlar signali - ma'lumotlar signali unda ifodalovchi parametrlarning har biri vaqt funksiyasi va mumkin bo'lgan qiymatlarning uzluksiz to'plami bilan tavsiflanadi, ya'ni analog signallar uzluksiz (yoki qismlil uzluksiz) funksiya bilan tavsiflanadi va funksiyaning o'zi va argument t ba'zi bir intervallarda har qanday qiymatlarni qabul qilishi mumkin

$$x'_a \leq x \leq x''_a, \quad t' \leq t \leq t''$$

Analog signal $f(t)$ davriy deyiladi, agar haqiqiy raqam t mavjud bo'lsa shunday $f(t + T) = f(t)$ har qanday uchun t , yesa T davr signal deyiladi.

Diskret ma'lumotlar signali-analoglardan farq qiladi, chunki uning qiymatlari faqat vaqtning diskret nuqtalarida ma'lum bo'ladi. Diskret signallar panjara funksiyalari – ketma – ketliklar - $h_d(nT)$ bilan tavsiflanadi, bu yerda $T = const$ -namuna olish oralig'i (davri), $n = 0, 1, 2, \dots$.

Diskret signal (lotin discretus — "intervalgacha", "bo'lingan") - bu intervalgacha (analogdan farqli o'laroq) va vaqt o'tishi bilan o'zgarib turadigan va mumkin bo'lgan qiymatlar ro'yxatidan istalgan qiymatni oladigan signal. Mumkin bo'lgan qiymatlar ro'yxati doimiy yoki kvantlangan bo'lishi mumkin.

Diskret signal-bu cheklangan sonli qiymatlarga ega bo'lgan signal.

Odatda, diskret kanallar orqali uzatiladigan signallar ikki yoki uchta qiymatga ega. Uchta qiymatga ega signallardan foydalanish uzatishni sinxronlashtirishni ta'minlaydi.

Demak, **signal** - bu manbadan iste'molchiga uzatiladigan ma'lumotlarning (ma'lumotlarning) moddiy tashuvchisi. U fizik signallarni yoki matematik modellarni aks ettirishi mumkin.

Signallar **analog** va **diskret** bo'lishi mumkin.

Analog (uzluksiz) signal ma'lum bir vaqt oralig'ida o'zgarib turadigan ba'zi bir fizik miqdor bilan aks yetadi, masalan, tembr yoki tovush kuchi.

Signallarni kodlash

Har xil turdagi ma'lumotlar bilan ishlashni avtomatlashtirish uchun ularning vakillik shaklini birlashtirish juda muhim – buning uchun odatda kodlash texnikasi, ya'ni bir turdagi ma'lumotlarni boshqa turdagi ma'lumotlar orqali ifodalash qo'llaniladi.

Signal kodlash sifatida quyidagilar tushuniladi:

- signaldan keyingi foydalanish uchun qulay yoki mos keladigan ma'lum bir shaklda uni taqdim etish;
- bir belgilar to'plamini boshqa belgilar to'plamiga xaritalashni tavsiflovchi qoida.

Asl alifboning alohida belgilari ham, ularning kombinatsiyalari ham kodlanishi kerak.

Ma'lumotlar

"Ma'lumotlar" iborasi:

Ma'lumotlar deganda quyidagilar tushuniladi:

1) ma'lumotni texnik vositalar yordamida saqlash, uzatish yoki qayta ishlashga imkon beradigan rasmiylashtirilgan (kodlangan) shaklda taqdim yetish;

2) ro'yxatdan o'tgan signallari.

Ma'lumot tashuvchilar quyidagilar bo'lishi mumkin:

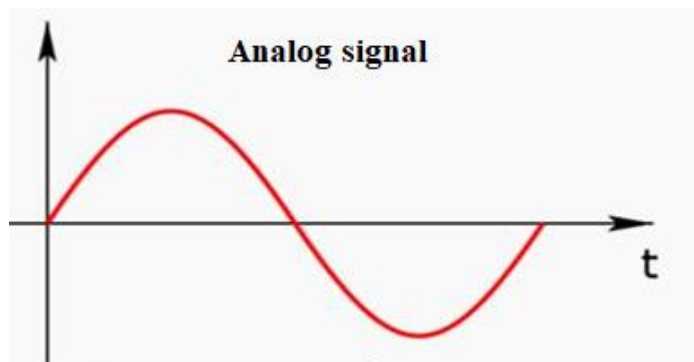
- **Qog'oz** - eng keng tarqalgan vositadir. Ma'lumotlar uning sirtining optik xususiyatlarini o'zgartirish orqali qayd yetiladi;

- **CD-ROM**. Optik xususiyatlarning o'zgarishi aks ettiruvchi qoplamali plastik muhitda lazer nurlari bilan yozib oladigan qurilmalarda qo'llaniladi;

- **Magnit lentalar va disklar** magnit xususiyatlaridagi o'zgarishlardan foydalanadi.

§4.4.1. Analog signal

Signallarning aksariyati tabiatan analogdir, ya'ni ular vaqt o'tishi bilan doimiy ravishda o'zgarib turadi va ma'lum bir oraliqda har qanday qiymatlarni qabul qilishi mumkin. Analog signallar vaqtning ba'zi matematik funksiyalari bilan tavsiflanadi.



Asosiy analog signal sinus to'lqinidir. Umuman olganda, sinusoidal signal

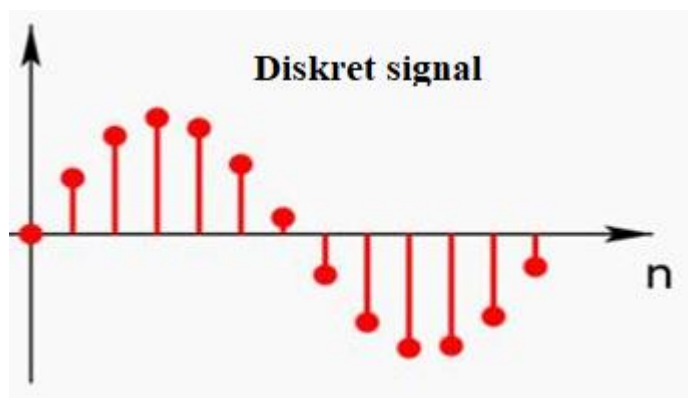
$$s(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi)$$

ko'rinishida ifodalanishi mumkin.

§4.4.2. Diskret signal

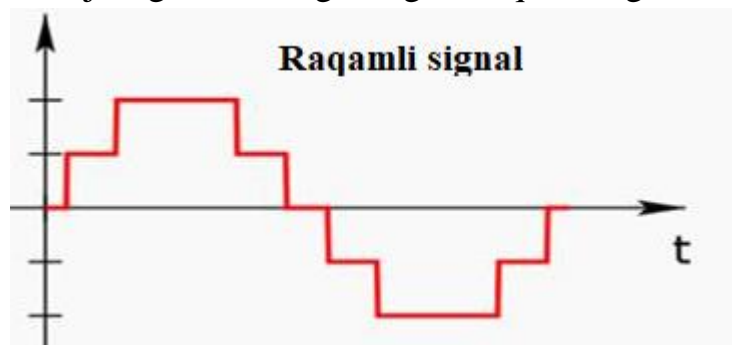
Hozirgi vaqtda diskret signal ko'pincha raqamli deb ataladi. Ko'pgina mutaxassislar bu ikki tushuncha o'rtasidagi farqni sezmaydilar va ularni sinonim deb hisoblashadi, ammo farq nima yekanligini tushunishga arziydi.

Analog signalni namunalar ketma-ketligiga aylantirish jarayoni namuna olish deb ataladi va bunday o'zgartirish natijasi **diskret** signaldir.



Hisoblash qurilmalarida signallarni qayta ishlashda uning namunalari cheklangan sonli raqamlar bilan ikkilik raqamlar sifatida ifodalanadi. Natijada, namunalar faqat cheklangan qiymatlar to'plamini olishi mumkin va shuning uchun signal taqdim yetilganda uning yaxlitlanishi muqarrar ravishda sodir bo'ladi.

Signal namunalarini raqamlarga aylantirish jarayoni deyiladi darajadagi kvantlashva natijada yaxlitlash xatolari kvantlash xatolari (yoki shovqin). Vaqt bo'yicha diskret va darajadagi kvantlangan signal raqamli signal deb ataladi.



Ushbu konsepsiyani diskret bilan birlashtirishni, agar suzuvchi nuqta formatida kasr sonlar bilan ishlash mumkin bo'lsa, zamonaviy hisoblash texnologiyasining bit chuqurligi juda katta yekanligi bilan izohlash mumkin, shuning uchun kvantlash xatolari juda kichik.

Nazariyadan amaliyotga o'tishda shuni aytish kerakki, analog signal shovqin bilan tavsiflanadi. Raqamli bilan bunday muammolar yo'q, chunki u ularni muvaffaqiyatli "tekislaydi". Yangi texnologiyalar tufayli ma'lumotlarni uzatishning ushbu usuli olimning aralashuvisiz barcha asl ma'lumotlarni o'z-o'zidan tiklashga qodir. Televizor haqida gapirganda, biz allaqachon ishonch bilan aytishimiz mumkin: analog uzatish uzoq vaqtdan beri saqlanib qolgan (1-rasm). Aksariyat iste'molchilar raqamli signalga o'tmoqdalar. Ikkinchisining kamchiligi shundaki, agar biron bir qurilma analog uzatishni qabul qilishga qodir bo'lsa, unda zamonaviyroq usul faqat maxsus texnikadir. Yeskirgan usulga

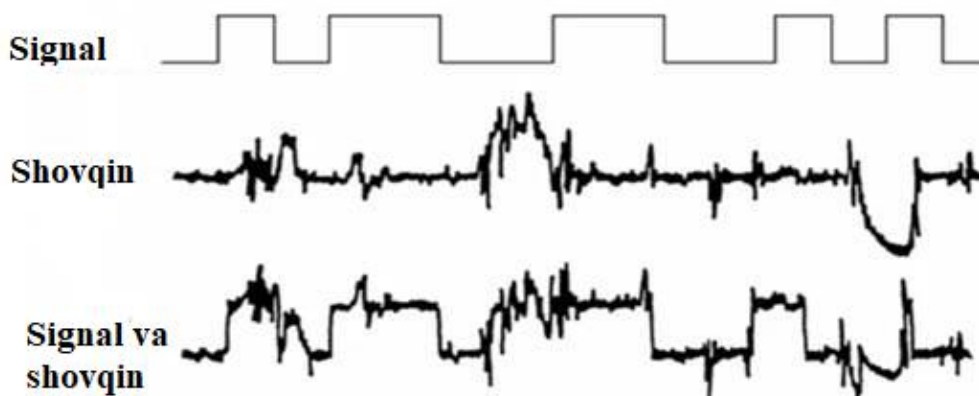
bo‘lgan talab uzoq vaqt davomida tushib ketgan bo‘lsa-da, bunday signallar hali ham kundalik hayotni butunlay tark yeta olmaydi.



4.1-rasm. Raqamli signallardan foydalanadigan texnikaga misollar

Shovqin va pomex

Ushbu turdagi o‘lchash uchun mo‘ljallangan ma’lumotlarni tashuvchi signallarni aniqlashda, asosiy signalga qo‘shimcha ravishda, aralashuvchi signallar - shovqin va juda boshqacha xarakterdagi shovqin-bir vaqtning o‘zida qayd yetiladi (rasm 2).



§4.5. Unifikatsiyalangan (normallashtirilgan) analog signallar

Unifikatsiyalangan analog signallar.

Biz har qanday fizik miqdorlarni (harorat, namlik, bosim va boshqalarni) o‘lchashda analog signallar bilan shug‘ullanamiz.), shuningdek aktuatorlarni doimiy boshqarish bilan (chastota konvertori yordamida vosita tezligini boshqarish; isitgich yordamida haroratni boshqarish va boshqalar.). Ushbu va

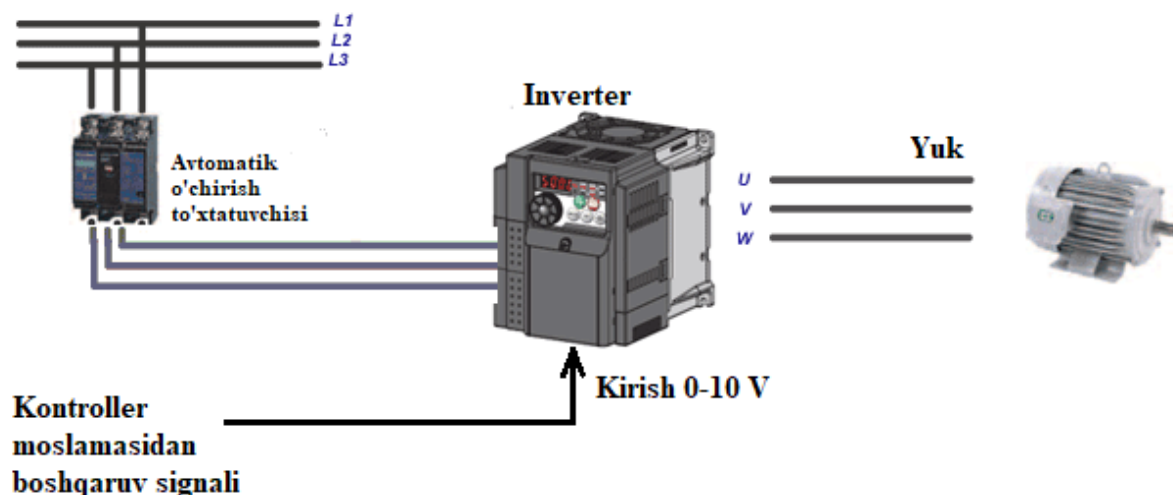
shunga o'xshash holatlarda analog (uzluksiz) signallar qo'llaniladi. Aksariyat hollarda kontroller uskunasida ikki turdagi analog signallar qo'llaniladi: tok 4-20 mA va kuchlanish signali 0-10 V.

Unifikatsiyalangan kuchlanish 0-10 V signali.

Datchikrdan ma'lumot olish uchun ushbu turdagi signaldan foydalanganda uning butun (datchik) diapazoni 0-10 V kuchlanish diapazoniga bo'linadi, masalan, harorat sensori $-10^{\circ}\text{C} + 70^{\circ}\text{C}$ diapazonga ega. U holda -10°C da datchikdan chiqishi 0 V bo'ladi va $+ 70^{\circ}\text{C}$ da - 10 V, barcha oraliq qiymatlar mutanosiblikdan topiladi. Xuddi shu narsa boshqa har qanday qurilma uchun ham amal qiladi. Misol uchun, agar chastota o'zgartkichining analog chiqishi joriy dvigatel tezligini uzatish uchun tuzilgan bo'lsa, u holda uning chiqishida 0 V dvigatel to'xtatilganligini, 10 V yesa dvigatel maksimal chastotada aylanayotganini bildiradi.

0-10 V signalni boshqarish

Normallashtirilgan kuchlanish signalidan foydalanib, nafaqat fizik miqdorlar haqida ma'lumot olish, balki qurilmalarni boshqarish ham mumkin. Masalan, uch tomonlama klapani kerakli holatga olib kelishingiz, chastota konvertori yoki isitgich kuchi orqali elektr motorining aylanish tezligini o'zgartirishingiz mumkin. Masalan, aylanish tezligi chastota o'zgartkichi tomonidan boshqariladigan elektr motorini olaylik.



Dvigatel tezligi kontroller tomonidan chastota konvertorining analog kirishiga keladigan 0-10 V signal bilan o'rnatiladi. Dvigatel tezligi 0 dan 50 Gts gacha bo'lishi mumkin. Keyin, agar algoritmgga muvofiq, boshqaruvchi motorni

25 Gts ga aylantirmoqchi bo'lsa, u kirishga 5V chastotali konvertorni yetkazib berishi kerak.

4-20 mA signalni boshqarish

Turli xil qurilmalarni tok signali bilan boshqarish, kuchlanish signali bilan boshqarishdan farq qilmaydi. Faqat bu holatda kuchlanish yemas, balki tok manbai kerak bo'ladi. Agar qurilma 4-20 mA boshqaruv kirishiga ega bo'lsa, unda bunday qurilmani boshqaruvchi yoki tegishli chiqishga ega boshqa aqlli qurilma boshqarishi mumkin. Masalan, biz 4-20 mA kirish bilan elektr drayveriga ega bo'lgan ventilni silliq ochmoqchimiz. Agar kirishga 4 ma oqim signali qo'llanilsa, u holda ventil butunlay yopiladi va agar 20 mA qo'llanilsa, u butunlay ochiq bo'ladi.

Normallashtiruvchi o'zgartkich



Fizik miqdorni o'lchashda (harorat, namlik, gaz tarkibi, pH va boshqalar.), datchiklar uning qiymatini tok, kuchlanish, qarshilik, sig'im va boshqalarga aylantiradi. (datchikning ishlash prinsipiga qarab). Datchikning chiqish signalini yagona signalga yetkazish uchun normallashtiruvchi o'zgartkichlar ishlatiladi.

Normallashtiruvchi o'zgartkich - bu birlamchi o'zgartkichning signalini yagona tok yoki kuchlanish signaliga olib boradigan qurilma.

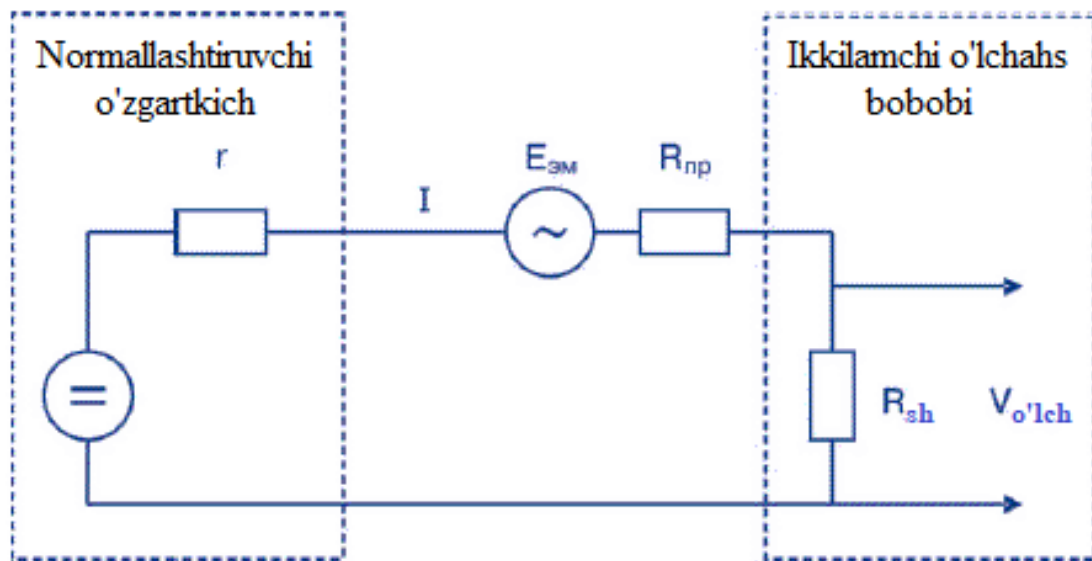
Normallashtiruvchi o'zgartkichi harorat sensorining umumiy ko'rinishi shunday ko'rinadi:



Sanoatda har birining o'ziga xos chiqish signaliga ega bo'lgan juda ko'p turli xil fizik miqdordagi birlamchi sensorlardan foydalanadi. Ikkilamchi o'lchash va rostlash moslamalarining bir xil xilma-xilligini oldini olish uchun sensorlar normallashtiruvchi o'zgartkichlar bilan jihozlanadilar.

O'zgartkichlarni normallashtirish vazifasi birlamchi o'zgartkichlarning turli signallarini (termojuftlar, qarshilik, namlik, bosim, og'irlik, pH va boshqalar) normallashtirilgan analog signallari yoki kuchlanish signallariga aylantirishdir.

normallashtiruvchi o'zgartkichning differensial chiqish qarshiligi, R_{sh} , R_{pr} – mos ravishda tok qarshiligi o'lchash moslamasi va ulash simlaridagi shunt.



§4.6. Universal o'lchash asboblari

Qat'iy belgilangan ishlarni bajarish uchun ishlatiladigan ko'plab o'lchash moslamalari mavjud: telefon va kompyuter tarmoqlariga texnik xizmat ko'rsatish, kabel liniyalarini sinovdan o'tkazish, ta'minot tarmog'ining parametrlarini o'lchash. Ularning har biri ma'lum bir o'lchashlar to'plamini bajarish uchun juda mos keladi. Shuning uchun an'anaviy o'lchash asboblarsiz turli xil qurilmalarni ta'mirlash yoki sozlash mumkin emas, masalan: multimetrlar, osiloskoplar, universal va maxsus generatorlar, chastota o'lchagichlari, PLC kontrollerlari, mantiqiy analizatorlar va x.k.

Bugungi kunda ushbu qurilmalarning aksaryati ish stoli, portativ va taqiladigan versiyalarda mavjud. Shuning uchun bunday qurilma har doim har qanday mo'ljallangan ish sharoitlariga muvofiq tanlanishi mumkin: laboratoriyadan dalagacha, AC quvvati, bort tarmog'i yoki batareyalar bilan ishlaydi. Va turli xil konstruktiv tuzilishdagi qurilmalar o'rtasidagi tub farqlar mavjud, ehtimol, bular faqat ikkita nuqta bilan bog'liq: aniqlik klassi va o'lchash komplekslariga integratsiya qilish imkoniyati. Odatda taqiladigan modifikatsiyalar yomonroq aniqlikka va xizmat ko'rsatish funksiyalarining sodda to'plamiga ega, ammo ular ko'pincha ko'rib chiqilayotgan dastur sohasi uchun yetarli bo'ladi va raqamli signallarni qayta ishlashni joriy yetish bu vaziyatni o'zgartiradi.

Kompyuter tomonidan boshqariladigan o'lchash tizimlarini qo'llash doirasi, qoida tariqasida, ilmiy tajribalar va turli ketma-ket sinovlar bilan cheklangan. Aynan o'sha yerda o'lchash natijalarini yig'ish va qayta ishlash jarayonini avtomatlashtirish muhim ahamiyatga ega. Qurilmaning sinfiga qarab, kompyuter bilan o'zaro aloqa turli xil interfeyslar orqali amalga oshiriladi, ko'pincha RS-232 yoki GPIB. Birinchisi natijalarni printeriga yoki kompyuterga chiqarish uchun yetarli. Ikkinchisi, qurilmalarni to'liq nazorat qilish imkoniyati bilan murakkab o'lchash komplekslariga birlashtirishga imkon beradi. Odatda, ushbu maqsadlar uchun standart buyruqlar to'plami (Standard Commands for Programmable Instruments, SCPI) yoki faqat ishlab chiqaruvchi tomonidan qo'llab-quvvatlanadigan kengroq nostandart to'plam ishlatiladi. Bundan tashqari, qurilmalarda tizimga kompyuter shinasi darajasida o'rnatilgan modullar ko'rinishidagi modellar bo'lishi mumkin (masalan, ISA ili PCI). Bunday imkoniyatlar kamdan-kam hollarda, masalan, keng ko'lamli ishlab chiqarishda sozlash jarayonini avtomatlashtirish uchun kerak.

Masalan, energetika tizimida universal o'lchash asboblari neytral va neytral bo'lmagan bir-ikki-uch fazali tarmoqlarning parametrlarini kompyuterga (RS-232/485) saqlash va uzatishni nazorat qilish uchun mo'ljallangan. Qurilma kuchlanish, tok, quvvat - faol - reaktiv jami, quvvat faktori, $\cos\varphi$ chastota, tok va kuchlanish tebranishlarini 21-gacha o'lchaydi, elektr hisoblagich sifatida ishlaydi. Bunday o'lchash asboblari past - 0,4 kV tarmoqlarda ham qo'llaniladi (100..690 V), o'rta kuchlanish 6-10 kV va yuqori kuchlanish 35, 110, 220 kV.

§4.7. Raqamli - analog va analog - raqamli o'zgartirichlar.

Umumiy tushunchalar

Avtomatlashgan tizimlarda axborot almashinishi signallar yordamida amalga oshadi. Signalni tashuvchilari sifatida fizik kattaliklar tushuniladi, masalan, tok, kuchlanish, magnit holatlar va h.k. Fizik kattaliklar o'zining vaqt funksiyasi orqali yoki belgilangan fazoviy taqsimlanishida ifodalanadi Chastota, amplituda, faza, impulslar davomiyligi, ketma-ket impulslar seriyalarining bir yoki bir nechta parallel liniyalarida taqsimlanishi, tasvir nuqtalarining tekislik va x.k.larda taqsimlanishi kabi uzatuvchi vaqtli funksiyalarni aniqlovchi parametrlar (ular orqali axborot uzatish holatida) axborot parametrlari deb ataladi. Agar fizik kattalik ikki yoki undan ortiq axborot parametrlarning tashuvchisi bo'lsa, u ko'p o'lchovli signal hisoblanadi.

Axborot parametrlar bir qator aniq miqdorlar to'plamiga ega.

Analog signallar - axborot parametrlari berilgan diapazon ichida har qanday miqdorni qabul qilishi mumkin;

Diskret signallar - axborot parametrlari faqatgina berilgan aniq diskret miqdorlarni qabul qilishi mumkin;

Uzluksiz signallar - axborot parametrlari har vaqtda o'zgarishi mumkin;

Uzluqli signallar - axborot parametrlari vaqtning diskret onlaridagina boshqa miqdorni qabul qilishi mumkin.

Analog signalni raqamli signalga aylantirish uchun (o'qiladigan ikkilik kod kabi ketma-ketlikda) analog - raqamli o'zgartirgich deb ataluvchi elektron qurilma - ARO' sifatida qisqartirilgan ifoda. Analog signalni raqamli signalga aylantirish jarayonida quyidagi funksiyalar amalga oshiriladi: diskretizatsiyalash → kvantlash → kodlash.

Kuchlanishni raqamli kodlarga aylantirishda bir-biri bilan bog'liq bo'lmagan uchta bosqichda bajariladi: **DISKRETLASH, KVANTLASH VA KODLASH.**

Analog signallarni raqamli signalga o'tkazish jarayoni vaqt bo'yicha uzluksiz $U(t)$ funksiyani $U(t_i)$ – ma'lum bir t vaqtda erishgan qiymatini raqamlar ketmaketligi bilan ifodalashdan iboratdir $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

Analog axborotni raqamli ko'rinishga aylantirish uchun uni kvantlaydilar, ya'ni vaqt bo'yicha uzluksiz signal uning ma'lum nuqtalardagidiskret qiymatlari bilan almashtir iladi. So'ngra berilgan signal oxirgi diskret qiymatiga mos ravishda raqam beriladi. Signal diskret darajalarini raqamlar ketma – ketligi bilan almashtirish jarayoni **kodlash** deb ataladi.

Olingan raqamlar ketma – ketligi **signal kodi** deb ataladi.

ARO' ko'p xarakteristikalariga yega, ulardan asosiylari o'zgartirish chastotasi va bit chuqurligi. O'zgartirish chastotasi odatda hisoblarda sekunda, bit chuqurligi yesa razryadlarda ifodalanadi. Zamonaviy ARO' 24 razryadgacha bit bo'lishi mumkin. Tezlik va bit chuqurligi qancha yuqori bo'lsa, kerakli xarakteristikalarni olish shuncha qiyin, o'zgartirgich shuncha qimmat va murakkab bo'ladi. Aylantirish tezligi va bit chuqurligi ma'lum bir tarzda bir-biriga bog'liq, va tezligini kamaytirib o'zgartkichni samarali bit chuqurligini oshirish mumkin.

Analog-raqamli o'zgartkichlari

Avtomatik boshqarish, rostlash va boshqa tizimlarida datchiklarning axbaroti analog ko'rinishida olinadi. Ushbu axbarotni raqamli boshqarish qurilmalarga yoki EXM larga kiritish uchun ARO' lar hizmat qiladi.

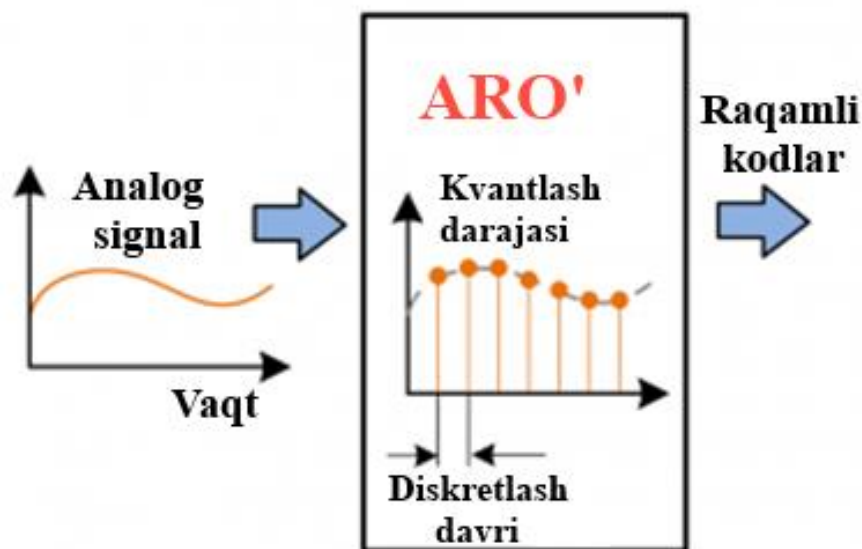
Ko'pincha AROlar kuchlanish yoki tok ko'rinishidagi kirish signalini parallel yoki ketma-ket ko'rinishdagi ikkala yoki ikki-o'nli raqamli kodga o'zgartiradi.

Uzluksiz o'lchanayotgan kattalikni uning ma'lum vaqt t ichida oniy qiymati bilan almashtirish vaqt bo'yicha **kvantlash** deb ataladi. T vaqt intervali kvantlash qadami deb ataladi, o'zgartirish chastotasi esa $f = 1/t$ kvantlash chastotasi.

Kvantlash qadami ikki qismga bo'linadi. Birinchi qism davrida analog signali raqam ko'rinishiga o'zgartiriladi, ikkinchi davrida esa rezistrga yozilib undan moslamani boshqa qismlariga uzatiladi. Bu yerda bu kirish signali haqidagi qiymat axbarotga aylantiriladi.

Analog-raqamli o'zgarkich – (ARO') - kirish analog signalini raqamli signalga (raqamli ikkilik kodga) aylantiruvchi qurilma. Ixtiyoriy vaqtda signal qiymatini o'lchash vazifalari uchun ARO' bilan o'z vaqtida qat'iy bog'lanmagan yagona analog-raqamli o'zgartirishlarga yega bo'lgan asinxron ish rejimi qo'llaniladi. Analog signal o'zgarishining funksional bog'liqligini o'lchash vazifalari uchun ARO' ning sinxron ish rejimi qo'llaniladi. Adkning ma'lumotsiz ishlash sinxron rejimi o'zboshimchalik bilan katta vaqt oralig'ida o'tkazib yuboradi. Sinxron ARO' odatda raqamli o'lchov hisobotlari belgilangan o'lchov kanallariga mos keladigan namunalarning belgilangan soni bilan shartli ramkalar hosil qiladigan ma'lumotlarni olishning kodlash prinsipini qo'llab-quvvatlaydi.

Demak, analog-raqamli o'zgarkichlar kirishda olingan fizik miqdorlarni ikkilik kodga aylantiradilar, oddiy qilib aytganda, ular analog signal ma'lumotlarini raqamli shaklda ifodalaydi.



Analog-to-raqamli o'zgartkich o'lchash va sinov uskunalari yeng muhim elektron tarkibiy qismlaridan biri hisoblanadi. ARO' kuchlanish (analog signal) ni mikroprotsessor va programma ustida ma'lum amallarni bajaradigan kodga aylantiradi. Agar faqat raqamli signallari bilan ishlayotgan bo'lsanigz ham, ularning analog xarakteristikalarini topish uchun osiloskopning bir qismi sifatida ARO' dan foydalaniladi.

ARO" me'morchiligi bir necha asosiy turlari bor, bundan tashqari, har bir turi ichida ko'plab farqlansalarda, turli hil o'lchov uskunalari turli hil ARO"dan foydalanadi. Misol uchun, raqamli ossilloskop yuqori diskretlash chastotasi foydalanadi, lekin yuqori kenglik talab qilmaydi. Raqamli multimetrlarda yuqori kenglikga kerak bo'ladi, ammo o'lchov tezligiga katta ta'siri seziladi. Umumiy maqsadli ma'lumotlarni olish tizimlari odatda diskretlash darajasi va kenglik xususiyatlari bo'yicha Ossilloskoplar va raqamli multimeterlar o'rtasida joy yegallaydi.

Uskunalar bu turida ARO' qo'llaniladi, ketma-ket sigma-delta ARO' yaqinlashish tufayli. Ilovalar uchun parallel ARO' ham mavjud, yuqori kenglik va shovqinlarni kamaytirish uchun ARO' integratsiyalangan yuqori tezlikda analog signallarni qayta ishlash talab qilinadi.

Shovqin va pomexlarning asosiy manbalari:

- 1) magnit maydon;
- 2) elektr maydoni;
- 3) radio to'lqinlari;
- 4) bitta o'tkazgichda qo'shma kuchlanish pasayishi;
- 5) mikrofon ta'siri.

Xulosa qilib shuni ta'kidlash kerakki, zamonaviy hayotda har qanday shakldagi signal turli sanoat, tijorat va hatto ijtimoiy sohalarda muhim rol o'ynaydi. Har kuni biz yuzlab signallarni yuboramiz va qabul qilamiz, chunki hatto eng oddiy "SMS" ham haqiqiy raqamli signaldir. Shovqin va pomex paydo bo'lishining oldini olish juda muhim, chunki ular signalni sezilarli darajada buzishi, odamlarning ayrim guruhlari uchun muhim bo'lishi mumkin bo'lgan ma'lumotlarga zarar yetkazishi mumkin.

Nazorat savollari

1. Analog qiymat nima?
2. Diskret miqdor nima?
3. Signallar qanday turlarga bo'linadi?
4. Ma'lumotlar signali deganda nimani tushunasiz?
5. Analog ma'lumotlar signali nima?
6. Ma'lumotlar deganda quyidagilar tushuniladi:

7. Ma'lumotlarni tashuvchi moslamalarga nimalar kiradi?
8. Analog-raqamli o'zgartkich to'g'risida nimalarni bilasiz?
9. Raqamli-analog o'zgartkich vazifasi nimadan iborat?
10. Shovqin, pomex deganda nimani tushunasiz?

§4.8. Variatsion ko'rsatkichlar

Standart og'ishning qiymati turli xil namunalarning o'zgaruvchanligini taqqoslashga imkon bermaydigan ma'lumotlarning shkalasiga bog'liq. O'lchash ta'sirini bartaraf yetish uchun formulaga muvofiq o'zgaruvchanlik koeffitsiyentini hisoblash kerak:

Variatsiya qatorlarini tahlil qilish uchun uchta ko'rsatkich guruhi qo'llaniladi:

- tarqatish markazining ko'rsatkichlari;
- o'zgaruvchanlik darajasining ko'rsatkichlari;
- tarqatish shakli ko'rsatkichlari.

Tarqatish markazi ko'rsatkichlari

Variatsiya seriyasidagi tarqatish markazini tavsiflash uchun quyidagilar qo'llaniladi: o'rtacha xususiyatning qiymati, median, rejim.

Belgining o'zgaruvchanlik darajasi ko'rsatkichlari

Ko'pincha, statistik ma'lumotlarni tavsiflashda "bir xillik" tushunchasi bilan ishlash kerak. Statistik tahlilda bir xillikning ahamiyatini ortiqcha baholab bo'lmaydi, chunki bu hisoblangan ko'rsatkichlarning to'g'riligiga va tahliliy xulosalar sifatiga bevosita ta'sir qiladi. Ma'lumotlar qanchalik bir xil bo'lsa, statistik tahlil natijalari haqiqatga shunchalik ishonchli va yetarli bo'ladi.

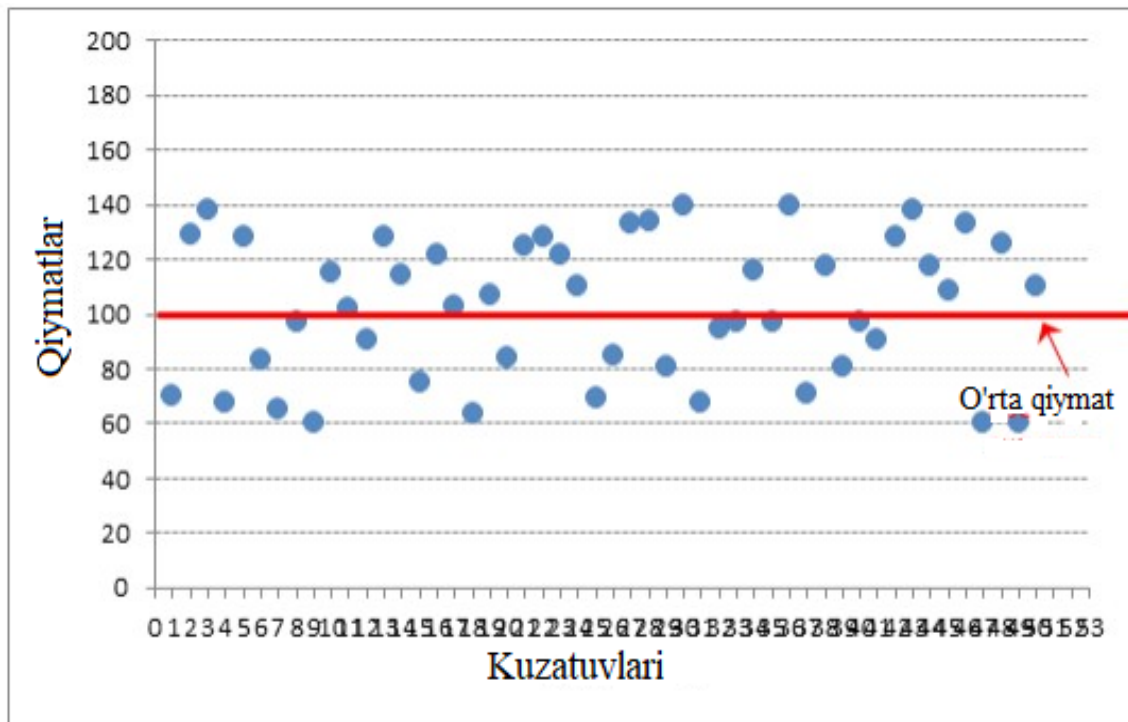
Bir xillik nisbiy va kengaytiriladigan tushunchadir. Uning aniq chegaralari va mezonlari yo'q. Bir xil ma'lumotlar deganda ularning tarqalishining ma'lum darajasi tushunilishi kerak, bunda hisoblangan statistik ko'rsatkichlar (o'rtacha va boshqalar.) tahlil qilinayotgan bir xillikga ishonchli va sifatli tavsif beradi.

Ma'lumotlar tarqalishining (va bir xilligining) asosiy o'lchashi o'zgaruvchanlik ko'rsatkichlari hisoblanadi:

Dispersiya σ^2 , standart og'ish, o'rtacha chiziqli og'ish a , biroq, ularning barchasi ma'lumotlarning tarqalish darajasini tavsiflamaydi. Ushbu muammoni bartaraf yetish uchun standart og'ish va o'rtacha qiymat nisbati sifatida hisoblangan o'zgaruvchanlik koeffitsiyenti ixtiro qilindi.

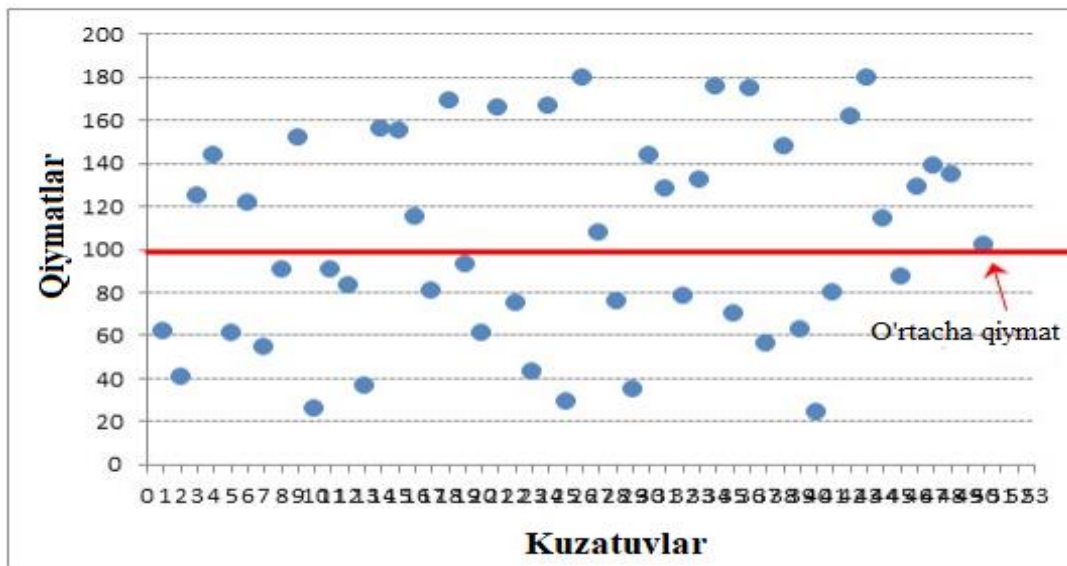
$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

Statistikada, agar koeffitsiyent qiymati 33% dan kam bo'lsa, unda ma'lumotlar to'plami bir hil, agar 33% dan ortiq bo'lsa, u **bir xil emas** hisoblanadi.



Ushbu ma'lumotlar uchun o'zgaruvchanlik koeffitsiyenti 24% edi, ya'ni bir xillik bir xil bo'ldi (33% dan kam).

Yendi tarqalish oralig'ini plyus/minus 80 ga oshiramiz.



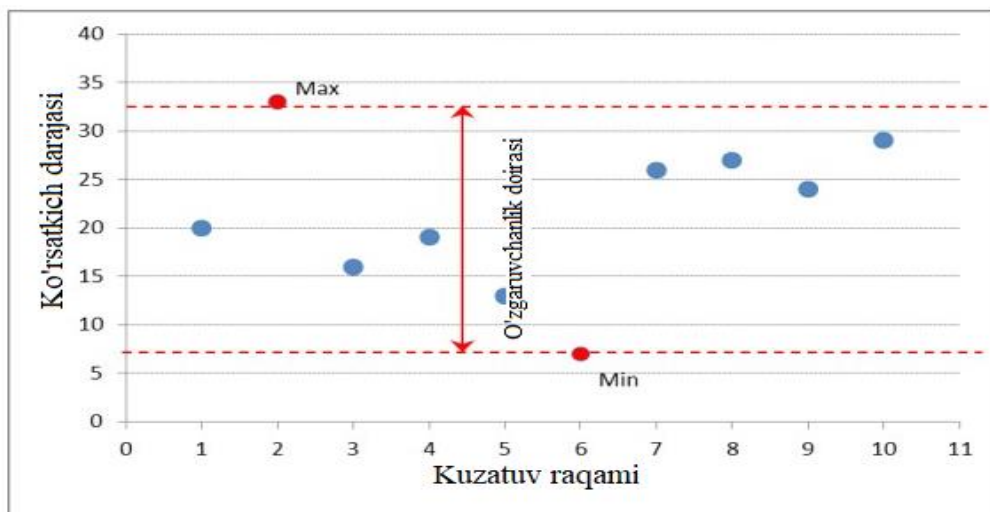
Rasmdan ko'rinib turibdiki, bu ma'lumotlar ko'proq tarqoq bo'ldi. Bu safar o'zgaruvchanlik koeffitsiyenti 45% ni tashkil yetdi, shuning uchun bir xil bo'ldi. Ma'lumotlar qanchalik bir xil bo'lsa, ular o'rtacha qiymatga yaqinroq bo'ladi. Ular qanchalik kam bir xil bo'lsa, ular shunchalik tarqoq va bir-biridan va o'rtacha qiymatidan ajralib turadi.

Variatsiya doirasi

Biz aytib o'tgan birinchi ko'rsatkich - bu o'zgaruvchanlik doirasi, ya'ni maksimal va minimal qiymatlar o'rtasidagi farq. Variatsiya doirasini hisoblash formulasi

$$R = X_{max} - X_{min}$$

Bir tomondan, qamrov ko'rsatkichi juda ma'lumotli va foydali bo'lishi mumkin. Masalan, n shahridagi kvartiraning maksimal va minimal qiymati, mintaqadagi kasbi bo'yicha maksimal va minimal ish haqi va boshqalar. Boshqa tomondan, ko'lam juda keng bo'lishi mumkin va amaliy ma'noga ega emas. Quyida o'zgaruvchanlik doirasining grafik talqini keltirilgan.



Maksimal va minimal qiymatlar, shuningdek, ular orasidagi masofa ko'rinadi, bu o'zgaruvchanlik doirasiga mos keladi. Bu ko'rsatkich barqaror baho bermaydi, chunki hamma narsa ikkitaga, qoida tariqasida, tasodifiy qiymatlarga bog'liq – maksimal va minimaldan. Shunday qilib, o'zgaruvchanlik diapazoni juda beqaror qiymatdir.

Nazorat savollari:

11. Variatsiya nima?
12. Dispersiya nima?
13. Standart og'ish nima?
14. O'rta kvadrat og'ish deb niaga aytiladi?
15. O'rta kvadrat og'ish qanday aniqlanadi?
16. O'rtacha chiziqli og'ish formulasini yezing.
17. Variatsiya doirasi tushuntirib bering.
18. Variatsiya doirasi formulasini yezing va uni tushuntirib bering.
19. Dispersiya formulasini yezib tushuntirib bering.
20. Standart og'ish formulasini yezib tushuntirib bering.

§4.9. O'rtacha chiziqli og'ish

Aqlli matematiklar va statistiklar yanada ishonchli ko'rsatkichni o'ylab topdilar, garchi biroz boshqacha maqsadda – o'rtacha chiziqli og'ish.

Ushbu ko'rsatkich ma'lumotlar to'plami qiymatlarining o'rtacha qiymati atrofida tarqalish o'lchashini tavsiflaydi.

Ma'lumotlar tarqalishining o'lchashini ko'rsatish uchun avval ushbu tarqalish nimani ko'rib chiqishini aniqlashingiz kerak - odatda bu o'rtacha qiymat.

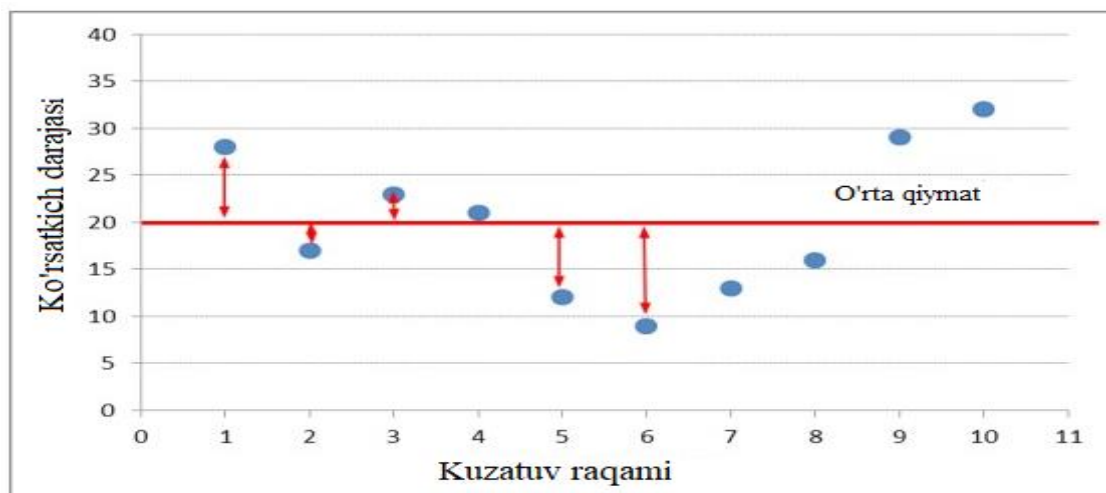
Keyinchalik, tahlil qilingan ma'lumotlar to'plamining qiymatlari o'rtacha qiymatdan qanchalik uzoqligini hisoblashingiz kerak. Har bir qiymat ma'lum miqdordagi og'ishlarga to'g'ri kelishi aniq, ammo biz butun to'plamni qamrab oladigan umumiy smeta bilan ham qiziqamiz. Shuning uchun o'rtacha og'ish odatdagi arifmetik o'rtacha formulaga muvofiq hisoblanadi.

Ammo og'ishlarning o'rtacha qiymatini hisoblash uchun avval ularni birlashtirish kerak. Va agar biz ijobiy va salbiy sonlarni qo'shsak, ular o'zaro yo'q qiladi va ularning yig'indisi nolga teng bo'ladi. Bunga yo'l qo'ymaslik uchun barcha og'ishlar modulo olinadi, ya'ni barcha salbiy raqamlar ijobiy bo'ladi. Yendi o'rtacha og'ish qiymatlar tarqalishining umumlashtirilgan o'lchashini ko'rsatadi. Natijada, o'rtacha chiziqli og'ish quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n |x - \bar{x}|}{n}$$

Bu yerda: a -o'rtacha chiziqli og'ish, x -tahlil qilingan indikator, tepada chiziqcha bilan indikatorning o'rtacha qiymati, n -tahlil qilingan ma'lumotlar to'plamidagi qiymatlar soni, yig'ish operatori.

Belgilangan formula bo'yicha hisoblangan o'rtacha chiziqli og'ish ushbu bir xillik uchun o'rtacha qiymatdan o'rtacha mutlaq og'ishni aks ettiradi.



Rasmda qizil chiziq o'rtacha qiymatdir. Har bir kuzatuvning o'rtacha ko'rsatkichdan og'ishi kichik o'qlar bilan ko'rsatilgan. Ular modul orqali olinadi va umumlashtiriladi. Keyin hamma narsa qiymatlar soniga bo'linadi.

§4.10. Dispersiya

O'rtacha chiziqli og'ish singari, dispersiya ham ma'lumotlarning o'rtacha atrofida tarqalish o'lchashini aks ettiradi. Dispersiyani hisoblash formulasi quyidagicha ko'rinadi:

(variatsion qatorlar uchun (vaznli dispersiya))

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 \cdot f_i}{\sum f_i}$$

(guruhlanmagan ma'lumotlar uchun (oddiy dispersiya))

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{\sum f_i}$$

Dispersiya - og'ishlarning o'rtacha kvadratidir.

Birinchi, o'rtacha qiymat hisoblab chiqiladi, so'ngra har bir boshlang'ich va o'rtacha qiymat o'rtasidagi farq olinadi, kvadratga oshiriladi, tegishli atribut qiymatining chastotasiga ko'paytiriladi, qo'shiladi va keyin ushbu bir xillikdagi qiymatlar soniga bo'linadi. Biroq, arifmetik o'rtacha yoki indeks kabi sof shaklda dispersiya ishlatilmaydi. Bu boshqa statistik tahlil turlari uchun ishlatiladigan yordamchi va oraliq ko'rsatkichdir.

Dispersiyani hisoblashning soddalashtirilgan usuli

$$\sigma^2 = \overline{x^2} - (\bar{x})^2$$

§4.11. Standart og'ish

Ma'lumotni tahlil qilish uchun dispersiyadan foydalanish uchun undan kvadrat ildiz olinadi. Standart og'ish deb ataladigan narsa olinadi.

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

Standart og'ish sigma deb ham ataladi – u tayinlangan yunoncha harfdan olingan. Standart og'ish, shubhasiz, ma'lumotlar dispersiyasining o'lchashini ham tavsiflaydi, ammo hozir (dispersiyadan farqli o'laroq) uni asl ma'lumotlar

bilan taqqoslash mumkin. Qoida tariqasida, statistikadagi standart qiymatlar chiziqli natijalarga qaraganda aniqroq natijalar beradi. Shuning uchun standart og‘ish o‘rtacha chiziqli og‘ishdan ko‘ra ma‘lumotlarning tarqalishi o‘lchashining aniqroq ko‘rsatkichidir.

§5. Fizik miqdorlarni o‘lchashdagi xatoliklar

Fizik miqdorning haqiqiy qiymati-bu ob‘ektning mos keladigan xususiyatini miqdoriy va sifat jihatidan ideal tarzda aks ettiradigan fizik miqdorning qiymati.

Fizik ob‘ektning (hodisa, jarayon) xususiyatlari miqdoriy xususiyatlar to‘plami — fizik miqdorlar bilan belgilanadi. Qoida tariqasida, o‘lchash natijasi o‘lchangan qiymatning ba‘zi standartlarga nisbatini ko‘rsatadigan raqamdir. Etalon bilan taqqoslash to‘g‘ridan-to‘g‘ri (to‘g‘ridan-to‘g‘ri eksperimentator tomonidan amalga oshiriladi) yoki bilvosita (eksperimentator ishonadigan ba‘zi qurilmalar yordamida amalga oshiriladi) bo‘lishi mumkin. Shu tarzda olingan qiymatlar etaloni tanlash bilan belgilanadigan o‘lchamga ega.

Izoh. O‘lchash natijasi, shuningdek, ba‘zi bir hodisalarni hisoblash soni, mantiqiy bayonot (ha/yo‘q) yoki hatto sifatli baholash (kuchli/zaif / o‘rtacha) bo‘lishi mumkin. Biz o‘lchash natijasi raqam yoki raqamlar to‘plami sifatida ifodalanishi mumkin bo‘lgan fizika uchun yeng odatiy holat bilan cheklanamiz.

Turli xil fizik kattaliklar o‘rtasidagi munosabatni haqiqatning ideallashtirilgan modelini ifodalovchi fizik qonunlar bilan tavsiflash mumkin. Har qanday fizik eksperimentning (shu jumladan ta‘lim) yakuniy maqsadi bunday modellarning parametrlarining yetarliligini yoki takomillashtirilishini tekshirishdir.

§5.1. Xatoliklar tasnifi

Xatolarning asosiy turlariga quyidagilar kiradi: **tasodifiy, tizimli** va **qo‘pol**.

Tizimli xatolar bir xil o‘lchashlar ko‘p marta takrorlanganda, xuddi shu tarzda harakat qiluvchi omillar ta‘sirida yuzaga keladigan xatolardir. Tizimli xatolar o‘lchash tizimi (asbob) ichida ishlaydigan doimiy va tasodifiy omillarning natijasidir. Ushbu omillar fizik miqdorni o‘lchash usuli va qurilmaning

konstruktiv tuzilishi bilan bog‘liq. Doimiy omillar quyidagilar bo‘lishi mumkin: qurilmaning egri o‘qi, qurilmaning "nol" ning siljishi, ishqalanish kuchlari va boshqalar. Qurilma ichida tasodifiy omillar harorat, bosim, namlik, elektr va magnit maydonlarning o‘zgarishi, shuningdek tebranishdir.

O‘lchash jarayonining doimiy tashqi sharoitida tizimli xato doimiy qiymat bo‘lib qoladi. Ushbu xato o‘lchashlarni olishdan oldin aniqlanadi. Tizimli xatoni baholash – bu o‘lchash moslamasining tizimli xatosining ishonch chegarasidir. Tasodifiy xatolar (ε) ning qiymatlari farqidan fizik miqdor uning ko‘p o‘lchashlari paytida kelib chiqadi. **Tasodifiy** omillar tabiati biz uchun noma’lum yoki tushunarsiz bo‘lgan barcha omillarni o‘z ichiga olishi kerak. Faqat bir qator o‘lchashlardan so‘ng tasodifiy xato aniqlanadi. O‘lchashlar sonini ko‘paytirish va ehtimollik nazariyasiga asoslangan xato nazariyasi formulalaridan foydalanish orqali tasodifiy xatoni minimallashtirish mumkin.

Qo‘pol xatolar yoki xatolar o‘lchash shartlarining buzilishi, qurilmaning noto‘g‘ri ishlashi, yeksperimentatorning nazorati yoki noto‘g‘ri tanlangan o‘lchash texnikasi natijasidir. Yalpi xatoning tashqi belgisi fizik miqdor qiymatining oldingi o‘lchashlarda olingan qiymatlaridan keskin farqidir. Bunday farq bo‘lsa, barcha o‘lchash shartlarini tekshirish kerak. Agar qo‘pol xato yuzaga kelishiga sabab bo‘lgan omillar aniqlansa, ushbu o‘lchash natijasi bekor qilinadi. Shuni ta’kidlash kerakki, o‘lchangan fizik miqdorning o‘rtacha qiymatidan sezilarli og‘ishi tasodifiy omillar ta’siriga bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shunday qilib, o‘lchashlarni amalga oshirgandan so‘ng, faqat tizimli xatolar va tasodifiy xatolar hisobga olinadi.

Quyida tizimli va tasodifiy xatolar to‘g‘risida batafsil ma’lumot taqdim etilgan.

Taqdim etish turiga ko‘ra **mutlaq**, **nisbiy** va **kamaytirilgan** xatolar mavjud.

Mutlaq xato-bu o‘lchash natijasi X va o‘lchangan miqdorning haqiqiy qiymati Q o‘rtasidagi farq.

Mutlaq xato $D = X - Q$ sifatida topiladi va o‘lchangan qiymat birliklarida ifodalanadi.

Yoki ayrim adabiyotlarda quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta = X_1 - X_2$$

bu yerda x_1 o‘lchangan qiymat va x_2 haqiqiy qiymatdir.

Nisbiy xato-bu mutlaq o‘lchash xatosining o‘lchangan miqdorning haqiqiy qiymatiga nisbati:

$$d = \frac{D}{Q} = \frac{X-Q}{Q}.$$

Hisob-kitoblarda quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\delta = \left(\frac{\Delta}{X_2} \right) 100\%.$$

Shunisi e'tiborga loyiqki, agar haqiqiy qiymat kichik qiymatga ega bo'lsa, unda nisbiy qiymat katta qiymatga ega.

Kamaytirilgan xato-bu o'lchash vositasining mutlaq xatosi shartli ravishda qabul qilingan normalizatsiya qiymatiga bog'liq bo'lgan nisbiy xato QN, butun o'lchash oralig'ida yoki uning bir qismida doimiy. Nisbiy va kamaytirilgan xatolar o'lchashsiz qiymatlardir.

U bitta qurilmada bunday tarqalishni oldini olish uchun ishlatiladi. U nisbiy sifatida ishlaydi, lekin formulada haqiqiy qiymat o'rniga normallashtiruvchi shkala ishlatiladi (masalan, o'lchagichning umumiy uzunligi).

$$\gamma = \left(\frac{\Delta}{X_3} \right) 100\%$$

Bu yerda x_3 normallashtiruvchi shkala.

Boshqa turi-tasodifiy xatolar. Ular bir xil miqdordagi takroriy o'lchashlarda erkin holda paydo bo'ladi. Bularga:

Statik xato-bu statik o'lchashlarga xos bo'lgan natijaning noaniqligi.

Dinamik xato o'zgaruvchan qiymatlarga xosdir.

O'lchash usuliga qarab quyidagi xatoliklar mavjud:

Qurilmalarning **kalibrlash xatosi** ta'kidlangan. Kalibrlashni qo'llash natijasida qurilmaning u yoki bu belgisida ko'rsatilgan qiymatning haqiqiy qiymatini bildiradi.

Modelning yetarliligining noaniqligi ham mavjud. Bu funksional qaramlikni tanlashda noaniqlik shaklida o'zini namoyon qiladi. Misol tariqasida, biz butunlay boshqa usul bilan yanada samarali aks ettirilgan ma'lumotlarga asoslangan chiziqli qaramlikni hisoblash jarayonini olishimiz mumkin. Ushbu noaniqlik modelni tasdiqlash uchun ishlatiladi.

Vujudga kelish manbasiga qarab **sub'ektiv, instrumental** va **uslubiy** xatolar ajratiladi.

Subektiv xato operatorning o'lchash vositasi ko'rsatkichlarini o'qish xatosi bilan bog'liq.

O'lchashlarni ko'p marta takrorlash kerakmi yoki yo'qligini yaxshiroq tushunish uchun va bu tajriba natijalarini yaxshilashga qaratiladi, shu maqsadda xatolarning manbalari va turlarini tahlil qilib chiqamiz.

Avvalo, bir nechta o'lchashlar natijalarning takrorlanuvchanligini tekshirishga imkon beradi: bir xil sharoitlarda takroriy o'lchashlar shunga o'xshash natijalarni berishi kerak. Aks holda, agar iloji bo'lsa, tadqiqot sezilarli darajada to'sqinlik qiladi. Shunday qilib, texnikaning ishonchliligini ham, o'lchangan qiymatning mavjudligini ham tekshirish uchun bir nechta o'lchashlar zarur.

Har qanday o'lchashlar bilan qo'pol xatolar mumkin. Bu so'zning standart ma'nosidagi " xatolar " — eksperimentatorning aybi yoki boshqa kutilmagan holatlar tufayli (masalan, uskunaning ishdan chiqishi tufayli) paydo bo'ladi. Albatta, xatolardan qochish kerak va iloji bo'lsa, bunday o'lchashlarning natijalari ko'rib chiqilmasligi kerak.

Xuddi shu fizik miqdordagi o'lchashlarni takroriy takrorlash bilan xatolar **tizimli** yoki **tasodifiy** bo'lishi mumkin. Agar u tajribadan tajribaga takrorlansa, o'z belgisi va kattaligini saqlab qolsa yoki o'lchash jarayonida tabiiy ravishda o'zgarsa, xatoni **tizimli** deb ataymiz.

Tizimli xatolar bir xil o'lchashlarni takroriy takrorlash bilan bir xil harakat qiluvchi omillar tufayli yuzaga keladi. Masalan, tanani havoda bahor tarozilarida tortishda har doim havoning suzuvchi kuchi bilan bog'liq tizimli xato bo'ladi. Uni Arximed qonuniga muvofiq hisoblash va tegishli tuzatish kiritish orqali siz natijalarni qayta ishlashda ushbu tizimli xatodan xalos bo'lishingiz mumkin. Oldindan hisobga olingan tizimli xatolar o'lchash aniqligiga ta'sir qilmaydi.

Tizimli xatoning quyidagi tarkibiy qismlari mavjud:

- instrumental (o'lchash tizimining xatosi tufayli);
- o'rnatish (masalan, gorizonta bo'lmagan tarozilar);
- uslubiy, tanlangan o'lchash usulining nomukammalligi tufayli (masalan, gaz oqimining haroratini ochiq birikma bilan termojuft bilan o'lchash);
- noto'g'ri yoki noto'g'ri formulalar, taxminlardan foydalanishdan kelib chiqadigan nazariy xatolik;
- tuzatishlarni hisoblashdagi xatolar yoki uning kichikligi tufayli tuzatishning yo'qligi tufayli istisno qilinmaydi.

Tizimli xatoning oxirgi komponentini tuzatishlar kiritish orqali bartaraf yetish mumkin emas, chunki ko'pincha bunday xatoga olib keladigan barcha sabablar noma'lum.

Shunday qilib, istisno qilinmagan tizimli xato paydo bo'lishining sabablari quyidagilar bo'lishi mumkin: o'q yoki o'lchash tizimi shkalasining siljishi yoki tebranishi, kuzatuvchining o'lchash tizimiga nisbatan noto'g'ri pozitsiyasi,

noto'g'ri sozlash yoki uning ishlashidagi vaqtinchalik nosozlik, hisobga olinmagan atrof muhit ta'sirlari va boshqalar.

Tizimli xatoning ushbu komponentini hisoblash yo'li bilan aniqlash deyarli mumkin yemasligi sababli, tajriba o'tkazishda uni o'lchash vositasining xatosidan oshmaydigan qiymatga kamaytirish yoki uning paydo bo'lish chegaralarini (oralig'ini) aniqlash metodologiyasida nazarda tutilgan bo'lishi kerak.

Istisno qilinmagan tizimli xatolarni kamaytirishning yeng oddiy usuli, iloji bo'lsa, turli xil usullar yordamida bir xil qiymatni o'lchashdir.

Tizimli xatolar, tasodifiy xatolardan farqli o'laroq, o'lchashlarni takroriy takrorlash orqali aniqlash, yo'q qilish yoki kamaytirish mumkin emas. Ularga, birinchi navbatda, asboblarning noto'g'ri ishlashi (instrumental xato) sabab bo'lishi mumkin, masalan, shkalada nol ofset, shkala deformatsiyasi, noto'g'ri kalibrlash, tartibga solinmagan ish sharoitlari tufayli buzilishlar, qurilma qismlarining eskirishi yoki deformatsiyasi tufayli buzilishlar, vaqt o'tishi bilan qurilma parametrlarining o'zgarishi. isitish va boshqalar. Ikkinchidan, ularning sababi natijalarni talqin qilishda xato bo'lishi mumkin (uslubiy xato), masalan, ba'zi muhim omillarni hisobga olmaydigan hodisaning juda ideallashtirilgan fizik modelidan foydalanish tufayli atmosferadagi past zichlikdagi jismlarni tortish, u Arximed kuchini hisobga olish kerak; elektr zanjirlarida o'lchashda nomukammallikni hisobga olish kerak bo'lishi mumkin ampermetrlar va voltmetrlar va boshqalar.).

Tizimli xatolarni shartli ravishda quyidagi toifalarga bo'lish mumkin.

1. Aniq hisoblash yoki o'lchash mumkin bo'lgan ma'lum xatolar. Agar kerak bo'lsa, ularni to'g'ridan-to'g'ri hisobga olish mumkin: hisoblash formulalariga yoki o'lchash natijalariga o'zgartirishlar kiritish orqali. Agar ular kichik bo'lsa, hisob-kitoblarni soddalashtirish uchun ularni tashlab yuborish mumkin.

2. Muayyan kattaligi noma'lum bo'lgan, ammo kiritilgan xatoning maksimal qiymati nazariy yoki eksperimental ravishda baholanishi mumkin bo'lgan ma'lum xarakterdagi xatolar. Bunday xatolar har qanday tajribada muqarrar ravishda mavjud bo'lib, eksperimentatorning vazifasi o'lchash texnikasini takomillashtirish va yanada ilg'or qurilmalarni tanlash orqali ularni minimallashtirishdir.

Eksperimentning tizimli xatolarining kattaligini baholash uchun qurilmalarning pasport aniqligini hisobga olish kerak (ishlab chiqaruvchi, qoida tariqasida, qurilmaning xatosi ma'lum bir qiymatdan oshmasligini kafolatlaydi),

o'lchash metodologiyasining xususiyatlarini tahlil qilish va iloji bo'lsa, nazorat tajribalarini o'tkazish.

3. Ma'lum tabiatning xatolari, uning kattaligini baholash ba'zi sabablarga ko'ra qiyin (masalan, elektron qurilmalarni ulashda kontaktlarning qarshiligi). Bunday xatolarni o'lchash texnikasini o'zgartirish yoki asboblarni almashtirish orqali yo'q qilish kerak.

4. Va nihoyat, biz shubha qilmaydigan, ammo o'lchash natijalarini sezilarli darajada buzishi mumkin bo'lgan xatolar ehtimoli haqida unutmasligimiz kerak. Bunday xatolar eng xavfli hisoblanadi va ularni faqat o'lchashlarni takroriy mustaqil tekshirish, turli usullar va turli sharoitlarda bartaraf yetish mumkin.

Tizimli xatoni aniq hisobga olish faqat ma'lum bir tajribaning o'ziga xos xususiyatlari hisobga olingan taqdirdagina mumkin. Takroriy o'lchashlar paytida tizimli tarafkashliklarning qaramligiga (korrelyatsiyasiga) alohida e'tibor qaratish lozim. Turli xil holatlarda bir xil xato tasodifiy va tizimli deb talqin qilinishi mumkin.

Tasodifiy (yoki statistik) xatolar o'lchashlar takrorlanganda tasodifiy o'zgaradi, ham kattaligi, ham belgisi va o'zgarishlar bo'lmaydi.

Bundan tashqari, xatolarni kelib chiqishi bo'yicha quyidagilarga ajratish qulay. Masalan:

* tuzilish bo'yicha (instrumental) kamchiliklar (ishlab chiqarish paytida yoki qarish tufayli yuzaga kelgan noaniqliklar), kalibrlash xatolari yoki o'lchash vositalarining g'ayritabiiy ish sharoitlari bilan bog'liq **instrumental** (yoki asbob) xatolar;

* hodisaning nazariy modelining nomukammalligi (hodisaning taxminiy formulalari va modellaridan foydalanish) yoki o'lchash texnikasining nomukammalligi bilan bog'liq **uslubiy xatolar** (masalan, qurilma va o'lchash ob'ektining o'zaro ta'siri o'lchash natijasiga);

* o'lchangan fizik miqdorning tasodifiy tabiati bilan bog'liq **tabiiy** xatolar — ular o'lchashning "xatolari" emas, chunki ular o'rganilayotgan ob'ekt yoki hodisaning tabiatini tavsiflaydi.

Eslatma. Xatolarni tizimli va tasodifiylarga bo'lish aniq emas va tajribani belgilashga bog'liq. Masalan, bitta emas, balki bir nechta bir xil turdagi asboblarni bilan o'lchovlarni amalga oshirib, biz o'lchov va kalibrlashning noto'g'riligi bilan bog'liq sistematik asboblarni xatosini tasodifiyga aylantiramiz. Kelib chiqishi bo'yicha ajratish ham shartli, chunki har qanday qurilma "tabiiy" tasodifiy va tizimli xatolarga (shovqin va shovqin, tebranish, atmosfera sharoitlari va boshqalar) ta'sir qiladi va qurilmaning ishlashi har doim mukammal bo'lmagan nazariya bilan tavsiflangan ba'zi jismoniy hodisalarga asoslanadi.

Tasodifiy xatolar

Tasodifiy tabiat juda ko'p turli xil fizik hodisalarga xosdir va u yoki bu darajada barcha qurilmalarning istisnosiz ishlashida namoyon bo'ladi. Tasodifiy xatolar eksperimentni takroriy takrorlash orqali aniqlanadi-qiymatlarning xaotik o'zgarishi (tebranishlari) $\{X_i\}$ shaklida.

Agar o'rtacha qiymatdan katta yoki kichik darajada tasodifiy og'ishlar taxminan teng darajada bo'lsa, biz o'rtacha arifmetikni hisoblashda bu og'ishlar kompensatsiya qilinishini kutishimiz mumkin va natijada olingan qiymatning xatosi alohida o'lchash xatosidan (x) kamroq bo'ladi.

Tasodifiy xatolar bilan bog'liq bo'lishi mumkin, masalan,

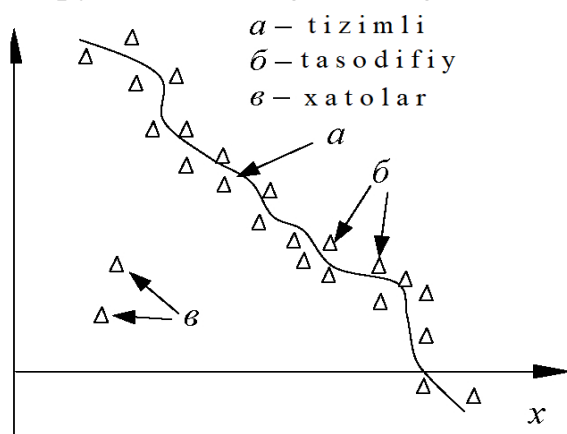
- * amaldagi qurilmalarning xususiyatlari bilan: texnik kamchiliklar (mexanik qurilmalarda teskari zarba, qurilma o'qini biriktirishda quruq ishqalanish), tabiiy (elektr zanjirlarida termal va otilgan shovqin, issiqlik tebranishlari va o'lchash moslamalarining tebranishlari tufayli molekulalarning xaotik harakati, kosmik nurlanish) yoki chayqab, elektromagnit aralashish va x.k.;

- * o'lchash texnikasining o'ziga xos xususiyatlari va kamchiliklari bilan (o'lchashni hisoblashda xato, sekundomer bilan o'lchashda reaksiya vaqti xatosi);

- * o'lchash ob'ekting nomukammalligi bilan (notekis sirt, kompozitsiyaning bir xilligi emasligi);

- * o'rganilayotgan hodisaning tasodifiy tabiati bilan (radioaktiv parchalanish, Braun harakati).

Tasodifiy xatolar har bir tajribada ta'siri bir xil bo'lmagan va prinsipial jihatdan oldindan hisobga olinmaydigan sabablarga ko'ra yuzaga keladi (masalan, qism o'lchamlarini o'lchash paytida atrof-muhit haroratining o'zgarishi). Bu shuni anglatadiki, o'lchangan fizik miqdorning bir xil qiymati uchun bir xil o'lchash tizimi tomonidan qayta-qayta bajarilgan o'lchashlardagi xatolar bir-biriga to'g'ri kelmasligi mumkin, ammo amaliyot shuni ko'rsatadiki, ular ma'lum bir qiymat atrofida guruhlangan (rasm. 5.1).



Fizik miqdorning har bir qiymati uchun o'rtacha xato qiymati orqali chizilgan egri chiziq tizimli xatoning o'zgarish qonunini grafik tarzda aks ettiradi.

5.1-rasm. Xatolar turlari

Ushbu yegri chiziqdan chetga chiqish individual o'lchashlarning tasodifiy xatolarini ifodalaydi. Tasodifiy xatolarning kattaligi bitta o'lchash tizimi tomonidan xuddi shu tarzda bajarilgan o'lchashlar bilan ham farq qiladi. Agar tizimli xato odatda tuzatish yo'li bilan hisobga olinishi mumkin bo'lsa, unda tasodifiy xato bir xil tajribada boshqa kattalikka ega bo'lishi mumkin. Tasodifiy xatolarning tarqalishi qanchalik katta bo'lsa, o'lchash tizimi shunchalik aniq bo'lmaydi.

§5.2. Hodisa ehtimoli

A hodisasi sodir bo'lgan har qanday hodisani anglatadi. Misol uchun, otilganda nishonga urish. Hodisa, agar u albatta sodir bo'lishi kerak bo'lsa, ishonchli deb ataladi va aksincha, voqea sodir bo'lmasa, imkonsiz deb ataladi. Aytaylik, testlarni cheksiz takrorlash imkoniyati mavjud, ularning har birida o'zgarmagan sharoitlarni saqlab, B hodisasining ko'rinishi yoki ko'rinmasligi qayd yetilgan.

Misol uchun, 10 ta zarbadan 7 (n) ta zarba (Δn) nishonga tegdi. $\frac{\Delta n}{n}$ nisbati odatda A hodisaning chastotasi deb ataladi, ya'ni:

$$P(A) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\Delta n}{n} = 0,7.$$

Yuqoridagiya ifodadan ko'rinib turibdiki, ishonchli hodisaning ehtimoli $P(A) = 1$ uchun $\Delta n = n$ qachon $P(A) = 0$ imkoni bo'lmaydi. Shunday qilib, $0 < \Delta n < n$ da $0 < P(A) < 1$ bo'ladi.

§5.3. Bevosita o'lchashlarning tasodifiy, tizimli va umumiy (mutlaq) xatolarini hisoblash

A kattalikni o'lchash natijasi jadvalidan foydalanib, tasodifiy xatoning ishonch chegarasini quyidagi formula bo'yicha aniqlashimiz mumkin.

$$\varepsilon = t_a(n)S(\bar{x}) = t_a(n) \sqrt{\frac{1}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2},$$

bu yerda $x_i - i$ A ning o'lchash natijasi; \bar{x} - o'rtacha arifmetik o'lchash natijasi; n - o'lchashlar soni.

N	$\alpha = 0,683\%$	$\alpha = 0,95\%$	$\alpha = 0,99\%$	$\alpha = 0,9973\%$
3	1,32	4,70	9,9	19,2
4	1,20	3,18	5,8	9,2
5	1,15	2,78	4,6	6,6
6	1,11	2,78	4,0	5,5
7	1,09	2,78	3,7	4,9
8	1,08	2,78	3,5	4,5
9	1,07	2,78	3,4	4,3
10	1,06	2,78	3,2	4,1
11	1,05	2,78	3,1	4,0
15	1,03	2,78	3,0	3,6
20	1,03	2,78	2,9	3,4
30	1,02	2,78	2,8	3,3
50	1,01	2,78	2,7	3,2
100	1,00	2,78	2,6	3,1
200	1,00	2,78	2,6	3,0
∞	1,00	2,78	2,58	3,0

Tizimli xatoning ishonch chegarasini aniqlash uchun har bir o'lchash moslamasining pasportida o'lchash vositasining δ ruxsat yetilgan xatosi chegarasi ko'rsatiladi. Uni quyidagi formula bo'yicha ham hisoblash mumkin

$$\delta = \frac{\Delta \cdot X_n}{100}.$$

bu yerda Δ - o'lchash moslamasining aniqlik klassi (odatda qurilma shkalasida ko'rsatilgan bo'ladi); X_N -normallashtiruvchi qiymat (ishchi shkalaning yakuniy qiymati).

Styudent $t_a(\infty)$ koeffitsiyenti va o'lchash asbobining xato chegarasini bilib, quyidagi formula bo'yicha tizimli xatoning ishonch chegarasini hisoblash mumkin

$$\theta = t_a(\infty) \frac{\delta}{3} = t_a(\infty) \frac{\Delta \cdot X_N}{300}.$$

Agar o'lchashlar paytida bir xil tartibdagi tasodifiy va tizimli xatolar mavjud bo'lsa, unda ikkala xato ham hisobga olinishi kerak. Keyin o'lchashning

umumiy xatosining ishonch chegarasi (yoki u mutlaq xato deb ataladi) formula bo'yicha aniqlanadi

$$\Delta x = \sqrt{\varepsilon^2 + \theta^2}$$

Yakuniy natija $A = (\bar{x}y \pm \Delta x)$, α - qiymati yeksperimentator tomonidan tanlanadi. O'lchash natijasining raqamli qiymati xato qiymati bilan bir xil raqamli razryad bilan tugashi kerak.

O'lchash birligi va tanlangan ishonch ehtimoli, masalan, ishonch oralig'i yopilgan qavslardan keyin α yoziladi:

$$H = (14,82 \pm 0,03\text{mm}, \alpha = 0,95).$$

Agar tasodifiy xatolar qurilmaning tuzilish tufayli yuzaga kelgan xatodan kamroq bo'lsa, unda o'lchashlarni qayta-qayta qilishning hojati yo'q. Bunday holda, xato qurilma shkalasining yeng kichik bo'linmasi bo'lagining yarmiga teng deb taxmin qilinadi. Xuddi shu xato bitta o'lchashlar uchun qabul qilinadi.

§5.4. Fizik miqdor birliklari etalonlari

Etalon – bu birlikni ko'paytirish va (yoki) saqlashni, shuningdek uning hajmini tekshirish sxemasiga muvofiq quyi darajadagi o'lchash vositalariga o'tkazishni ta'minlaydigan va belgilangan tartibda standart sifatida tasdiqlangan o'lchash vositasi (yoki o'lchash vositalarining to'plami).

Berilgan o'lchash maydonida yerishilgan yeng yuqori aniqlik bilan fizik miqdor birligini ko'paytiradigan etalon **birlamchi etalon** deyiladi.

Fizik miqdor birligining etaloni - bu o'lchashlarning bir xilligini ta'minlash uchun fizik miqdor birliklarini ko'paytirish va (yoki) saqlash va ularning o'lchamlarini mamlakatda ishlatiladigan o'lchash vositalariga uzatish uchun o'lchash vositasi. Vakolatli organlar tomonidan belgilangan tartibda tasdiqlanadi.

Etalonning tuzilishi, uning xususiyatlari va birlikni ko'paytirish usuli ushbu fizik miqdorning tabiati va ushbu o'lchash sohasida o'lchash texnologiyasining rivojlanish darajasi bilan belgilanadi.

Etalon quyidagi muhim xususiyatlarga ega bo'lishi kerak (M. F. Malikovga ko'ra): o'zgarmaslik, takrorlanuvchanlik va taqqoslash.

Etalonlarning quyidagi turlari ajratiladi: birlamchi; maxsus; davlat; ikkilamchi; etalon-guvoh; etalon-nusxa; taqqoslash etaloni; ishchi etalon; xalqaro etalon va boshqalar.

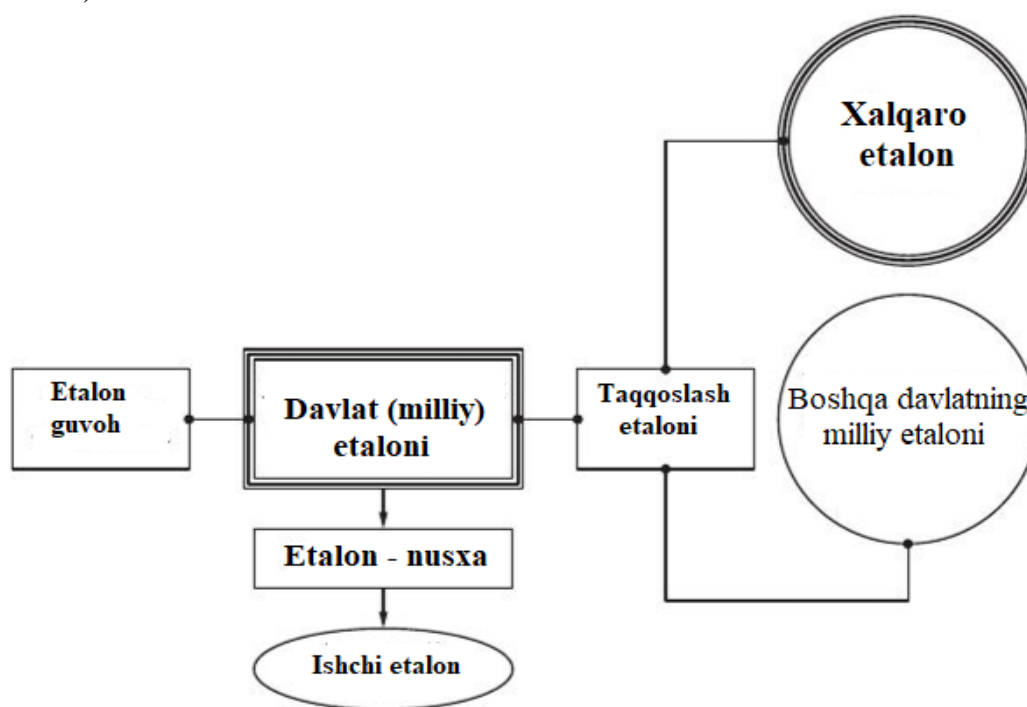
Birlamchi etalon mamlakatda fizik miqdor birligini ko'paytirishning eng yuqori aniqligiga ega.

O'lchash vositasining xatosi SI ko'rsatkichlari va o'lchangan miqdorning haqiqiy qiymati o'rtasidagi farqdir. Fizik miqdorning haqiqiy qiymati noma'lum bo'lgani uchun uning haqiqiy qiymati amalda qo'llaniladi. Ishchi SI uchun eng past toifadagi ishchi standartning ko'rsatkichlari (masalan, 4-chi) haqiqiy qiymat sifatida qabul qilinadi, 4-toifadagi etalon uchun, o'z navbatida, 3-toifadagi ishchi etalon yordamida olingan miqdor qiymati. Shunday qilib, SI qiymati taqqoslash uchun asos sifatida qabul qilinadi, bu tekshiriladigan bo'ysunuvchi SI ga nisbatan tekshirish sxemasida ustundir.

Metrologiya amaliyotiga guvoh etaloni, nusxa - etaloni va maxsus etalon kabi tushunchalar kiritilgan.

Guvoh etaloni davlat etalonining xavfsizligini tekshirish va shikastlangan yoki yo'qolgan taqdirda uni almashtirish uchun mo'ljallangan. **Nusxa etaloni** birlik o'lchamlarini davlat standartidan ishchi etalonlariga o'tkazish uchun ikkinchi darajali etalondir. Bu ko'pincha asosiy etalonning fizik nusxasi yemas, chunki taqqoslash moslamasi (taqqoslagich) yordamida birlik hajmini, masalan, o'lchashdan o'lchashga o'tkazish qulayroqdir. Agar maxsus sharoitlarda birlikni ko'paytirish zarur bo'lsa, maxsus etalon ishlab chiqiladi. **Maxsus etalonlar** birlamchi standartlar deb ataladi.

Standartlarga bo'ysunish quyidagi sxema shaklida ifodalanishi mumkin (rasm - 5.2).



5.2-rasm. Etalonlarga bo'ysunish sxemasi

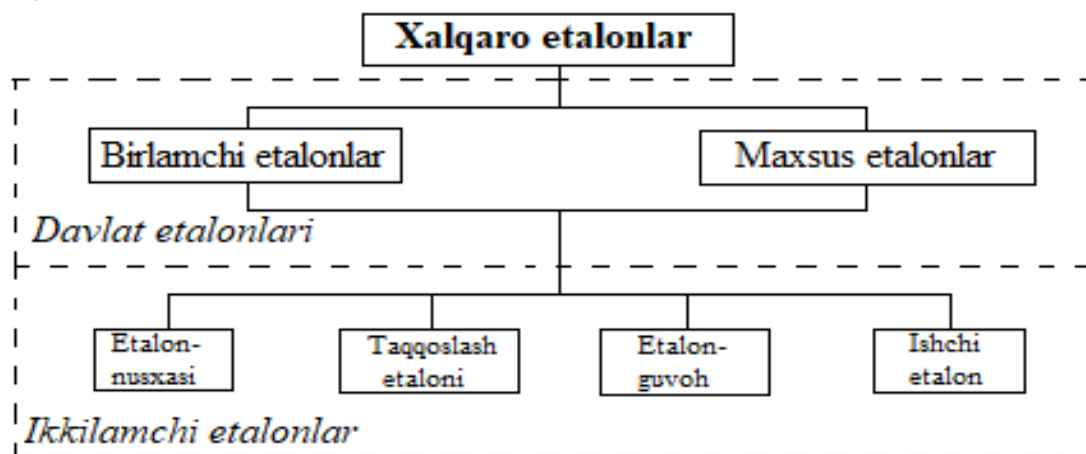
Mamlakat uchun dastlabki o‘lchash vositasi sifatida tasdiqlangan birlamchi etalon kattalik birligining **Davlat etaloni** deb ataladi.

Mamlakatda o‘lchashlarning bir xilligini ta’minlash uchun asos bo‘lgan davlat birlamchi va ikkilamchi etalonlarining umumiyligi mamlakatning ma’lumot bazasini tashkil yetadi. Ma’lumot bazasiga kiritilgan etalonlar soni sanoat yehtiyolariga, ilmiy va texnologik imkoniyatlarga qarab o‘zgaradi. Odatda, etalonlar soni vaqt o‘tishi bilan ortadi, bu o‘lchash vositalarining doimiy rivojlanishi bilan bog‘liq.

Etalonning tuzilishini, uning xususiyatlari va birlikni ko‘paytirish usuli ushbu fizik miqdorning tabiati va ushbu o‘lchash sohasida o‘lchash texnologiyasining rivojlanish darajasi bilan belgilanadi. Fizik miqdorning mos yozuvlar qiymatlarini ko‘paytirish uchun bitta va guruh etalonlari, shuningdek mos yozuvlar to‘plamlari ishlab chiqariladi va ishlatiladi. Agar butun talab qilinadigan diapazon uchun qiymatni bitta asosiy standart bilan ko‘paytirish texnik jihatdan amaliy bo‘lmasa, diapazonning qismlarini qoplaydigan bir nechta asosiy etalonlar yaratiladi, shunda butun diapazon oxir-oqibat qoplanadi.

Xalqaro etalonlar xalqaro og‘irlik va o‘lchashlar byurosida saqlanadi va xalqaro shartnomalarga muvofiq vaqti-vaqti bilan ularning yordami bilan turli mamlakatlarning milliy standartlarini taqqoslash, shu jumladan milliy standartlarni o‘zaro taqqoslash amalga oshiriladi. Masalan, kilogrammning milliy standartlari har 20-25 yilda bir marta, Volt va Om etalonlari va boshqa bir qator etalonlar har uch yilda bir marta taqqoslanadi.

Birliklarning standartlari bir qator xususiyatlarga ko‘ra tasniflanadi (rasm 5.3): birliklarni ko‘paytirish va bo‘ysunishning aniqligiga ko‘ra birlamchi, ikkilamchi va maxsus etalonlarga ajratiladi. Bo‘y sunishiga ko‘ra, ikkilamchi etalonlar nusxa etalonlari, taqqoslash etalonlari, guvoh etalonlari va ish etalonlariga bo‘linadi.



5.3-rasm. Etalonlarni tasniflanishi

O'zbekiston miqyosidagi mavjud har qanday tekshirish sxemalarining boshida ushbu fizik miqdor birliklari uchun O'zbekiston davlat etalon turadi, u O'zbekiston Respublikasi hududida uning hajmini o'lchash vositalariga uzatish uchun markazlashtirilgan, shuningdek asl nusxaga bo'ysunadigan standartlarga muvofiq tasdiqlangan tekshirish sxemasiga asosan ko'paytirish va saqlashni ta'minlaydi.

Nazorat savollari

1. Fizik miqdorning haqiqiy qiymati deb nimaga aytiladi?
2. Xatoliklar tasnifi ifodalab bering.
3. Mutlaq xato deb nimaga aytiladi?
4. Nisbiy xato deb nimaga aytiladi?
5. Sub'ektiv, instrumental va uslubiy xatolarni farqi nimadan iborat?
6. Tasodifiy xatolar qanday xatoliklarga kiradi?
7. Tizimli xatolik nima?
8. Fizik miqdor birligining etalonlarini tushuntirib bering.
9. Qanday etalonlarni bilasiz?
10. Asl etalon, ishchi etalon, davlat etalonlari nima bilan farqlanadilar?

§6. Talabalarning mustaqil ishi va uni amalga oshirishda o'lchashning fizikaviy asoslari fanining mohiyati

"O'lchashning fizikaviy asoslari" fanini o'rganish dasturi auditoriya ishlarining majburiy soatlaridan tashqari, ma'lum miqdordagi mustaqil auditoriyadan tashqari ishlarni ham ta'minlaydi. U talabalarning darsdan tashqari vaqtlarda topshiriq bo'yicha va o'qituvchining uslubiy rahbarligi bilan, lekin uning bevosita ishtirokisiz amalga oshiriladigan rejalashtirilgan o'quv va ilmiy-tadqiqot ishlarini o'z ichiga oladi. Bu o'z navbatida talabalarning samarali mustaqil ishi umumiy va kasbiy kompetensiyalarini shakllantirish va rivojlantirishga katta yordam beradi.

Fanning maqsad va vazifalari: axborot texnologiyalari rivojlanishining hozirgi darajasini hisobga olgan holda integratsiyalashgan yuqori darajadagi tizimlarni qurishning umumiy tamoyillarini o'rganish, shuningdek, bunday tizimlardan foydalanish bo'yicha amaliy ko'nikmalarga yega bo'lishdan iborat.

Ushbu fanni o'zlashtirish uchun talaba quyidagilarni bilishi kerak bo'ladi: metrologiya va standartlashtirishning nazariy asoslarini, o'lchash vositalarining ishlash tamoyillarini, har xil fizik miqdorlarni o'lchash usullarini;

- asosiy tuzilmalar, tipifikatsiya, birlashtirish, dasturiy-apparat komplekslarini qurish tamoyillarini;

- avtomatlashtirish va boshqarishning asosiy standart texnik vositalarining qurilmalari, boshqaruv tizimlarining apparat va dasturiy ta'minotini.

Har xil fizik miqdorlarni o'lchash uchun texnik vositalardan foydalanishni hamda boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish va ishlatish jarayonida dasturiy vositalardan foydalanishni amal qila olishi kerak bo'ladi.

Tizimni tadqiq qilish va loyihalash uchun zamonaviy apparat va dasturiy vositalar bilan ishlash ko'nikmalariga ega bo'lishi kerak va ushbu fanning mazmunini amaliy mashg'ulotlar, yakuniy malakaviy ishlarni bajarish uchun asos deb hisoblasak bo'ladi.

§6.1. Talabalarni mustaqillika tayyorlash bo'yicha tavsiyalar

Mustaqil ish nima?

Mustaqil ish - bu talabalarning mustaqil faoliyatining pedagogik boshqariladigan jarayoni bo'lib, u zarur bilim, ko'nikma, ijodiy ish tajribasini o'zlashtirish va bo'lajak mutaxassisning kasbiy intellektual, irodaviy, axloqiy fazilatlarini rivojlantirish uchun maqsad va vazifalarni amalga oshirishni ta'minlaydi.

Mustaqil ishning ikki turi mavjud :

- o'qituvchi rahbarligida va uning topshirig'i bilan auditoriyada bajariladigan ish;
- auditoriyadan tashqari, talaba tomonidan o'qituvchining topshirig'iga binoan, lekin uning bevosita ishtirokisiz amalga oshiriladi.

Fanni o'rganishda talabalarning auditoriyada mustaqil ishlarining asosiy turlari:

- o'qituvchining muammoli savollariga javoblar;
- talabalar, o'qituvchilar uchun savollar shakllantirish;
- yozma topshiriqlarni bajarish, test sinovlari;
- ijodiy ishlarni bajarish;
- yangi material bilan ahborot berish va taqdimot qilish;
- konspekt yozish, darslik bilan ishlash;
- laboratoriya ishlarini bajarish.

Fanni o'rganishda talabalarning darsdan tashqari mustaqil ishlarining asosiy turlari:

- darslik bilan ishlash;
- o'tilgan mavzuning alohida konspekt yozib olish;
- ma'lumotnoma-ahborot adabiyoti bilan ishlash;

- seminarlarda taqdimot uchun ma'lumot tayyorlash;
- referat yoki tezislar tayyorlash;
- muammoni yechish;
- ko'rgazmali qurollar, asboblarni modellarini ishlab chiqarish;
- Internetdan foydalanish.

Talabalarning mustaqil ishlari quyidagi maqsadlar uchun amalga oshiriladi:

- talabalarning olgan bilim va amaliy ko'nikmalarini tizimlashtirish va mustahkamlash;
- nazariy bilimlarni chuqurlashtirish va kengaytirish;
- maxsus, ma'lumotnomalar, internetdan foydalanish ko'nikmalarini shakllantirish;
- talabalarning bilim qobiliyatlari va faolligini, ijodiy tashabbuskorlik, mustaqillik, mas'uliyat va tashkilotchiligini rivojlantirish;
- mustaqil fikrlash, o'z-o'zini rivojlantirish, o'zini takomillashtirish va o'zini anglash qobiliyatlarini shakllantirish;
- tadqiqot bilimlarini rivojlantirish.

Talabaning mustaqil ishini nazorat qilishning asosiy shakli seminarlar, amaliy va laboratoriya mashg'ulotlari, ma'ruzalarda ijodiy ishlar va tezislarni himoya qilishdir.

Fanning ish dasturiga muvofiq amalga oshiriladigan nazorat ishlari bilim, ko'nikma va malakalar darajasini tekshirishning muhim vositasidir.

Oraliq va yakuniy nazoratlar - nazoratning ommaviy shaklidir.

Talabaning aydinatoriyadan tashqari mustaqil ishi natijalarini baholash mezonlari quyidagilardir:

- talabaning o'quv materialini o'zlashtirish darajasi;
- talabaning nazariy bilimlardan muammolarni hal qilishda foydalanish qobiliyati;
- javobning to'g'riligi va ravshanligi;
- talablarga muvofiq materialni asoslash va javoblarini taqdim etish olishidir.

§6.2. Yangi materialni o'rganishda talabalarning mustaqil ishi ustida ishlashi

Talabaning yangi materialni mustaqil o'rganishini ta'minlaydigan ko'nikmalarni shakllantirish bo'yicha ishlar auditoriyadan boshlanadi. Guruhga u yoki bu darslik materialini mustaqil ravishda o'rganish taklif etiladi. Bunday ishni

bajarish uchun talaba aniq nimani bilishi kerakligini bilishi va ushbu ishni bajargandan keyin qila olishi kerak. Talabalarni yo‘naltiradigan va ushbu ishning yakuniy maqsadiga olib boradigan maxsus savollar va topshiriqlar doskaga oldindan yoziladi. Agar savollar bo‘lsa, darslikda ushbu materialni o‘rgangandan so‘ng talaba qaysi savollarga javob berishi kerakligini ko‘rsatadi. Mustaqil ishni bajarishda berilgan savollarni ayrimlari savollar orasida darslikda to‘g‘ridan-to‘g‘ri javob berilmaydiganlar ham bor bo‘lishi mumkin, shuning uchun talabaning ba‘zi mulohazalari talab qilinadi. Biroq, yangi materialni o‘rganish bo‘yicha har bir mustaqil ish, albatta, o‘rganilgan narsalarni tushunishni tekshirish bilan yakunlanadi.

§6.3. Nazariy materialni mustaqil tayyorlash bo‘yicha uslubiy tavsiyalar

Talabalarning fanning alohida mavzularini o‘rganish bo‘yicha mustaqil ishi ushbu material bo‘yicha darsliklarni izlash, nazariy materialni o‘rganish va tahlil qilish, quyidagi savol va topshiriqlar yordamida ushbu mavzu bo‘yicha bilimlarni o‘z-o‘zini nazorat qilishni o‘z ichiga oladi.

1. Fizik miqdorlar va birliklarning turlari.
2. Fizik miqdor birliklari tizimlari.
3. Xalqaro fizik miqdor birliklari tizimi.
4. O‘lchashlarni fizik asoslarining mohiyati
5. O‘lchash natijalarini aniqligini baholash
6. Fizik o‘lchashlar usullari va xatoliklarni qayta ishlash
7. Fizik kontinium. Materiya va harakat
8. Dunyo fizik qiyofasining zamonaviy elementlari
9. O‘lchashlar va ularning turlari
10. Ishonch intervali va ishonch ehtimoli tushunchalari
11. O‘lchash ma’lumotlari asosida grafik chizishning asosiy qoidalari
12. O‘lchash ma’lumotlari asosida grafik chizishning asosiy qoidalari
13. Fizik miqdor birliklarini qo‘llash tizimi.
14. O‘lchov vositalarining tasnifi.
15. O‘lchash vositasining tuzilishi va tamoyillari.
16. O‘lchov usullari.
17. O‘lchash o‘zgartkichlari.
18. Boshqaruv va tuzatish elementlari.
19. Ijro yetuvchi mexanizmlar va rostlovchi organlar.

20. Yelektr o'lchash uskunalarining agregat kompleksining tuzilishi va tarkibi.
21. Etalonlar bazasi.
22. O'lchovlarning bir xilligini ta'minlashning davlat tizimi.
23. O'lchov vositalarining metrologik xususiyatlarini tanlash va normallashtirish tamoyillari.
24. O'lchov vositalarining aniqlik sinflari.
25. O'lchov vositalarining metrologik ishonchliligi.
26. Analog va raqamli o'lchash vositalarining tasnifi.
27. Analog birlamchi o'lchash o'zgartkichlari.
28. Ko'rsatuvchi va qayd etuvchi qurilmalar.
29. O'lchash o'zgartkichlarining umumiy xususiyatlari va tasnifi.
30. Issiqlik o'lchash o'zgartkichlari. Termojuftlar

§6.4. Laboratoriya ishlari va amaliy mashg'ulotlarga mustaqil tayyorgarlik ko'rish uchun uslubiy tavsiyalar

Laboratoriya ishlari bajarish talabalarga materialni chuqurroq o'rganishga yordam beradi, ammo har bir ish o'rganilayotgan hodisaning mohiyatini aniq tushungan holda bajarilishi shart. Buning uchun laboratoriya mashg'ulotidan oldin ham unga tayyorgarlik ko'rish, ishning tavsifini va ma'ruzalarning tegishli mavzularini diqqat bilan o'qib chiqish va ishning mohiyatini tushunishga ishonch hosil qilish kerak. Keyin nimani va qanday o'lchash kerakligini aniqlashingiz kerak.

Laboratoriyada birinchi marta ishlay boshlagan talabalarga ba'zi maslahatlarni keltirib o'taylik

Laboratoriya ishida "aniq" o'lchashlar qilishni boshlashga hech qachon shoshilmang. Birinchidan, sifatli, baholash tajribalarini o'tkazing. Ushbu bosqichda qurilma ishlayotganiga ishonch hosil qilish kerak bu esa yeksperimental ma'lumotlar o'rganilayotgan hodisani kattalik tartibida to'g'ri tasvirlaydi.

Laboratoriya mashg'ulotlariga tayyorgarlikni yengillashtirish uchun laboratoriyalardagi ishlarning tavsiflaridan tashqari, ish dasturining oxirida laboratoriya ishlariga oid ma'lumotnomalar uchun uslubiy ko'rsatmalardan foydalanishingiz mumkin.

Ushbu ko'rsatmalar zarur nazariy bo'limlarni o'z ichiga oladi. Ular kerakli ta'riflarni beradi va kerakli formulalar keltiriladi.

Bundan tashqari, har bir ishning tavsifida kerak bo'lgan nazorat savollari mavjud bo'ladi, laboratoriya ishlariga tayyorgarlik ko'rish uchun ushbu savollarni uyda oldin bir qator saralash kerak bo'ladi.

Hisobotga qo'yiladigan talablar: ish natijalari alohida varaqlardagi jadvallar shaklida tuzatishlarsiz aniq qayd yetiladi va o'qituvchiga imzo qo'yish uchun beriladi. Hisobot alohida varaqlarda tuziladi va quyidagilarni o'z ichiga olishi kerak:

1. Talabning familiyasi, fakulteti, kursi, guruh raqami, laboratoriya ishi bajarilgan sanasi;
2. Laboratoriya ishining nomi va raqami;
3. Qurilmaning sxemasi yoki chizmasi, ishlatilgan o'lchash asboblari ro'yxati;
4. Ularda shartli belgilarni tushuntirish bilan ishlatilgan hatolik formulalari va asosiy formular;
5. O'lchov natijalari jadvalda ifodalanishi;
6. Hisoblash formulalarida raqamli qiymatlar uimdagi amallarni ifodalanishi.
7. Xatoliklarni hisob-kitob qilish;
8. Yakuniy natijalar va grafikalar (grafikalar millimetr yoki katak qog'ozga qalam bilan chiziladi va hisobotga yopishtiriladi), qisqacha xulosalar yoziladi. Hisobot o'qituvchi tomonidan imzolanadi va laboratoriya ishi belgilangan tartibda topshiriladi.

§6.5. Mustaqil ish va individual topshiriqlar – testlar-talabalarning mustaqil faolligi darajasini oshirishni ta'minlaydigan ish turlari

Talabalarning mustaqil faolligini oshirishni ta'minlaydigan yeng keng tarqalgan ish shakli bu mustaqil ish va individual topshiriqlardir.

Didaktik maqsadiga ko'ra mustaqil ish va individual vazifalarni ikkita asosiy turga bo'lish mumkin: o'qitiladigan va nazorat qilinadigan.

Mustaqil ishlar va har xil turdagi individual topshiriqlar fanni har tomonlama uslubiy ta'minlashning ajralmas qismi bo'lgan didaktik materiallarni tashkil etadi.

Testlar talabalarning bilim va ko'nikmalarining bir qator sifat xususiyatlari to'g'risida ma'lumot beradi. O'z-o'zini boshqarish rejimida mustaqil ishni tashkil qilishda, o'quv materialini takrorlashda test topshiriqlaridan foydalanish qulay. Javoblarni tanlash bilan test topshiriqlari ayniqsa qimmatlidir, chunki har bir

talabaga mavzu bo'yicha bilimlarni (bir nechta mavzular, barcha fanlardan) o'zlashtirish uchun majburiy talablar doirasini aniq tasavvur qilish, ularning rivojlanishini ob'ektiv baholash, qo'shimcha va individual ish uchun aniq ko'rsatmalar olish imkoniyati beriladi.

Test o'tkazishda namunaviy savollari

1. Fizik miqdor – bu ...

A) fizik ob'ektning xususiyatlaridan biri, ko'plab fizik ob'ektlar uchun sifat jihatidan umumiy, ammo ularning har biri uchun miqdoriy jihatdan individualdir;

B) o'lchov ob'ekti;

C) vazifaning asosiy maqsadiga muvofiq o'lchanadigan, yoki o'lchangan miqdor.

2. Ko'pgina fizik ob'ektlar uchun sifat jihatidan keng tarqalgan, ammo miqdoriy jihatdan ularning har biri uchun individual bo'lgan xususiyatlardan biri deyiladi:

A) jismoniy miqdor;

B) o'lchov birligi;

C) sifat ko'rsatkichi;

D) o'lchovlarning birligi.

3. Fizik kattalikning miqdoriy xarakteristikasi ... deyiladi.

A) hajmi;

B) o'lchov ob'ekti;

C) vazifaning asosiy maqsadiga muvofiq o'lchanagan, yoki o'lchanadigan miqdor.

4. Natijani olish usuliga ko'ra barcha o'lchovlar quyidagilarga bo'linadi:

A) to'g'ridan-to'g'ri, bilvosita, qo'shma va kumulyativ;

B) statik va dinamik;

C) bevosita va bilvosita.

5. O'lchov natijalari ifoda qarab bo'linadi.

A) mutlaq va nisbiy;

B) teng-joriy va teng bo'lmagan-joriy;

V) texnik va metrologik.

6. Bir vaqtning o'zida bir xil nomdagi bir nechta miqdor o'lchanganda, o'lchovlar ... deyiladi.

A) kumulyativ;

B) bilvosita;

C) qo'shma.

7. O'lchangan qiymatning o'zgarish tezligi o'lchov tezligiga mos keladigan o'lchovlar ... deyiladi.

A) dinamik;

B) texnik;

V) metrologik

8. Qo'shimcha o'lchov xatosining eng muhim manbai ...

A) o'lchov shartlarining normaldan og'ishi;

B) ishlatilgan o'lchov usuli;

C) haqiqiy ob'ekt va qabul qilingan model o'rtasidagi nomuvofiqlik.

9. O'lchov vositasining o'zgartirish funksiyasi ... metrologik xususiyatlar guruhiga kiradi:

A) o'lchov natijalarini aniqlash uchun;

B) ta'sir yetuvchi omillarga sezgirlik;

C) dinamik.

10. Ampermetr ... qarshilik qiymatiga yega bo'lishi kerak.

A) kichik;

B) katta;

C) qurilma turiga bog'liq.

§6.6. Fanni o'zlashtirish nazorati shakllari

Joriy (oroliq) nazorat

Talabalar bilimini joriy (oroliq) nazorat qilish laboratoriya, amaliy, ma'ruza darslarida, shuningdek fanni mustaqil o'rganish jarayonida olingan bilimlarning o'zlashtirilishini tekshirish uchun zarurdir. Joriy (oroliq) nazorat laboratoriya va amaliy ishlar bo'yicha hisobotlarni topshirish va o'tgan material bo'yicha sinov shaklida amalga oshiriladi.

Fanni o'zlashtirish sifatini baholash dasturi o'quv ishlarining doimiy monitoringini, talabalarni oraliq attestatsiyadan o'tkazishni va fan uchun kreditni o'z ichiga oladi. Fan bo'yicha bilimlarni joriy va oraliq nazorat qilishning o'ziga xos shakllari va tartiblari universitet tomonidan mustaqil ravishda ishlab chiqiladi va har bir semestr boshida talabalar ye'tiboriga yetkaziladi.

Yakuniy nazorat

Bu semestrda fan tugagandan so'ng amalga oshiriladigan nazorat shakli. Nazorat turi quyidagi shaklda o'tkazilishi mumkin: test, yozma yoki og'zaki.

§6.7. O'lchashning fizik asoslari darsligini qiyosiy tahlili

"O'lchashlarning fizik asoslari" larsligining yaratilishi Oliy ta'lim tizimida 60711300 "Metrologiya, standartlashtirish va mahsulot sifati menejmenti" (soha bo'yicha) ta'lim yo'nalishida bakalavr ta'lim yo'nalishi bo'yicha tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan. "O'lchashlarning fizik asoslari" fanini o'qitishning maqsadi sanoat va ilmiy tadqiqotlarda materiallar va mahsulotlarning xususiyatlarini o'lchash va nazorat qilish asosidagi fizik jarayonlar va hodisalarni o'rganish va tizimlashtirish, murakkab muammolarni hal qilish uchun mutaxassislarni tayyorlashdan iborat.

Ushbu yo'nalish bo'yicha jahonda ko'plab davlatlarda olimlar tomonida O'lchashlarning fizik asoslariga qaratilgan bir necha darslik va o'quv qo'llanmalar yaratilgan. Bu darlik va o'quv qo'llanmalar deyarli ko'pchiligi rus va boshqa horijiy tillarda chop tilgan. Masalan: Первишин А. Н. Измерение физических величин и обработка IX результатов: учеб. пособие / А.Н. Первишин, А.Н. Дружинин. - Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2010. - 64 С. Сурдо А. И. С. физические основы измерений: учебное пособие / А. И. Сурдо, Д. Ю. Бирюков-Екатеринбург: УрФУ 2013. 143 С. Афанасьев А.А. Физические основы измерений: учебник для студентов. viss. учеб. заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 240 С. Спектор С. А. Электрические измерения физических величин. Метод измерения: учебное пособие для вузов / С. А. Спектор-Л.: Энергоатомиздат, Ленинград. отд., 1987. – 320 с., O'zbekiston Respublikasida shu sohaga oid darsliklar: E.Muxamedov. Metrologiya, texnologik parametrlarni o'lchash usullari va asboblari. Darslik. Toshkent. O'qituvchi., 1991. B.E.Egamberdiyev,

P.R.Ismatullayev. Fizikaviy va kimyoviy o‘lchashlar o‘quv qo‘llanma (2017 yil), P.R.Ismatullayev, P.M.Matyakubova, Sh.A.Turayev Metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlashtirish. Toshkent davlat texnika universiteti, 2015 yil. Abduvaliyev A.A., Latipov V.B., Umarov A.S., Alimov M.N., Boyko S.R., Hakimov O.Sh., Xvan V.I. Standartlashtirish, metrologiya, sertifikatlashtirish va sifat. O‘quv qo‘llanma. – T.: SMSITI, 2008 y. – 267 b. va boshqalar tomonidan ham asosan o‘quv qo‘llanmalar yaratilgan.

Bu o‘quv qo‘llanmalar yaratilganligiga oradan ancha vaqt o‘tganligini inobatga olib, shu bilan birga yangi mutahassisliklarni ochilishi, yangi texnologiyalarni respublikamizga kirib kelishi tufayli ushbu darslikni yaratilishiga zaruriyat to‘g‘ildi.

Shu bilan birga, Respublikamizda loyihalananayotgan va qurilayotgan yangi ishlab chiqarish korxonalari paydo bo‘lishi va xorijiy korxonalarni tashkil etilishi, va ularda xorijdan olib kelingan zamonaviy texnologiyalarni qo‘llanilishi o‘z navbatida yangi zamonaviy yesh mutaxassislarni tayarlash talab etiladi. O‘z navbatida ularga zamonaviy texnologiyalar asosida bilim berish talab etiladi. Mavjud korxonalarda esa jadal texnik taraqqiyot tufayli ishlab turgan texnologiyalar va asbob uskunalar ma’lum davrdan so‘ng «eskiradi» va yangilashni talab qiladi, shu jumladan amaldagi texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish tizimlarini yanada zamonaviy hamda takomillashganlari bilan almashtirishni talab qiladi. Amaldagi ishlab chiqarish korxonalaridagi avtomatlashtirish tizimlarini takomillashtirishda, shuningdek, texnologiya va jixozlarni yangilashda mustaqil iqtisodiy baholashlar bo‘lishi mumkin.

Agarda ushbu darslik va o‘quv qo‘llanmalarni horijiy oliy o‘quv yurtlari bilan qiyoslaydigan bo‘lsak, albatta ulardan ko‘ra darslik intellektual insonparvarlik g‘oyalarning aks ettirilishi, insonning tabiat va ijtimoiy hayotda o‘ta mas’uliyatligini anglatishga qaratilganligi bilan, vatanparvarlik hissi, ma’naviy-axloqiy sifatlar shakllantirilishi, ta’lim va tarbiya uzviyligini ta’minlashga e’tibor berilishi bilan farqlanadi.

Darslikda horijiy oliy o‘quv yurtlarida foydalaniladigan darsliklar qatorida ushbu darslikda jahon ilm-fani, texnika va texnologiyalarning eng so‘nggi yutuqlarini inobatga olinganligi, uning ahamiyatini ifodalanishi, soha va fanga oid milliy va xorijiy tajriba va ma’lumotlar mantiqiy bir tizimda bayon etilishida o‘xshashliklar mavjud.

Horijiy o‘quv yurtlarida yaratilgan darsliklardan ya’na bir tomoni darslikda O‘zbekiston respublikasini rivojlantirish strategiyasining demokratik,

huquqiy, iqtisodiy, ijtimoiy, siyosiy yo‘nalishlarida mamlakat taraqqiyotining ustuvor masalalariga asoslangan holda yaratilganligi bilan farqlanadi.

Atamalar va iboralar termasi

Avtomatik rostdash - texnikaviy jarayonni xarakterlovchi rostlanuvchi fizik kattaliklarni oldindan berilgan qonun bo‘yicha yoki belgilangan qiymat chegarasida o‘zgarishini avtomatik tarzda ushlab turish, bunda rostlanuvchi ob‘ektning rostlovchi organiga boshqaruvchi ta’sir ko‘rsatiladi.

Agregat [lot. aggrego – birlashtiraman]: Mashinalar, jihozlar, uskunalalar (mashinalar majmuasi)ning bir xillashtirilgan mustaqil uzeli.

Izoh – agregatlar biri boshqasiga bog‘liq bo‘lmagan holda tayyorlanadi va alohida vazifalarni mustaqil bajara oladigan to‘la o‘zaro almashinish xususiyatiga ega. Agregatlarga, masalan, turli xil agregatlardan jamlangan elektron bloklar, o‘zgartirgichlar, o‘lchash kallaklari, elektr motorlar, nasoslar, reduktorlar, avtomobillarning tayanch modellari, traktorlar, yo‘l-qurilish mashinalari va boshqalar taalluqli bo‘ladi. Natijada turli xil vazifalarni bajarishga mo‘ljallangan agregatlashtirilgan ishlab chiqarish mashinalari vujudga keladi.

Agregatlash: Ko‘p marotaba foydalanishga mo‘ljallangan bir xillashtirilgan va standart agregatlar (uzellar) detallar va qismlardan mashina, asbob-uskuna, jihoz va boshqa anjomlar loyihalarini tuzish uslubi.

Izoh – agregatlash har bir yangi mashinani asl nusxa sifatida tuzishni emas, balki ko‘pchilik holatlarda, mavjud mashinalarning loyihasi tuzilgan va ishlab chiqarishda o‘zlashtirib olingan jihatlaridan foydalanish orqali agregatlar va uzellarni ishlab chiqarishga imkon yaratadi. Agregatlash bir xillashtirishning mantiqiy taraqqiyoti.

Aniqlik klassi - ushbu turdagi barcha o‘lchash vositalarining umumlashtirilgan xarakteristikasi bo‘lib, ularning o‘qishlari aniqligini pastdan baholashni belgilaydi.

Asl etalon ostidagi tekshirish sxemasida turgan etalonlar odatda bo‘ysunuvchi etalonlar deb ataladi.

Asosiy o‘lchash diapazoni - bu boshqa barcha o‘lchash diapazonlari kirish elementlari (ajratgichlar, shuntlar, o‘lchash kuchaytirgichlari) yordamida hosil bo‘ladigan diapazon.

Bevosita o‘lchash - bu to‘g‘ridan-to‘g‘ri usul bilan amalga oshiriladigan o‘lchash bo‘lib, unda fizik miqdorning kerakli qiymati ushbu miqdorni uning birligi bilan taqqoslash orqali olinadi.

Bilvosita o'lchash - bu bilvosita usul bilan amalga oshiriladigan o'lchash bo'lib, unda kerakli miqdor bilan funksional bog'liq bo'lgan boshqa fizik miqdorlarni to'g'ridan-to'g'ri o'lchash natijalari asosida fizik miqdorning kerakli qiymati aniqlanadi.

Birlamchi etalon - bu mamlakatda eng yuqori aniqlik bilan birlikni ko'paytirishni ta'minlaydigan etalon (xuddi shu birlikning boshqa etalonlariga nisbatan).

O'lchangan qiymatning butun diapazoniga bitta asosiy standart bilan xizmat qilish texnik jihatdan amaliy bo'lmagan taqdirda, ushbu diapazonning qismlarini butun diapazon qoplanadigan tarzda qoplaydigan bir nechta birlamchi standartlar yaratiladi. Bunday holda, "qo'shni" birlamchi standartlar tomonidan ko'paytiriladigan birliklarning o'lchamlari muvofiqlashtiriladi.

Bir xil standart: O'zbekiston davlat standartining xalqaro yoki mintaqaviy standartga muvofiqligining qabul qilingan tasnifiga ko'ra, «bir xil» muvofiqlik darajasi, mamlakatda xalqaro yoki mintaqaviy standart qabul qilinganligini ifodalaydi.

Bitta marta o'lchash - bu bir marta amalga oshiriladigan o'lchash.

Birxillashtirish darajasi: Mahsulotning birxillashtirilgan tarkibiy qismlar bilan to'yinganligi.

Izoh – mahsulotlar va ular tarkibiy qismlarining birxillashtirish darajasi (standartlashtirish darajasi) qo'llanish koeffitsenti, takrorlanish koeffitsenti, loyihalararo birxillashtirish (o'zaro) koeffitsiyenti yordamida aniqlanadi.

Dastlabki etalon-bu eng yuqori metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan etalon (ushbu laboratoriyada, tashkilotda, korxonada), undan birlik hajmi quyi standartlarga va mavjud o'lchash vositalariga o'tkaziladi.

Mamlakatdagi asosiy etalon birlamchi etalon bo'lib, respublika, viloyat, vazirlik (bo'lim) yoki korxonada uchun asosiy etalon ikkinchi darajali yoki ishchi etalon bo'lishi mumkin. Vazirlik (bo'lim) uchun dastlabki etalon bo'lgan ikkilamchi yoki ishchi etalon ko'pincha **idoraviy etalon** deb ataladi.

Davlat birlamchi etaloni (davlat etaloni) vakolatli davlat organining qarori bilan davlat hududida dastlabki deb tan olingan birlamchi etalondir.

Masalan, metr, kilogramm, amper, Kelvin, kandela, Nyuton, Paskal, volt, Bekkerelning Davlat etalonlari.

Davlat etaloni - mamlakat uchun manba sifatida rasman tasdiqlangan asosiy yoki maxsus etalondir.

Dinamik o'lchash- o'lchash

- hajmi har xil bo'lgan fizik miqdor; va

- agar kerak bo'lsa-vaqt o'tishi bilan uning o'zgarishi.

Dinamik o'lchash vaqt momentini aniq belgilash bilan amalga oshiriladi.

Ikkilamchi etalon-birlik hajmini to'g'ridan-to'g'ri ushbu birlikning asosiy standartidan oladigan standart.

Instrumental xatolar - bu ishlatiladigan o'lchash vositalarining xatolariga bog'liq bo'lgan xatolar.

Ishchi standart-bu birlik hajmini ishlaydigan o'lchash asboblari o'tkazish uchun mo'ljallangan standart.

Ishchi etalon atamasi terminologiyani soddalashtirish va uni xalqaro darajaga yaqinlashtirish maqsadida amalga oshiriladigan namunaviy o'lchash vositasi (o'qlar) atamasini almashtirdi. Agar kerak bo'lsa, ish standartlari yeksa uchun odatdagidek toifalarga bo'linadi (1, 2, 3, ..., n).

Bunday holda, birlik hajmini uzatish bo'ysunuvchi ish etalonlari zanjiri orqali amalga oshiriladi. Shu bilan birga, ushbu zanjirdagi oxirgi ish standartidan birlik o'lchami ishlaydigan o'lchash asbobiga o'tkaziladi.

Kontaktli o'lchash usuli - bu o'lchash uchi o'lchangan qismning yuzasi bilan aloqa qiladigan usul va kontaktning tabiati nuqta, chiziqli yoki sirt bo'lishi mumkin.

Ko'p marta o'lchash - bu fizik miqdorning bir xil hajmini o'lchash, natijasi bir necha ketma-ket (bitta) o'lchashlardan olinadi.

To'rt yoki undan ortiq bitta o'lchashdan iborat o'lchashni ko'p deb hisoblash mumkin degan fikr mavjud.

Ko'rsatkichlar - fizik xususiyatlarni aniqlash (ko'rsatish) uchun mo'ljallangan texnik qurilmalardir.

Maxsus etalon - bu maxsus sharoitlarda birlikning ko'payishini ta'minlaydigan va ushbu sharoitda birlamchi etalon o'rnini bosadigan etalon.

Metrologik o'lchashlar - bu ularning o'lchamlarini ishlaydigan o'lchash vositalariga yetkazish uchun fizik miqdor birliklarini ko'paytirish uchun standartlar va namunaviy o'lchash vositalaridan foydalangan holda o'lchashlar.

Milliy etalon - bu mamlakat uchun ma'lumotnoma sifatida xizmat qilish uchun rasmiy qaror bilan tan olingan etalon. Ushbu ta'rif mohiyatan davlat etaloni tushunchasining ta'rifiga to'g'ri keladi. Bu shuni ko'rsatadiki, davlat etaloni va milliy etalon atamalari bir xil tushunchani aks ettiradi.

Natijada, milliy etalon atamasi alohida davlatlarga tegishli standartlarni xalqaro etalon bilan taqqoslashda yoki bir qator mamlakatlar etalonlarini dumaloq taqqoslashda qo'llaniladi.

Mutlaq o'lchash - bu bir yoki bir nechta asosiy miqdorlarni to'g'ridan-to'g'ri o'lchash va/yoki fizik doimiylarning qiymatlaridan foydalanishga asoslangan o'lchash.

Statik o'lchash - bu ma'lum bir o'lchash vazifasiga muvofiq o'lchash vaqti davomida o'zgarmagan holda olinadigan fizik miqdorni o'lchash.

Uslubiy xatolar - bu o'lchash usulining nomukammalligi, ishlatilgan formulalarni chiqarishda soddalashtiruvchi taxminlar va taxminlardan foydalanish, shuningdek o'lchash moslamasining o'lchash ob'ektiga ta'siri tufayli yuzaga kelgan xatolar.

Ta'sir qiluvchi fizik miqdor - bu o'lchash maxsus o'lchash vositalari tomonidan ta'minlanmagan, ammo ushbu o'lchash vositasi taqdim yetilgan fizik miqdorni o'lchash natijalariga ta'sir qiladigan fizik miqdor.

Taqqoslash etaloni-bu yoki boshqa sabablarga ko'ra to'g'ridan-to'g'ri bir-biri bilan taqqoslab bo'lmaydigan etalonlarni taqqoslash uchun ishlatiladigan etalon.

Texnik o'lchashlar - ishlaydigan o'lchash asboblari yordamida o'lchashlar.

Jarayon - vaqt o'tishi bilan fizik miqdorning o'zgarishi.

Fizik miqdor - bu fizik ob'ektning xususiyatlaridan birining xarakteristikasi:

- ko'plab fizik ob'ektlar uchun sifat jihatidan keng tarqalgan; lekin

- har bir ob'ekt uchun miqdoriy jihatdan individual.

Fizik miqdorni o'lchash -maxsus texnik vositalar (o'lchash asboblari) yordamida yeksperimental ravishda fizik miqdorning qiymatini topish.

Fizik miqdorning kattaligi - bu ma'lum bir moddiy ob'ekt, tizim, hodisa yoki jarayonga xos bo'lgan fizik miqdorning miqdoriy aniqligi.

Fizik miqdorning haqiqiy qiymati - bu ob'ektning mos keladigan xususiyatini sifat va miqdoriy jihatdan ideal tarzda aks yettiradigan fizik miqdorning shunday qiymati.

Fizik miqdorning raqamli qiymati - bu miqdor qiymatiga kiritilgan mavhum raqam. Muayyan fizik miqdor uchun uning raqamli qiymati tanlangan fizik miqdor birligiga bog'liq.

Fizik miqdorning shkalasi - bu aniq o'lchashlar asosida kelishuv asosida qabul qilingan fizik miqdor qiymatlarining tartiblangan ketma-ketligi.

Fizik parametr - bu miqdorning yordamchi xarakteristikasi sifatida fizik miqdorni o'lchashda ko'rib chiqiladigan fizik miqdor.

Etalon - bu maxsus spetsifikatsiyaga muvofiq tayyorlangan va standart sifatida belgilangan tartibda rasmiy ravishda tasdiqlangan o'lchash vositalariga uning o'lchamlari to'g'risidagi ma'lumotlarni uzatish maqsadida jihozni ko'paytirish va (yoki) saqlashni ta'minlaydigan texnik qurilma.

Etalon nusxa - u birlik hajmi haqidagi ma'lumotlarni ishchi etalonga uzatish uchun ishlatiladigan etalon.

O'lchash - bu haqiqiy kuzatuvlar natijalarini hisoblash yoki miqdorini aniqlashning boshqa usullaridan foydalanish.

O'lchash asbob ko'rsatishining xatosi - asbobni o'qish va o'lchangan qiymatning haqiqiy (haqiqiy) qiymati o'rtasidagi farqdir.

O'lchash ma'lumotlari - fizik miqdorlarning qiymatlari haqida ma'lumot. O'lchash ma'lumotlariga o'lchash xatosi, o'lchashlar soni va boshqalar haqidagi ma'lumotlar ham kiritilishi mumkin.

O'lchash signali - o'lchangan fizik miqdor haqida miqdoriy ma'lumotni o'z ichiga olgan signal.

O'lchash sifati-bu vositalar, usul, metodologiya, o'lchash shartlari va o'lchash birligi holatining o'lchash vazifasi talablariga muvofiqligini aniqlaydigan o'lchash xususiyatlari to'plami.

O'lchash paytida kuzatish - o'lchash paytida amalga oshiriladigan va o'z vaqtida va to'g'ri hisoblashga qaratilgan operatsiyalar.

O'lchash ob'ekti - bu bir yoki bir nechta o'lchanadigan yoki o'lchanadigan fizik miqdorlar bilan tavsiflangan tanadir.

O'lchash vositasi - o'lchashlarda ishlatiladigan va standartlashtirilgan metrologik xususiyatlarga ega bo'lgan texnik vositadir.

O'lchash vositalarining ko'rsatkichlarini o'qish - bu ma'lum bir vaqtda o'lchash vositasining o'lchash moslamasi tomonidan qayd yetilgan miqdor yoki raqamning qiymati.

O'lchash vositalarining metrologik tasniflari - bu o'lchash natijalari va aniqligiga ta'sir qiluvchi ularning texnik xususiyatlari.

O'lchash vositasining qo'shimcha xatosi - bu ish sharoitida ishlatiladigan o'lchash vositasining xatosi bo'lib, u odatdagidan ta'sir qiluvchi miqdorlarning kengroq diapazonlari bilan farq qiladi.

O'lchash natijasi xatosi - bu o'lchash natijasining o'lchangan qiymatning haqiqiy qiymatidan og'ishi.

O'lchash usuli - bu o'lchash jarayoni amalga oshiriladigan prinsiplar va o'lchash vositalaridan foydalanish texnikasi to'plami.

O'lchashsiz fizik miqdor - bu fizik miqdor bo'lib, uning o'lchamida asosiy fizik miqdorlar nolga teng darajaga kiritilgan. Fizik miqdorlarning bir tizimida o'lchashsiz fizik miqdor boshqa fizik miqdorlar tizimida o'lchashli bo'lishi mumkin.

O'lchangan fizik miqdor - bu o'lchash vazifasining asosiy maqsadiga muvofiq o'lchanadigan, o'lchanadigan yoki o'lchanadigan fizik miqdor.

O'lchash o'zgartkichlari - bu ma'lumotni o'lchash signallarini keyingi o'zgartirish, uzatish, saqlash, qayta ishlash uchun qulay bo'lgan shaklda ishlab chiqaradigan, ammo qoida tariqasida kuzatuvchi tomonidan to'g'ridan-to'g'ri idrok yetilishi mumkin bo'lmagan o'lchash asboblari.

Har qanday miqdorni o'lchash - uning qiymatini o'lchash birligi sifatida olingan ushbu miqdorning ba'zi bir qiymati bilan taqqoslashni anglatadi.

Qo'shimcha xatolar - bu qurilma normal ishlaydigan sharoitlarning og'ishidan kelib chiqadigan xatolar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YHATI

1. Ismatullayev, P.R. Metrologiya asoslari. O'quv qo'llanma. / Ismatullayev P.R., Qodirova Sh.A., A'zamov A.A. Toshkent, TDTU, - 2007. 129 b.
2. Yusupbekov N.R. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish / Yusupbekov N.R., Muxammedov B., Gulyamov Sh.M. O'zR oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. –T.: O'qituvchi, 2011. 576 b.
3. Кулаков, М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств / м.В. Кулаков. – М.: Машиностроение, 2018. 424 С.
4. Kalandarov P.I. Texnologik nazoratning asboblari. Darslik. 2022, "TIQXMMI" MTU.
5. Бегунов А.А., Исматуллаев П.Р., Икрамов Г.И. Измерение в технологических отраслях промышленности. Ташкент. Изд. "Мехнат", 1990. – 280 С.
6. Исматуллаев П.Р., Матякубова П.М., Мухаммедханов У.Т. Физические основы измерений. Учебно-методическое пособие. Ташкент. ТашГТУ. 2011. -126 С.
7. Первишин А. Н. Измерение физических величин и обработка их результатов: учеб. пособие / А.Н. Первишин, А.Н. Дружинин. - Самара: Изд-во Самар, гос. аэрокосм, ун-та, 2010. - 64 С.

8. Сурдо А.И. Физические основы измерений: учебное пособие / А. И. Сурдо, Д. Ю. Бирюков. Екатеринбург: УрФУ 2013. 143 С.
9. Шишмарев, В. Ю. Основы проектирования приборов и систем : учебник для бакалавров / В. Ю. Шишмарев. — М.: Издательство Юрайт, 2011. — 343 С.
10. Грязин Д.Г. Основы метрологии и метрологического обеспечения.- СПб: Университет ИТМО, 2019. – 72 С.
11. Alan Morris, Reza Langari. Measurement and Instrumentation. Theory and Application. 3rd Edition - September 2, 2020. eBook ISBN: 9780128171424. <https://www.elsevier.com/books/measurement-and-instrumentation/morris/978-0-12-817141-7>
12. Karen W. Gripp., Anne M. Slavotinek., Judith G. Hall. Handbook of Physical Measurements 3rd Edition. October 24, 2013. 582 p.
13. Karen W. Gripp, Anne M. Slavotinek, Judith G. Hall, Judith E. Allanson Handbook of Physical Measurements. Published: New York, 2013; online edn, Oxford Academic, 1 Feb. 2014), <https://doi.org/10.1093/med/9780199935710.002.0003>, accessed 14 Apr. 2023.

MUNDARIJA		
	KIRISH	3
I bob	FIZIK MIQDORLARNI O'LCHASH	4
§ 1.1.	O'lchashlarni fizik asoslarining mohiyati	4
§ 1.1.2.	O'lchashlarni fizik asoslarining mohiyati	7
§ 1.1.3.	O'lchash natijalarini aniqligini baholash	8
§1.1.4.	Fizik o'lchashlar usullari va xatoliklarni qayta ishlash	10
§ 1.2.	Fizik kontinuum. Materiya va harakat	12
§ 1.3.	Dunyo fizik qiyofasining zamonaviy elementlari	23
§ 1.1.3.	O'lchashlar va ularning turlari	28
§ 1.4.	Ishonch intervali va ishonch ehtimoli tushunchalari	36
§ 1.4.1.	O'lchash ma'lumotlari asosida grafik chizishning asosiy qoidalari	37
§ 1.4.2.	O'lchash ma'lumotlari asosida grafik chizishning asosiy qoidalari	42
§ 1.5.	Fizik kattaliklarni o'lchashdagi asosiy qonunlar	50
II bob	O'LCHASH USULLARI VA VOSITALAR	56
§ 2.	O'lchash usullarining tasnifi	56
§ 2.1.	O'lchash o'zgartkichi	62
§ 2.1.1.	Datchik tushunchasi	65
§ 2.1.2.	Datchikning sezgirligi	67
§ 2.1.3.	Datchiklar va ularni tasniflanishi	69
§ 2.1.4.	Datchiklar va ularni tasniflanishi	70
§ 2.1.5.	Datchiqlarning tahiliy tasnifi	75
§ 2.2.	O'lchash vositalari va ularning tasnifi	83
§ 2.2.1.	O'lchash asbobi	83
§ 2.2.2.	Texnologik jarayonlarda texnologik parametrlarni o'lchash asboblari	92
§ 2.2.3.	O'lchash qurilmasi	94

§ 2.2.4.	O'lchash mashinasi	96
§ 2.2.4.	O'lchash va hisoblash kompleksi	97
§ 2.2.4.	O'lchash tizimi	98
§ 2.3.	"Texnik va texnologik" o'lchash tushunchalari	100
§ 2.3.1.	Zamonaviy o'lchash asboblari ishlab chiqarish korxonalarida qo'llash tajribalari	103
§ 2.3.2.	Zamonaviy o'lchash asboblari	104
§ 2.4.	Fizik kattaliklarni o'lchash usullari va vositalari	119
§ 2.4.1.	O'lchash usullari va vositalari	121
§ 2.4.2.	O'lchash qiymatni taqqoslash tamoyiliga ko'ra tasniflash	123
§ 2.4.3.	Fizik kattaliklarni o'lchash asboblari	124
§ 2.4.4.	Geyzenbergning noaniqlik tamoyili	125
§ 2.4.5.	Fizik kattaliklarni o'lchash asboblari	127
III bob	O'LCHASH VOSITALARINING METROLOGIK TASNIPLARI	132
§ 3.	Metrolgik tasniflar haqida tushunchalar	132
§ 3.1.	O'lchash vositalarining metrologik tasniflari	137
§ 3.2.	Fizik kattaliklar va ularning birliklarining o'lchamlari va belgilarini yozish qoidalari	139
§ 3.2.1.	Fizik kattaliklar va ularning birliklarining o'lchamlari	140
§ 3.2.2.	Kattalik birliklari va ularning belgilarini yozish qoidalari	145
§ 3.3.	O'lchashlarni avtomatlashtirish.	147
§ 3.4.	Mantiq tushunchasi	151
§ 3.4.1.	Mantiqiy funksiyalar, mantiqiy elementlar, ularni ishlab chiqarish texnologiyalari va ishlash prinsiplari	152
§ 3.4.2.	Kommutatsiya funksiyalari	158
§ 3.4.3.	Mantiqiy elementlar	159
§ 3.5.	Fizik va matematik model tushunchalari	165
§ 3.5.1.	Modellashtirish turlari	169

§3.5.2.	Modellashtirishning asosiy bosqichlari	171
IV bob	O'LGHASH NATIJALARINI QAYTA ISHLASH	173
§ 4.1.	O'lchash natijalarini qayta ishlash usullari	173
§ 4.1.1.	O'rtacha arifmetik usuli	174
§ 4.1.2.	O'lchash natijalarini o'rtacha kvadrat og'ish usuli	174
§ 4.1.3.	Kuzatuv natijalarini taqsimlashning normalligini tekshirish	176
§ 4.2.	Natijalarni qayta ishlash tartibi	177
§ 4.3.	Bilvosita o'lchash natijalarini qayta ishlash	178
§ 4.4.	Signallarning turlari	180
§ 4.4.1.	Analog signal	183
§ 4.4.2.	Diskret signal	183
§ 4.5.	Unifikatsiyalangan (normallashtirilgan) analog signallar	185
§ 4.6.	Universal o'lchash asboblari	189
§ 4.7.	Raqamli - analog va analog - raqamli o'zgartirgichlar.	190
§ 4.8.	Variatsion ko'rsatkichlar	194
§ 4.9.	O'rtacha chiziqli og'ish	197
§ 4.10.	Dispersiya	198
§ 4.11.	Standart og'ish	198
§ 5.	Fizik miqdorlarni o'lchashdagi xatoliklar	199
§ 5.1.	Xatoliklar tasnifi	199
§ 5.2.	Hodisa yehtimoli	206
§ 5.3.	Bevosita o'lchashlarning tasodifiy, tizimli va umumiy (mutlaq) xatolarini hisoblash	206
§ 5.4.	Fizik miqdor birliklari etalonlari	208
§ 6.	O'lchashning fizik asoslari darsligini qiyosiy tahlili	211
§ 6.1.	Talabalarni mustaqillika tayyorlash bo'yicha tavsiyalar	212
§ 6.2.	Yangi materialni o'rganishda talabalarning mustaqil ishi ustida ishlashi	213

§ 6.3.	Nazariy materialni mustaqil tayyorlash bo'yicha uslubiy tavsiyalar	214
§ 6.4.	Laboratoriya ishlari va amaliy mashg'ulotlarga mustaqil tayyorgarlik ko'rish uchun uslubiy tavsiyalar	215
§ 6.5.	Mustaqil ish va individual topshiriqlar – testlar, talabalarning mustaqil faolligi darajasini oshirishni ta'minlaydigan ish turlari	216
§ 6.6.	Fanni o'zlashtirish nazorati shakllari	218
§ 6.7.	O'lchashning fizik asoslari darsligini qiyosiy tahlili	219
	Atamalar va iboralar termasi	221
	Foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati	226

KALANDAROV PALVAN ISKANDAROVICH

Texnika fanlari doktori, professor

O'LGHASHNING FIZIKAVIY ASOSLARI

Oliy o'quv yurtlari uchun darslik

Bosh muharrir

P.R. Ismatullaev

Muharrir

M. Mustafoeva

Bosishga ruxsat etildi 00 "_____" 2023 y. Qog'oz o'lchami 60x84 – 1/16

Hajmi _____bosma taboq. – nusxa. Buyurtma №

TIQXMMI MTU bosmaxonasida chop etildi

Toshkent – 100000, Qori-Niyoziy ko'chasi, 39 uy.