

**MAVZU:**  
**ILMIY TADQIQOTLARDA**  
**O'LCHOV TEXNIKASI.**

Ma'ruzachi: dotsent, t.f.n. Sh.Raxmonov

# Reja:

- 1. O'lchash, o'zgaruvchilar va o'lchanadigan kattaliklar.**
- 2. Noelektrik kattaliklarni o'lchash priborlari va qurilmalari**
  - 2.1. O'lchash apparatlarining umumiy xarakteristikalar**
  - 2.2. Datchiklar va o'zgartirgichlar**
  - 2.3. Qayd qiluvchi apparaturalar**
- 3. O'lchashlar aniqligi**

Qishloq xo'jaligi elektr uskunalari  
ekspluatatsiyalash jarayonida, capital va joriy  
ta'mirlangan elektrotexnik uskunalarni sinovdan  
o'tkazish elektrotexnologik jarayonlarning energetik  
ko'rsatkichlarini o'rganish va amaliy tadqiqotlar  
o'tkazishda o'rganilayotgan kattaliklar va energetik  
hamda texnologik ko'rsatkichlarning miqdoriy  
qiymatlarini o'lchash zaruriyati tug'iladi.

O'lchash davomida miqdoriy kattaliklar  
o'rganilayotgan jarayon voqelik yoki hodisani nafaqat  
o'zgarish qonuniyatlari, balki miqdoriy va sifat  
bog'liqliklarini ham ochib beradi.

O'lchash tajriba asosida aniqlangan biror fizik kattalikni uning bir birlik deb qabul qilingan kattaligi (etalon) bilan solishtirish (taqqoslash) jarayonidir. Masalan, elektr zanjirdan oqayotgan tok kuchini ( $I$ ) zanjirga ulangan ampermetr shkalasida qayd etilgan son ko'rsatkich tok kuchini bir birlik deb qabul qilingan kattaligi (etalon) Amper (A) bilan taqqoslanadi.

Xuddi shunday elektr ta'minot tizimida kuchlanishni o'lchashda kuchlanishni bir birlik deb qabul qilingan kattaligi Volt (V) bilan taqqoslanadi.

Agar oʻlchanayotgan kattalik miqdori  $A$  boʻlsa va oʻlchov birligi  $a$  boʻlsa, oʻlchanilayotgan kattalikning son miqdori  $i = A/a$  boʻladi.

*Oʻzgaruvchi* ham deb ataluvchi oʻlchanadigan kattaliklar bogʻliq boʻlmagan, mustaqil bogʻlangan va tashqi oʻzgaruvchi boʻlishi mumkin.

**Bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchi** (kattalik) faqat tadqiqotchi izmi bilan o'zgartiriladi. Masalan, o'zgarmas tok motorni sun'iy mexanik xarakteristikasini qurish uchun uni zanjirdagi qarshilikni o'zgartirishni tadqiqotchi amalga oshiradi yoki elektr motorni buzilmasdan ishlash muddatini tashqi muhit parametrlariga bog'liqligini o'rganishda elektr motor qo'yilgan, sun'iy iqlim hosil qilish kamerada haroratni, namlikni yoki havoni kimyoviy tarkibini tadqiqotchi o'zgartiradi.

**Bog'langan o'zgaruvchi (kattalik) –** bog'liq bo'lmagan o'zgaruvchini o'zgarishi natijasida o'zgaruvchi fizik kattalik. Masalan, o'zgarmas tok motorining yakor zanjiridagi qarshilikni o'zgartirganda yakorni aylanish chastotasi yoki sun'iy iqlim hosil qilish kamerasi haroratini, namligini yoki havoni kimyoviy tarkibini o'zgartirilishi elektr motorning buzilmasdan ishlash muddatini o'zgarishiga olib keladi.

**Tashqi o'zgaruvchi** – tadqiqotchi xohishidan tashqari eksperiment natijalariga ta'sir ko'rsatuvchi sodir bo'ladigan fizik kattaliklar. Masalan, mexanik xarakteristikasi o'rganilayotgan elektr motor ulangan elektr tarmoqda kuchlanish va chastotaning o'zgarishi tashqi o'zgaruvchi hisoblanadi.

Bog'liq bo'lmagan kattaliklarni ilmiy izlanishlarda o'zgartirilib o'lchab nazorat qilishimiz mumkin. Boshqa kattaliklarga bog'liq bo'lgan kattaliklar boshqa kattaliklar bilan birga o'zgaradi, shuning uchun ular faqat nazorat qilinadi.



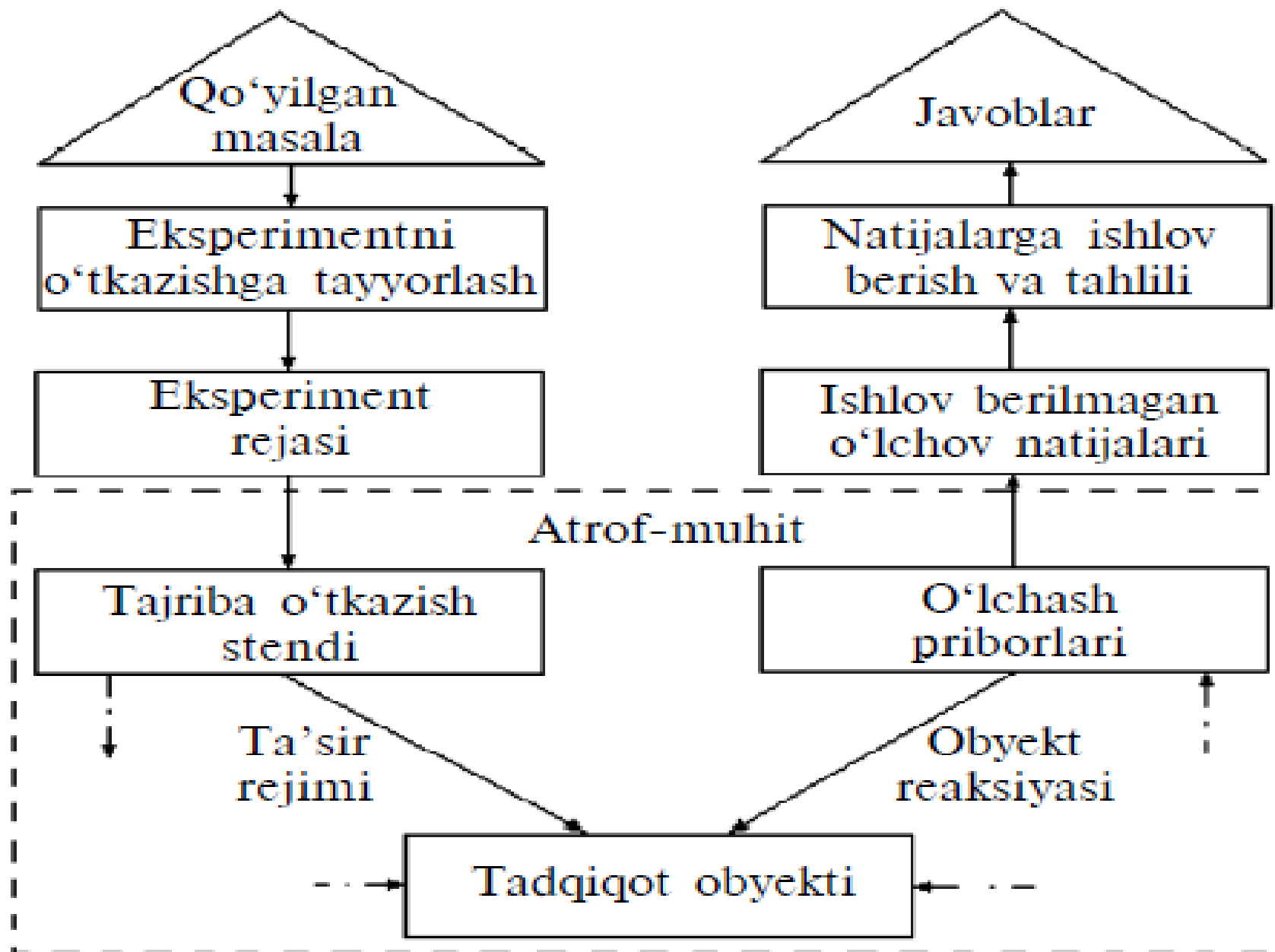
Elektr o'lchov priborlari va asboblardan foydalanib, elektr ta'minot tizimidan uzatilayotgan energiya ( $W$ ), quvvat ( $S, P, Q$ ), tok kuchi kattaligi ( $I$ ), qishloq xo'jaligi elektr uskunalarining energetik ko'rsatkichlari ( $S, P, Q, \cos\varphi$ ), energotexnologik jarayonlar parametrlari ( $T, j, n$ ) va h.k. kattaliklarni o'lchash mumkin.

Ilmiy izlanishlarda o'lchanadigan kattaliklar turlicha bo'lishi mumkin:

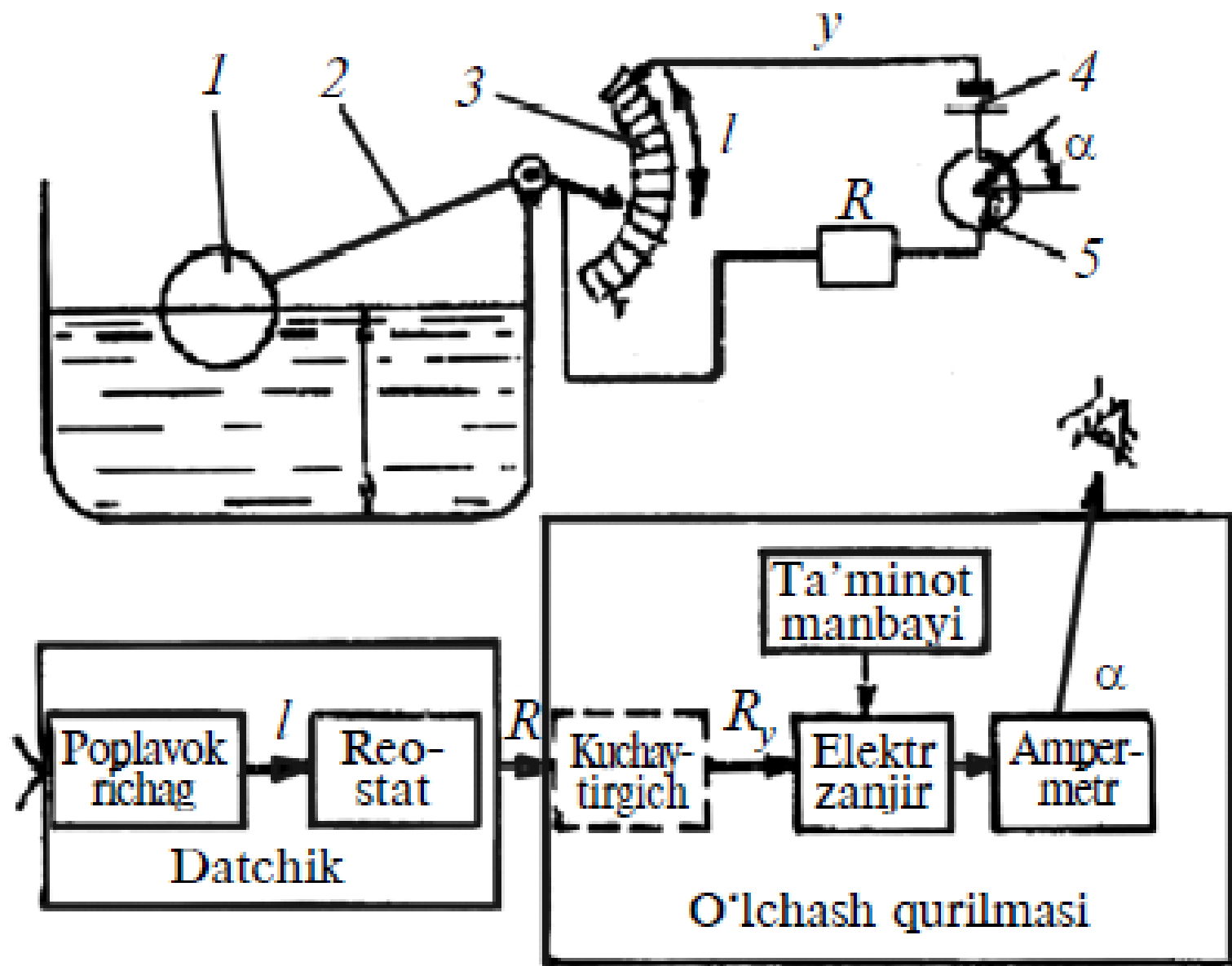
- **geometrik:** hhiziqli, hajmiy o'lchamlar, burchak, siljish, amplituda;
- **kinematik:** tezlik, tezlanish, aylanish chastotasi soni;
- **dinamik:** massa, sarf miqdori, kuch, kuchlanish, bosim, kuch momenti, ish, quvvat.
- **boshqalar:** vaqt, harorat, rang, yoritilganlik, yorug'lik kuchi, akustik, qattqlik, zichlik, gaz tarkibi, nurlanish;
- **elektr:** tok, kuchlanish, energiya, quvvat,  $\cos j$ ,  $\tg j$ ,  $\tgd$ ,  $h$ ,  $K$ .

Eksperimental izlanishlarda o'lchov muhim o'rin tutadi.

Har qanday eksperimental tadqiqotlarda o'lchov priborlari va vositalaridan foydalaniladi va ularni to'g'ri tanlanilishi tadqiqot natijalariga bevosita daxldor omil hisoblanadi.



5.1-rasm. Eksperimental tadqiqotlarni ifodalovchi murakkab tizim sxemasi.



5.2-rasm. O'lchanayotgan kattalikni bir turdan boshqa turga aylantirish (o'zgartirish) sxemasi.

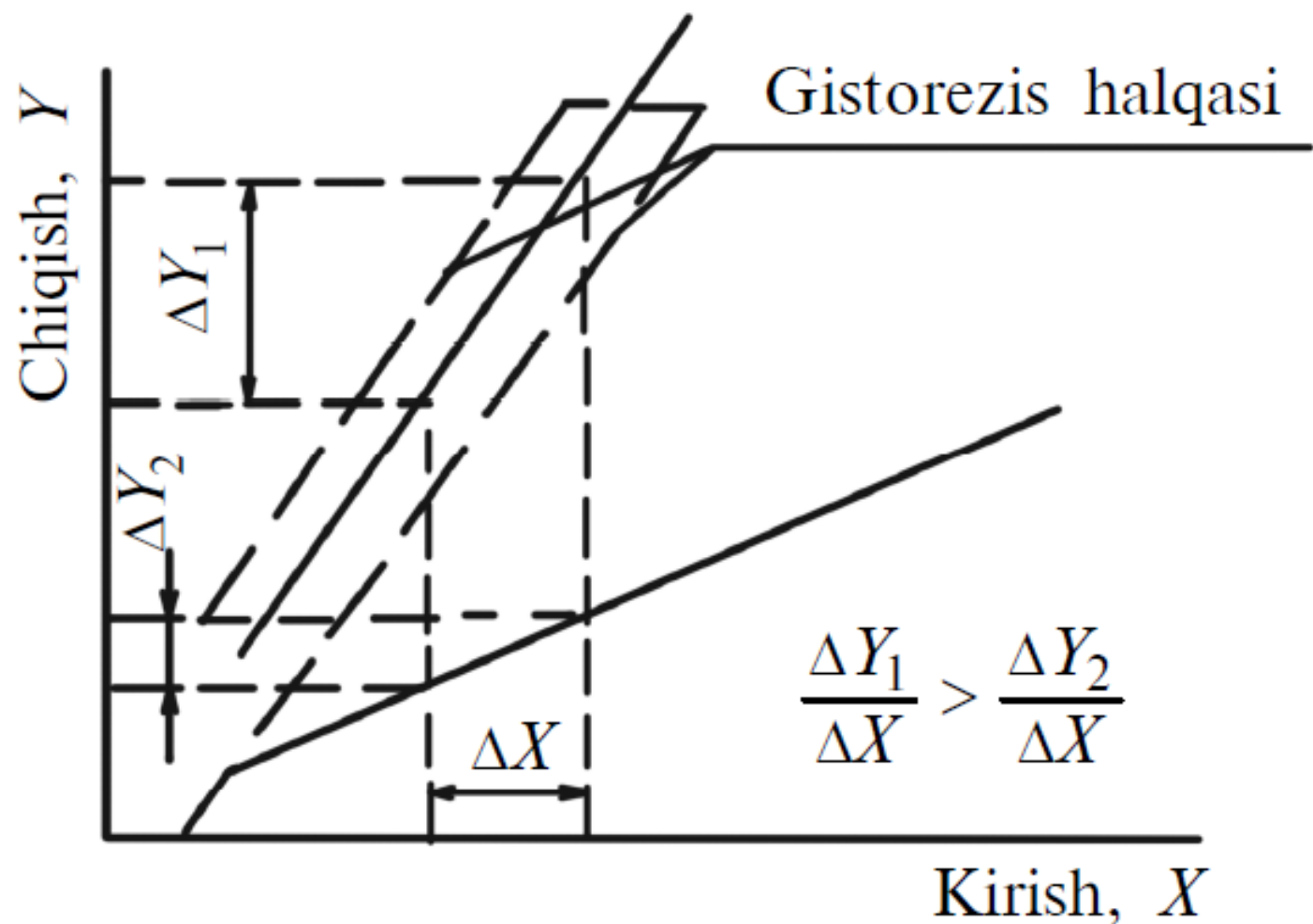
O'lchov tizimining asosiy elementi hisoblanuvchi datchiklar qator talab-larga javob berishi kerak:

– o'lchanayotgan kattalikning o'zgarishiga nisbatan yuqori sezgirlikka ega bo'lishi, ya'ni chiqish kattaligi (chiqish signali)  $\Delta Y$  ning o'zgarishini o'lchanayotgan kirish kattaligining o'zgarishi  $\Delta X$  ga nisbati imkon qadar

katta songa to'g'ri kelishi (5.3-rasm,  $S = \frac{\Delta Y}{\Delta X}$  );

– xarakteristikasining vaqt va tashqi muhit parametrlariga nisbatan stabilligi;

– tashqi ta'sirlarga turg'unligi (mexanik, kimyoviy), chidamli bo'lishi va h.k.lar.



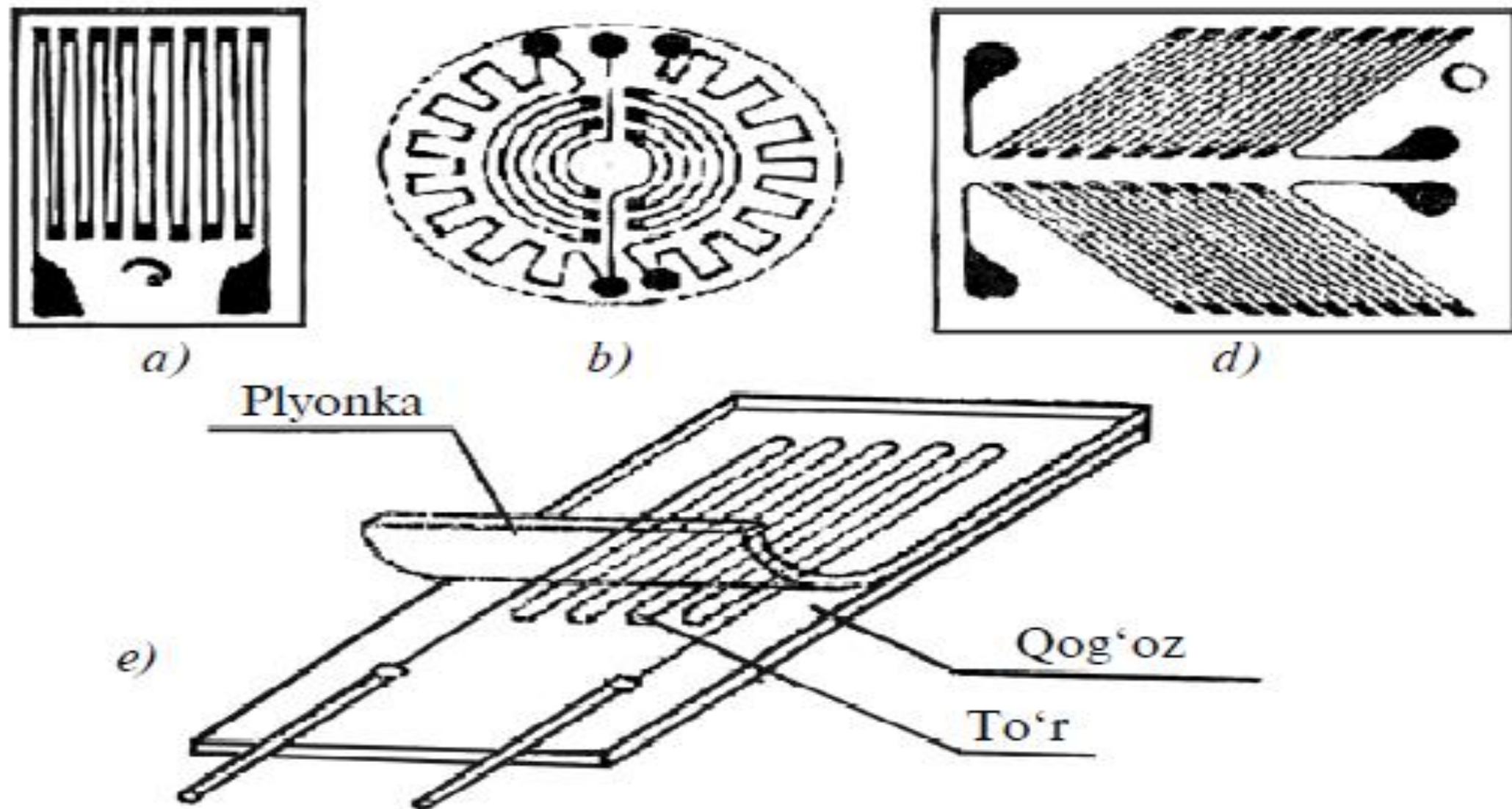
**5.3-rasm.** O'zgartirgichni (datchik)ning sezgirligini tushuntirishga oid sxema.

**Rezistiv o'zgartirgichlar** noelektrik kattaliklarning o'zgarishini o'lchash apparatining elektr zanjiri qarshiligining o'zgarishiga aylantiradi. Bundaylarning oddiy rezistiv o'zgartirgichlarga reostatli yoki reoxordli o'zgartirgichlar kiradi.

**Reostatli (reoxordli) o'zgartirgichda** yurgichi o'lchanadigan noelektrik kattalikning o'zgarishga mos holda zanjir qarshiligini chiziqli yoki ba'zi bir boshqa qonuniyatiga mos holda o'zgartirib siljiydi. Reostatli (5.4-*a* rasm) o'zgartirgich yurgichi *1* karkas *3* ga zichlab o'ralgan chulg'am sim tarmoqlari *2* bo'ylab siljiydi. Reoxordda (5.4-*b* rasm) yurgich *1* tortilgan sim *4* bo'ylab siljiydi. Reostat o'zgartirgich most sxemasiga qo'shiladi (5.4-*d* rasm), bu yurgichning siljishi bilan tokning chiziqli bog'liqliligini ta'minlaydi.

**Tenzorezistorlar.** Keng diapozonli rezistiv o'zgartirgichlar sifatida shuningdek, tenzorezistorlar, tenzoqarshiliklar olinadi. Bular deformatsiyalanganda (cho'zilish va siqilish) o'z qarshiliklarini o'zgartiradi. O'lchami kichik, yengilligi va montaji qulayligi uchun tenzorezistorlar noelektrik kattaliklarni o'lchashda keng tarqalgan.

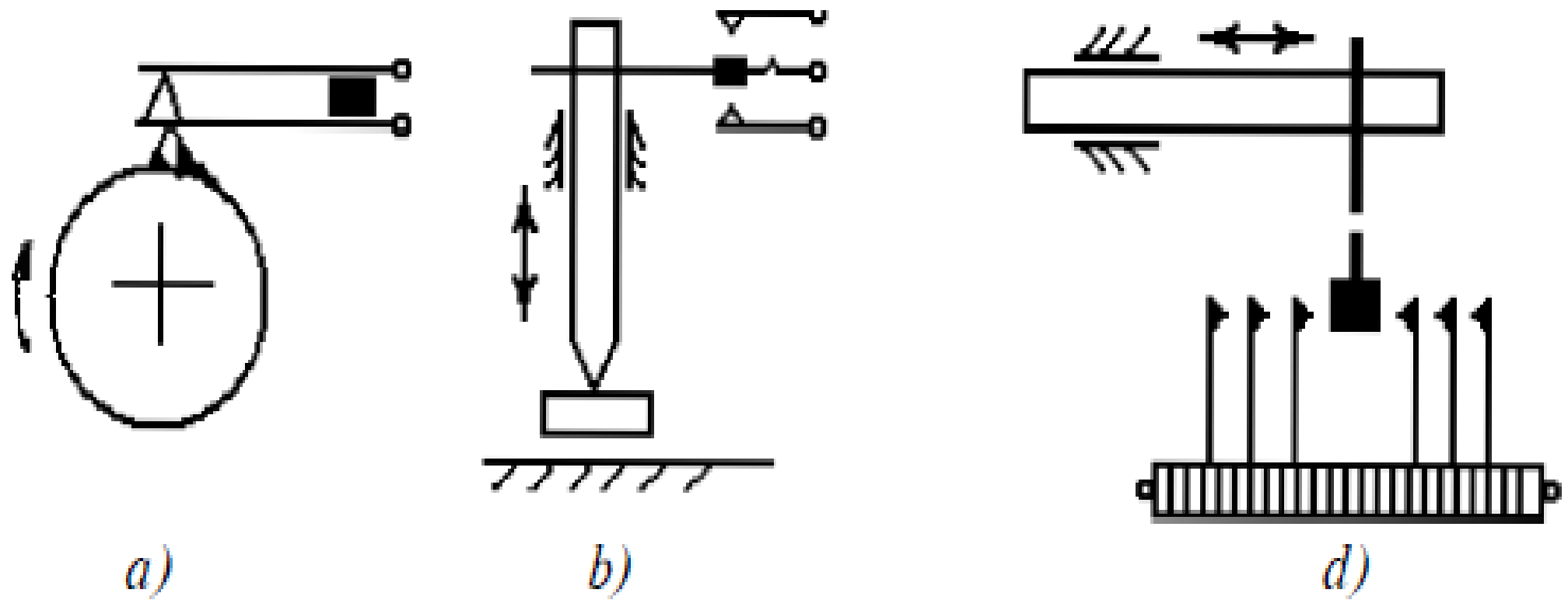




**5.5-rasm.** Falgali (*a, b, d*) va simli (*e*) termorezistorlar:

a) siqilish va cho'zilish kuchlanishini o'lchash uchun; b) membrana va diafragmalarda bosimni o'lchash uchun; d) buralish kuchlanishini o'lchash uchun.



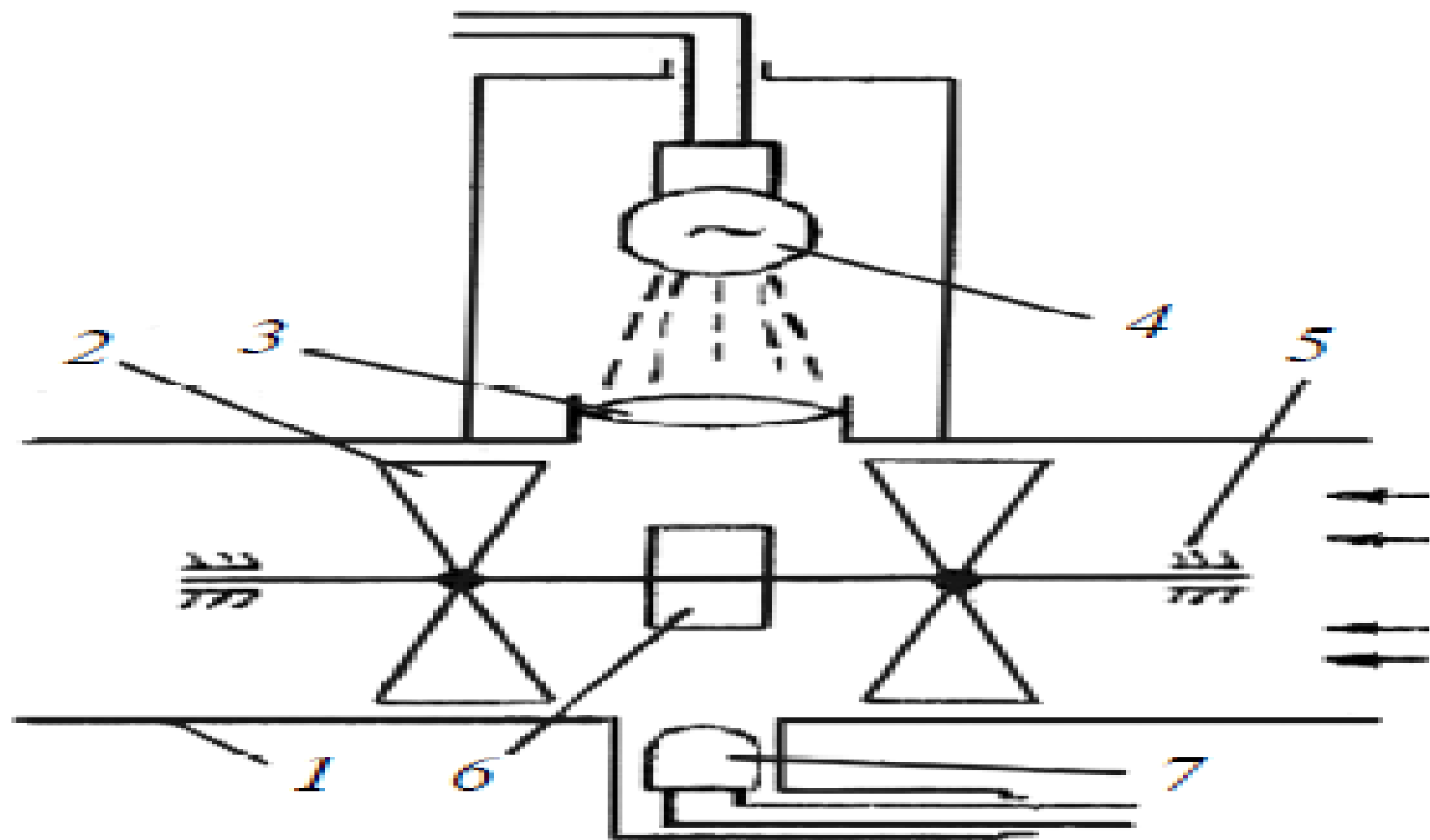


**5.7-rasm. Kontaktli o'zgartirgichlar:**

- a) bir kontaktli (valni aylanish chastotasini o'lchash uchun);
- b) ikki kontaktli; d) ko'p kontaktli.

**Sig'imli o'zgartirgichlar.** Bu kondensatorlar, ularning sig'implari o'lchanadigan noelektrik kattalik ta'sirida o'zgaradi. Bu bilan siljish, bosim, qalinlik, buralish, burchak, suyuqlik sathi kabilarni o'lchash mumkin, ammo u o'ta katta aniqlikni talab qiladi.

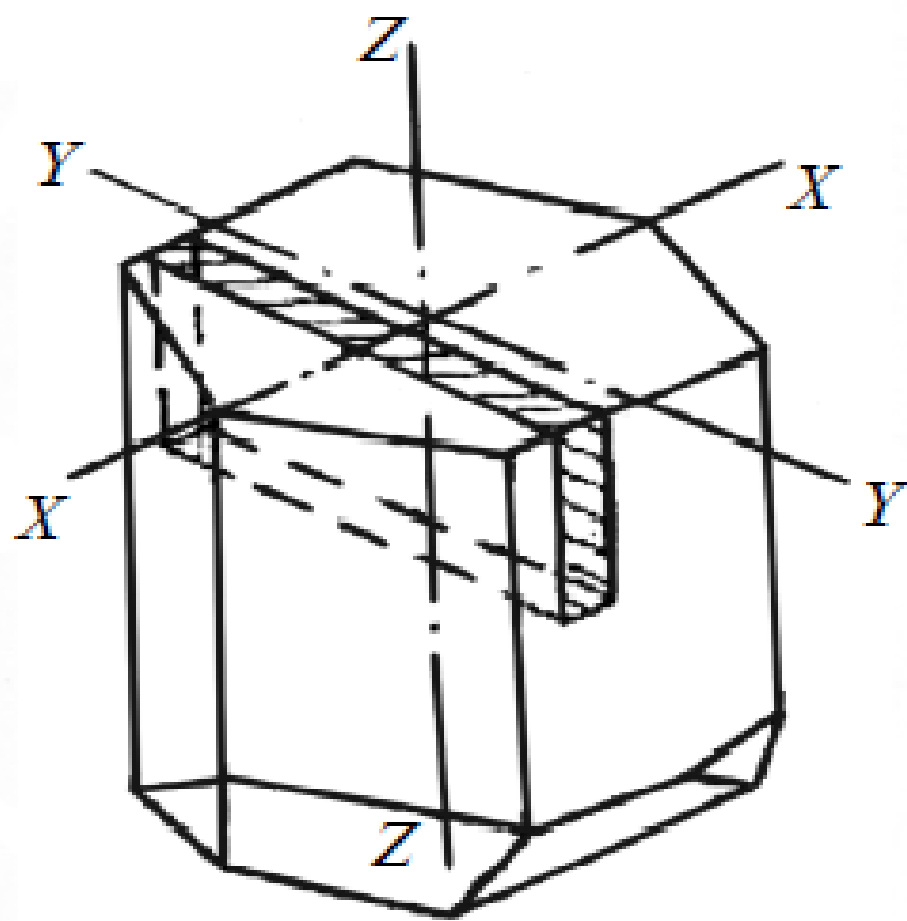
**Fotoelektrik o'zgartgichlar.** Bularda fotoeffekt hodisasidan foydalaniladi, bunda chiqish xabar kattaligi o'zgartuvchiga tushadigan yorug'lik oqimi kattaligi bilan bog'liq.



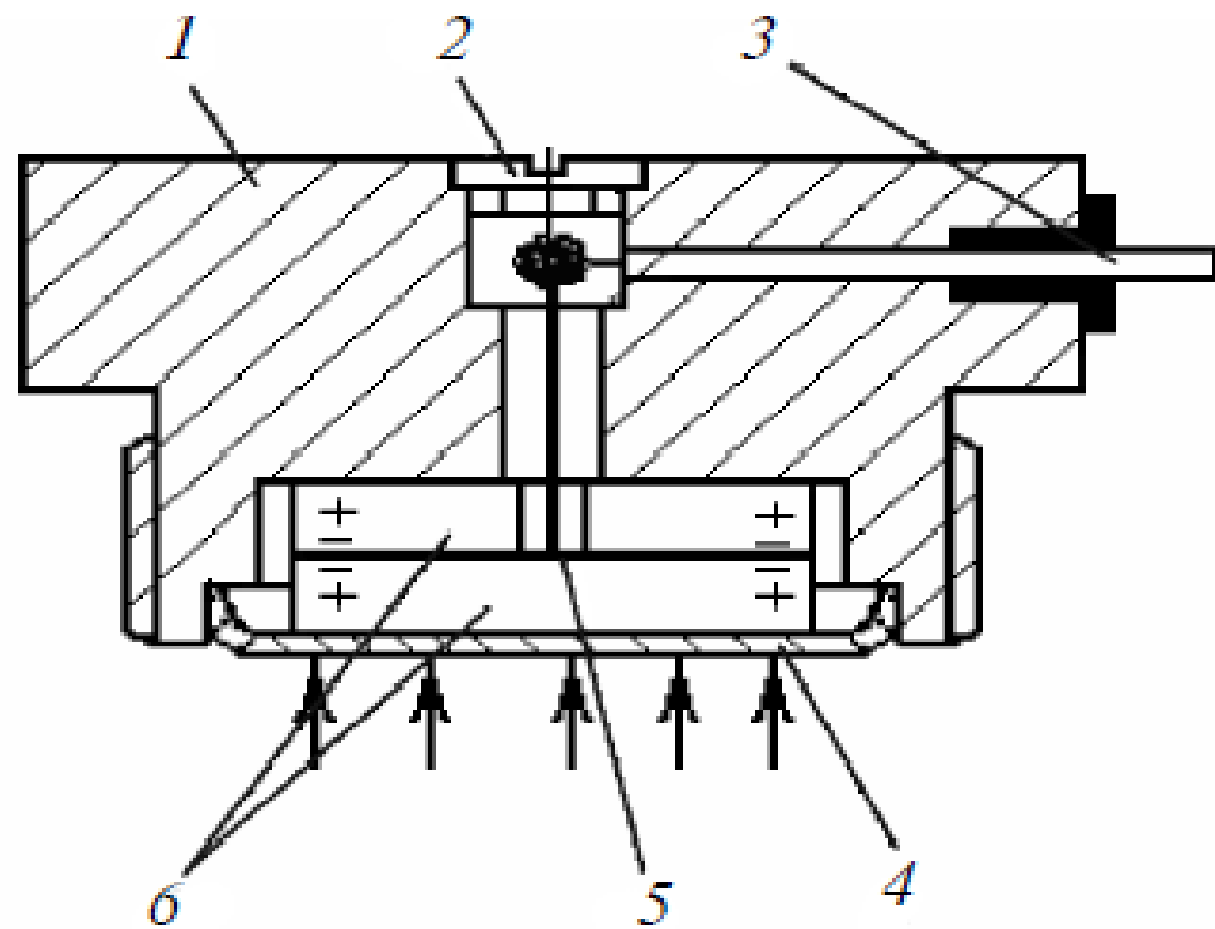
**5.8-rasm.** Fotoelektrik o'zgartirgich yordamida suyuq mahsulotlarning sarfini o'lchash sxemasi.

## **Pyezoelektrik o'zgartirgichlar.**

Ular pyezomateriallarda yuzaga keladigan pyezoelektrik effektga asoslangan.



a)



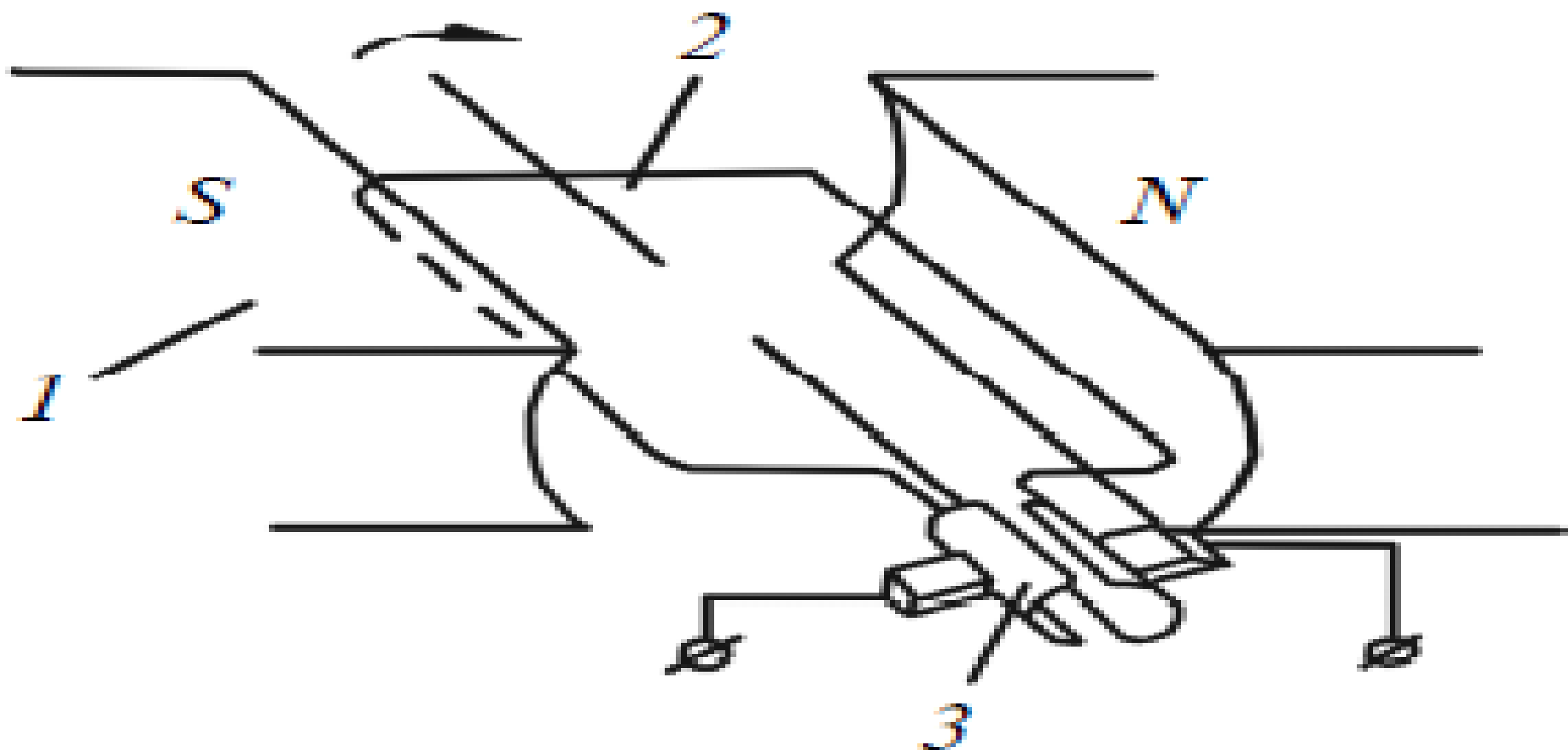
b)

**5.9-rasm.** Pyezoelektrik o'zgartirgichlar:

a) pyezokristall (kvars kristali); b) probka tipidagi bosim datchigi.

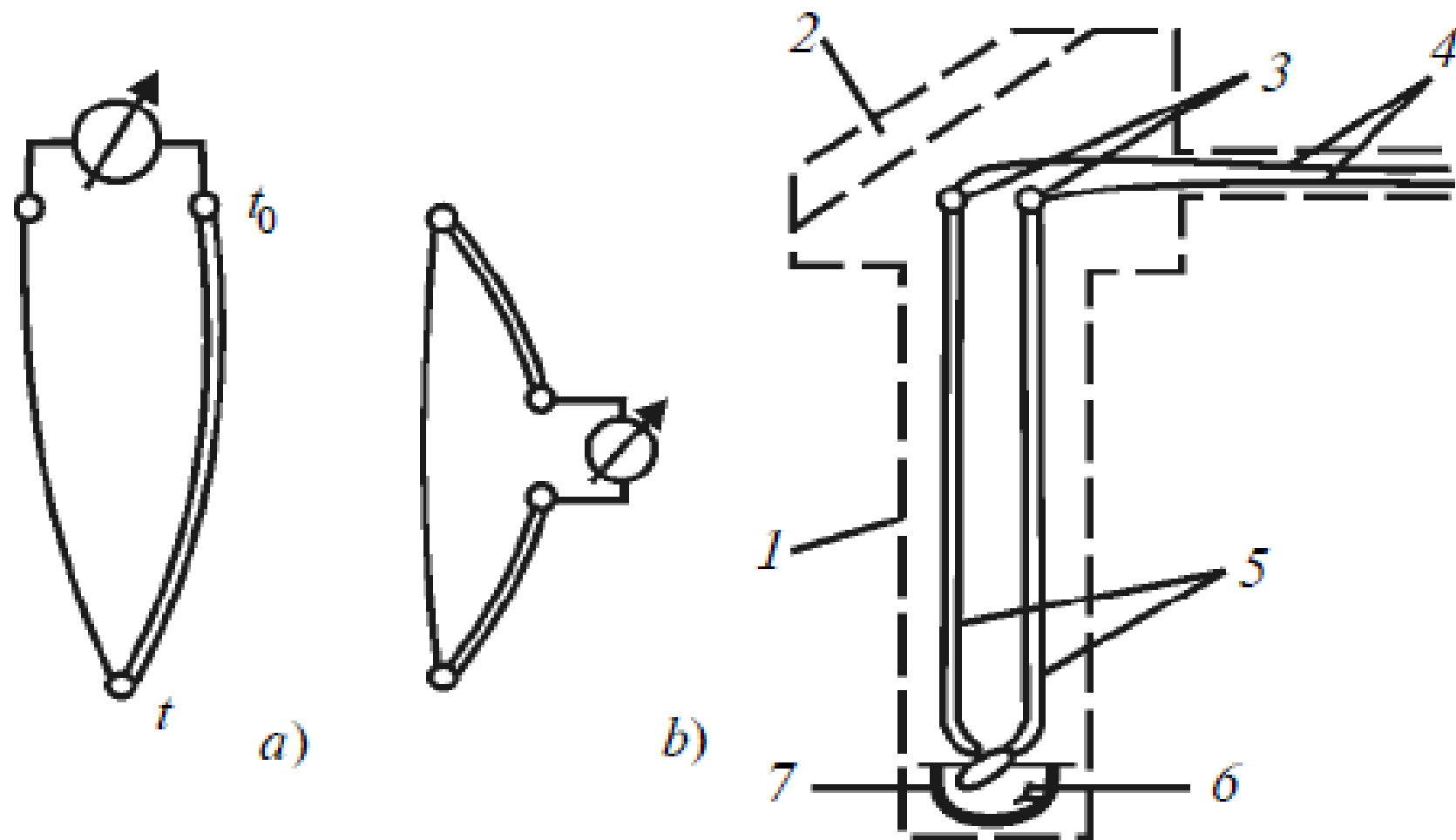
**Induktiv o'zgartirgichlar.** Bu tipdagi aktiv o'zgartirgichlar elektr zanjirni (konturini) magnit maydoni bilan kesishishida undagi hosil bo'lgan elektr yurituvchi kuchning hosil bo'lish hodisasiga asoslangan. Bunday o'zgartirgichlar aylanish chastotasini o'lchashda foydalaniladi va ular taxogeneratorlar deb ataladi





**5.10-rasm.** Induksion o'zgartirgich sxemasi (taxogenerator).

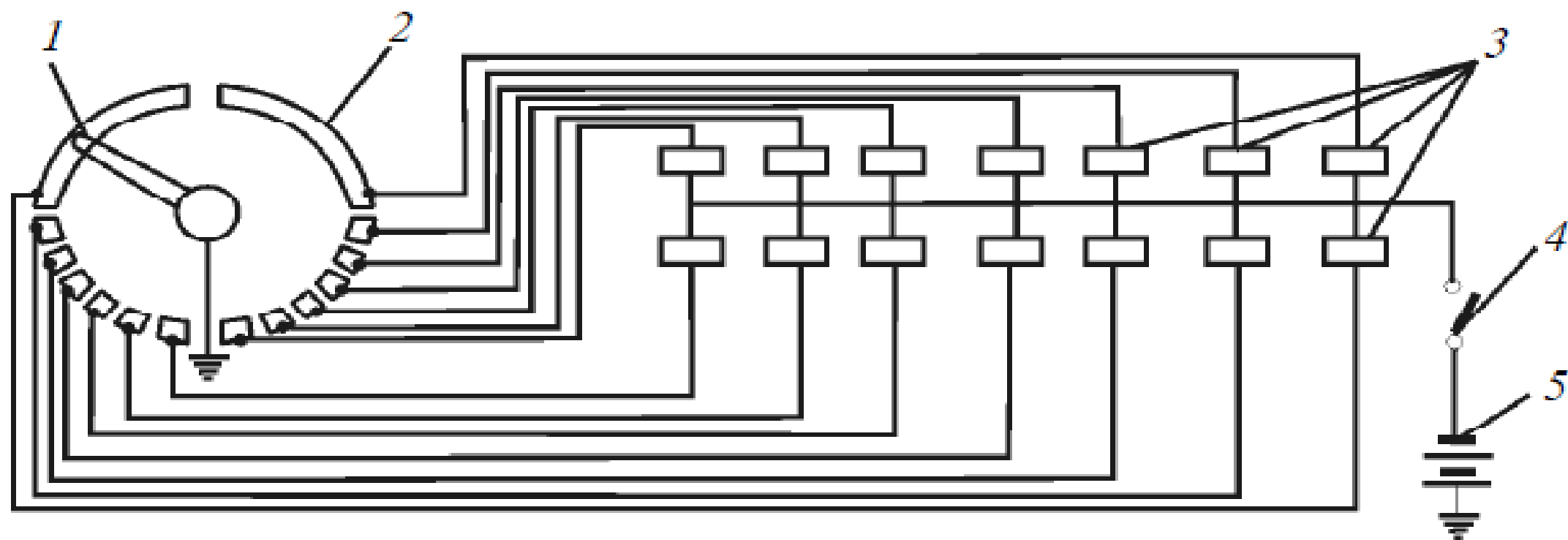
**Termoelektrik o'zgartirgichlar.** Ishlash prinsipi termoelektrik effektga asoslangan issiqlik o'zgartirgichlarga kiradi. Bu effektning ma'nosi shundaki, uchlari kavsharlanib ulangan ikki xil elektr o'tkazuvchan materialdan iborat berk zanjirni kavsharlangan tugunlaridan birida va elektr zanjir orqali elektr toki oqadi, qizdirib ikkinchisidagi haroratni bir xilda ushlab turilsa kavsharlangan tugunlar orasida termoelektr yurituvchi kuch paydo buladi. Zanjirdan oqayotgan tok kuchi qizdirilayotgan tugun haroratiga proporsional o'zgaradi. Bunday o'zgartirgichlardan haroratni o'lchashda foydalaniladi (5.11-a rasm).



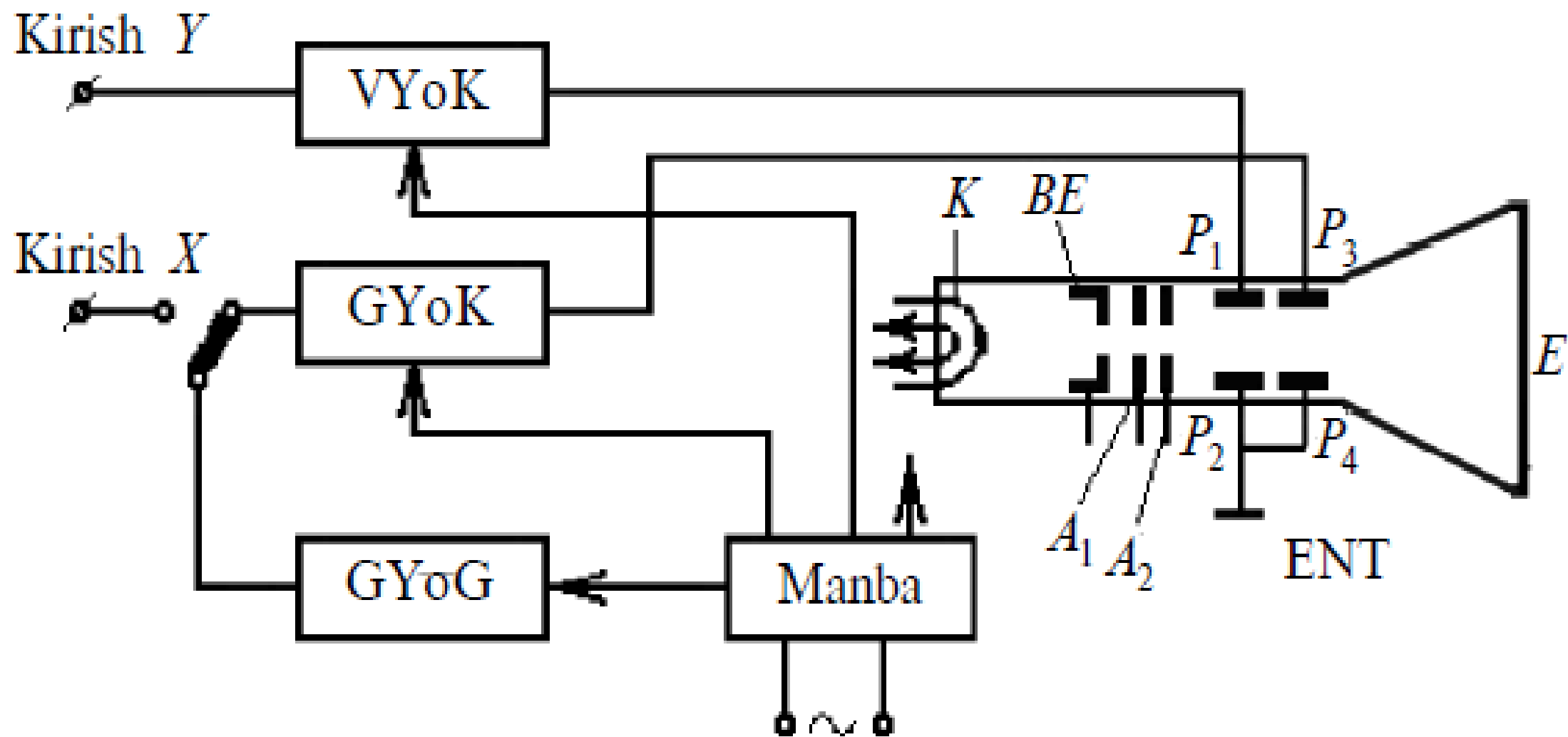
**5.11-rasm.** Termoelektrik o'zgartirgich:

a) termoelektrik effekt olish sxemasi; b) termopara: 1 – himoyalash korpusi; 2 – qopqoq; 3 – kontaktlar; 4 – ulash simi; 5 – o'tkazgich; 6 – kavsharlangan kontakt; 7 – himoyalovchi qopqoqcha.

**Ko'zga ko'rinarli ko'rsatgichlar.** Ular qatoriga milli turdagi magnitoelektrik o'lchash mexanizmlar (ampermetr, voltmeter, ...), hamda hozirgi davrda keng qo'llanilayotgan sonli ko'rsatgichlar kiradi.



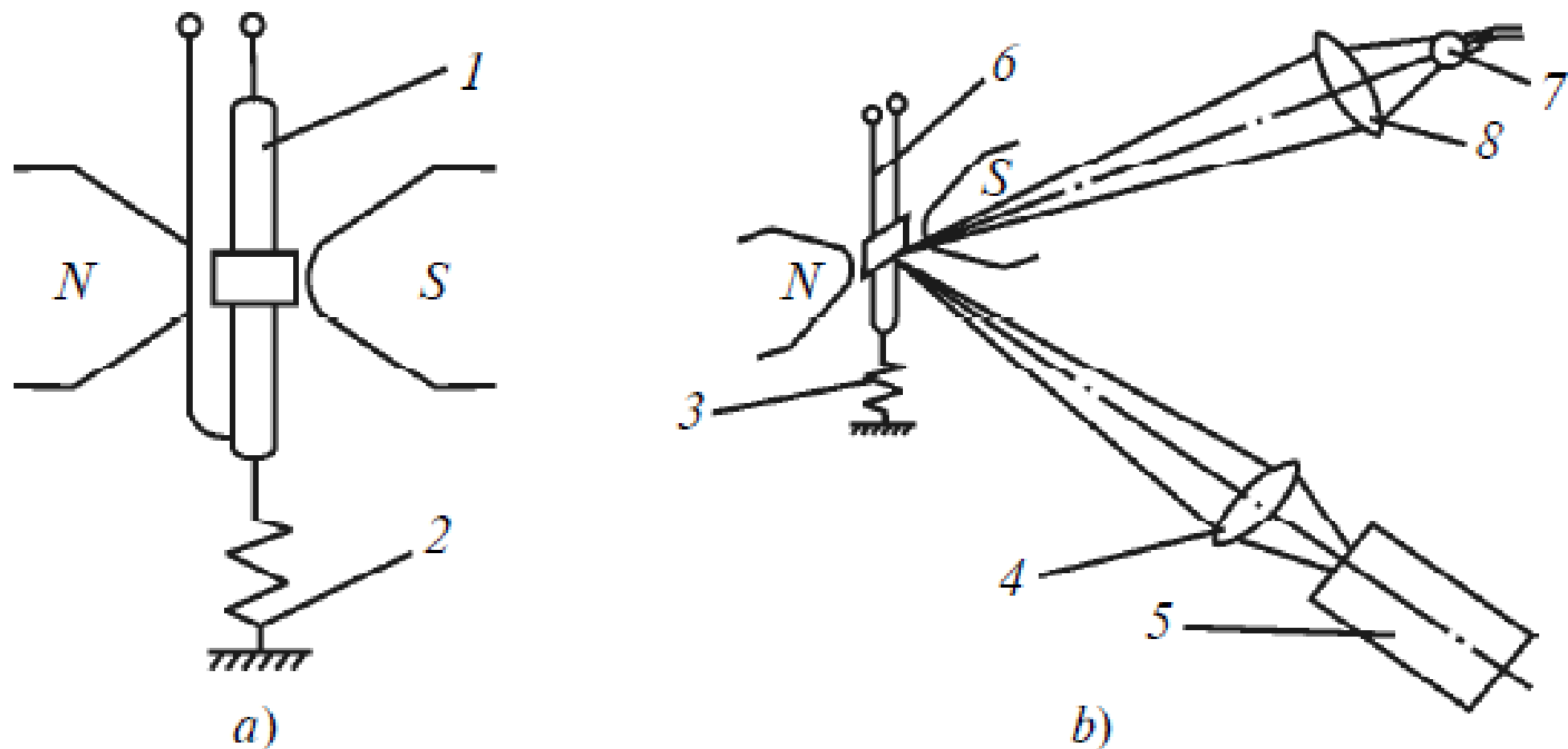
**5.12-rasm.** Elektrimpulsi schetchikli kontaktli o'zgartirgich yordamida burilish burchagini o'lchash sxemasi.



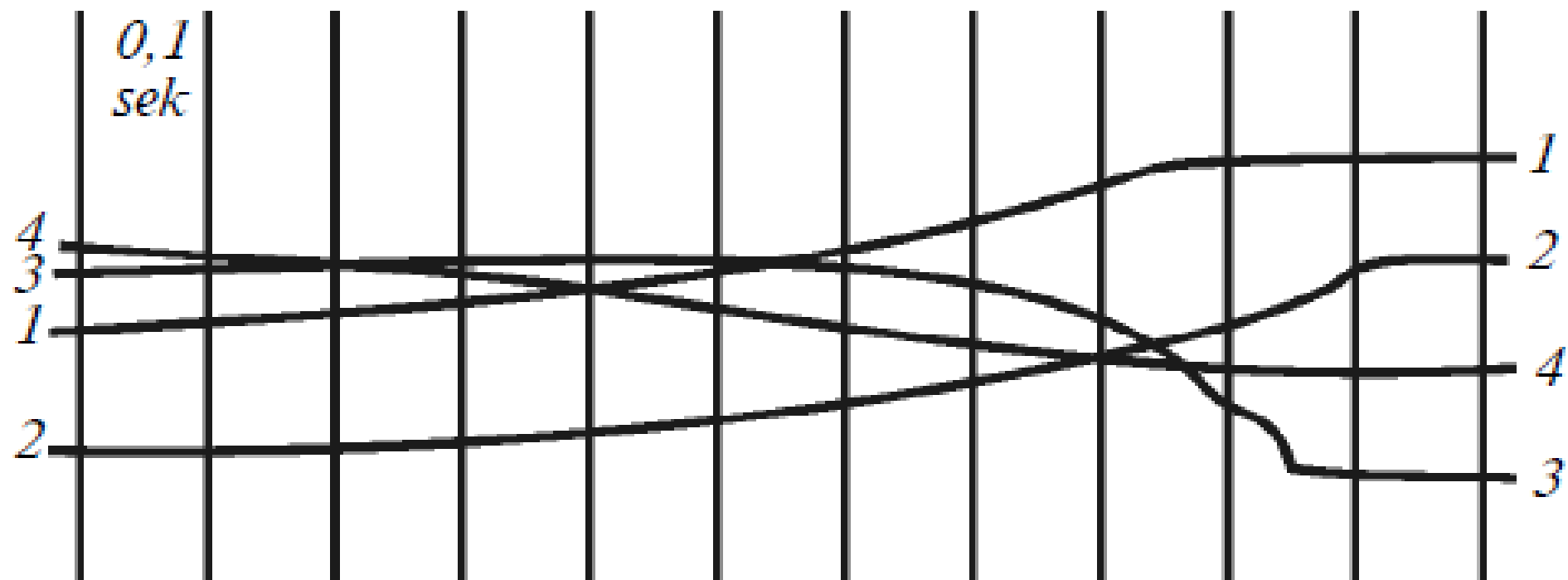
5.13-rasm. Elektron nurli ossillografning blok sxemasi.

**O‘zi yozar ko‘rsatkichlar.** Ko‘rsatkichlarning bu guruhiga o‘zi yozar elektr yozuv asboblari magnito elektrik ossilograflar va magnitograflar kiradi. Sekin o‘zgaruvchi jarayonni qayd qilish uchun o‘zi yozar ampermetr va voltmetrlar, tez va yuqori chastotali jarayonlarni magnitoelektrik ossilograflar bilan qayd qilinadi.

Ular shleyfli va tebratkichli ossilograflar deb nomlanadi (N-700, N-105, Kd-11, ...). Bunday ossilograflarning asosiy qismi – shleyf (tebratkich) bo‘lib, ingichka metall tolasidan tayyorlangan ilgak  $\delta$  yoki sim g‘altakli yengil ramka  $I$  dan iborat bo‘ladi (5.14-*a*, *b* rasmlar).



**5.14-rasm.** Magnitoelektrik (tebranuvchan) ossillografiyning prinsipial sxemasi:  
 a) ramkali vibrator; b) vibratorning optik sxemasi.



**5.15-rasm.** Avtomobil tormozini harakatga keltiruvchi yuritmada bosinning o'zgarishining ossillografik yozuvi:

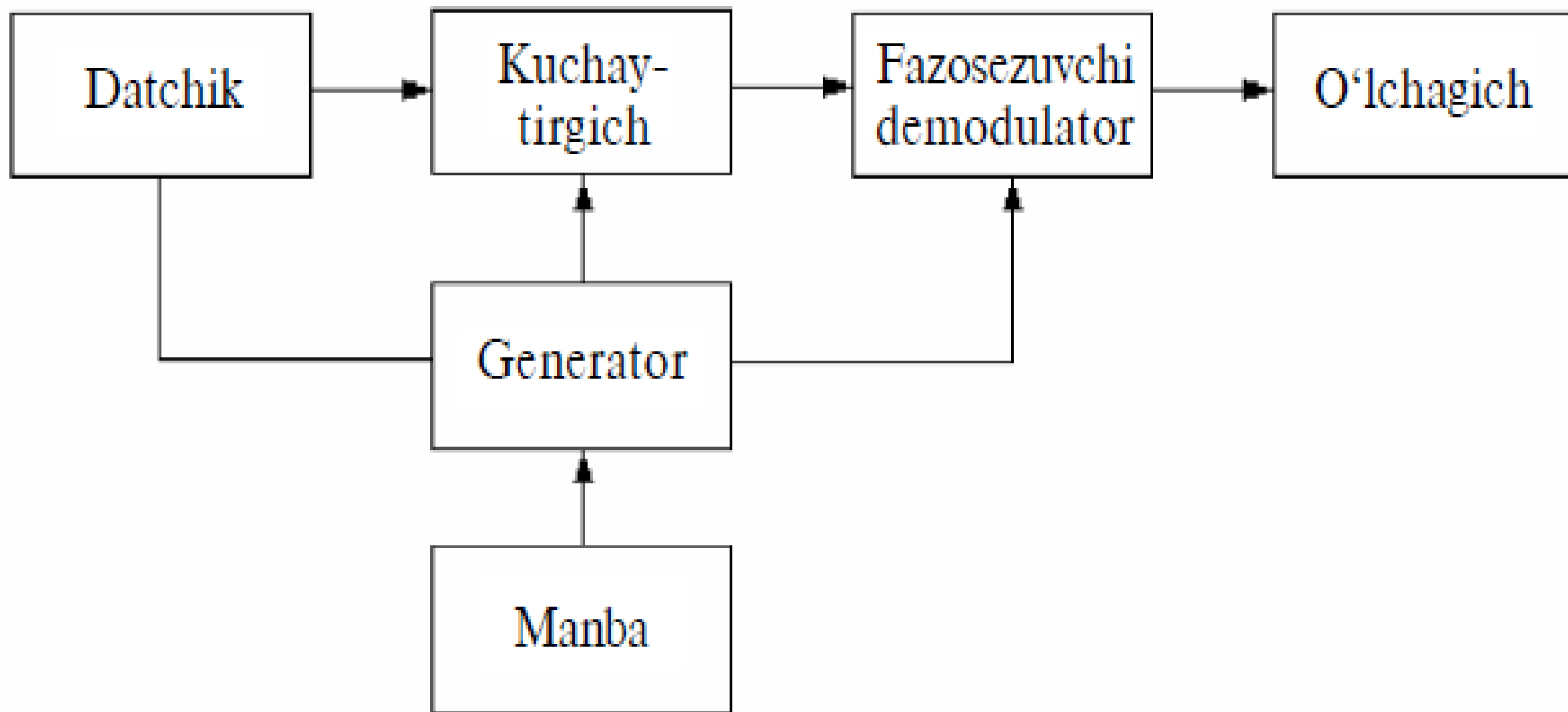
tormozni harakatga keltiruvchi yuritmada bosinning pasayishi:

*1* – avtomobilda; *2* – pritsepda;

tormoz kameralarida bosinning oshishi:

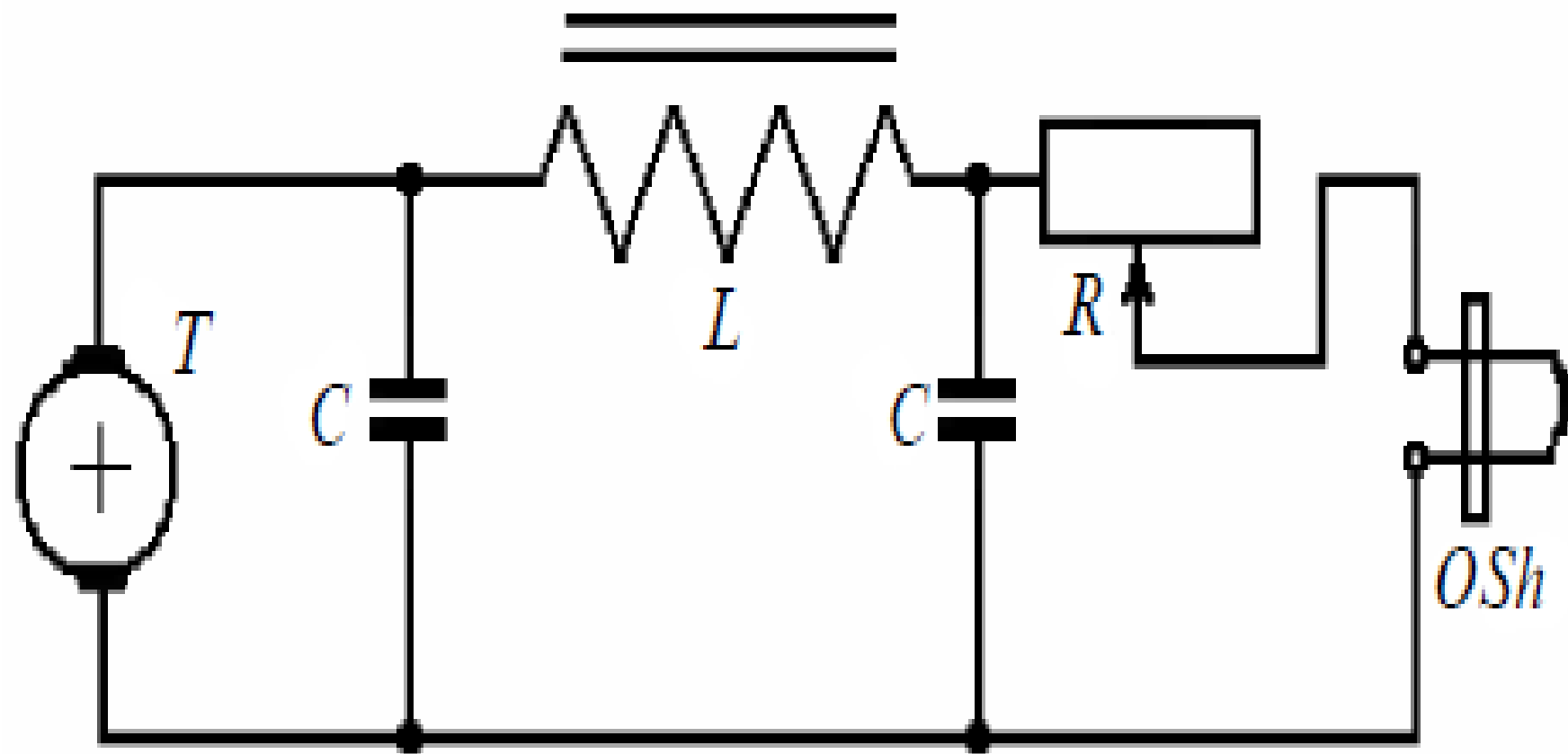
*3* – avtomobilda; *4* – pritsepda;





5.16-rasm. O'zgaruvchan tok kuchaytirgichlarning blok sxemasi.

Ossillograf yordamida o'lchashda elektr zanjiri qayd qilish apparaturasi datchiklari turiga to'la mos bo'lishi kerak. Elektr zanjir eksperimentning vazifasi va sharoitlari bilan bevosita bog'liq holda tanlanadi. Masalan, 5.17-rasmda taxogeneratordan (aktiv o'zgartirgichdan) chiqqan signalni yozib olish uchun ossillografning shleyfiga yuborishning 2 simli elektr zanjiri sxemasi keltirilgan. Bu yerda zanjirga ulangan  $LC$  (induktivlik-sig'im) filtr vazifasini bajaradi.



5.17-rasm.  $LC$ -filtrli ossillografning shleyfiga ( $OSh$ ) taxogeneratorning ( $T$ ) ulanish elektr zanjiri.

Har qanday tadqiqot natijalarining ishonchliligi oʻlchashning aniqligiga bogʻliq. Xatolardan holi oʻlchash boʻlmaydi. Xato esa uning masshtabi (kattaligi) va xarakteriga qarab jiddiy oqibatlariga (olingan natijalarni noaniqligi va notoʻgʻri xulosa chiqarishga) olib kelishi mumkin.

Aniqlik oʻlchash natijasini oʻlchanayotgan kattalikni haqiqiy qiymatiga toʻgʻri kelishi (moslik) darajasi qancha kichik boʻlsa xato shuncha katta va aksincha. Xatoning uchta manbasi mavjud:

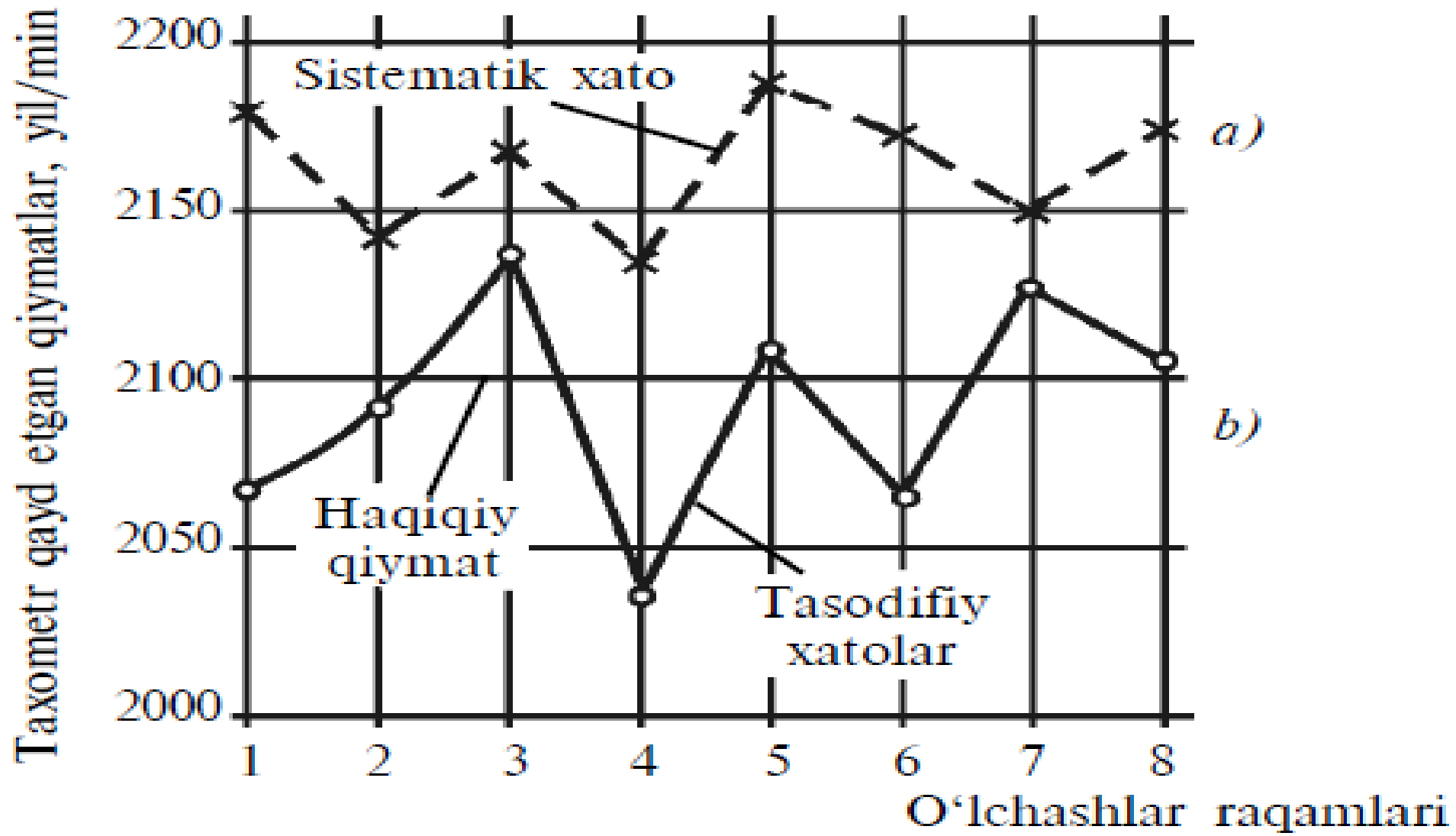
- datchik bilan bogʻliq boʻlib uni oʻlchanadigan kattalikni notoʻgʻri sezishi. Masalan, tenzoqarshilik elastik elementga yomon yelimlangan va uning toʻri (reshetkasi) deformatsiyasi elastik element deformatsiyasiga mos kelmaydi;

- oʻlchash qurilmasida, uning mexanik va elektrik elementlarining notoʻgʻri faoliyat koʻrsatishi (ishlashi) natijasida yuzaga kelgan noaniqlik;

- tadqiqotchining tajribasizligi yoki charchaganligi tufayli oʻlchov asbob-larni koʻrsatkichini notoʻgʻri oʻqishi yoki ossilogrammani ishlashida xatoga yoʻl qoʻyishi sababli yuzaga kelgan noaniqlik.

Xatoliklarning ushbu uch manbayi ikki turdagi xatoliklarni kelib chiqishiga olib keladi:

– sistematik, ya'ni o'lchash qurilmasidagi yuzaga kelgan ayrim kamchiliklar bilan bog'liq bo'lgan aniq sababga ko'ra (masalan: qo'zg'aluvchi qismlarni korpusiga tegib harakatlanishi, lyuft paydo bo'lishi, ya'ni salt qo'zg'alish yuzaga kelganda va h.k.lar) paydo bo'ladigan xatolar. Ular odatda o'lchanilayotgan kattalikni haqiqiy qiymatidan bir tomonda paydo bo'ladi va ketma-ket olingan hisobotlar hisob soni bilan bog'liq emas. Sistematik xatoga misol sifatida 5.18-*a* rasmdagi taxometrli o'lchash qurilmasidan olingan natija ko'rsatishlari grafigi keltirilgan. Sistematik xato bo'lganida o'lchash asbobining ko'rsatishiga (o'lchash natijasiga) mos o'zgartirish kiritiladi.



**5.18-rasm.** Taxometrli o'lchash qurilmasidan olingan xatoliklarning ko'rinishi.

– tasodifiy xatoni sodir bo‘lish sababi no‘malum bo‘lib uning oqibatida ketma-ket olingan natijalarda doimiy o‘zgarmas kattalikni o‘lchaganda natijalar har xil chiqadi. O‘lchashning xatosini aynan tasodifiy xatolar xarakterlaydi. O‘lchashdagi tasodifiy xatoni to‘liq bartaraf etib bo‘lmaydi, ammo tajribada yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan xatosini bilib berish bajarilgan. O‘lchashning aniqligini aniqlash barcha hollarda zarurdir.

## Ayrim o'lchash qurilmalarning chegaraviy xatolari

T/b t.r.	O'lchash qurilmalari va o'lchash usullari	O'lchashning eng ko'p qiymatiga nisbatan chegaraviy xato, %
1.	Metall o'lchov lentasi (20 m)	0,20–0,30
2.	Optik burchak o'lchagich	0,50–2,00
3.	Markazdan qochma taxometr	0,40–2,50
4.	Taxogenerator	2,50–4,00
5.	Texnik tarozi	0,80–1,20
6.	Prujinali dinamometr	1,00–3,50
7.	Standart sekundomer	0,40–0,70
8.	Yutuvchi gazoanalizator	0,50–5,00



*Birinchi usul* – avtomashinaning g'ildiragiga kontaktli o'zgartirgichli datchik o'rnatib, undan chiqish signalini o'zi yozar yoki ossilograf lentasiga uzatib yozib olish orqali. G'ildirakning ishchi radiusi chizgich (lineyka) bilan o'lchanadi.

*Ikkinchi usul* shundan iboratki, o'lchash uchun lenta olib unda, mashinani o'rnidan siljiganidagi va berilgan tezlikka erishgan vaqtidagi belgilar oralig'i masofasi aniqlanadi. Ikkinchi usul oddiy bo'lib ko'rinsada aniqroqdir, chunki masofani metal o'lchash lenta bilan o'lchashda 0,3 % gina chegaraviy xato bo'ladi, ossilografdagi yozib olish esa besh marta ko'p xatolik berishi mumkin.

## Natijalar xatolarini aniqlash formulalari

Kattaliklarni o'lchash	Funksional bog'liqlik	Natijalar xatolari		
		O'rta kvadrat	Nisbiy	
Mashina harakatining yig'indi vaqti	$T = t_{ish} + t_{soat}$	$\delta_t = \pm \sqrt{\delta_{t_{ish}}^2 + \delta_{t_{soat}}^2}$	$\delta_t = \pm \frac{1}{T} \sqrt{\sigma_{t_{ish}}^2 + \sigma_{t_{soat}}^2}$	
Mashinaning o'rtacha texnik tezligi	$v_t = \frac{l}{T}$	$\delta_v = \pm \sqrt{\frac{1}{T^2} \cdot \sigma_l^2 + \left(\frac{l}{T^2}\right)^2 \sigma_T^2}$	$\sigma_v = \pm \frac{1}{v} \sqrt{\frac{1}{T^2} \cdot \sigma_l^2 + \left(\frac{l}{T^2}\right)^2 \sigma_T^2}$	
Ish bajarib o'tgan yo'li	$l = 2\pi r_k n_k$	$\sigma = \pm q \cdot \pi \sqrt{n^2 \sigma_r^2 + r^2 \sigma_n^2}$	$\delta = \pm \frac{2\pi}{l} \sqrt{n^2 \sigma_r^2 + r \cdot \sigma_n^2}$	
Harakat qarshilik	Havoning	$P_\infty = K_\infty F_a \frac{v^2}{13}$	$\delta_{P_\infty} = \pm \frac{1}{F_v} \sqrt{v^2 \sigma_p^2 + 4F^2 \sigma_v^2}$	$\delta_{P_\infty} = \pm \frac{1}{F_v} \sqrt{v^2 \sigma_p^2 + 4F^2 \sigma_v^2}$
	Qiyalikning	$P_i = G_m \cdot \sin \alpha$	$\sigma_{P_i} = \pm \sqrt{\sigma_G^2 \sin^2 \alpha + \sigma_\alpha^2 G^2 \cos^2 \alpha}$	$\delta_{P_i} = \pm \frac{1}{G} \sqrt{\sigma_G^2 + G^2 \sigma_\alpha^2 \operatorname{Ctg}^2 \alpha}$

**E'TIBORINGIZ ICHUN  
RAHMAT !**