

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O‘RTA MAXSUS  
TA‘LIM VAZIRLIGI**

**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI TOSHKENT DAVLAT  
TEXNIKA UNIVYERSITETI**

**A.N. Kazakov A.A. Xudayberganov I.R.G‘oziev**

**GEODEZIYA  
O‘QUV QO‘LLANMA**

**Toshkent – 201\_**

**Tuzuvchilar:** A.N. Kazakov A.A.Xudayberganov I.R.G‘oziyev  
«Geodeziya» O‘quv qo‘llanma., Toshkent, ToshDTU, 2019. 242 bet.

Mazkur o‘quv qo‘llanmada geodezik ishlarning quyidagi asosiy turlari: nivelirlash usullari, III va IV klass balandlik geodezik turlarni va 4 klass planli geodezik turlarni barpo qilish, ularga qo‘yiladigan talablar va o‘lchash uslubiyati, qo‘llaniladigan geodezik asboblari, tenglashtirish usullari, hamda yirik masshtabli plan olish usullar ishlarining nazariyasi va amaliyoti bayon etilgan.

O‘quv qo‘llanma “Geodeziya, kartografiya va kadastr” ta’lim yo‘nalishi mutaxassisligi bo‘yicha ta’lim olayotgan talabalarga mo‘ljallangan bo‘lib, undan shu sohada ishlaydigan injener-texnik xodimlar ham foydalanishlari mumkin.

***Taqrizchilar:***

Nazarov B.R. – TAQI., “Geodeziya kadastr” kafedrasi dosenti,

Azimov B.G. – TDTU., g. f. n., “Marksheyderlik ishi va geodeziya” dosenti.

## KIRISH

Geodeziya fanini o'rganish oddiydan murakkablikka prinsipiga amal qiladi. Umumiy geodezik ta'lim texnik, aniq va yuqori aniqlikdagi geodezik ishlarni o'rganishni o'z ichiga oladi.«Geodeziya, kartografiya va kadastr» yo'nalishi bo'yicha o'qiydigan talabalar birinchi ko'rsda geodeziyaning birinchi qismi bo'yicha dastlabki bilimlarini olish imkoniga ega bo'ldilar. Bunda ular bu fanning quyidagi bo'limlarini o'rganishdi:

- geodeziya fanining maqsadi va vazifasi;
- topografik kartalarni o'rganish;
- orientirlash burchaklari to'g'risida tushuncha;
- topografik kartada joyni tasvirlash;
- texnik geodezik asboblardan va ular bilan ishlash;
- texnik nivelirlash va ular natijasini hisoblash;

Ushbu ko'rs Geodeziya ko'rsining davomi bo'lib, 5311500 — «Geodeziya, kartografiya va kadastr» yo'nalishi bo'yicha o'qiydigan ikkinchi kurs talabalari uchun mo'ljallangan. Bu kurs bo'yicha ular quyidagilarni o'rganadilar:

- barometrik nivelirlash bo'yicha umumiy tushuncha;
- III va IV klass nivelirlash ishlari, qo'llaniladigan asboblardan;
- III va IV klass nivelirlash yo'li va to'rlarini tenglashtirish masalasi;
- planli davlat tayanch to'ri to'g'risida tushuncha;
- poligonometriya, loyihalash va joyda punktlarni o'rnatish;
- poligonometrik burchak va tomon o'lchash ishlari. Qo'llaniladigan asboblardan;
- poligonometriya punktlarini davlat tayanch punktlariga bog'lash;
- poligonometriya yo'llari va to'rlarini tenglashtirish masalalari;
- yirik masshtabli topografik plan olishning kombinatsiyalashgan va stereotopografik usullari.

## **1-bob. Barometrik nivelirlash.**

### **1.1. Barometrik nivelirlashning mohiyati va uni bajarish uchun qo'llaniladigan asboblari**

Geodeziyaning birinchi qismini o'rganishda nivelirlashning bir nechta to'ri bilan tanishgan edik:

- Geometrik nivelirlash, ya'ni gorizontali nurga asoslangan nivelir yordamida bajariladigan nivelirlash.

- Trigonometrik nivelirlash, u qiya nur yordamida bajariladi. Trigonometrik nivelirlashni bajarishda vertikal doirali teodolit qo'llaniladi.

Bunday nivelirlashlardan boshqa barometrik va gidrostatik nivelirlash ham mavjud. Biz barometrik nivelirlashga to'xtalib o'tamiz.

Barometrik nivelirlash atmosfera bosimi xususiyatlari bilan bog'liq. Ma'lumki, er yuzasining har-xil nuqtasida atmosfera bosimi har xil qiymatga ega bo'ladi. Chunki dengiz sathidan balandlikka ko'tarilishi bilan atmosfera bosimi kamaya boshlaydi. Qisqasi, biror nuqtaning dengiz sathidan balandligi bilan ushbu nuqta atmosfera bosimi orasida 'ro'rtsonal bog'liqlik mavjud. Ikki nuqtadagi atmosfera bosimini o'lchab, ularning nisbiy balandligini topish mumkin. Nisbiy balandlikni bunday aniqlash usuli barometrik nivelirlash deyiladi. Barometrik nivelirlashda nisbiy balandlikni aniqlash uchun atmosfera bosimini o'lchaydigan asboblari qo'llaniladi. Havo bosimini o'lchaydigan asboblarning bir nechta turlarini ko'rib o'tamiz.

Atmosfera bosimini o'lchash uchun quyidagi asboblardan foydalanish mumkin.

- 1) prujinali (metalli);
- 2) Suyuqli (simobli);
- 3) Gazli;
- 4) Termobarometr (Gipsotermometrlar);
- 5) Barograflar va boshqa asboblari.

Xozirgi vaqtda barometrik nivelirlash uchun asosan prujinali va qisman suyuqli (simobli) barometrlardan foydalaniladi. Gazli va Gipsotermometrli barometrlardan foydalanilmaydi. ‘rujinali barometrlarni aneroidlar deyiladi.

### Simobli barometrlar.



*1. 1-rasm. Simobli barometr:  
a) idishli, b) sifonli.*

Simobli barometrlar idishli va sifonli bo‘ladi. Idishli barometrning tuzilishi 1-rasmda kursatilgan.

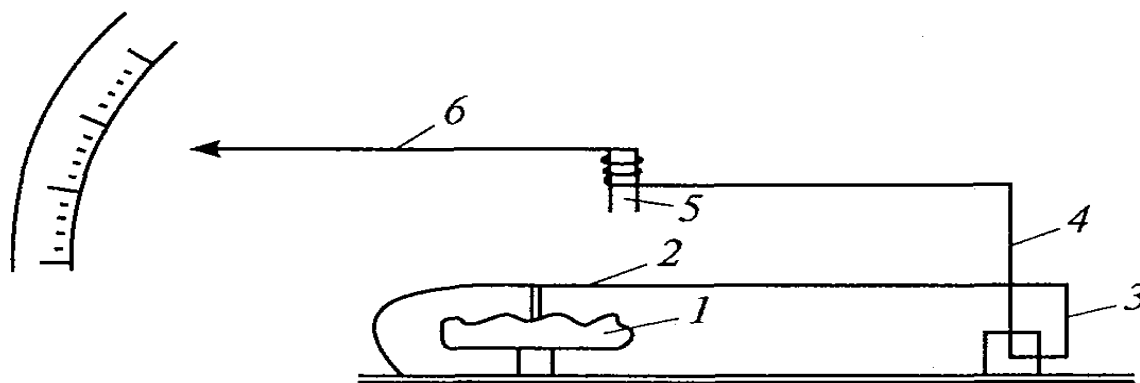
Bir uchi ‘ayvandlangan, kesimi  $1 \text{ sm}^2$ , uzunligi  $1 \text{ m}$  bo‘lgan shisha trubkani simob bilan to‘ldirib, ochiq uchini simobli idishga tushirsak, shisha trubkadagi simob ma‘lum sathni egallagandan keyin simob idishga to‘kilmaydi (1a rasm). Shisha trubkaning yuqori qismida havosiz bo‘shliq paydo bo‘ladi. Idishdagi simobni havo bosadi va shisha idishdagi simobning idishga to‘qilishini to‘xtatadi. Simobli ustun paydo bo‘ladi. Atmosfera bosimining ko‘‘ayishi bilan simob ustuni ko‘tariladi, bosim kamayishi bilan simob ustuni tushadi.

Agar trubkaga shkala qilib chiqsak, unda ushbu shkala yordamida atmosfera bosimi qiymatini aniqlash mumkin. Binobarin, atmosfera bosimining kesimi  $1 \text{ sm}^2$  bo‘lgan trubkadagi simob ustunining bosimi bilan aniqlanadi va millimetr simob ustuni (mm.sim.ust.) bilan ifodalanadi.

Sifonli barometr ham idishli barometr kabi ishlaydi (1b rasm). Simobli barometr meteostansiyalarda kuzatish uchun ishlatiladi, nivelir ishlarida qo‘llanilmaydi.

## Barometr - aneroid

Dala sharoitida ish uchun eng qulay *aneroid* deb ataladigan metall barometrlardir (2-rasm).



1.2-rasm. Metall barometr:  
1. Metall quticha (havosiz). 2. Prujina. 3. Sterjen.  
4. Richag. 5. Valik. 6. Strelka.

Aneroidning asosiy qismi havosi chiqarilgan metall qutichadir. Bu qutichaning qopqog‘i g‘ofrirlangan yuzadan iborat. Aneroid mexanizmi quyidagi tartibda harakatlanadi: atmosfera bosimining o‘shishi bilan g‘ofrirlangan qo‘qoq qutichaning ichini egadi va ‘rujina 2 ni o‘ziga tortadi, ‘rujinani 3 sterjen itaradi, richag 4 ni harakatga keltiradi. Richag 5 valikni aylantiradi va strelka 6 ni harakatga keltiradi.

Havo bosimining kamayishi bilan teskari hodisa ro‘y beradi. Aneroidning kursatishi o‘sha joyning atmosfera bosimiga mos kelishi kerak. Lekin bir necha sabablarga ko‘ra aneroid sanog‘i atmosfera bosimiga mos kelmaydi. Shuning uchun aneroid kursatkichi simob barometri kursatkichiga keltiriladi, ya’ni aneroid kursatkichiga tuzatma kiritiladi. Barometr aneroid bo‘yicha bosimning absolyut qiymati  $P$  quyidagi formulada hisoblanadi:

$$P = A + \alpha + bt + \gamma \quad (1)$$

bu erda:

$A$  — aneroid shkalasidan olingan sanoq,

$\alpha$  — shkala holatining tuzatmasi,

$b$  — temperaturaning koeffitsiyenti,

$t$  — aneroid temperaturasi,

$\gamma$  — shkalaning bitta bo‘lagi uchun tuzatma.

Tuzatma  $\alpha$ ,  $b$ ,  $\gamma$  qiymatlari aneroidni tayyorlashda aniqlanadi va uning pasportiga yoziladi. Vaqt o‘tishi bilan bu qiymatlar o‘zgaradi. Shuning uchun ular laboratoriyada doimiy aniqlanib to‘riladi. Barometr aneroid simob barometr kabi nuqtaning dengiz sathidan balandligi va kengligi uchun tuzatma kiritilishni talab qilmaydi. Lekin aneroid simobli barometr aniqligini bermaydi.

### Mikrobaronivelir MBNP

Mikrobaronivelir atmosfera bosimini ikkita metali quticha yordamida o‘lchaydi. Sanoq maxsus okulyar mikrometr yordamida olinadi.

Mikrobaronivelir MBNP okulyar mikrometri «4» shtrix bo‘yicha keltirilgan sanoq  $S$  quyidagicha hisoblanadi

$$S = A + \frac{4.00 - a}{K_B} \quad (2)$$

bu yerda:

$A$  - shtrix nomeri, o‘zgaruvchan shkaladan olingan sanoq.

$a$  - shtrix nomeri, okulyar-mikrometri  $S$  (o‘zgarimas shkala)  $K$  baraban vinti bo‘yicha olingan sanoq.

$K_B$  - okulyar-mikrometr va asbob shkala bo‘lagining o‘tish koeffitsiyenti.

Mikrobaronivelir *MBNP* da bosimning absolyut qiymati  $P$  quyidagicha aniqlanadi

$$P = P_o + \alpha_{75} S + \frac{\beta}{2} (S^2 - 150 S) - [K_t t + b \alpha_{75} (C - C_k)(t - t_o)] \quad (3)$$

bu yerda

$P_o$  - doimiy qiymat

$\alpha_{75}$  - o‘rtacha diapazon (diapazon 150 bo‘lak) to‘g‘ri keladigan shkalaning bo‘lim qiymati

$\beta$  - bo‘lim qiymatining gradienti

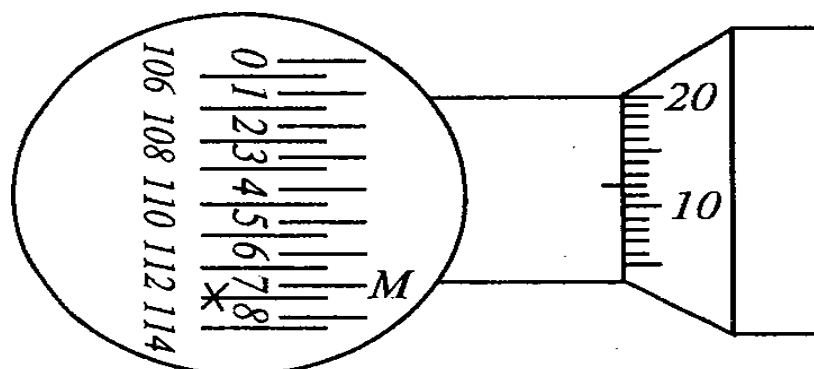
$S$  - asbobdan sanoq

$K_t$  - o‘rtacha sanoq  $C_k$  dagi temperatura koeffitsiyenti

$t_0$  -  $\alpha_{75}$  va  $\beta$  larni aniqlashdagi temperatura

$t$  - C sanoq olingandagi asbob temperaturasi

$b = 0.0002$ , aneroid bloki materialining termoelastiklik koeffitsiyenti.



1.3-rasm.

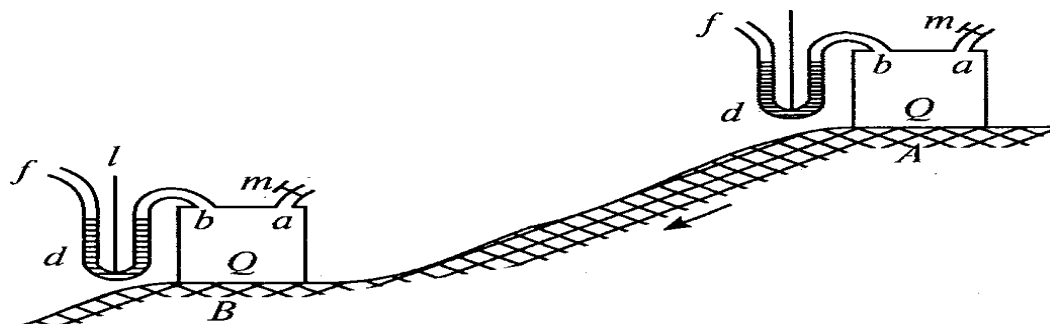
Harakatlanadigan shkala bo'yicha sanoq — 113,000

Harakatlanmaydigan shkala bo'yicha sanoq — 0,700

Mikrometr barabani bo'yicha sanoq — 0,012

### Differensial barometr

*Differensial barometr* g'oyasi quyidagicha: Ballon  $Q$  egilgan trubka bilan kran  $t$  yordamida tashqi havo bilan ulangan (1.3-rasm). Agar asbobni  $A$  nuqtaga o'rnatib  $t$  kranni ochsak, manometrdagi suyuqlik sathi balandlikka ko'tariladi. Chunki manometr ikki tomonidagi havo bosimi bir xil bo'ladi. Agar kran  $t$  ni yopib, asbobni  $V$  nuqtaga o'tkzsak, havo bosimining o'zgarishi bilan manometrdagi suyuqlik sathi o'zgaradi. Manometrdagi suyuqlik farqi bo'yicha bu nuqtalar orasidagi nisbiy balandlikni topish mumkin.



1.4-rasm.



## Gipsotermometr

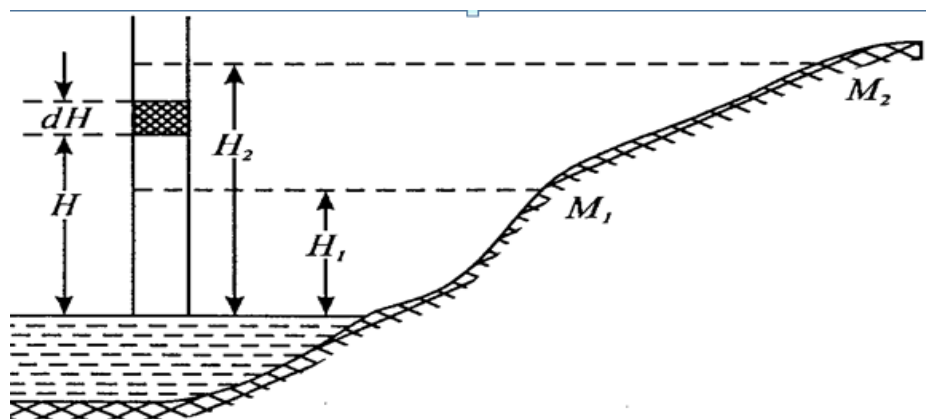
Suvning qaynash temperaturasini o'lchash yo'li bilan atmosfera bosimini aniqlash uchun qo'llaniladigan asbob *Gipsotermometr* deyiladi. Suvning qaynash temperaturasi atmosfera bosimiga bog'liq. Atmosfera bosimining 1 mm. simob ustuniga o'zgarishiga suvning qaynash temperaturasi  $0,0375\text{ C}$  ga o'zgarishi mos keladi. Suvning qaynash temperaturasining atmosfera bosimiga bog'liqligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$t = 100 + 0,0375 (P - 760),$$

Bu yerdan  $P = 760 + \frac{t-100}{0,0375}$  (3) teng bo'ladi.

### 1.2. Qisqartirilgan barometrik formulalar

Barometrik formulalar to'liq va qisqartirilgan bo'ladi. Qisqartirilgan formulalarda bir qator faktorlar hisobga olinmaydi. Misol uchun, havoning namlik darajasi, kuzatish joyidagi kenglikka bog'liq bo'lgan tortish kuchining o'zgarishi va nuqtaning dengiz sathidan balandligining o'zgarishi. To'liq formulada bu faktorlar hisobga olinadi.  $M_1$  va  $M_2$  nuqtalarda atmosfera bosimi o'lchangan (1.5-rasm). Belgilaymiz:



1.5-rasm

$P_1$  va  $P_2$  — atmosfera bosimning o'lchangan qiymatlari;

$T_1$  va  $T_2$  — havoning temperaturasi;

$H_1$  va  $H_2$  —  $M_1$  va  $M_2$  nuqtalarning dengiz sathidan balandligi.

Qisqartirilgan barometrik formulani chiqarish uchun ko'ndalang kesimi  $1\text{ sm}^2$  havo ustunidan  $dH$  balandlikdagi oddiy qatlamni ajratamiz.

Bu qatlamning hajmi:  $W = dH$ .

Oddiy qatlamdagi havo og'irligi:

$$F = \Delta g dH.$$

Bu erda:  $\Delta$  - havo zichligi,  $g$  - og'irlik kuchining tezlanishi.

Elementar qatlamdagi havo og'irligi - bu o'sha qatlamdagi havoning bosimidir.

Shuning uchun yozamiz:

$$dP = - \Delta g dH, \quad (4)$$

Bizga ma'lum 
$$\Delta = \frac{P}{P_0} \Delta_0 \frac{1}{1 + \varepsilon T} \quad (5)$$

Bu yerda:  $\Delta_0$  - temperatura  $0^\circ$ , bosim  $P_0$  xavo zichligi

$P$  -  $T$  temperaturadagi xavo bosimi

$\varepsilon$  - xavoning kengayish koeffitsenti  $\left(\frac{1}{273}\right)$

Formulalar (3) va (4) asosida topamiz

$$dP = - \frac{P}{P_0} \Delta_0 \frac{1}{1 + \varepsilon T} g dH$$

bundan

$$dH = - \frac{P_0}{\Delta_0 g} (1 + \varepsilon T) \frac{dP}{P} \quad (6)$$

Biz elementar xavo katlamidagi xavo bosimi bilan dengiz satxidan balandlik orasidagi boglilikni to'dik, endi yer satxidagi  $M_1$  va  $M_2$  nuqtalar orassidagi boglilikni topamiz. Buning uchun (3)

formulani integraymiz, bunda xavo temperaturasini doimi bir- xil deb hisoblaymiz.

$$\int_{H_1}^{H_2} dH = - \frac{P_0}{\Delta_0 g} (1 + \varepsilon T) \int_{P_1}^{P_2} \frac{dP}{P}.$$

Bu integralni yechib, topamiz

$$H_2 - H_1 = - \frac{P_0}{\Delta_0 g} (1 + \varepsilon T) (\ln P_2 - \ln P_1)$$

yoki

$$h = \frac{P_0}{\Delta \log} (1 + \varepsilon T) \ln \frac{P_1}{P_2}$$

O'qli logarifmga o'tamiz

$$h = \frac{P_0}{\Delta \log \mu} (1 + \varepsilon T) \lg \frac{P_1}{P_2}$$

Belgilaymiz 
$$\frac{P_0}{\Delta \log \mu} = H$$

unda 
$$h = H(1 + \varepsilon T) \lg \frac{P_1}{P_2} \tag{7}$$

Bu formulani Pevsov formulasi deyiladi.  $H = 18470$

Pevsov formulasi asosida boshqa qisqartirilgan formulani keltirib chiqarish mumkin.

Buning uchun  $\lg \frac{P_1}{P_2}$  katorga yoyamiz

$$\lg \frac{1+x}{1-x} = 2\mu \left( x + \frac{x^3}{3} + \frac{x^5}{5} + \dots \right)$$

belgilaymiz: 
$$x = \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2}$$

unda

$$\lg \frac{P_1}{P_2} = 2\mu \left( \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2} + \dots \right) \tag{8}$$

(4) va (5) formulalar asosida

$$h = N(1 + \varepsilon T) 2\mu \left( \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2} \right)$$

Belgilaymiz  $2\mu H = K$  ( $\mu = 0,4343$ ) – natural logarifmdan o'qli logarifmga o'tish moduli.

Unda

$$h = K(1 + \varepsilon T) \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2} \tag{9}$$

Bu formulani Bobine formulasi deyiladi.  $K = 16000$  teng.

## To'liq barometrik formula

U quyidagicha yoziladi:

$$h = N_o (1 + \varepsilon T) (1 + 0.377 \frac{C}{B}) (1 + 0,00265 \cos 2\varphi) (1 + \frac{2Hcp}{R}) \lg \frac{P_1}{P_2}$$

bunda:  $T = \frac{T_1 + T_2}{2}$  havo temperaturasining o'rtacha qiymati;

$P = \frac{P_1 + P_2}{2}$  - asbob kursatkichining o'rtacha qiymati.

$C$  – suv bug'i bosimining o'rtacha qiymati;

$\varphi$  – kuzatilayotgan nuqtaning o'rtacha kengligi;

$H_{o'r}$  - nuqtaning dengiz sathidan o'rtacha balandligi;

$R$  – Yerning o'rtacha radiusi (6371 km);

$N_o = 18400$ .

To'liq barometrik formula geofizik tadqiqotlarda qo'llaniladi.

Nisbiy balandlik 300 m dan katta bo'lmaganda to'liq va qisqa formulalar deyarli bir – xil natijani beradi.

### 1.3. Barometrik jadvallar

Qisqartirilgan barometrik formula asosida maxsus barometrik jadvallar tuzilgan.

#### pog'onalar balandligi (stupeney visot) barometrik jadvallar

Bu jadvallar Babinning qisqartirilgan formulasi asosida tuzilgan.

Babin formulasini ushbu ko'rinishda yozamiz:

$$h = \frac{K}{2P} (1 + \varepsilon T)(P_1 - P_2) \quad (10)$$

Quyidagicha belgilaymiz:

$$K \frac{1}{P} (1 + \varepsilon T) = \Delta N \quad (11)$$

bu erda  $P = \frac{P_1 + P_2}{2}$ ,

unda  $h = \Delta H(P_1 - P_2)$ , (12)

$\Delta H$  – barometrik pog‘onalar balandligi deyiladi. Agar  $R_1 - R_2 = 1$  mm sim. ust. bo‘lsa,  $h = \Delta H$  bo‘ladi. Binobarin, barometrik pog‘onalar balandligi atmosfera bosimi mm. sim. ust. ga farq qilgan ikki nuqta balandligi farqidir.

Barometrik pog‘ona balandligi o‘rtacha qiymati taxminan 11 metrga teng. (2) formuladan barometrik pog‘ona balandligi atmosfera bosimi  $P$  va temperaturaning  $T$  funksiyasi ekanligi ko‘rinadi.

### Barometrik pog‘onalar balandligi jadvali

1.1-jadval

$T_{yp}/P_{yp}$	700	710
- 10	11.04	10.88
0	11.46	11.30
+9	11.84	11.67
+10	11.88	11.71

### Atmosfera bosimining o‘rtacha qiymati bo‘yicha intepolyatsiya

(-)

1.2-jadval

$\Delta R$	1	2	3
16	0.02	0.03	0.05
17	0.02	0.03	0.05
18	0.02	0.04	0.05

### Havo temperaturasining o‘rtacha qiymati bo‘yicha intepolyatsiya

(+)

1.3-jadval

$\Delta T$	0,1	0,2
3	0,00	0,01
4	0,00	0,01
5	0,00	0,01

M i s o l.

1 va 2 nuqtalarda atmosfera bosimi va havo temperaturasi o‘lchangan:

$$P_2 = 701,1 \text{ mm.sim. ust. } P_1 = 703,3 \text{ mm.sim. ust.}$$

$$T_2 = + 8,6^\circ \text{ C, } T_1 = + 9,8^\circ \text{ C.}$$

Bu nuqtalar orasidagi nisbiy balandlikni toping.

$P$  va  $T$  larning o'rtacha qiymatini topamiz:

$$P_{o'r} = \frac{P_1 + P_2}{2} = 702,2 \text{ mm. sim. ust.}$$

$$T_{o'r} = \frac{t_1 + t_2}{2} = + 9,2^\circ \text{ C.}$$

Atmosfera bosimi  $R = 700 \text{ mm sim.ust.}$  va temperatura  $T = +9^\circ \text{C}$  uchun  $\Delta H = 11,84 \text{ m.}$

2 jadvaldan barometr kursatkichi  $\Delta P = 2,2 \text{ mm.sim. ust.}$  uchun tuzatma  $\delta_R = - 0,03 \text{ m}$  ni topamiz.

3 jadvaldan  $0,2$  temperatura uchun  $\delta_T = +0,01 \text{ m}$  tuzatmani topamiz.

Demak, barometrik pog'ona balandligi:

$$\Delta N = 11,84 \text{ m} - 0,03 \text{ m} + 0,01 \text{ m} = 11,82 \text{ m.}$$

Barometr kursatkichlari farqini topamiz:

$$P_1 - P_2 = 701,1 - 703,3 = + 2,2 \text{ mm sim.ust.}$$

Unda, (3) formulaga ko'ra bu nuqtalar orasidagi nisbiy balandlik:

$$h = \Delta H (P_1 - P_2) = 11,82 (+2,2) = + 26,00 \text{ m.}$$

### **Taxminiy altitude (balandlik) jadvali**

Bu jadval Pevsov formulasi asosida tuzilgan. Pevsov formulasini ushbu ko'rinishda yozamiz:

$$h = N(1 + \varepsilon T_0) \ell g \frac{760}{P} \quad (13)$$

Taxminiy balandlik jadvalini tuzish uchun dengiz sathida normal bosim  $760 \text{ mm simob ustuni}$  va  $H = 0$  ekanligini e'tiborga olamiz. Havo temperaturasi  $T = +15^\circ \text{ S}$  deb qabul qilamiz. Chunki bu jadvalda berilganlar  $T = 15^\circ \text{ S}$  temperaturaga mos tushadi. Taxminiy altitud bo'yicha olingan ( $H_2 - H_1$ ) nisbiy balandlikka, temperatura uchun tuzatma kiritiladi.

### Taxminiy altitude (balandlik) jadvali

1.4 jadval

R	0,0	0,1	0,2
680	941,3	940.0	938.7
681	928,8	927.5	926.3
682			

### Temperatura uchun nisbiy balandlikka tuzatma topamiz

$$\delta h = 0,00348(H_2 - H_1)(T - T_0)$$

1.5 jadval

$T_{\text{p}}/H_1$	10	20	30
- 10	0.9	1.7	
- 9	-	-	
-	-	-	
0	0.5	1.0	
+13	0.1	0.1	
+ 14	0.0	0.1	
+15	0.0	0.0	

Misol. 1 va 2 nuqtalarda atmosfera bosimi  $P_1 = 681.2$  mm. sm. ust.  $P_2 = 680.0$  mm.sm.ust. va temperatura  $T_1 = +13.6$  S,  $T_2 = +13.2$  S o'lchangan.

Nisbiy balandlik topilsin.

Taxminiy altituda jadvalidan o'rtacha temperatura bo'yicha  $H'_1$  va  $H'_2$  qiymatlarni topiladi.

$$H'_1 = 941.3\text{m}$$

$$H'_2 = 926.3\text{m}$$

Farqi

$$H'_2 - H'_1 = +15.0\text{m.}$$

Bu qiymat bo'yicha o'rtacha temperaturaga tuzatma topiladi.

$$\delta T_{\text{o'r}} = - 0.1. \text{ teng.}$$

Tuzatmani hisobga olib nisbiy balandlikni topiladi.

$$h = + 15.0\text{m} - 0.1\text{m} = + 14.9\text{m}.$$

Eslatma: Temperatura  $+15^{\circ}\text{S}$  past bo'lsa tuzatma manfiy, Yuqori bo'lsa tuzatma musbat ishorada bo'ladi. Temperatura  $+15^{\circ}\text{S}$  tuzatma no'lga teng

#### **1.4. Barometrik nivelirlash usullari**

Nuqta balandligini barometrik nivelirlash bilan aniqlash unchalik katta aniqlik talab qilmaydigan hollarda bajariladi. Aniq geodezik ishlarda masalan, tog'li rayonlarda triangulyatsiya va poligonometriya punktlarini rekognostsirovka qilishda va boshqa ishlarda barometrik nivelirlash yordamchi asbob sifatida qo'llaniladi.

Barometrik nivelir bilan sharoit qiyin bo'lgan joylarda ish olib borish mumkin. Shuning uchun barometr xilma - xil eks'editsiyalarning (geografik, geofizik, geologik, tuproq-botaniq va boshq.) ajralmas qismi hisoblanadi.

Barometrik nivelirlashning juda ku' usullari bor. Ularni asosan ikkiga ajratish mumkin, marshrut bo'yicha va maydon bo'yicha nivelirlashlarga.

#### **Marshrut bo'yicha nivelirlash**

Bu usul bilan nivelirlashni bajarishda ikkita kom'lekt asbob talab qilinadi. Har bir kom'lektida uchta asbob aneroidlar, termometr va soat bo'ladi.  $A, B, D, \dots, K$  marshrutlar bo'yicha barometrik nivelirlash talab qilinsin.

Oxirgi  $A$  va  $K$  punktlarning absolyut balandligi ma'lum. Ikki kuzatuvchi ishni  $A$  punktdan boshlaydi, har 15-20 minutda uch martadan sanoq oladi va aneroid hamda termometr kursatishini solishtiradi. Bitta guruhning aneroidlarining o'rtacha kursatkichi boshqa guruhnikidan 0,2 mm dan katta bo'lmasligi kerak. Shundan keyin birinchi kuzatuvchi  $A$  punktda qoladi va har 20-30 minutda aneroid, termometr va soat bo'yicha sanoq oladi. Ikkinchi kuzatuvchi marshrut bo'yicha yurib, joyning harakterli nuqtalarida ( $B, D, E, F$ ) to'xtaydi, aneroid, termometr va soat bo'yicha sanoq oladi. Kuzatish natijalari barometrik nivelirlash jurnaliga yoziladi.

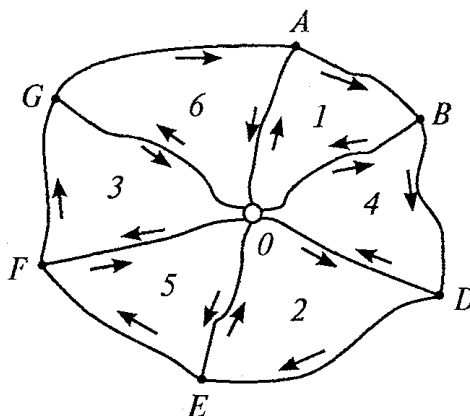
Marshrutning ma'lum qismi o'tgandan keyin kuzatuvchi, masalan,  $F$  punktda to'xtaydi. Birinchi kuzatuvchi  $A$  dan  $F$  ga o'tadi.  $F$  punktda ikki kuzatuvchi asboblari



kursatishini solishtiradi. Shundan keyin birinchi kuzatuvchi marshrutni ( $E, F, I, J$ ) bo'yicha davom ettiradi, ikkinchi kuzatuvchi  $F$  punktda qoladi. Shunday usul bilan hamma marshrut oxirgi  $K$  punktgacha o'tiladi.

### Maydonni nivelirlash

Uncha katta bo'lmagan maydonni nivelirlashda joyning o'rtasidan asos qilib bitta  $O$  nuqta tanlanadi. Shundan keyin marshrutlarni o'tkazish boshlanadi. Har bir marshrut  $O$  nuqtada uchrashadi. Nivelirlash alohida marshrut bo'yicha bajariladi. №1 marshrutni nivelirlagandan keyin, qo'shni bo'lmagan №2 marshrut nivelirlanadi. Boshqa marshrutlar ham xuddi shunday nivelirlanadi. Ishni bunday tashqil qilish qator imkoniyatlar beradi:



1.6-rasm

- har bir marshrutning uchrashuvi nisbiy balandliklarda tekshirishni beradi;
- marshrutning radial qismi ( $OA, OB, OD$ ) har xil vaqtda, har xil atmosfera sharoitida ikki martadan nivelirlanadi.

Bu nisbiy balandlikni topishda aniqlikni oshirishga imkon beradi. Agar nivelirlanadigan joy katta bo'lmasa, bitta kuzatuvchi doimo  $O$  nuqtada turadi, ikkinchisi esa hamma marshrutlarni aylanib chiqadi.

### 1.5. Barometrik nivelirlashda xatolar manbai.

Barometrik nivelirlashda asosiy xatolar manbai quyidagilar:

1. Asboblar xatolari,

2. Shaxsiy xatolar,
3. Barometrik formulalar xatoligi,
4. Atmosferaning bir – xilda bo‘lmasligi,

Bu xatolar manbai uz navbatida quyidagi xatolardan kelib chiqadi,

Asbob xatolari:

a) Asbob konstruksiyasi elementlarini tayyorlash texnologiyasidan kelib chiqadigan;

v) Asbob doimiy kursatgichlarini aniqlashda kelib chiqadigan;

Shaxsiy xatolar:

a) Barometr dan sanoq olishda;

v) Temperaturani o‘lchashda;

Barometrik formulalar xatoligi;

Barometrik formulalarni keltirib chiqarilgan har – xil taxminlar va ayrim faktorlarni hisobga olinmaganligi;

Atmosfera har doim bir – xil bo‘lmasligi uning o‘zgaruvchanligi.

### 1.6. Barometrik nivelirlash aniqligi.

Barometrik nivelirlash aniqligi hisoblash uchun barometrik nivelirlashda yuz beradigan xatolar manbai asosiy rol o‘ynaydi.

Xatolar manbaini quyidagicha belgilab olamiz:

$\Delta f$  - barometrik formulalar xatoligi;

$\Delta a$  - asbob va shaxsiy xatolar;

$\Delta at$  - atmosferaning bir – xildaligimasligi xatoligi.

Nisbiy balandlik  $h$  aniqlash xamma xatolar manbai ta’sir etadi, shuning uchun quyidagi formulani yyechish mumkin

$$\Delta h = \Delta f + \Delta a + \Delta at \quad (14)$$

O‘rta kvadratik xatolikka o‘tamiz

$$m_h^2 = m_f^2 + m_a^2 + m_{at}^2 \quad (15)$$

Bobinning qisqartirilgan barometrik formulasini quyidagicha yozib olamiz

$$h = \frac{K}{2} (1 + \varepsilon t_{ur}) \frac{\Delta P}{P_{yp}} \quad (16)$$

Bu ( 3 ) formulani logarifmlaymiz, Differensiyalaymiz va  
 $( 1 + \varepsilon t_{o'r} ) = 1$  teng deb, o'rta kvadratik xatolika o'tamiz.

$$m_h^2 = \left( \frac{h}{K} m_k \right)^2 + (h\varepsilon mt_{o'r})^2 + \left( \frac{h}{\Delta P} m_{\Delta P} \right)^2 + \left( \frac{h}{P_{o'r}} m_{r_{o'r}} \right)^2 \quad (17)$$

Formula (17) nisbiy balandlikning o'rta kvadratik xatosi asbob, shaxsiy va barometrik formulalar xatolar asosida.

Barometrik nivelirlash aniqli quyidagi formulada hisoblanadi.

$$m_h^2 = \left( \frac{h}{K} m_k \right)^2 + (h\varepsilon mt_{ur})^2 + \left( \frac{h}{\Delta P} m_{\Delta P} \right)^2 + \left( \frac{h}{P_{o'r}} m_{r_{o'r}} \right)^2 + \left( \frac{h}{\Delta P} S m_g \right)^2 \quad (18)$$

bu yerda:

S - nuqtalar orasidagi masofa

mg - gorizontal barik gradientining o'rta kvadratik xatosi.

Misol: Agar S = 5km h = 115m

$\Delta P = 10$  mm.sm. us.  $P_{o'r} = 740$  mm.sm. us.  $t = +15^\circ S$

$m_{t_{o'r}} = \pm 0.5^0$   $m_k = 0.6$  mm. sm. us.  $m_{\Delta P} = \pm 0.03$  mm.sm.ust.

$m_{r_{o'r}} = \pm 0.5$  mm.sm.ust.  $m_g = 0.004$  mm.sm.ust. deb olsak, unda

$$\frac{h}{k} m_k = 0.04 \text{ m.} \quad h\varepsilon mt_{o'r} = 0.21 \text{ m.} \quad \frac{h}{\Delta P} m_{\Delta P} = 0.34 \text{ m.}$$

$$\frac{h}{P_{o'r}} m_{r_{o'r}} = 0.08 \text{ m.} \quad \frac{h}{\Delta P} S m_g = 0.23 \text{ m.} \quad m_h = 0.5 \text{ m.}$$

Shunday xulosa qilish mumkin, uncha katta bo'lmagan nisbiy balandlik va masofada barometrik nivelirlash aniqligi  $m_h = 0.5$  m. o'rta kvadratik xatolik teng desak bo'ladi.

### Nazorat savollari:

- 1.Barometrik nivelirlashning mohiyati qanday?
- 2.Barometrik nivelirlashda qo'llaniladigan asboblar?
- 3.Barometrik nivelirlashning aniqligi?

4.Barometrik nivelirlashning usullari ayting.

5. Barometrik nivelirlashda xatolar manbai.

## **2-bob. III va IV klass nivelirlash.**

### **2.1 Davlat nivelir to‘rlari haqida qisqacha ma’lumot.**

Davlat nivelir to‘ri topografik plan olish va xalq xo‘jaligi, davlat mudofaasi talablarini ta’minlash uchun bajariladigan geodezik o‘lchashlarning balandlik asosi hisoblanadi.

Davlat nivelir to‘ri I, II, III va IV klass nivelir to‘rlariga bo‘linadi. I va II klass nivelir to‘rlari ilmiy masalalarni yechishda qo‘llaniladi: dengiz va okeanlarning sathini aniqlashda, materiklarning asriy ko‘tarilishi va cho‘kishini, yer qimirlashda uning vertikal siljishini aniqlash bilan shug‘ullanadi.

III va IV klass nivelir to‘rlari topografik plan olish va har xil injener qidiruv-tadqiqot ishlari uchun balandlik asosi hisoblanadi. Davlat nivelir to‘ri punktlari balandligi Boltiq dengizi sathiga nisbatan katta aniqlikda o‘lchanadi.

I va II klass nivelir to‘ri iloji boricha temir yo‘l, shosse va katta daryo qirg‘oqlari bo‘ylab 3000-4000 km perimetrli yopiq poligon ko‘rinishida asosan temir yo‘llar, avtomobil yo‘llari yoki darelar kirgoklari bo‘ylab o‘tkaziladi.

III va IV klass nivelir to‘rlari yuqori klass ( I va II klass) poligonlari ichida o‘tkaziladi. III klass nivelirlash poligoni ‘erimetri 150 km. dan, IV klass nivelirlash yo‘li uzunligi esa 50 km. dan oshmasligi kerak.

Hamma klass nivelir yo‘llari joyda doimiy belgi bilan har 5 km. da reperlar bilan joyda maxkamlanib boriladi. Seysmoaktiv rayonlarda nivelir reperlari orasidagi masofa 2-3 km. dan oshmasligi kerak.

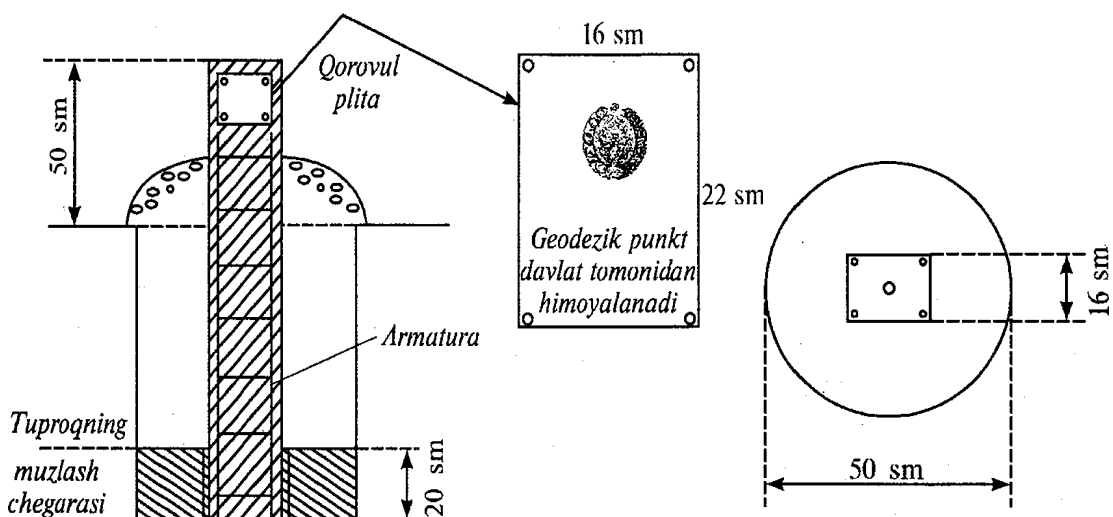
Quyidagi nivelir belgilari turlari joyda (erga ko‘miladi) mahkamlanadi: fundamental reperi, dala (gruntoviy) reperi, qoya (skalniy) reperi, devor(stenniyy) reperi.

## Nivelir belgilari va ularni mahkamlash

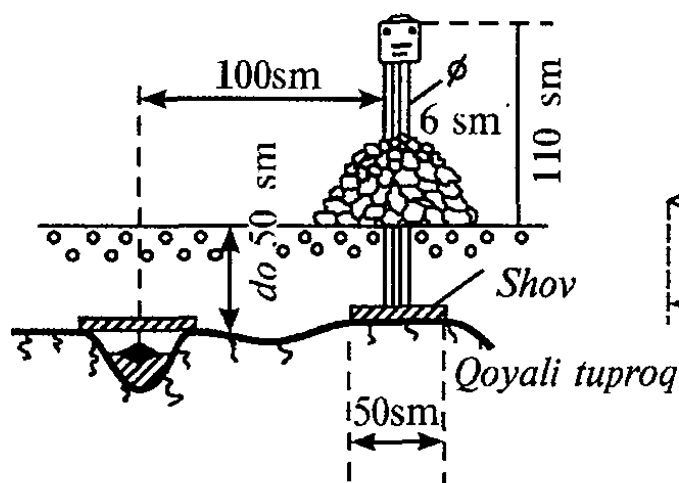
1-rasmda tuproq katlamining mavsumiy muzlashining janubiy zonasi uchun III va IV klass nivelirlash dala (grunt) reperi keltirilgan.

Mavsumiy muzlaydigan janubiy zonada III va IV klass nivelirlash yo‘lidagi reper **pastki** plitasi tuproqning muzlash chuqurligidan **pastda**, lekin 1,3 m. dan kam bo‘lmagan chuqurlikdan o‘tishi kerak.

Reper markasining yuqori qismi va qorovul plita yer yuzidan 50 sm.ga chiqib to‘rishi kerak va shu bilan birga uni taniydigan (opaznovatelniy) belgi bo‘lib xizmat qiladi.

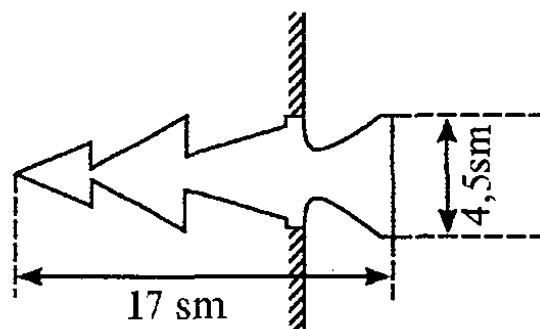


2.1-rasm



Qoya reperi

2.2-rasm



Devor reperi

2.3 - rasm

Tuproqning mavsumiy muzlaydigan qoya jinslarga qoya reperlari mahkamlanadi. Yerga 0,5 m.gacha ko‘milib turgan va erdan ancha chiqib turgan qoyaga sement qorishmasida, marka mahkamlanadi. Reper (marka)dan 1,0 m. masofaga 50x50 sm. metall plita payvand qilingan trubali tanish belgisi o‘rnatiladi. Tanish belgi atrofiga 0,5 m. balandlikda toshdan o‘yib himoya qurilmasi barpo qilinadi.

Devor reperlari bino devorlariga yoki qoyaning vertikal sirtiga o‘rnatiladi. Qorovul plita reporning yoniga yoki ustiga bino devoriga mahkamlanadi.

## **2.2. III va IV klass nivelirlashda qo‘llaniladigan asboblari.**

### **Nivelirlar klassifikatsiyasi.**

Nivelirlar aniqligi bo‘yicha uch guruxga bo‘linadi:

a) Yuqori aniq nivelirlar. ( 1km uzunlikdagi yo‘lni to‘g‘ri va teskari yo‘nalishda nivelirlashda nisbiy balandlikni 0.5 mm o‘rta kvadratik xatolikda o‘lchaydi.)

b) Aniq nivelirlar. ( 1km uzunlikdagi yo‘lni to‘g‘ri va teskari yo‘nalishda nivelirlashda nisbiy balandlikni 3 mm o‘rta kvadratik xatolikda o‘lchaydi.)

v) Texnikaviy nivelirlar. ( 1km uzunlikdagi yo‘lni to‘g‘ri va teskari yo‘nalishda nivelirlashda nisbiy balandlikni 10 mm o‘rta kvadratik xatolikda o‘lchaydi.)

Yuqori aniq nivelirlar, I, II klass nivelirlashda ishlatiladi.

Aniq nivelirlar, III va IV klass nivelirlashda ishlatiladi.

Texnikaviy nivelirlar, texnik nivelirlashda va har-xil injener-geodezik qidiruv ishlarida ishlatiladi.

Bu gruxlash bo‘yicha (GOST 10528-76) quyidagi nivelirlar ishlab chiqarilgan.

Yuqori aniq nivelirlar. N- 0,5

Aniq nivelirlar. N-3, N-3K, N-3KL

Texnikaviy nivelirlar, N-10, N-10K

Nivelir shifri yonidagi son 0.5, 3, 10 - 1km ikkilangan yo‘lni nivelirlash aniqligini, harflar esa K - Kompensatorli, L - limbli ekanligini kursatadi.

Konstruksiyasiga ko‘ra nivelirlar vizir o‘qi, adilak yordamida gorizontal holga keltiriladigan (elivasion vint yordamida) va o‘zi o‘rnatiladigan (Kompensatorli) nivelirlarga bo‘linadi.

### 2.3. Aniq nivelirlarning qisqacha texnik harakteristikasi

O‘rta aniqlikdagi N-3 va N-3K nivelirlari quyidagi texnik harakteristikaga javob berishi kerak:

- 1) Nivelirdan reykgagacha masofa 100 metr bo‘lganda, stansiyada nisbiy balandlikni 2 milimetrdan oshmagan o‘rta kvadratik xatolikda o‘lchashi kerak;
- 2) Nivelirning karash trubasining kattalashtirish darajasi  $30^x$  karradan kichik bo‘lmasligi kerak;
- 3) Vizirlashning eng kichik masofasi 2 millimetrdan katta bo‘lmasligi kerak;
- 4) Ipli dalnomerning koeffisenti  $100\% \pm 1\%$  bo‘lishi kerak;
- 5) Adilakning bo‘lim qiymati 2 millimetrga:
  - urnatuvchi (doiraviy) adilakniki  $10' \pm 2'$
  - ishchi (silindrik) adilakniki  $15'' \pm 1.5''$
- 6) Nivelirning og‘irligi 3 kilogrammdan oshmasligi kerak;

Bundan tashqari III va IV klass nivelirlashda HC3, HC4, HB-1, va boshqa chet elda ishlab chiqarilgan nivelirlar ishlatilishi mumkin.

Shulardan ayrimlarining harakteristikasi.

2.1-jadval

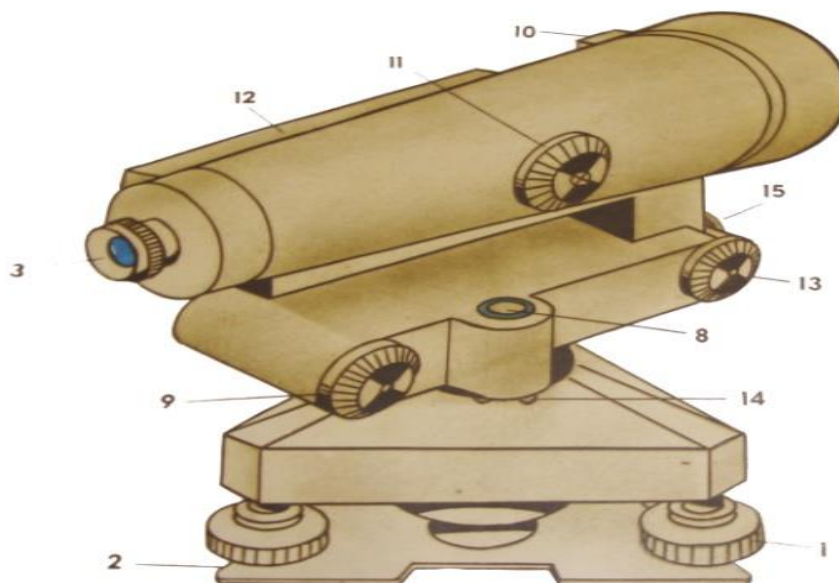
nivelir marka-lari	Kompen-satsiya cheki	dalno-mer koeffi-tsenti	karash tuba kattalash-tirish darajasi	adilak bo‘lagi qiymati. 2mm		asbob ogir-ligi
				Silindrik	doiraviy	
H3	-	100	$30^x$	15"	5 <sup>1</sup>	2.0
HC3	$\pm 10^1$	100	$30^x$	-	5 <sup>1</sup>	2.5
HC4	$\pm 15^1$	100	$30^x$	-	10 <sup>1</sup>	2.5
HB-1	-	100	$31^x$	17"-23"	7 <sup>1</sup> - 15 <sup>1</sup>	1.8

HC 3 va HC 4 nivelirlar qarash chizig'ini o'zi o'rnatadigan nivelirlar to'riga kiradi.

### Aniq nivelirlar.

#### Nivelir N-3

III va IVklass nivelirlashda ko'inch qancha aniq N-3 va N-3K nivelirlar qo'llaniladi. H-3 nivelirning umumiy ko'rinishi 1-rasmda keltirilgan.



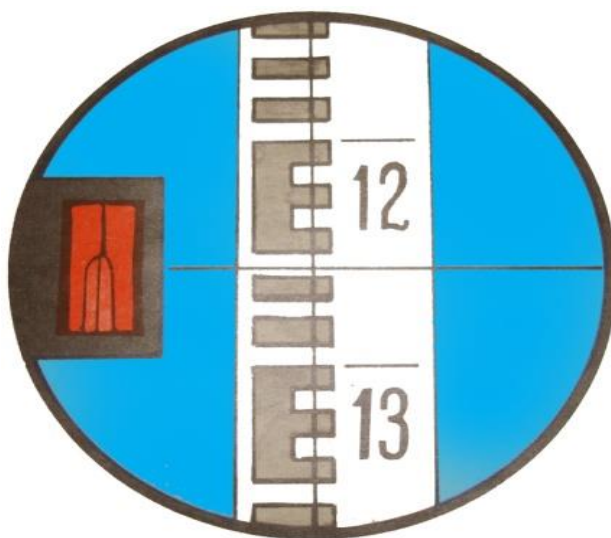
2.4-rasm. H3 nivelirning tuzilishi

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| 1. ko'targich vint                     | 8. dumaloq adilak             |
| 2. taglik                              | 9. elevatsion vint            |
| 3. okulyar                             | 10. nishon                    |
| 4. Iplar to'rli 'lastinka              | 11. kremalera                 |
| 5. silindrik adilak                    | 12. silindrik adilak g'ilofi  |
| 6. silindrik adilak tuzatgich vintlari | 13. yo'naltirish vinti        |
| 7. obektiv vinti                       | 14. dumaloq adilakni uzatgich |
|  | 15. maxkamlagich vinti        |

Nivelir o'rnatgich vinti yordamida nivelir gorizont holga chamalab keltirilgan shtativga o'rnatiladi. Truba ikki sozlovchi (ko'targich) vintlarga 'arallel qo'yilib, avval ularni qarama-qarshi tomonga va keyin uchinchi vintni burash orqali doiraviy adilak pufakchasi doira o'rtasiga keltiriladi. Bunda nivelir aylanish o'qi taxminan tik holatda bo'ladi. Truba reykgaga qaratilib vint (6) da mahkamlanadi,



kremalg'era (5) vintini burash reykaning va okulyar g'ilofini burash orqali Iplar to'rining aniq tasvirlari hosil qilinadi. Nivelir ko'rish trubasi (1) ning **chap** tomoniga asbob ko'rish o'qini gorizontol holga aniq keltirishda qo'llaniladigan silindrik adilak joylashgan. Reyka tasvirini va pufakcha elevatsion vint (9) yordamida o'rta keltirilayotgan **paytda** adilak tutashgan uchlarini kuzatuvchi ko'rish maydonini ko'radi va gorizontol Ip qarshisidagi reykadan sanoq oladi. H3 nivelirida sanoq olish 2-rasmda keltirilgan.



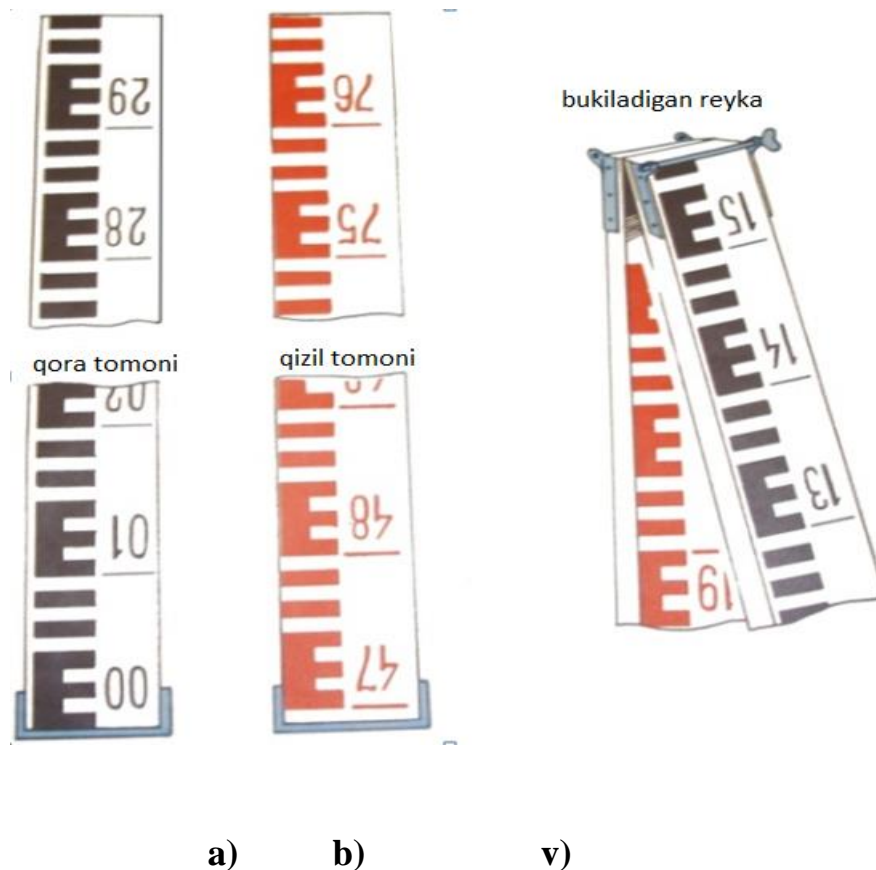
2.5-rasm. Trubaning ko'rish maydoni va reykadan sanoq 1257

#### **Nivelirlash reykalari, ularning tuzilishi.**

Texnik nivelirlashda ikki tomonli yaxlit, uzunligi 3000 mm, qalinligi 2 - 3 sm, kengligi 8 - 10 sm bo'lgan PH - 3 reykalari (2.6-rasm, a) va uzunligi 3000-4000 mm buklanadigan PH -10 reykalari qo'llaniladi (2.6-rasm, b). Reyka egilmaydigan va chidamli bo'lishi uchun qo'shtavir kesimli qilinib, sifatli yog'ochdan yasaladi va ikki uchida metall qo'lanadi.

Reykalar bir tomonida santimetrli bo'laklar shkalasimon oq va qora, ikkinchi tomondagilari esa oq va qizil rang bilan bo'yaladi. Shuning uchun reykaning qora rangli tomoni - qora tomon, qizil rangli tomoni - qizil tomon deb farqlanadi. Sanoq olish qulay bo'lishi uchun har detsimetrli bo'lakning dastlabki beshta santimetrli bo'laklari «E» harfi ko'rinishida birlashtiriladi.

Reykalarni qora tomonida sanoq, noldan (2.6-rasm, a), qizil tomonida esa ixtiyoriy sanoqdan, masalan, 4697 mm (2.6-rasm, b) dan boshlanadi. Natijada reykaning qora va qizil tomonlaridan olingan sanoqlar farqi doimiy son bo‘lib, nivelirlashni bekatda tekshirish uchun xizmat qiladi.



2.6-rasm. Nivelirlash reykalari: a, b, — ikki tomonli butun reyka;  
v - ikki tomonli buklanadigan reyka

Sanoqlar reykaning quyi qismidan ortib boradi, raqamlar har detsimetrdan ag‘darilgan ko‘rinishda yoziladi, truba ko‘rish maydonida esa ularning tasviri to‘g‘ri bo‘ladi. Reykalarni tik holatga keltirish uchun ularga doiraviy adilak o‘rnatiladi. Adilak bo‘lmagan taqdirda reykaqa qaralganda u oldinga va orqaga asta-sekin og‘diriladi, eng kichik sanoq, reykaning vertikal holatiga tegishli bo‘ladi. Nivelirlash vaqtida reykalalar yog‘och qoziqlarga, metall boshmoqlarga o‘rnatiladi. Ishning bajarilishidan avval ‘o‘lat ruletka yordamida oldin reykaning metrli kesmalari, keyin detsimetrli kesmalari tekshiriladi.

Detsimetrli bo‘laklar hatoligi 1 mm, reykaning hamma uzunligi xatoligi 2 mm dan oshmasligi kerak.

III va IV klass nivelirlash uchun santimetrli bo‘laklarga bo‘lingan ikki tomonli, uchmetrli reykalar ishlatiladi. Reykaning qora tomoni noli reyka tagligi bilan to‘g‘ri keladi. Qizil tomonining tagligi sanog‘i 4685 , yoki 4785 mm.dan boshlanadi. (bu qiymatlar reyka pasportida kursatiladi.) Reykalar juftligi bir-biridan 100 mm.ga farq qiladi (masalan, bitta reykada sanoq 4686 bo‘lsa, ikkinchisida 4786 bo‘ladi).

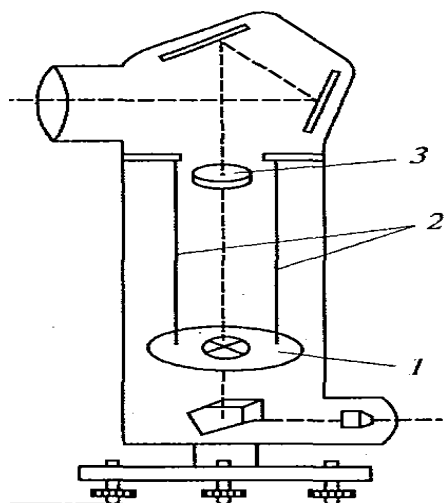
Tog‘lik hududlarda shtrixli reykalar qo‘llaniladi.

Devor (stennoy) markalariga bog‘lash hollarida 1,2 m. uzunlikdagi osma reykalar ham qo‘llaniladi.

IV-klass nivelirlashlar uch metrlik shashkali reykalar yordamida bajariladi.

Nivelirlashda reykalar metall taglik (bashmak)ka qo‘yiladi.

### **Qarash chizig‘ini o‘zi o‘rnatadigan nivelirlarning ishlash prinsipi**



Adilakli nivelirlarning asosiy kamchiligi - uni o‘rnatishda har doim pufakni nol punktga keltirishga to‘g‘ri keladi, bundan tashqari uning vaziyati o‘zgarmasligini doimo kuzatib to‘rish kerak. Bunday kamchilikdan vizir chizig‘ini istalgan holatga avtomatik o‘rnatadigan Kompensatorli nivelirlar holidir.

2.7-rasm. 1 - to‘rli harakatlanuvchi disk (Kompensator).

2 - po‘lat iplar. 3.Obektiv.

Bir necha xil Kompensatorlar mavjud. Ulardan eng oddiysi harakatlanuvchi to‘rli Kompensator hisoblanadi. Unda obg‘ektiv fokus masofasiga teng bo‘lgan masofaga uchta ‘o‘lat simga to‘rli disk ilib qo‘yiladi. Truba egilganda to‘r o‘zgarmas holatni egallaydi.

## 2.4. Aniq nivelirlarni va nivelirlash reyklarini tekshirish va kuzatish.

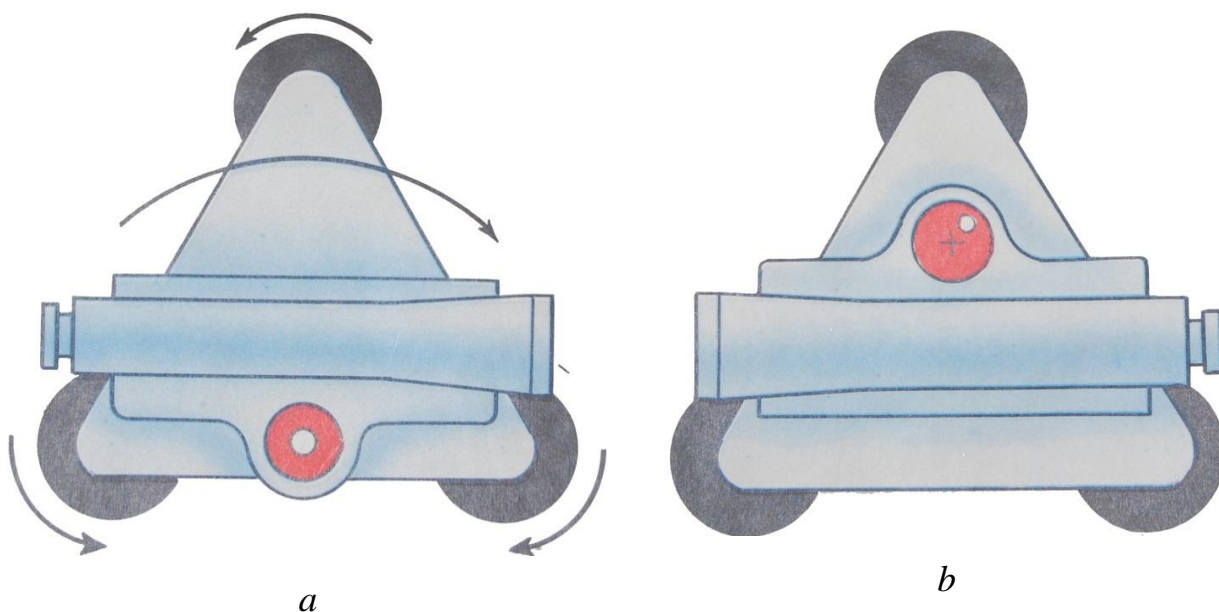
### Nivelirlarni tekshirish

Nivelir quyidagi geometrik shartlarga amal qilishi kerak:

1. Doiraviy adilak o'qi nivelir aylanish o'qiga 'arallel bo'lishi kerak.
2. Gorizontal to'r Ipi nivelir aylanish o'qiga 'eR'endikulyar bo'lishi kerak.
3. Silindrik adilak o'qi, truba vizir o'qiga 'arallel bo'lishi kerak (nivelir asosiy sharti).

**1. Doiraviy adilak o'qi nivelir aylanish o'qiga 'arallel bo'lishi kerak.** (1-rasm).

Ko'targich vintlar orqali doiraviy adilak pufakchasi adilak qutisidagi doira markaziga keltiriladi va nivelir yuqori qismi  $180^0$  buraladi. pufakcha o'rtada qolgan bo'lsa, shart bajarilgan bo'ladi, aks holda pufakcha og'gan qismining yarmi markazga adilak tuzatkich vintlari bilan, qolgan yarmi ko'targich vintlar bilan keltiriladi. Tekshirish nazorat uchun takrorlanadi.



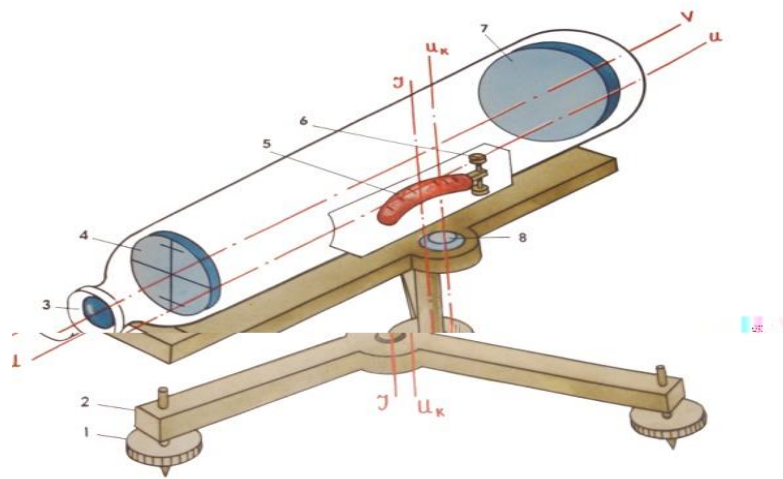
2.8-rasm. Doiraviy adilakni tekshirish

a) adilak pufakchasini 0 punktga keltirish

b) asbobning yuqori qismini  $180^0$  ga burash

**2. Iplar to'rining gorizontal ipi nivelir aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi kerak.**

Iplar to‘rining o‘rtadagi Ipi nivelirdan 25-30 m naridagi yaqqol ko‘rinadigan nuqtaga yo‘naltiriladi va truba sekin-asta surilganda to‘r Ipi tanlangan nuqtadan tashqariga chiqmasa, shart bajarilgan bo‘ladi. Aks holda to‘rni truba ko‘R’usi bilan mahkamlaydigan vinti bo‘shatilib, Iplar to‘ri xalqasi buraladi.



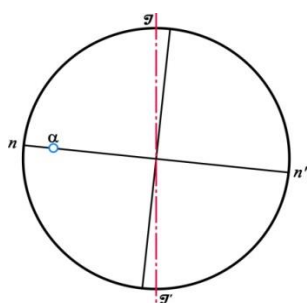
2.9-rasm. Nivelirning tuzilish sxemasi va uning asosiy geometrik o‘qlari

JJ-asbobning aylanish o‘qi;

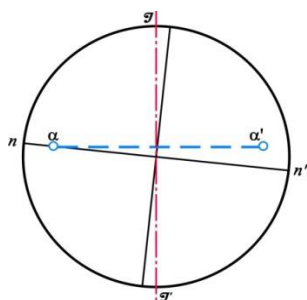
VV-asbobning k‘yriish trubasining o‘qi;

UU-Silindrik adilak o‘qi;

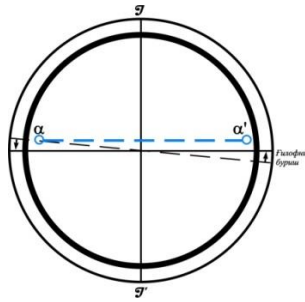
U<sub>k</sub>U<sub>k</sub>-doiraviy adilak o‘qi.



a) asbobning asosiy o‘qini burilishgacha bo‘lgan holati



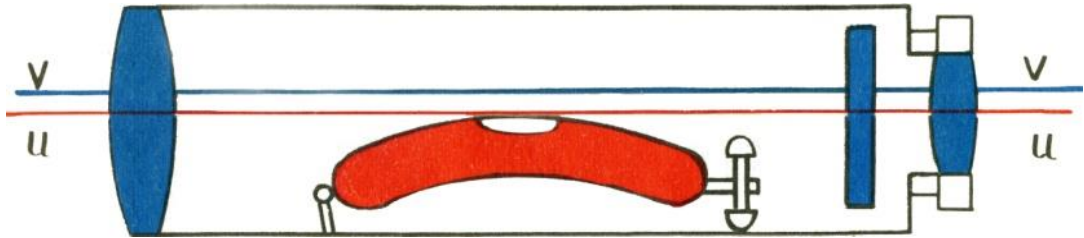
b) asbobning asosiy o‘qi atrofida burilishdan keyingi holati



v) to'rg'ilofiging  
burilishdan keyingi  
holati

2.10-rasm. IPlar to'rini tekshirish

**3. Trubaning vizir o'qi Silindrik adilak o'qiga 'arallel bo'lishi kerak  
(VV//UU). asosiy sharti.**



2.11-rasm. O'qlar gorizontal holatda

**1. Nivelir asosiy shartini tekshirishning birinchi usuli.**

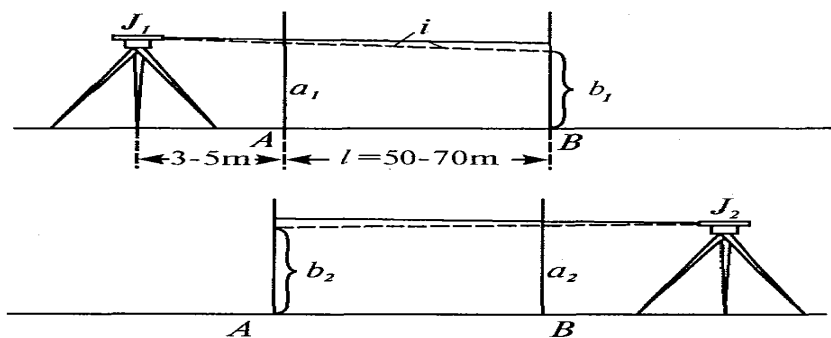
Nivelirning asosiy shartini tekshirish ikki marta nivelirlash orqali bajariladi.

50-70 m. uzunlikdagi  $AB$  chiziqda ikkita qoziq qoqiladi (1-rasm). Nivelir  $A$  nuqtadan 3-5 m masofaga  $AB$  chiziq stvori bo'yicha  $S_1$  stantsiyaga o'rnatiladi.  $A$  va  $B$  nuqtalarga reykalar o'rnatiladi. Reykadan  $a_1$  va  $b_1$  sanoqlar olinadi.

Keyinchalik nivelir  $B$  nuqtadan 3-5 m masofada va nivelirlanadigan chiziqda joylashgan  $S_2$  stantsiyaga o'rnatiladi. Reykalardan  $a_2$  va  $b_2$  sanoqlar olinadi. Olingan natijalar yordamida  $A$  va  $B$  nuqtalar orasidagi nisbiy balandlikni ikkimarta hisoblash mumkin:

Bu tenglikni yechib, reyka bo'yicha sanoqdagi xatolikni topamiz:

$$x = (a_1 + a_2) - (b_1 + b_2) \quad \iota = \frac{x}{\ell} \rho'' \quad (19)$$



2.12-rasm

Agar  $x$  ning absolyut qiymati  $\pm 4$  mm dan oshmasa, nivelirning asosiy sharti bajarilgan hisoblanadi.

Teskari holatda adilak holati to'g'rilanishi kerak. Buning uchun elevatsion vint yordamida reykada  $b'_2 = b_2 \pm x/2$  sanoq o'atiladi. Bunda adilak 'ufagi joyidan ketib qoladi. Silindrik adilak to'g'rilash vintlari bilan pufak nol punktga keltiriladi. Tekshirish qayta bajariladi.

Bunday jarayon bitta usulni tashqil qiladi. Bunday usul asbob balandligini o'zgartirgan holda to'rt marta bajariladi.

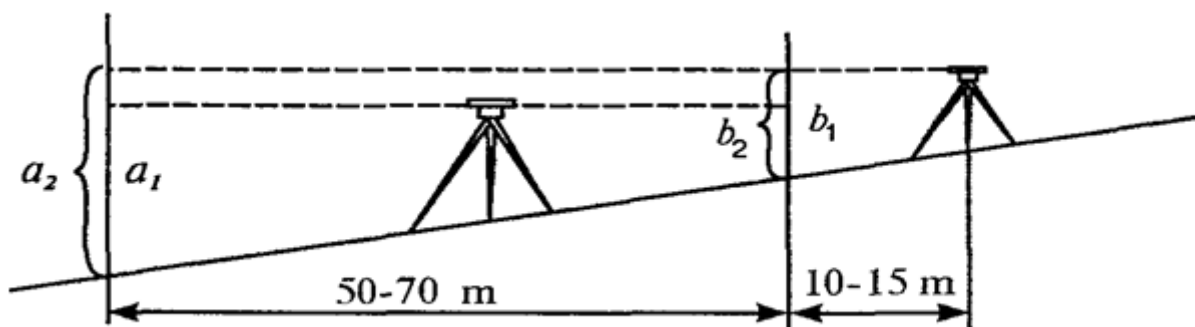
2. Nivelir asosiy shartini tekshirishning ikkinchi usuli.



$$x = \frac{1}{2} (i_1 + i_2) - \frac{1}{2} (b_1 + b_2)$$

2.13-rasm

3. Nivelir bosh shartini tekshirishning uchinchi usuli



2.14-rasm

$$\left. \begin{aligned} h_0 &= a_1 - b_1 \\ h_x &= a_2 - b_2 \\ x &= h_x - h_0 \end{aligned} \right\} \quad (20)$$

### H3, H3K nivelirlarini kuzatish.

Nivelirlarni kuzatish to‘liq va to‘liqmas bo‘ladi.

To‘liq kuzatish maxsus laboratoriyada o‘tkaziladi. Yangi zavoddan ishlab chiqarilgan nivelirlar yoki ka‘ital tuzatishdan so‘ng to‘liq kuzatish bajariladi. Bu kuzatish maksadi, asbobdan o‘lchash ishlari bajarilganda qanday o‘zgarishlar yuz berganini aniqlash.

To‘liqmas kuzatish dala o‘lchash ishlari boshlanishidan avval bajariladi. Bu kuzatuvga quyidagilar kiradi:

1. Karash trubasini kuzatish. (kurish maydonining burchagi, tasvirning sifati va kattalashtirish darajasi.)
2. Karash trubasining fokuslash linzasining harakatlanishi;
3. Karash trubasining ipli dalnomerining koeffitsenti;
4. Adilaklarning bo‘lim qiymatini aniqlash;
5. Kompensatorning ishlash diapozonini aniqlash.

#### **1. Karash trubasini kuzatish, kurish maydonining burchagi, tasvirning sifatini va kattalashtirish darajasi.**

a) Karash trubasini kattalashtirish darajasini hisoblash formulasi.

$$V = \frac{lS}{wt} \quad (21)$$

bu yerda:  $l$  - karash trubasida ko‘rinayotgan reyka bo‘lagining qiymati.

$S$  - nivelirdan reyka gacha bo‘lgan masofa.

$t$  - reyka bo‘lim qiymati.

$w$  - eng yaxshi ko‘rishning masofasi 25sm. teng.

Karash trubasini kattalashtirish darajasi quyidagi formulalarda aniqlanadi.

$$V = \frac{f_{o\delta}}{f_{ok}} ; \quad \text{yoki} \quad V = \frac{D}{d} ; \quad \text{yoki} \quad V = \frac{N}{n}$$



bu yerda:  $f_{o\sigma}$  va  $f_{ok}$  - obg'ektiv va okulyarning fokus masofasi.

$D$  - karash trubasida kurishning kirish diametri.

$d$  - karash trubasida kurishning chikish diametri.

$N$  – kuz bilan kurganda reykadagi bo‘laklar soni.

$n$  – karash trubasida kuringan reykadagi bo‘laklar soni.

b) Karash trubasining kurish maydoni quyidagi formulada aniqlanadi.

$$\varepsilon = \frac{N\rho}{100S_0} \quad \text{yoki} \quad \varepsilon \approx \frac{38^{\circ 2}}{\rho}$$

bu yerda:  $N$  - trubaning kurish maydonida, kuringan reyka santimetr bo‘laklarining soni;

$S_0$  - nivelirdan reykagacha bo‘lgan masofa, metrda;

$$\rho'' = 206265''$$

## **2. Karash trubasining Ipli dal'nomerining koeffitsenti aniqlash;**

Karash trubasining Ipli dal'nomerining koeffitsenti quyidagi formulada aniqlanadi.

$$K = \frac{S - c}{l} \quad (22)$$

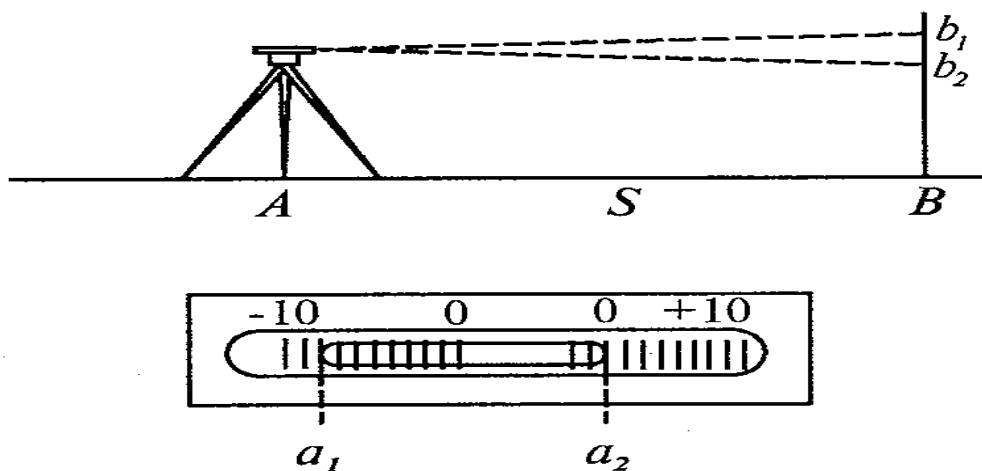
$S$  - nivelirdan reykagacha bo‘lgan masofa.

$c$  - o‘zgarmas qiymat ( nivelir pasportidan olinadi)

$l$  - yuqori va **pastki** dal'nomer Iplaridan olingan sanoqlar farqi.

## **4. Reyka bo'yicha adilak bo'lim qiymatini aniqlash**

Nivelir va reyka 40-50 m masofaga o'rnatiladi. Masofa  $S$  lenta yoki ruletka bilan o'lchanadi. Ko'tarish vintlaridan bittasi qarash trubasining tagida joylashishi kerak.



2.15-rasm

Qarash trubasi reykaqa qaratilib va adilak ‘ufagi nol punktdan utomonga yoki butomonga elevatsion vint yordamida siljiriladi va reyka bo‘yicha  $v_1$  pufakning ikki chetidan  $a_1$  va  $a_2$  sanoq olinadi.

Keyinchalik pufak nol punktdan boshqa tomonga (ko‘tarish yoki elevatsion vint yordamida) siljiriladi. Reyka bo‘yicha  $b_2$  sanog‘i, pufakning chetlari bo‘yicha  $a_3$  va  $a_4$  sanoqlari olinadi. Bu hammasi bitta usulni tashqil qiladi. Bo‘lak qiymati to‘rtta usulda aniqlanadi. Usullar orasida nivelir bilan reyka orasidagi masofa o‘zgartiriladi.

Kuzatish natijasini hisoblash quyidagi tartibda amalga oshiriladi. pufakning o‘rtacha holati hisoblanadi:

Ampula bo‘laklarida pufakning siljish uzunligi hisoblanadi:

$$(a_1 - a_2) - (a_4 - a_3)$$

Adilak bo‘lagi qiymati aniqlanadi

$$\tau'' = \frac{h\rho''}{nS} \quad (23)$$

bu yerda:  $n$  - pufak kanchaga o‘zgartirilganda, Ampula bo‘lim qiymatining soni.

$h$  - reykaning olingan sanoqlar Farqi (pufakning ikki holatida)

$S$  - nivelirdan reyka gacha bo‘lgan masofa.

$$r = 206265''.$$

Misol. Nivelir H 3

№	pufak chetidan sanoq		$\frac{a_1 + a_2}{2}$	Reykag a-cha bo'lgan masofa S, m	Reykadan olingan sanoq, mm	$\tau$	$\nu$	$\nu^2$
	$a_1$	$a_2$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	-8.0	+1.5	-3.2	21,2	1355	24.3	-0.5	0.25
	-2.0	+7.5	+2.8		1340			
	6.0	6.0	6.0		15			
2	0.0	+9.5	+4.8	24.0	1359	23.6	+0.2	0.04
	-4.0	+5.5	+0.8		1370			
	4.0	4.0	4.0		11			
3	-1.0	+8.5	+3.8	29.4	1388	24.6	-0.8	0.64
	-5.0	+4.5	-0.2		1402			
	4.0	4.0	4.0		14			
4	-7.0	+2.5	-2.25	31.4	1419	22.7	+1.1	1.21
	-1.5	+8.0	+3.25		1400			
	5.5	5.5	5.5		19			

$$\tau_{yp} = 23.8'' \quad 0 \quad 2.14$$

**Aniqlik baholanadi.**

Bitta o'lchashning o'rta kvadratik xatosi hisoblanadi:

$$m = \sqrt{\frac{[V^2]}{n-1}} \quad (24)$$

bu erda:  $V$  - adilak bo'lagi qiymatining o'rtacha qiymatidan farqi;

$n$  - usullar soni.

O'rta arifmetik qiymatning

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}} \quad (25)$$

$$m = \sqrt{\frac{[V^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{2.14}{3}} = \pm 0.84''$$

$$m_m = \frac{m}{\sqrt{2(n-1)}} = \frac{0.84}{\sqrt{6}} = \pm 0.34'$$

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{0.84}{\sqrt{4}} = \pm 0.42''$$

$$m_M = \frac{m_m}{\sqrt{n}} = \frac{0.34}{\sqrt{4}} = \pm 0.17'$$

$$\tau = 23.8'' \pm 0.4'' (\pm 0.2'')$$

Misol. Nivelir H3 № 1740

2.3-jadval

№	Reyka bo'yicha sanoq				x(mm)	V	V <sup>2</sup>
	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>			
1	1549	1751	1530	1330	-1.0	-1.38	1.90
2	1517	1717	1569	1373	-2.0	0.38	0.14
3	1601	1808	1578	1377	-3.0	+0.62	0.38
4	1581	1784	1574	1378	-3.5	+1.12	1.25
O'rta					-2.38	-0.02	3.67

### Aniqlikni baholash.

Bitta o'lchashning o'rtakvadratlik xatosi:

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{3.67}{3}} = \pm 1.1 \text{ mm}$$

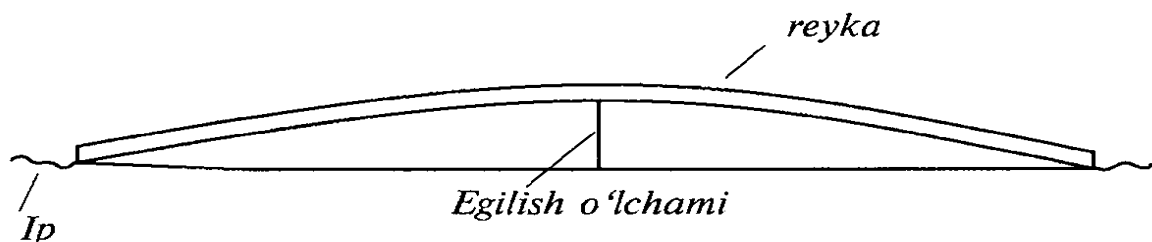
O'rta arifmetik qiymatning

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{1.1}{\sqrt{4}} = \pm 0.6 \text{ mm}$$

### Nivelir reyklarini tekshirish.

1. Reykaning egriligini aniqlash

Reyka yon boshiga gorizontaal yotqiziladi va ikki uchidan Ip tortiladi.



2.16-rasm

Egilish o'lchami chizg'ich yordamida o'lchanadi. Agar o'lcham 10mm dan oshmasa, reyka ishga yaroqli hisoblanadi.

## 2.Reykadagi doiraviy adilakning o'rnatilganligini tekshirish

Tekshirish shovun yordamida bajariladi. Buning uchun reyka shovun yordamida vertikal (tik) o'rnatiladi va adilakning to'g'rilash vintlari yordamida pufak **Ampulaning** markaziga keltiriladi. Bu tekshirish ninivelirning vertikal Iplari yordamida ham bajarish mumkin. Buning uchun reyka 50 m masofaga uning tekis tomoni, keyinchalik yon boshi bilan qo'yiladi. Har doim adilakning to'g'rilash vinti bilan pufak **Ampulaning** markaziga keltiriladi. Tekshirish bir necha marta qaytariladi.

### Reykalarni tadqiq qilish.

#### Reyka detsimetr bo'laklari xatosini aniqlash.

Tadqiqot kontrol metr lineykasi yordamida bajariladi. Detsimetrli intervalning har bir bo'lagini o'lchash ikki martadan bajariladi. Qora tomon.

9-jadval

Detsimetrlar	Etalon lineykasi bo'yicha sanoq, mm		Farq (2-1) (0,01 mm)	Sanoqlar o'rtachasi, mm	Detsimetr bo'laging xatosi, mm	Detsimetr bo'laging tasodifiy xatosi, mm
	1-chi holat	2-chi holat				
0	0.00	18	+18	0.09		
1	99.76	100.00	+18	99.91	-0.18	-0.19
2	199.76	96	+20	199.86	-0.05	-0.06
3	300.00	10	+10	300.05	+0.19	+0.18
4	400.34	50	+16	400.42	+0.37	+0.36
5	499.98	500.08	+10	500.03	-0.39	-0.40
6	599.90	600.02	+12	599.96	-0.07	-0.08
7	699.94	700.14	+20	700.04	+0.08	+0.07
8	800.10	24	+14	800.17	+0.13	+0.12
9	899.94	900.08	+14	900.01	-0.16	-0.17
10	999.88	1000.00	+12	999.94	-0.07	-0.08
10	0.00	16	+16	0.08		
11	100.20	30	+10	100.25	+0.17	+0.16
12	200.34	46	+12	200.40	+0.15	+0.14
13	300.12	24	+12	300.18	-0.22	-0.23
14	399.90	400.00	+10	399.95	-0.23	-0.24
15	500.02	20	+18	500.11	+0.16	+0.15

16	599.88	600.00	+12	599.94	-0.17	-0.18
17	700.00	12	+12	700.06	+0.12	+0.11
18	800.12	26	+14	800.19	+0.13	+0.12
19	900.08	22	+14	900.15	-0.04	-0.05
20	1000.26	36	+10	1000.31	+0.16	+0.15
20	0.00	18	+18	0.09		
21	100.20	30	+10	100.25	+0.16	+0.15
22	199.96	200.10	+14	200.03	-0.22	-0.23
23	300.12	26	+14	300.19	+0.16	+0.15
24	400.04	16	+12	400.10	-0.09	-0.10
25	499.84	500.00	+16	499.92	-0.18	-0.19
26	599.76	96	+20	599.86	-0.06	-0.07
27	699.64	82	+18	699.75	-0.11	-0.12
28	800.02	20	+18	800.11	+0.36	+0.35
29	900.04	20	+16	900.12	-0.01	-0.02
30	1000.16	26	+10	1000.21	+0.09	+0.08
					<b>+0.18</b>	<b>-0.12</b>

Birinchi detsimetr bo'lagi  $99.91 - 0.09 = 99.82$  bo'ladi,  
uning xatosi  $-0.18\text{mm}$ . bo'ladi.

Detsimetr bo'lagining sistematik xatosi

$$\sigma = \frac{+0.18}{30} = +0.006\text{mm} = +0.01\text{mm}$$

Reykani gorizental holatda o'rnatib, uning ustiga tekshirish lineykasini joylashtiriladi. Bunda lineyka noli reyka noli bilan ustma-ust tushishi kerak. Reykaning birinchi metrda sanoq detsimetr shtrixlari qarshisidan olinadi va ozgina siljutilib sanoq olish qaytariladi.

Reykaning ikkinchi va uchinchi metrlarida o'lchash shu tartibda bajariladi. Har bir metrdagi (2-1) farq qiymati  $0,1\text{mm}$  dan katta bo'lmasligi kerak.

Detsimetr bo'laklari xatoliklari yig'indisi topiladi. Yig'indi o'lchashda sistematik xatoning borligini kursatadi. Har bir farqqa sistematik xato ta'siri qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{\partial}{n} \quad (26)$$

bu erda :  $d$ - detsimetr bo'laklari (sistematk xato) xatoliklari yig'indisi;

$n$  - o'lchashlar soni.

Farqlardan sistematik xatoliklar qiymatini hisoblab, reykaning detsimetr bo'laklari tasodifiy xatoligini topiladi. Reykalarining tasodifiy xatoliklari eng katta

qiymati  $\pm 0.5$  mm dan oshmasligi kerak. Reykaning qizil tomonini tadqiq qilish ham xuddi shunday tartibda bajariladi.

## 2.Reykalarning o'rtacha bir metr uzunligini aniqlash

Aniqlash tekshirish metri, etalon lineyka yordamida bajariladi. Reykaning metrli oraliqlari ikki marta: oldin to'g'ri, keyin teskari yo'nalishda o'lchanadi. Har bir oraliqni ikkinchi o'lchashdan oldin etalon lineyka ozgina siljiriladi.

Etalon: nazorat lineyka № 1262

Etalon lineyka tenglamasi  $L = 1000 - 0,04 + 0,02 (t - 18,5^\circ)$  mm

Qora tomoni

2.4-jadval

Reyka bo'lagi	Lineyka sanog'i, mm			O'rtacha (o'ch), mm	Lineyka uzunligiga tuzatma,	Reyka bo'lagining uzunligi,
	Chap (ch)	O'ng (o')	O'-CH			
1	2	3	4	5	6	7
		To'g'ri yo'nalish, $t = + 21.5^\circ$				
1-10	0.10	900.67	900.57			
	0.26	900.82	900.56	900.56	+0.04	900.60
10-20	0.26	1000.72	1000.46			
	0.50	1001.00	1000.50	1000.48	+0.04	1000.52
20-29	0.18	900.20	900.02			
	0.38	900.10	900.00	900.01	+0.04	900.05
		Teskari yo'nalish $t = +21.5^0$				
29-20	0.16	900.16	900.00			
	0.60	900.64	900.04	900.02	+0.04	900.06
20-10	0.14	1000.56	1000.42			
	0.54	1000.96	1000.42	1000.42	+0.04	900.06
10-1	0.10	900.72	900.62			
	0.30	900.86	900.56	900.59	+0.04	900.63
	3.24	11207.41	11204.17	5602.08	+0.24	5602.32

Bir metr uzunlikdagi reyka  $l_{\text{чepн.}} = \frac{5602.32}{5.6} = 1000.41 \text{ мм}$

Etalon lineykasining lu'asi birinchi va o'ninchi detsimetrilar ustiga o'rnatilib sanoq olinadi. Farq hisoblanadi. Lineyka ozgina siljtilib, sanoq qayta olinadi. Farq hisoblanadi. Farqlar orasidagi qiymat 0,06 mm dan oshmasligi kerak. Ikkinchi va uchinchi bo'lak ham xuddi shunday tartibda o'lchanadi. Teskari yo'nalishda havo harorati o'lchanadi va o'lchash teskari tartibda bajariladi. Lineyka tenglamalaridan foydalanib bir reyka metr uzunligiga tuzatma hisoblanadi:

$$a = - 0,04 + 0,02 (21.5^{\circ} - 17.5^{\circ}) = + 0,04 \text{ mm.}$$

Tuzatma kiritiladi va reyka bo'lagi uzunligining to'g'rilangan qiymati topiladi.

To'g'ri va teskari yo'nalish bo'yicha reyka uzunligi 2,8m, umumiy uzunligi 5,6 m ekanligini e'tiborga olsak, tadqiq qilinayotgan reyka bir metr uzunligining o'rtachasini topamiz:

SHu tartibdagi ketma-ketlikda reyaning qizil tomoni ham tadqiq qilinadi va bir metrning o'rtacha uzunligi aniqlanadi.

Kom'lektga kiruvchi ikkinchi reyka bo'yicha ham shu o'lchash ishlari amalga oshiriladi.

Misol . Birinchi reyka:

— Qora tomoni 1000.09 mm.

— Qizil tomoni 1000.12 mm.

Ikkinchi reyka:

— Qora tomoni 1000.03 mm.

— Qizil tomoni 1000.01 mm.

Juft reyka bir metrning o'rtacha uzunligi:

$$\frac{1000.09+1000.12+1000.03+1000.01}{4}$$

Reykalarni tadqiq qilish dala ishlarigacha va dala ishlaridan keyin bajariladi. Juft reyka metrning o'rtacha uzunligi uchun tuzatma sektsiyadagi o'lchangan nisbiy balandlikka kiritiladi va nivelir jurnaliga yozib qo'yiladi.

Reykalarning metr va detsimetr oraliqlari tasodifiy xatoligi III klass nivelirlash uchun  $\pm 0.5$  mm dan, IV klass nivelirlash uchun  $\pm 1$  mm dan oshmasligi kerak.



Mis o1.16 a'relda berilgan kom'lekt reykaning o'rtacha tuzatma koeffitsiyenti  $a_1 \pm 0.06$  mm ga teng bo'ldi. 26 avgust dala ishlarining oxirida koeffitsientning yangi qiymati  $a_2 \pm 0.21$  mm olingan.

Sektsiyada nisbiy balandliklar yig'indisiga tuzatma qiymatini topish kerak.

$h_{\&ish} = + 46,374$  m, 19 va 20 maygacha o'lchangan.

Tuzatmalar aniqlash oralig'ida (16 a'rel -26 avgust) 133 kun o'tdi. 16 a'rel birinchi aniqlangan kundan 20 may sektsiyada o'lchash kunigacha 35 kun o'tdi.

2.5-jadval

Reyka bo'lagi	Lineyka sanog'i, mm			O'rtacha (o'-ch), mm	Lineyka uzunligiga tuzatma,	Reyka bo'lagining uzunligi,
	chap (ch)	o'ng (o')	o'-ch			
1	2	3	4	5	6	7
		To'g'ri yo'nalish, $t = + 21/5,8^\circ$				
1-10	0,44	900,62	900,18			
	0,48	900,68	900,20	900,19	-0,06	900,13
10-20	0,64	1000,24	1000,20	1000,22	-0,07	1000,15
	0,24	1000,48	1000,24	1000,22	-0,07	1000,15
20-29	0,16	900,18	900,02			
	0,38	900,38	900,00	900,01	-0,06	899,95
		Teskari yo'nalish $t = + 13,2^\circ$				
29-20	0,10	900,12	900,02			
	0,34	900,38	900,04	900,03	-0,06	899,97
20-10	0,56	1000,76	1000,20			
	0,48	1000,66	1000,18	1000,19	-0,07	1000,12
10-1	0,14	900,36	900,22			
	0,26	900,48	900,22	900,22	-0,06	900,16
	4,22	11205,94	11201,72	5600,86	-0,38	5600,48

Etalon lineykasining lu'asi birinchi va o'ninchi detsimetrlar ustiga o'rnatilib sanoq olinadi. Farq hisoblanadi. Lineyka ozgina siljtilib, sanoq qayta olinadi. Farq hisoblanadi. Farqlar orasidagi qiymat 0,06 mm dan oshmasligi kerak. Ikkinchi va uchinchi bo'lak ham xuddi shunday tartibda o'lchanadi. Teskari yo'nalishda havo harorati o'lchanadi va o'lchash teskari tartibda bajariladi. Lineyka tenglamalaridan foydalanib bir reyka metr uzunligiga tuzatma hisoblanadi:

$$a = -0,01 + 0,019 (13^\circ - 16^\circ) = -0,07 \text{ mm.}$$

9m. ga tuzatma topiladi:

1 m. da 0,07 mm

9 m.da — x mm

$$x = 0,9 \times (-0,07) : 1 \text{ m} = -0,06 \text{ mm.}$$

Tuzatma kiritiladi va reyka bo'lagi uzunligining to'g'rilangan qiymati topiladi.

To'g'ri va teskari yo'nalish bo'yicha reyka uzunligi 2,8m, umumiy uzunligi 5,6 m ekanligini e'tiborga olsak, tadqiq qilinayotgan reyka bir metr uzunligining o'rtachasini topamiz:

Shu tartibdagi ketma-ketlikda reyaning qizil tomoni ham tadqiq qilinadi va bir metrning o'rtacha uzunligi aniqlanadi.

Komplektga kiruvchi ikkinchi reyka bo'yicha ham shu o'lchash ishlari amalga oshiriladi.

Misol . Birinchi reyka:

— Qora tomoni 1000.09 mm.

— Qizil tomoni 1000.12 mm.

Ikkinchi reyka:

— Qora tomoni 1000.03 mm.

— Qizil tomoni 1000.01 mm.

Juft reyka bir metrning o'rtacha uzunligi:

$$\frac{1000.09+1000.12+1000.03+1000.01}{4} = 1000.06 \text{ mm.}$$

Reykalarni tadqiq qilish dala ishlarigacha va dala ishlaridan keyin bajariladi. Juft reyklar metrning o'rtacha uzunligi uchun tuzatma sektsiyadagi o'lchangan nisbiy balandlikka kiritiladi va nivelir jurnaliga yozib qo'yiladi.

Reykalarning metr va detsimetr oraliqlari tasodifiy xatoligi III klass nivelirlash uchun  $\pm 0.5 \text{ mm}$  dan, IV klass nivelirlash uchun  $\pm 1 \text{ mm}$  dan oshmasligi kerak.

Mis o 1.16 a'rdela berilgan kom'lekt reykaning o'rtacha tuzatma koeffitsiyenti  $a_1 \pm 0.06$  mm ga teng bo'ldi. 26 avgust dala ishlarining oxirida koeffitsientning yangi qiymati  $a_2 \pm 0.21$  mm olingan.

Sektsiyada nisbiy balandliklar yig'indisiga tuzatma qiymatini topish kerak.

$h_{\&ish} = + 46,374$ -m, 19 va 20 maygacha o'lchangan.

Tuzatmalar aniqlash oralig'ida (16 a'rel -26 avgust) 133 kun o'tdi.16 a'rel birinchi aniqlangan kundan 20 may sektsiyada o'lchash kunigacha 35 kun o'tdi.

3.Reykaning boshlanish (no'l) qiymatini aniqlash.

### **Nazorat savollari:**

- 1.Nivelirlar klassifikatsiyasi qanday.
- 2.N3, N3K nivelirlari.
- 3.Nivelirlash reykalari.
- 4.Nivelirlarni tekshirish va kuzatish.

## **2.5. Lazerli nivelirlar**

Lazerli nivelirlar zamonaviy asboblarda to'riga kiradi. O'lchash ishlarini yuqori aniqlikda olib borish va uni ishlatishda soddaligi lazerli nivelirning asosiy xususiyatlari hisoblanadi. Asbobning "qo'l bilan to'g'rilovchi", "gorizontal" va "to'liq avtomatlashtirilgan" turlari mavjud. Ushbu turlarining ko'rinishi 13.6-rasmda berilgan.



2.17-rasm. Lazerli nivelirlar: (chapdan o'ngga) LEICA Lino L2 - qo'l bilan

to'g'rilovchi, geo-Fennel FL 100 HA - gorizontol va geo-Fennel FL 200A-H -  
to'liq avtomatlashtirilgan turlari

Qo'l bilan to'g'rilovchi lazerli nivelirlarda nazorat Kompensatorida joylashgan "puffakcha" sathi yordamida olib boriladi, belgilashlar gorizontol va vertikal tekisliklar bo'yicha bajariladi.

Gorizontol to'riga kiruvchi yarimavtomat (o'z-o'zidan to'g'rilovchi) nivelirlar yer uchastkalarining planirovka qilishda qo'llaniladi va nazorat yuqoridagi kabi Kompensatoridagi "puffakcha" ning sathi bo'yicha amalga oshiriladi.

To'liq avtomatlashtirilgan nivelirlar "zangori rang lazerli" modellari gorizontol va vertikal tekisliklarni bar'o etishda qo'llaniladi. Og'ir elevatsion shtativlar va egiladigan mahkamlovchilarni qo'llanishi o'lchash ishlari doirasini kengaytirishga imkon yaratadi.

Bayon etilgan lazerli nivelirlarning o'lchash masofalari va o'lchash aniqligining kursatkichlari mos ravishda quyidagicha: LEICA Lino L2 da 20m va 0,2mm, geo-Fennel FL 100 HA da 600m va 1mm/10m va 200m va 1,5mm/10m.

## **2.6.Elektron nivelirlar va ularning turlari**

Avtomat nivelir HA 2000 da "Wild" (Shveytsariya) reykadagi sanoq maxsus kodirovka (bar-kod) orqali 4 sek davomida olinadi. 1 km dagi xato 1,3mm ni tashqil etadi. Nivelirlash unumdorligi 2 barobar oshadi. Kichik avtobusga o'rnatilgan inersional to'osistema "SAGEM" ni Fransiya firmalaridan biri ishlab chiqargan. Bu sistema bilan joydagi nuqtalarning 3 ta koordinatalari 10 km gacha 10 sm, 20 km gacha 20 sm va 30 km gacha 30 sm aniqlikda tasvirlov bajariladi. Bu sistemada blok'latforma, 3 ta akselerometr, 2 ta giroskop, boshqaruv bloki, indikator, kompyuter, rinter va elektron taxeometrlar o'rnatilgan.

Elektron nivelir (chet el davlatlarida "raqamli" termini yuritiladi) yuqori texnologik jihozlar turkumiga kiradi va o'lchashlarini qisqartirishga, hamda avtomatlashtirishga imkon yaratadi. Shu bilan birga, nivelirning afzalligi shundaki, o'lchashlarda sanoq olish shtrix kodga ega bo'lgan reykalardan avtomatik ravishda qayd etilishi va uning aniqligi kuzatuvchiga, hamda atrof muhitga bog'lik emasligidadir. Natija reyka vizirlash va tugmachani bosib olinadi. O'lchashlarni

xotirada saqlash, nisbiy balandlik va balandliklarni hisoblashlar nivelirda joylashtirilgan 'rotsessorda bajariladi, ular raqamlar ko'rinishida hosil qilinadi. Olingan ma'lumotlari fayl ko'rinishida saqlanishi, uni istagan vaqtda ekranda hosil qilinishi yoki qayta ishlash uchun kompyuterga uzatilishi asbobni yuqori samarali ekanligidan dalolat beradi.







2.18–rasm. Elektron nivelir NA 2000 da "Wild" (Shveysariya)

Nivelirning konstruktiv o'zining xususiyatlari: zarbalarga mustahkamligi, kor'usi chang va namlikni o'tkazmasligi bilan ajralib turadi. Ko'rish trubasi to'g'ri tasvir hosil qiladi va uning kattalashtirish darajasi turli modellarida  $20^x$  dan  $50^x$  gacha o'zgarishi mumkin. Bunda asbobning ko'rish trubasining kattalashtirish darajasi ortishi bilan o'lchash aniqligi ham ortib boradi. Turli davlatlarda ishlab chiqarilgan turli model elektron nivelirlarning ko'rinishi ularning ayrim texnik kursatkichlari haqidagi ma'lumotlar 2.6-jadvalda kursatib o'tilgan.

2.6- jadval

Elektron nivelirlarning turlari va ayrim texnik kursatkichlari

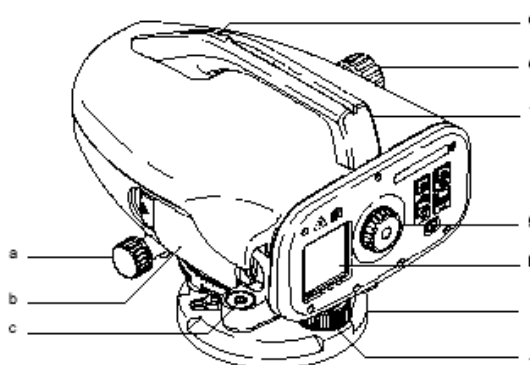
Nivelir turlari	Ko'rinishi	Ishlab chiqilgan davlat	O'lchash aniqligi	O'lchash masofasi	Ko'rish trubasining kattalashtirish darajasi
<b><u>SOKKIA</u></b> <b><u>SDL50</u></b>		Yaponiya	0,8 mm	1,6–100 m	28x Og'irligi 2,4 kg

<u>To'con DL-101S</u>		Yaponiya	0,4 mm	2 – 100 m	32x Og'irligi 2,8 kg
<u>Trimble DiNi 07</u>		AQSh	0,7 mm	1,5 – 100 m	26x Og'irligi 3,5 kg
<u>Leica DNA03</u>		Shvetsariya	0,3 mm	1,8 – 110 m	24x Og'irligi 2,85 kg

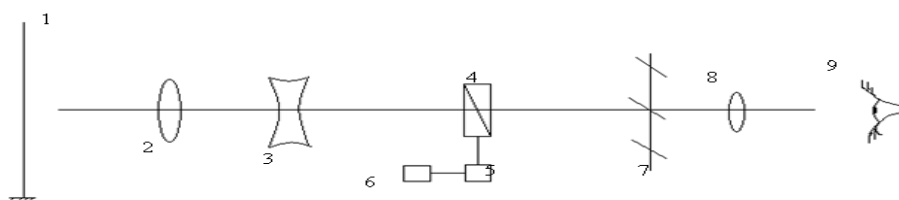
## 2.7. Elektron nivelirlar bilan ishlash

Elektron nivelir bilan o'lchash ishlarini bajarishni, turli xil nivelirlardagi o'lchash ishlari bir-biriga yaqinligini hisobga olgan holda, elektron nivelir *SHRINTER 100M* misolida bayon etamiz.

Elektron nivelir *SHRINTER100M* ko'rinishi va qismlarining nomi (13.8-rasm), ishlash prinsipi (13.9-rasm), nivelir anjomlarining nomlari va ularning konteynerda joylashishi (13.10-rasm) keltirilgan.



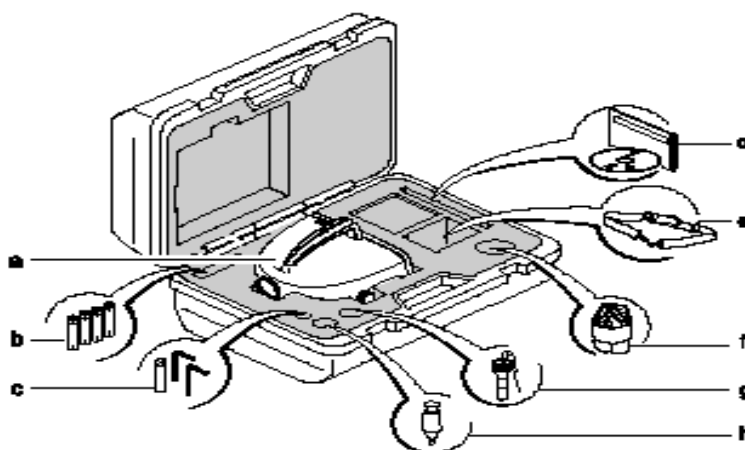
2.19-rasm. *SHRINTER 100M* elektron nivelirining ko'rinishi va tugmalarini funksional vazifalari: *a)* aniq mo'ljalga oluvchi vint; *b)* batareyka o'rnatiladigan joy; *c)* doiraviy adilak; *d)* vizir; *e)* fokusirovka vinti; *f)* qo'l tutqichi; *g)* okulyar; *h)* ekran; *i)* tregger; *j)* o'rnatuvchi vint



2.20-rasm. Elektron nivelirning tuzilishi: 1- geodezik reyka; 2 - obyektiv;  
3 - fokuslovchi linza; 4 - yarim tiniq ko‘zgu; 5 - analizator; 6-dis’ley; 7 - Iplar to‘ri; 8 - okulyar; 9 - kuzatuvchi

Elektron nivelir anjomlari quyidagilar: batareyka (4 ta), doiraviy adilak, qo‘llanma CD-ROM, remen, nurdan himoya qiluvchi moslama (o‘siya), ‘erexodnikdan iborat. Ularning konteynerda joylashishi 13.10-rasmda kursatilgan.

Nivelir majmuasi: shtativ, alyumin reyka, yomg‘irdan va quyosh nurlaridan saqlovchi moslama, energiya bloki (4 ta AA batareyka, 4 ta akkumulyator va to‘yintiruvchi moslama), uzatuvchi/ma’lumotlarni qayd etuvchi tashqi moslama, **kompyuter** kabeli, ta’minotli dastur (Leyca Survey Jffice) va foydalanuvchilar, hamda ishlatish bo‘yicha qisqacha qo‘llanmalar bilan ta’minlangan.

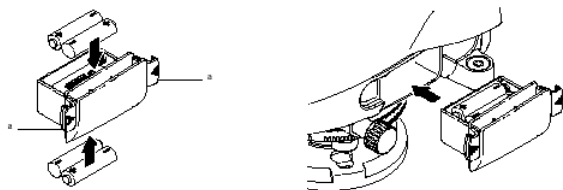


2.21-rasm. Elektron nivelir anjomlarini konteynerda joylashishi:  
a) ShRINTER; b) batareyka (4 ta) ; s) doiraviy adilak; d) qo‘llanma CD-ROM; e) remen; f) nurdan himoya qiluvchi moslama (o‘siya);  
g) perexodnik; h) shayin

**Asbobni o‘lchash ishlariga tayyorlash.** Asbobni o‘lchash ishlariga tayyorlash asbobga batareyka o‘rnatilgandan so‘ng (2.22-rasm) quyidagi tartibda amalga

oshiriladi:

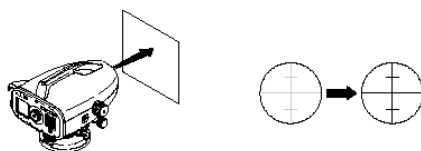
- kuzatuvchi shtativ oyoqlarini o‘ziga moslab olgan holda, shtativning maydon yuzasini taxminan gorizontaal etib oyoqlari yerga qotiriladi;



2.22-rasm. Nivelirga batareya o‘rnatish ketma-ketligining ko‘rinishi



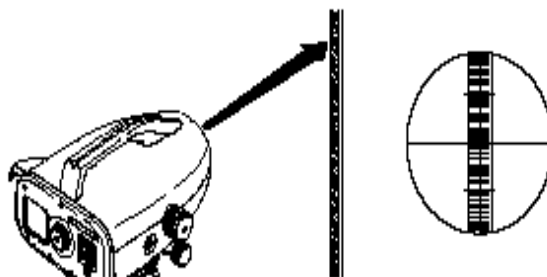
2.23-rasm. Doiraviy adilakni no‘1 punktga keltirish chizmasi



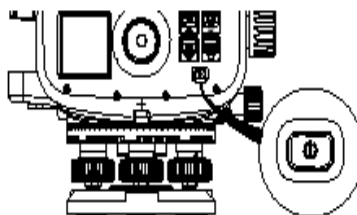
2.24-rasm. Okulyarning Iplar to‘rini tiniqlashtirish

- shtativga asbobning tagligi qattiq biriktirilib, uchta ko‘targich vintlar yordamida doiraviy adilakning “**puffakchasi**” no‘1 punktga keltiriladi. Bunda doiraviy adilakni o‘qi A va B ko‘targich vintlariga ‘er’endikulyar qilib olinadi (2.23-rasm) va vintlar markazga qarama-qarshi tomonga burab, “**puffakcha**” no‘1 punktga keltiriladi. So‘ngra C vint buralib, “puffakchani” markazga siljiriladi;
- okulyarni ko‘rish trubasini yorug‘ fonga (oq qog‘oz qo‘ysa ham bo‘ladi) qaratib (2.24-rasm), okulyar Iplar to‘ri aniq tasvir hosil qilgunga qadar buraladi;
- obyektiv vizir yordamida reykaqa qaratiladi va fokuslovchi vint orqali reykaning aniq tasviri ‘aydo qilinadi (2.24-rasm);
- asbobni rasmda kursatilgan tugmachasi bosilib yoqilish orqali o‘lchash ishlariga taxt qilinadi (2.25-rasm).





2.25-rasm. Obektivda reykanı aniq tasvirining chizmasi









2.26-rasm. Asbobning yoqib-o'chirish tugmachasi

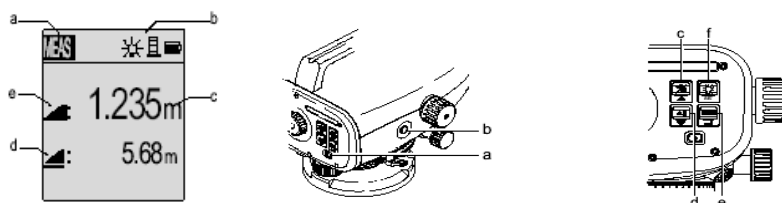
Quyida asbobning ekrani, undagi ko'rinadigan yozuvlarining manosi va asbobning o'lchashdaga foydalaniladigan tugmachalari haqida to'xtab o'tamiz.

Ekranni dastlabki ish jarayonidagi ko'rinishi (2.7.7-rasm, chapda), asbobning tugmachalarini joylashuvi (2.7.8-rasm, o'ngda) kursatilgan. O'lchash jarayonidagi vazifalari (ularning ikki bosqichda olib borilishini eslatib o'tamiz) va ularning tartibini 13.4-jadval ma'lumotlaridan tanishish mumkin.

**Belgilarni sozlash va sonli qiymatlarni kiritish.** Reduced level (RL) 0 ~ 9, oralig'idagi o'nta sonli raqamli kiritmani o'z ichiga oladi. Unda ajratuvchi Ft in 1/8 inchi, "+" va "-" ishorali belgilar mavjud. Nuqtaning tartib raqami (ptID) harfli (a ~ z gacha) – raqamli (0 ~ 9) oralig'ida bo'ladi.

Nivelirning o'lchashlarda foydalaniladigan tugmachalari ularning ko'rinishi (simvoli) va vazifalari

Rasmdagi ketma-ketlik	Tugmacha (yozuvi)	Ko‘rinishi	Birlamchi bosqichdagi vazifasi	Ikkinchi bosqichdagi vazifasi
a)	On/Off		Yoqish, o‘chirish	
b)	MEAS		O‘lchash ishlarini boshlash	Tugmachani 2sek bosib to‘rish orqali o‘lchashlarni davom ettirish
c)	Height / Distance		Balandlik yoki masofani tanlash	MENYUda kursor yuqorida
d)	dH		Nisbiy balandlikni hisoblash va dastlabki balandlikni hisoblash RL	MENYUda kursor pastda
e)	MENU		Aktivlash va nastroyka qilish	MENYUda nishonni tasdiqlash
f)	Backlight		Dis‘leyni yoritish LCD	MENYUda dasto‘rni yoki nastroykani tugallash (tugmachasi ESC)



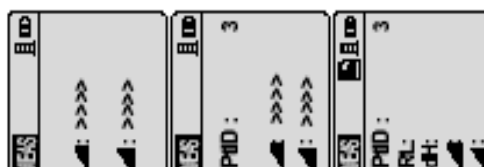
2.27-rasm. Nivelirning ekrani (chapda) va uning tugmachalarini joylashish chizmasi (o‘ngda): *a* - rejim; *b* - ikonkalar; *c* - o‘lchov birligi; *d* - masofaning simvoli; *f* - balandlik simvoli

**O‘lchash usuli va jarayoni.** Elektron nivelirda o‘lchashlar ikki usulda olib borilishi ko‘zda tutilgan: yakka tartibli va ketma – ket uzuliksiz o‘lchashlar. Yakka

tartibda o'lchashlarda: o'lchash tugmachasi asta bosilib ishga tushirilsa, uzluksiz o'lchashda o'lchash tugmachasi 1-2 sekund bosilib ushlab to'riladi va ekranda xabar hosil bo'ladi. Bu usulda o'lchashlar uzluksiz bajariladi, lekin ma'lumotlar qayd etilmaydi va faqat oxirgi ma'lumot kursatiladi xolos.

O'lchash jarayonida o'lchash ishlarining maqsadi, uning vazifasi va olinadigan natijaga ko'ra, balandlik va masofa o'lchanadi va nuqtalarning tartib raqami kursatiladi; balandlik, masofa, reduced leve (dastlabki balandlik) va nisbiy balandliklar o'lchanadi va tartib raqamlari kursatiladi.

Ushbu jarayonni ekrandagi holati 2.7.10-rasmda aks ettirilgan.



2.28-rasm. O'lchash jarayoni ( yuqoridan pastga) va uning ekrandagi tasviri



O'lchash ishlarining bayoni keltirishdan avval, o'lchash jarayonida asbobdagi qo'llanilgan 'iktogrammalar, menyu, sonli va harfli miqdorlarni kiritish va ulardan foydalanishdagi interfayslari, ularni ishlatish bo'yicha kursatmalar bilan tanishtirib o'tamiz ( 2.8-jadval).

Interfayslari bo'yicha ma'lumotlar va ularni vazifalari

2.8 - jadval

	O'lchash rejimi		MENYU rejimi
	Sozlash rejimi		Kommunikatsiya rejimi
	Uzluksiz (kuzatuv) rejimi		

**Asbobning mavjud holatini kursatuvchi belgilar:**

-  – Yuritish uskunasi yoritilishi;
-  – O'lchashda reykanı to'g'ri va teskari holati;



– Displeyni yoritilish darajasi.

Batareyka miqdori va tashqi manbaga ulanishi:



Ma'lumotlarni ichki xotirada saqlash:



## ***O'lchash ishlarini bajarish tartibi va uning natijalari***

### ***A. Balandlik va masofa o'lchash***



1) Asbob yoqiladi (☰). Ekranda Leica logotip hosil bo'lib, kutish rejimi kuzatiladi;

2) Obyektiv reykgaga qaratilib fokuslanadi. ●

O'lchashni aktivlash tugmachasi asta bosilib amalga oshiriladi.

3) Ekranda o'lchangan balandlik va masofa qiymatlarining tasviri



hosil bo'ladi.

4) Balandlikni qayd etish kursor bosilib hosil qilinadi.

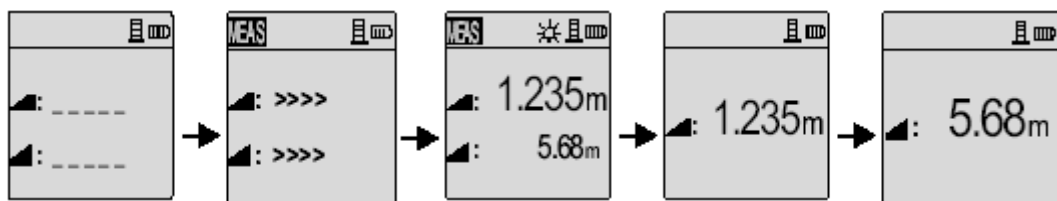
5) Takroran kursor tugmachasi bosilib, masofa qiymati ekranda qayd etiladi.



6) Balandlik va masofa qiymatlarini tasviri bosilib qayta hosil

qilinadi.

O'lchash ishlarini bajarishdagi yuqoridagi tartib bo'yicha ekrandagi tasvirlari 2.29-rasmda o'z ifodasini topgan.





2.29-rasm. O'lchash ishlarini yuqorida bayon etilgan tartibdagi ekranda ko'rinishi

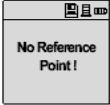
### ***B. Tartib raqamlari kursatilgan balandlik, masofa, reduced leve (dastlabki balandlik) va nisbiy balandliklarni o'lchash***

Asbob yoqilib, ekranda Leica logotip hosil qilinib, kutish rejimidan so'ng:

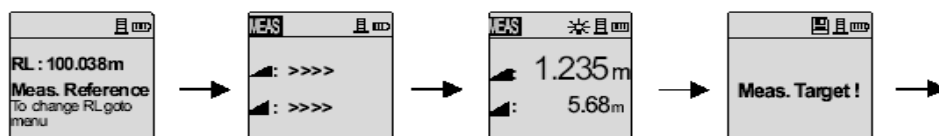
1) Dastlabki balandlik va orttirmalarning funksiyasini ishga solinadi. Buning

uchun  tugmaychasi bosiladi;

- 2) Ekranda "Meas. Reference" xabari tasvirlanadi;
- 3) Dastlabki reykanadan (sanoq olish nuqtasidan ) o'lchashni bajarish  uchun tugmachasi bosilib ishga tushiriladi;
- 4) Dastlabki balandlik va masofalarni o'lchangan tasviri 'aydo bo'ladi, so'ngra "Meas. Target!" xabari 'aydo bo'ladi;
- 5) Nuqtadagi vizir markasida o'lchashni boshlash uchun  tugmacha bosiladi;
- 6) Dastlabki balandlik (RL), dastlabki nuqtaga nisbatan orttirma (dH), balandlik va nuqtagacha bo'lgan masofalar haqida ma'lumotlar paydo bo'ladi;

O'lchashlar bajarilmagan holatida  belgi bilan xabar kursatiladi.

Dastlabki nuqtalarda o'lchashlarni boshlashdan avval nuqta izlarini o'lchashlarini bajarilishi lozim. Ushbu ketma-ketlikda bajarilgan o'lchashlaridagi holatlarni ekrandagi tasviri quyida 2.20-rasmda keltirilgan.

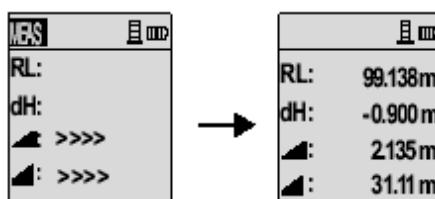


Dastlabki

Kuzatuv

Balandlik

Nuqtani o'lchash jarayoni va masofa yo'qolishi



Kuzatuv jarayoni Oxirgi natija

2.30-rasm. O'lchash ishlaridagi natijalarning ekrandagi tasviri

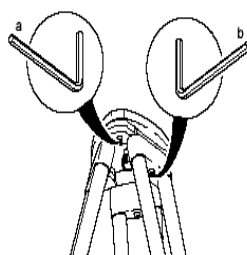
## 2.8. Elektron nivelirlarni tekshirish va sozlash

1. O'lchash ishlarini boshlamasdan avval asbob tekshiriladi va sozlanadi. Tekshirish va sozlash ishlariga: shtativni ishga tayyorligi, doiraviy adlak

puffakchasini “nol” punktda qayd qilinishi, Iplar to‘rlarini holati, o‘tik va elektron Kollimasion xatoliklarni (vizirlash nuri bilan haqiqiy gorizontal chiziq orasidagi farq) aniqlashlar kiradi. Quyida ushbu tekshirishlarni bajarilishi, xatoliklarni aniqlash va bartaraf etish chora tadbirlariga to‘xtab o‘tamiz.

*1-shart. Asbobning shtativi turg‘un va mustahkam bo‘lishi kerak.*

Bu shart asbobning (2.8.1-rasmda kursatilgan) *a* va *b* vintlarini mahkam va mustahkam etib burash orqali amalga oshiriladi.

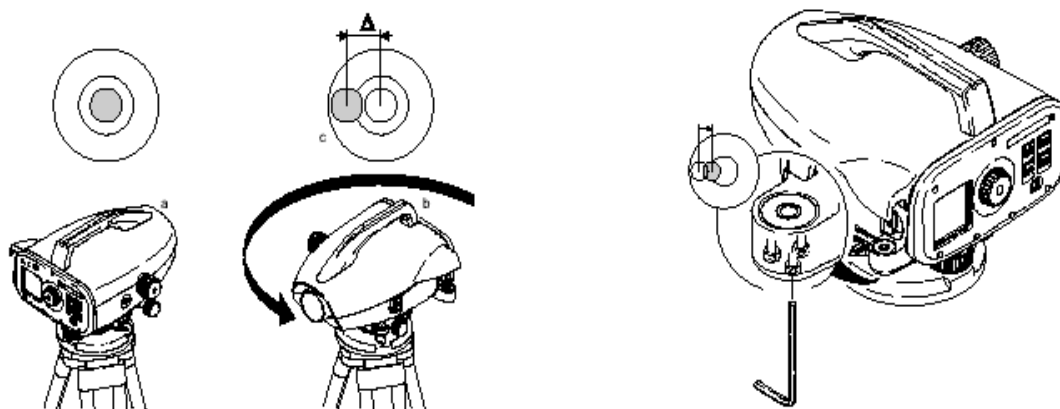


2.31-rasm. Asbob shtativini mahkamlash

*2-shart. Doiraviy adilakning puffakchasi “no‘l” punktda joylashishi shart.*

*Tekshirish:* a) asbob gorizontallanadi; b) 180°ga buraladi; c) agar doiraviy adilakni sathi markazda qayd etilmasa sozlanadi;

*Sozlash:* Olti qirrali kalit yordamida puffakcha yarim xatolik miqdoriga suriladi va *a* va *v* punktlari bajarilib qayta tekshiriladi.



2.32- rasm. Nivelirni sozlash va tekshirishdagi 2- shartni bajarish bo‘yicha ko‘rinishlar

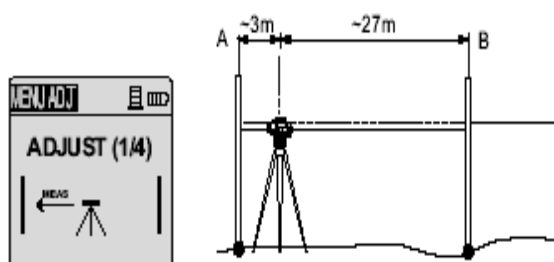
*Kollimasion xatolikni tekshirish va sozlash.*

Elektron Kollimasion xatolik reykanan sanoq olish davrida avtomatik

ravishda tuzatma kiritilib bartaraf etilsa, optik Kollimasion xatolik to'rlar ipini to'g'rilash orqali chetlatiladi. Quyida ushbu xatoliklarni tekshirish va sozlash tartibini keltiramiz:

- a) asbob taxminan 30m oralig'idagi A va B reykalarni o'rtasiga o'rnatiladi;
- b) tekshirish va sozlash dasto'ri "Check and Adjust" ni faollashtirish uchun MENU-ADJUST bosiladi;

Asbob A nuqtadagi reykaqa qaratilib, MEAS bosiladi va ekranda quyidagi rasm hosil bo'ladi:



2.33-rasm

- c) keyingi vizirlash B nuqtaga qarab o'zgartiriladi va yana MEAS bosiladi;
- d) asbob o'rtadan A nuqtaga qadar (3m qolguncha) yangi stansiyaga olib o'tiladi va A nuqtadagi reykaqa fokuslab MEAS tugmachasi bosiladi;

B nuqtaga qarab vizirlanadi, takror MEAS tugmachasi bosiladi. Ushbu jarayondan so'ng ekranda yangi Kollimasion xatolik nomoyon bo'ladi. Vvod ENTR tugmachasi bosilib, tuzatma kiritiladi.

Sozlash dasto'ridan chiqish ERC tugmachasini bosish orqali amalga oshiriladi. Takroran bosilganda ekranda eng so'ngi ma'lumotlar qayd etilsa, ketma-ket bosilgan tugmacha MENU ga olib o'tadi. Uch marta bosilgan ERC da ekran o'lchash rejimiga o'tadi.

### **2.9. III va IVklass nivelirlash ishlarini tashqil qilish va bajarish.**

Nivelirlash ishlarini tashqil qilish quyidagi eta'lardan iborat:

- 1) Loyixa tuzish;
- 2) Rekognostsirovka;
- 3) Nivelirlash belgilari va reperlarini joyga o'rnatish;
- 4) Asboblarni tekshirish, kuzatish va sozlash;

- 5) Dala o'lchash ishlarini bajarish;
- 6) Dala o'lchash natijalarini kayta ishlash va tenglashtirish;
- 7) Materiallarni sistemaga solish va rasmiylashtirish;
- 8) Nivelirlash punktlarining (reperlarning) katalogini tuzish.

### **Loyihani tuzish**

Loyixani tuzishda oldin bajarilgan ishlarning materiallari olinadi va taxlil qilinadi. Loyihada ishning tarkibi, xajmi, ish joyi, bajarilish tartibi va smeta narxi kursatiladi. Loyixa tekst(matn) qismi, nivelir yo'llari tushirilgan karta va smetadan iborat. Loyixaning tekst (matn) qismida quyidagilar kursatiladi:

1. Loyixalanayotgan nivelir yo'lining maqsadi.
2. Ish bajariladigan joyning qisqacha fizik-geografiktavsifi.
3. Berilganlar reperlar to'g'risida ma'lumot.
4. Oldin o'rnatilgan va loyixalanayotgan nivelir belgilar (znak) to'g'risida ma'lumot.
5. Loyixalanayotgan nivelir belgilari turlarining soni.
6. Asboblari va nivelirlash usullari.
7. Nivelirlash natijalarini hisoblash tartibi.

Nivelir yo'llarini loyixalashtirish 1:10000-1:100000 masshtabli kartalarda bajariladi. III va IV klass nivelir yo'llarini loyixalashda kartaga ilgari bajarilgan, 3 kilometrgacha radiusda bo'lgan xamma klass nivelirlash, triangulyatsiya va poligonometriya punktlari tushiriladi.

Loyixalash I, II, III va IV klass nivelirlash instruktsiyasi talablari asosida amalga oshiriladi.

III klass nivelirlash loyixasi, II klass nivelirlash poligonlari ichida o'tkaziladi. Kartada nivelirlash yo'nalishlari kursatiladi.

### **Rekognostsirovka**

Rekognostsirovka (joyini o'rganish) qilish **paytida** tuzilgan loyixa joyda kurib chikiladi, nivelir yo'lining va **bog'lanish** nuqtalarining eng qulay varianti, reper turlari va ularni o'rnatish joylari belgilanadi. Keying iishlarni tashqil qilish uchun kerakli ma'lumotlar yig'iladi.



Rekognostsirovkachi dalada kartaga yoki aerosuratga reperlarni o'rnatish joyini, bor bo'lgan reperlarning joyini kerakli aniqlikda belgilaydi, tahrif (o'isaniye) tuzadi va reperlarni o'rnatish uchun joyini belgilaydi.

Joyda reperlarni keyinchalik topish oson bo'lishi uchun reperlarni o'rnatish joyi harakterli kontur va orientirga yaqin joylarda tanlanadi. Reperlarning uzoq saqlanishini va ishonchliligini ta'minlash uchun imkoni boricha reperlar o'rnatish uchun tu'rog'i yaxshi bo'lgan do'ng joy tanlanadi. Reperlarni o'rnatish uchun eng qulayi-qoyali jinslardir. o'rnatish joyida yer osti suvlarining satxi yeryuzasiga 3-4 m yaqin bo'lmasligi kerak.

Rekognostsirovkachi nivelir yo'lini va reper o'rnatish joyini belgilashda imkoni boricha qiya ko'tariladigan joylardan, botqoqliklardan, ekinzorlardan, ko'llardan va boshqa noqulay joylarni chetlab o'tishi kerak. Tushuntirish xatida nivelirlash muddati va nivelirlashda uchraydigan qiyinchiliklar tafsiloti yoziladi.

Rekognostsirovka paytida loyixaga ayrim o'zgartirishlar kiritishi mumkin va loyixa tasdiklanadi.

Rekognostsirovka natijasi bo'yicha quyidagi xujjatlar taqdim qilinadi:

- Nivelirlash yo'llarining aniqlik kiritilgan sxemasi.
- Bor bo'lgan yo'l bilan loyixalanayotgan yo'l bog'lanishining aniqlik kiritilgan sxemasi.
- Tushuntirish xati.
- Reperlarni o'rnatish uchun joyning tavsifi.
- Yo'qotilgan va topilmagan nivelir belgilarning qaydnomasi (akti).
- Tadqiq qilingan va tahmirlangan nivelir belgilarning ro'yxati.

#### **Nivelirlash belgilari va reperlarini joyga o'rnatish.**

Nivelir punktlari (reperlari) shunday joylarda urnatiladi, ular uzok muddat saklanishi kerak, ulardan foydalanish va topish oson bo'lishi kerak. Nivelirlash bajarilanaet joyning fiziko- geografik sharoitiga kura reperlar turlari urnatiladi. Xama nivelir belgilariga akt tuziladi va tegishli organlarga Topshiriladi.

## **2.10. IV klass nivelirlashda dala ishlari.**

IV klass nivelirlash bir tomonga bajariladi.

Nivelirdan reykgacha bo'lgan masofa qadam yoki boshqa usulda o'lchanadi.

O'rtacha vizir nurining uzunligi 100 metrdan, agar nivelirning karash trubasining kattalashtirish darajasi  $30^x$  bo'lsa 150 metrdan oshmasligi kerak.

Stantsiyada yelkalar Farqi 5 metrdan, sektsiyalar bo'yicha to'lamini 10 metrdan oshmasligi kerak.

Vizir o'qi yer satxidan yoki to'siqdan 0,2 metr balandlikdan o'tishi kerak.

Nivelirlash sektsiyalar bo'yicha olib boriladi, har – bir sektsiyalar nomeri noldan boshlanadi.

Stantsiyada kuzatish quyidagi ketma-ketlikda bajariladi:

- Nivelirning qarash trubasi orqa reykaning qora tomoniga qaratilib, dalnomerning yuqori va o'rta Iplaridan sanoq olinadi.

- Qarash trubasi oldingi reykaning qora tomoniga qaratilib, dalnomerning yuqori va o'rta Iplaridan sanoq olinadi.

- Qarash trubasi oldingi reykaning qizil tomoniga qaratilib, dalnomerning o'rta ipidan sanoq olinadi.

- Qarash trubasi orqa reykaning qizil tomoniga qaratilib, dalnomerning o'rta Ipidan sanoq olinadi.

Kuzatish paytida nivelir quyosh nuridan zont yordamida ximoya qilinadi. Reykalar bashmakka adilak bo'yicha qo'yiladi. Nivelirlash sektsiyalar bo'yicha bajariladi, har – bir sektsiyada stantsiyalar nomeri boshidan ya'ni birdan boshlanadi. Stantsiyadan stantsiyaga o'tganda reykachilar almashib oldingisi orqada, orqadagisi oldinga o'tadi. Nivelirlashdagi tanaffusda ish doimiy belgida to'xtatiladi. Doimiy reper bo'lmasa nivelirlashni tugatish yerga 0.3 m chuqurlikka ko'milgan uchta qoziqda to'xtatish mumkin.

Tanaffusdan keyin nivelirlash oxirgi ikkita stantsiyadan boshlanadi, . Tanaffusdan keyingi nivelirlash natijasini taqqoslashdan qaysi qoziq

tanaffusgacha bo'lgan holatini saqlab qolganligi aniqlanadi. O'sha qoziqdan nivelirlash ishlari davom ettiriladi. Tanaffusgacha va tanaffusdan keyingi natijalar farqi 5 mm dan oshmasa, qoziq tanaffusgacha bo'lgan holatini saqlagan hisoblanadi. Agar katta farq chiqsa, sektsiya bo'yicha nivelirlash qaytadan doimiy belgidan boshlab bajariladi.

Reykalarning qora va qizil tomonlari bo'yicha aniqlangan stantsiyadagi nisbiy balandliklar farqi 5 mm gacha yo'l qo'yiladi. Agar kuzatishda farq katta bo'lsa, nivelir balandligini 3-5 sm ga o'zgartirib stantsiyada kuzatish qayta bajariladi. Boshlang'ich punktlar orasidagi yo'l bo'yicha nivelirlash tugagandan keyin **bog'lanmaslik** xatosi hisoblanadi:

$$f_{h_{qEK}} = \pm 20 \text{ mm} \sqrt{L_{KM}}; \quad (27)$$

bu yerda  $L$  - yo'l uzunligi, km da.

#### IV-klass nivelirlash jurnali

2.9-jadval

№stants.	Orqavaoldingi reykagachadal nomermasofa	Reykalarbo'yicha sanoq		Nisbiy balandlik, mm	O'rtacha nisbiy balandlik, mm
№, reyka		Orqa	Oldingi		
1	370 (7)	0226 (1)	0541(3)		
2-1	368 (8)	0596(2)	0909(4)	-313 (11)	312,5(14)
(R' №26)		5283(6)	5695 (5)	-412 (12)	
	+2/+2	4687 (9)	4786(10)	+99 (13)	
2	321	444	652		
1-2	320	765	972	-207	-207
		5552	5659	-107	
	+ 1/+3	4787	4687	-100	
3					
2-1					
	1379 (15)	12196 (16)	13235 (17)	-1039(18)	-519.5 (19)
	275.8 m	-13235		-519.5(21)	

Jurnalga yozish aniq va toza bajarilishi kerak. Jurnalda sanoqlarni to'g'rilash va o'chirib yozish tahqiqatlanadi. Stantsiyadagi noto'g'ri kuzatishlar natijalari ustidan tartibli bir chiziq bilan chizib qo'yiladi va kuzatish qayta bajariladi. Qayta kuzatilgan stantsiya nomeri «qayta» degan so'z bilan yozib qo'yiladi.

Hisoblashdagi noto'g'ri yozuvlar ustidan chizilib te'asiga to'g'risi yozib qo'yiladi. Har bir sektsiya bo'yicha stantsiya nomeri birinchidan boshlanadi.

### **2.11. III klass nivelirlashda dala ishlari.**

III klass nivelirlash to'g'ri va teskari yo'nalishda bajariladi. Nivelirdan reykgacha bo'lgan masofa trosc yoki boshqa usulda o'lchanadi.

O'rtacha vizir nurining uzunligi 75 metrdan, agar nivelirning karash trubasining kattalashtirish darajasi  $35^x$  bo'lsa? 100 metrdan oshmasligi kerak.

Stantsiyada yelkalar Farqi 2 metrdan, sektsiyalar bo'yicha to'lami 5 metrdan oshmasligi kerak.

Vizir o'qi yer satxidan yoki to'siqdan 0,3 metr balandlikdan, oraliqdan o'tishi kerak.

III klass nivelirlash nivelirlash yo'lining sektsiyalari bo'yicha bajariladi va har - bir sektsiya stantsiya nomerlari birinchi raqamdan boshlanadi. Kuzatish **paytida** nivelir quyosh nuridan zont yordamida himoya qilinadi. Reykalar bashmakka quyiladi va doiraviy adilak bo'yicha vertikaligi tekshiriladi. Bir stantsiyadan navbatdagi stantsiyaga o'tganda reyklar o'rni almashib, oldingisi orqada, orqadagisi oldinga o'tadi. Nivelirlashdagi tanaffusda ish doimiy belgida to'xtatiladi. Nivelirlash ishini zaruriy tugatishda 0.3 m chuqurlikka ko'milgan uchta qoziqda ham to'xtatish mumkin. Ushbu uchta qoziq bo'yicha ikki stantsiyada odatdagi III klass nivelirlash dasto'ri bo'yicha nivelirlash bajariladi va tanaffus davrida ushbu qoziqlar ko'mib qo'yiladi.

Tanaffusdan so‘ng ushbu qoziqlar ochiladi va qoziqlardan qayta nivelirlash bajariladi. Tanaffusgacha va tanaffusdan keyingi nivelirlash natijalar tekshiriladi, nisbiy balandliklar farqi o‘zaro 3 mm dan oshmasa qoziq tanaffusgacha bo‘lgan holatini saqlagan hisoblanadi. Agar farq 3 mm dan katta chiqsa sektsiya bo‘yicha nivelirlash sektsiya boshidagi doimiy belgidan qaytadan bajariladi.

Nivelirlash ishlari reykadagi sanoq tasviri aniq ko‘ringan va sokin bo‘lgan vaqtda bajarilishi kerak. Ochiq yoz kunlarida refraksiya ta‘sirini kamaytirish maqsadida nivelirlash kun chiqish vaqtidan 1-1.5 soat keyin boshlanib, kun botishiga 1-1.5 soat qolganda to‘xtatilishi kerak.

Stantsiyada nivelirlash quyidagi tartibda amalga oshiriladi. Nivelir doiraviy adilak yordamida ish holatiga keltiriladi va quyidagi ketma-ketlikda kuzatish bajariladi:

1. Qarash trubasi orqa reykaning qora tomoniga qaratilib, Silindrik adilak puffakchasi o‘rtaga keltiriladi va dal’nomerning yuqori, o‘rta xamda pastki iplaridan sanoq olinadi;
2. Qarash trubasi oldingi reykaning qora tomoniga qaratilib, Silindrik adilak puffakchasi o‘rtaga keltiriladi va dalnomerning yuqori, o‘rta xamda pastki iplaridan sanoq olinadi;
3. Qarash trubasi oldingi reykaning qizil tomoniga qaratilib, Silindrik adilak puffakchasi o‘rtaga keltiriladi va dalnomerning o‘rta Ipidan sanoq olinadi.
4. Qarash trubasi orqa reykaning qizil tomoniga qaratilib, Silindrik adilak puffakchasi o‘rtaga keltiriladi va dalnomerning o‘rta Ipidan sanoq olinadi.

Olingan sanoqlar “III klass nivelirlash jurnali”ga tartib bilan yozib boriladi.

Jurnalga yozish aniq va toza bajarilishi kerak. Jurnalda sanoqlarni to‘g‘irlash va o‘chirib yozish taqiqlanadi. Stantsiyadagi noto‘g‘ri kuzatishlar natijasi ustiga ko‘ndalang tartibli bir chiziq bilan chizib qo‘yiladi va kuzatish qayta bajariladi. Qayta kuzatilgai stantsiya nomeri «qayta» degan so‘z bilan yozib qo‘yiladi.

Hisoblashdagi noto'g'ri yozuvlar ustidan chiziq chizib qo'yiladi va uni te'asiga to'g'risi yozib qo'yiladi. Har - bir seksiya bo'yicha stantsiya nomeri birinchidan boshlanadi.

III klass nivelirlash jurnalini to'ldirish namunasi 1-jadvalda keltirilgan. Jadvaldagi qavs ichida kursatilgan 1 dan 8 gacha bo'lgan raqamlar kuzatish ketma-ketligini kursatadi. (1) va (4) sanoqlar 300 mm. dan kichik bo'lmasligi lozim. Qavs ichida kursatilgan 9 dan 19 gacha bo'lgan raqamlar esa hisoblash ketma-ketligini kursatadi.

Seksiyalar bo'yicha tekshirish nivelirlash jurnalini so'ngi sahifasini tagiga yoziladi.

Nivelirlash jurnalini seksiyalar bo'yicha tekshirib bo'lgach, nivelirlash yo'lini uzunligi bo'yicha bog'lanmaslik xatosini aniqlaymiz. Buning uchun boshlang'ich tayanch reperlarning otmekalaridan foydalanamiz. Yo'l bo'yicha bog'lanmaslik xatosi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$f_h = \sum_1^n h - (H_O - H_B). \quad (28)$$

Bog'lanmaslik xatosining chekli qiymati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$f_{h_{\text{JEK}}} = \pm 10_{\text{MM}} \sqrt{L_{\text{KM}}};$$

Bu yerda  $L$  - yo'l uzunligi, km da.

### III klass nivelirlash jurnali

№ 6 - grunt.reperidan                      31-grunt. reperigacha bo'lgan yo'l

sana : 9 iyul 2019 y.

Ob-xavo: ochiq, yengil shabada

Ish boshlash vaqti: 6: 20 min

Tasvir : turg'in

Ish tugash vaqti: 18 :00 min

Kuzatuvchi: .....                      Hisoblovchi:.....

2.10-jadval

Shtativ va reykalarni №	Dalnomer iplaridan olingan sanoqlar			O'rtacha ipdan olingan sanoqlar				O'rtacha nisbiy balandlik (mm)
	Ketingi reyka bo'yicha	Oldingi reyka bo'yicha	Tekshiruv nisbiy balandligi	reyka tomoni	Ketingi reyka bo'yicha	Oldingi reyka bo'yicha	Nisbiy balandlik	
1	1281 (2)	1425 (5)	-144 (11)	qora	1382 (1)	1527 (4)	-145 (14)	-144,5 (19)
-----	1482 (3)	1627 (6)	-145 (12)	qizil	6066 (8)	6310 (7)	-244 (15)	
1 – 2 (6-gr.rep)	201 (9)	202 (10)	-1/-1 (13)		4684 (16)	4783 (17)	+99 (18)	
2	0888	1649	-761	qora	1066	1823	-757	-757,0
-----	1243	2000	-757	qizil	5850	6507	-657	
-	355	351	+6/+5		4784	4684	-100	
2 – 1								
3	1926	1275	+651	qora	2168	1518	+650	+649,5
-----	2410	1761	+649	qizil	6851	6302	+549	
1 – 2	484	486	-2/+3		4683	4784	+101	
4	389	2359	-1970	qora	0651	2618	-1967	-1967
-----	0910	2877	-1967	qizil	5435	7302	-1867	
-	521	518	+3/+6		4784	4684	-100	
2 – 1								
Saxifaviy tekshirish	1561 (20)	1557 (21)	-4444 (22)		29 469 (23)	33907 (24)	-4438 (25)	-2219 (26)
			-2222 (27)		-33 907 (24)		-2219 (29)	
					4 438 (28)			
Sektsiya bo'yicha hisoblash	13408 $\Sigma$ (20);	13410 $\Sigma$ (21);	+2736 $\Sigma$ (27)		$\Sigma$ 206756 $\Sigma$ (23)	201289 $\Sigma$ (24)	+5487 $\Sigma$ (25)	+2733.5 $\Sigma$ (26)
		;			201289 $\Sigma$ (24)		+2733.5 (31)	
					+5467 (30)			

### Topshirish uchun kerak xujjatlar (materiallar)

Dala ishlari tugagandan keyin bajaruvchi quyidagi xujjatlarni (materiallarni) taqdim etishi kerak:

- Rasmiylashtirilgan va tekshirilgan dala jurnallari.
- Dala ishlari to'g'risida tushuntirish xati.
- Nivelir va reykalarni tadqiq qilish natijalari.
- punktlar absolyut va nisbiy balandliklari vedomosti.
- Nivelirlash sxemasi.
- Reperlar tushirilgan 1:25000 yoki 1:10000 masshtabli topografik karta.

Materiallarga topshiriladigan xamma xujjatlar va raqlari nomerlanib tikib topshiriladi. Xamma materiallarda bajarilgan vaqti, kuni, sanasi, yili va bajaruvchining imzosi bo'lishi kerak.

## **2.12. IV va III klass nivelirlash dala o'lchash ishlari natijalari bo'yicha hisoblash ishlari.**

### **IV klass**

Jurnalda har bir stantsiyada olingan sanoqlari bo'yicha quyidagicha hisoblashlar bajariladi:

(7) = (2) - (1) – ketingi reytagacha bo'lgan masofaning yarmini dalnomer birligidagi ifodasi;

(8) = (4) - (3) – oldingi reytagacha bo'lgan masofaning yarmini dalnomer birligidagi ifodasi;

(9) = (6) - (2) ketingi reykaning qora va qizil tomonlari bo'yicha aniqlangan tovonlar farqi;

(10) = (5) - (4) oldingi reykaning qora va qizil tomonlari bo'yicha aniqlangan tovonlar farqi;;

(11) = (2) - (4) reykalarning qora tomonlari bo'yicha aniqlangan nisbiy balandlik;

(12) = (6) - (5) reykalarning qizil tomonlari bo'yicha aniqlangan nisbiy balandlik;

(13) =  $\frac{(11) + [(12) \pm d_H]}{2}$  - stantsiyadagi o'rtacha nisbiy balandlik, ( $d_H$  juft reykalarni tekshirish orqali aniqlangan qizil tomon tovonlarini farqi);

(14) = (10) - (9) juft reykalarning qizil tomon tovonlarini farqi, (14) va  $d_H$  o'zaro 5 mm.gacha farqlanishi mumkin;

(15) = (7) - (8) ni farqi 2.5m.dan oshmasligi kerak ( $K=100$  bo'lganda 25 gacha bo'lishi mumkin).

### **III klass**

III klass nivelirlash jurnalini to'ldirish namunasi 1-jadvalda keltirilgan. Jadvaldagi qavs ichida kursatilgan 1dan 8 gacha bo'lgan raqamlar kuzatish ketma-



ketligini kursatadi. (1) va (4) sanoqlar 300 mm. dan kichik bo‘lmasligi lozim. Qavs ichida kursatilgan 9 dan 19 gacha bo‘lgan raqamlar esa hisoblash ketma-ketligini kursatadi.

Jurnalda stantsiyalar bo‘yicha hisoblash:

(9) = (3) - (2) – ketingi reytagacha bo‘lgan masofani dalnomer birligidagi ifodasi;

Dalnomer Ipidan orqa reytagacha oraliq (dalnomer koefitsenti  $K=100$  bo‘lganda, Ya’ni reyka sanog‘ining 1 mm. ga joydagi masofaning bir detsimetr qiymati to‘g‘ri keladi);

(10) = (6) - (5) – oldingi reytagacha bo‘lgan masofani dalnomer birligidagi ifodasi;

(11) = (2) - (5) – dalnomer Iplaridan olingan sanoqlar bo‘yicha aniqlangan nisbiy balandliklar;

(12) = (3) - (6) – dalnomer Iplaridan olingan sanoqlar bo‘yicha aniqlangan nisbiy balandliklar;

(13) = (9) - (10) = (12) – (11) – kasr suratidagi son “elka”lar farqi (ketingi reytagacha va oldingi reytagacha bo‘lgan vizir nurini farqi), ushbu farq stantsiyada 2 metrgacha ( $K=100$  bo‘lganda 20 dalnomer birligi), kasr maxrajida sektsiya bo‘yicha “elka”lar farqi 5 metrgacha ( $K=100$  bo‘lganda 50 dalnomer birligigacha);

(14) = (1) - (4) – reykalarining qora tomonlari bo‘yicha aniqlangan nisbiy balandlik;

(15) = (8) - (7) – reykalarining qizil tomonlari bo‘yicha aniqlangan nisbiy balandlik;

Reykalarining qora va qizil tomonlari bo‘yicha aniqlangan stantsiyadagi nisbiy balandliklar farqi 5 mm gacha yo‘l quyiladi. Agar kuzatishda katta farq qilsa. nivelir balandligini 3-5 sm ga o‘zgartirib stantsiyada kuzatish kayta bajariladi.

(16) = (8) - (1) – ketingi reykaning tovonlar farqi;

(17) = (7) - (4) – oldingi reykaning tovonlar farqi;

(18) = (14) - (15) – ketingi va oldingi reykalarining tovonlar farqi;

(18) = (17) - (16) – hisoblangan kontrolg' qiymat;

Hisoblangan (18) qiymat bilan reykalarni tadqiq qilish vaqtida aniqlangan qizil tomon tovonlar farqi  $d_N$  ning qiymati o'zaro  $\pm 3$  mm gacha farqlanishi mumkin.

(19) =  $\frac{(14) + [(15) \pm d_H]}{2}$  - stantsiyadagi o'rtacha nisbiy balandlik, ( $d_H$  juft reykalarni tekshirish orqali aniqlangan tovonlarini farqi);  $\pm 0,1$  mm. gacha aniqlikda hisoblanadi.

Joriy stantsiyadan navbatdagi stantsiyaga o'tishdan avval jurnaldagi barcha hisoblashlarni tugatish va hisoblab topilgan qiymatlarni chekidan ortib ketmaganligiga ishonch hosil qilish kerak. III klassnivelelashda quyidagi nazorat shartlari bajarilishi kerak:

1. Bir yo'nalish bo'yicha (ketingi yoki oldingi) dalnomer Iplaridan olingan sanoqlarning o'rta qiymati ushbu yo'nalish bo'yicha o'rta Ipdan olingan sanoq bilan o'zaro  $\pm 3$  mm gacha farqlanishi mumkin.

Ya'ni:

$$\frac{(2) + (3)}{2} - 1 = \pm 3_{MM} \text{ va } \frac{(5) + (6)}{2} - 4 = \pm 3_{MM}$$

2. Reykalarning qora tomonlari bo'yicha aniqlangan nisbiy balandlik (14) ni va qizil tomonlari bo'yicha aniqlangan nisbiy balandlik (15) ni  $d_H$  juft reykalarning tovonlarini farqi inobatga olgan holdagi o'zaro farqi  $\pm 3$  mm.gacha borishi mumkin. Ya'ni:

$$(14) - [(15) + d_H] = \pm 3 \text{ mm.}$$

### **Har bir sahifa bo'yicha quyidagilar hisoblanadi:**

$$(20) = \sum(9)$$

$$(21) = \sum(10)$$

$$(22) = \sum[(11) + (12)],$$

$$(23) = \sum[(1) + (8)],$$

$$(24) = \sum[(4) + (7)],$$

$$(25) = \sum[(14) + (15)],$$

$$(26) = \sum(19),$$

$$(27) = \frac{(22)}{2},$$

$$(28) = \sum(23) - (24),$$

Agar sahifadagi stantsiyalar soni juft bo'lsa  $(29) = \frac{(25)}{2}$ , bo'ladi, yoki aksincha sahifadagi stantsiyalar soni toq bo'lsa  $(29) = \frac{(25) \pm d_H}{2}$  bo'ladi.

Hisob jarayonida quyidagi shartlar bajarilishi kerak:

$$(25) = (28);$$

$$(26) = (29);$$

Tekshiruv nisbiy balandliklar yig'indisi (27) ning qiymati

$[(26) \pm 3\sqrt[n]{n}]$  dan oshmasligi kerak (n-sahifadagi stantsiyalar soni).

SHuningdek oldingi reyka bo'yicha dalnomer Iplaridan olingani sanoq farqlarini yig'indisi ketingi reyka bo'yicha dalnomer Iplaridan olingan sanoqlar yig'indisidan ayrilganda qiymatan stantsiyalardagi yelkalar farqini yig'indisiga teng bo'lishi kerak, ya'ni  $(21) - (20) = \sum(13)$ .

Sektsiyalar bo'yicha nisbiy balandliklar yig'indisini hisoblash va nivelirlash reykasini uchun metr uzunligi bo'yicha tuzatma kiritish

Sektsiyalar bo'yicha tekshirish sahifaviy tekshirish kabi bajariladi, faqat yig'indilar tekshiriluvchi sektsiyaga kirgan stantsiyalar (sahifalar) bo'yicha yig'indilar topiladi (3- jadval):  $\sum(20)$ ,  $\sum(21)$ ,  $\sum(27)$ ,  $\sum(23)$ ,  $\sum(24)$ ,  $\sum(25)$  va  $\sum(26)$ .

Shuningdek quyidagilar hisoblanadi:

$$(30) = \sum(23) - \sum(24); \quad (31) = \frac{\sum(25)}{2}$$

Quyidagi tengliklar bajarilishi kerak:  $(30) = \sum(25)$  va  $(31) = \sum(26)$ ;

$\sum(26)$  – kattaligi sektsiya bo'yicha o'lchangan nisbiy balandliklar yig'indisi bo'lib, u qiymatan  $\sum(27)$  ga teng yoki yaqin bo'lishi kerak. Ularning tengligi dala o'lchash ishlaridagi va hisob ishlaridagi qo'ol hato yo'qligini kursatadi.

Sektsiyalar bo'yicha tekshirish nivelirlash jurnalini so'ngi sahifasini tagiga yozilib, ohirida sektsiya uzunligi (33) va sektsiya bo'yicha shtativlar (stantsiyalar) soni (34) yozib qo'yiladi.

Nivelir dalhnomer koeffitsiyenti  $K=100$  bo'lganda sektsiya bo'yicha nivelir yo'lining uzunligi  $L_{i,km} = \frac{\sum(20) + \sum(21)}{10000}$

Yo'l bo'yicha shtativlar (stantsiyalar) soni ( $n$ ) va hisoblangan yo'l uzunligi ( $L$ ) ni kilometr birligida jurnalni ostiga yozib qo'yiladi

Shuningdek jurnalni ostiga quyidagilar yoziladi:

$h'$  - o'lchangan nisbiy balandliklarni millimetr qiymati (34)  $= \sum(26)$ ;

$\delta h$  - nivelirlash reykasini o'rtacha metr uzunligi uchun tuzatma (35), uni qiymati  $\delta h_{mm} = h'_m \Delta$  ifodasi orqali aniqlanadi. ( $\Delta$ -ishltilyotgan va nominal reyka orasidagi farq);

$h$  - tuzatilgan nisbiy balandlik (36)  $h = h' + \delta h$ .

#### **Nazorat savollari:**

1. IIIklass nivelirlash ishlarini tashqil qilish.
2. IV klass nivelirlash ishlarini bajarish tartibi.

Topshirish uchun kerak xujjatlar.

### **2.13. III va IV klass nivelirlashning ayrim usullari.**

#### **Nivelirlash yo'lini daryo yoki jar orqali o'tkazish.**

III va IV klass nivelirlash ayrim xollarda keng dare yoki jarliklar orqali bajarish kerak bo'ladi.

Agar to'siqning kengligi 200 metrgacha bo'lsa nivelirlash quyidagicha bajariladi.

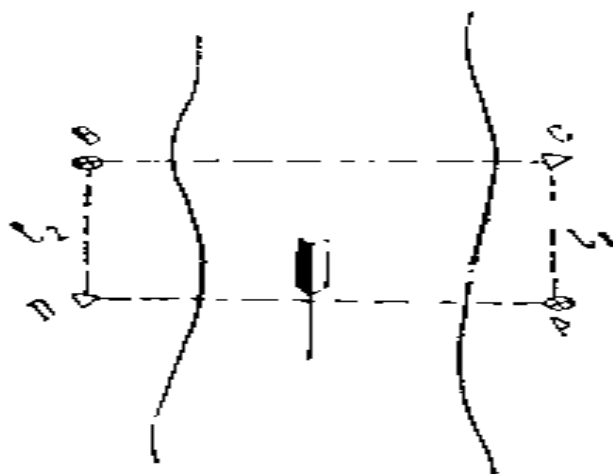
Nivelirlashda shunday joy tanlab olinadi unda vizirlash nuri orqa reytagacha va oldingi reytagacha bir – xil sharoitda o'tishi kerak. Bunda refraksiya va nivelirning asosiy shartining xatosi ( burchak  $i$  ) minimal ta'sir etadi. Nivelirlash kabo'l qilingan dastur bo'yicha , faqat ikki marta bajariladi.

Agar to'siq o'rtasida orol bo'lsa unga reyka yoki nivelir o'rnatish mumkin bo'lsa ulardan foydalanish kerak.

Agar vizir nuri bir – xil sharoitda o'tkazish mumkin bo'lmasa unda nivelirlash quyidagicha bajariladi.

Daryo yoki jarning, kengligi 100 m dan kam bo'lsa, bir qirg'okdan ikkinchisiga bog'lovchi balandlik nuqtalari nivelirlashdagi kabi uzatiladi. Daryo yoki jarning kengligi 100-200 m bo'lganda esa maxsus nivelirlash usullari qo'llaniladi. Bu usullarning eng ko'p ishlatiladiganlaridan biri ikki 'riyomga bo'lib ikki tsiklda nivelirlashdir.

III klass nivelirlashda daryoning ikkala qirg'og'idagi A va B nuqtalarga taxminan bir xil balandlikda mustahkam qilib qoziqlar qoqiladi va qirg'oqdan taxminan 10-20 m ichkariroqdan nivelir o'rnatiladigan nuqtalar C va D tanlanadi (rasm 1). B D orasidagi  $l_1$  masofa A S orasidagi  $l_2$  masofaga teng bo'lishi lozim ( $l_1 = l_2$ ). A va B nuqtalarni nivelirlash uchun nivelir birinchi stantsiya (C) ga o'rnatiladi. Avval, oldingi B nuqtadagi reykan, keyin orqadagi A nuqtadagi reykan uch Ip metodida sanoqlar olinadi. Birinchi stantsiyada ish tamom bo'lgandan keyin nivelir fokusi o'zgartirilmasdan ikkinchi qirg'oqqa o'tilib, nivelir rasm 1. ikkinchi stantsiya (D nuqta)ga o'rnatiladi. Dastlab A nuqtadagi, keyin B nuqtadagi reykalardan shu tartibda sanoqlar olinadi. Bo'larning xammasi nivelirlashining yarim 'riyomni tashqil qiladi.



2.34-rasm

Ob-xavo nivelirlash natijasiga kamroq ta'sir etishi uchun ishning ikkinchi yarmi kunning boshqa vaqtida bajariladi. Bunda ilgari aytib o'tilgan ishlar takrorlanadi. Nivelirlash aniqligi ikkala qirg'oqdan to'rib hisoblangan nisbiy

balandliklarni solishtirib topiladi. Ularning nivelirlash aniqligi har 100 m masofa uchun 10 mm bo'lishi, oralag'i farq 5 mm dan oshmasligi kerak.

Kengligi 200-500 m bo'lgan daryolarni nivelirlashda kattalashtirish darajasi 40 dan va Silindrik adilagining bo'lak qiymati 10" dan ortik bo'lgan nivelir ishlatiladi. Nisbiy balandlik bir necha 'riyomda aniqlanadi.

Nivelirlash ikkita brigada bilan bir vaqtning uzida ikkita kirgoqda bajariladi. Nivelirlash uchun reykalarga maxsus moslama tayarlanadi. Moslama q o'zg'aluvchan va oq qora kattalashtirilgan belgilardan iborat. Oq – kora shtrixlarning kengligi quyidagicha topiladi 0,06Smm (S - to'siq kengligi metrda)

Stantsiyada kuzatuvchi emas, uning buyrugiga binoan reyka oldidagi yordamchisi sanoq oladi. Nivelirlash ikki marta dastur bo'yicha bajariladi.

### **Nivelirlash yo'lini balandlik tayanch punktlariga bog'lash**

Balandlik tayanch punktlarining otmetkalarini yagona balandlik sistemasi (Baltika yoki maxalliy sistema) da aniqlash xamda nivelirlash natijalariga baxo berish maqsadida ketingi (A nuqtadagi) reykaning qora va qizil tomonlaridan. So'ngra qarash trubasining fokusi o'zgarmanivelirlash yo'li otmetkasi Ma'lum bo'lgan reper va markalarga **bog'lanadi**. Nivelirlash yo'lini grunt reperiga bog'lash uchun reyka reper ustiga tik o'rnatiladi. Nivelirlash yo'lini devoriy reperga bog'lashda reyka reperning devordan chiqib turgan uchiga tik o'rnatiladi. Bunda nivelirlash yo'li reperdan boshlansa, B nuqtaning reper A ga nisbatan balandligi reperdagi reykaning olingan sanoq (a) bilan V nuqgadagi reykaning olingan sanoq (b) ning ayirmasiga teng bo'ladi. Nivelirlash yo'li reperga **bog'lansa**, reper A ning B nuqtaga nisbatan balandligi B nuqtadagi reykaning olingan sanoq (b) bilan reper (A) dagi sanoq (a) ning ayirmasiga teng bo'ladi.

### **III va IV klass nivelirlashning ayrim usullari va ishlatiladigan asboblari.**

Devoriy reperga reyka o'rnatib bo'lmasa, nivelirlash yo'lini bog'lashning quyidagi usullaridan foydalanish mumkin:

**1. IPlar to‘rini loyixalash usuli.** Bunda nivelir reper bilan bog‘lovchi nuqta (V) o‘rtasiga o‘rnatiladi. Qarash trubasining vizir o‘qi gorizental holatga keltirilgandan so‘ng truba reperring yuqorigi uchiga vizirlanadi, devorga uchala gorizental Iplarning roektsiyasi tushiriladi va qalam bilan chiziladi. Keyin reper bo‘rtmasidan devordagi chiziqdargacha bo‘lgan masofa 12 va 13 lar o‘lat ruletki bilan o‘lchanadi, ularning o‘rtacha arifmetik mikdori, Ya‘ni  $(1+2 + 4 )$  reperrdagi reykanan olingan sanoqni bildiradi.

## **2 Uchburchak shaklidagi lineyka yordamida sanoq olish usuli**

Bunda devoriy reper yaqinida boshmok yoki qoziqqa reyka o‘rnatiladi. Uchburchak shaklidagi lineykaning kichik kateti reper ustiga qo‘yiladi, yon katet esa tik reykanaga tegib turadi. Qarash trubasi orqali reykanan o‘rta ip bo‘yicha  $b$  sanoq kichik katet bo‘yicha  $a$  sanoq olinadi.

Sanoqlar ayirmasi reperrdagi reykanan olingan sanoqni bildiradi.

Nivelirlash yo‘lini devoriy markaga bog‘lash uchun markaning markazidagi teshikka metall shtift kirgiziladi, shtiftga reykanacha osiladi. Reykananing nol raqami shtift o‘qiga (marka teshigining markaziga) to‘g‘ri kelishi lozim. Reykananing nol raqami yuqoriga qaratilganligidan, reykanadan olingan sanoq manfiy qiymatga ega bo‘ladi. Qarash trubasi reykanaga vizirlanib, sanoq  $(a)$  olinadi. Agar nivelirlash yo‘li markadan boshlanayotgan bo‘lsa-bog‘lovchi  $(B)$  nuqtaning markaga nisbatan balandligi  $a - b = h$  ga, nivelirlash yo‘li markaga bog‘lansa marka  $(A)$  ning nuqta  $(B)$  ga nisbatan balandligi  $a - b = h$  ga teng bo‘ladi. Markaga reyka o‘rnatish mumkin bo‘lmasa, nivelirlash yo‘li reperrdagi kabi bog‘lanadi. Nivelirlash yo‘lini bog‘lashda reper yoki markaning, reyka xamda vizir nurining holatini tasvirlovchi sxematik chizma nivelirlash jurnalining „izox“ ustuniga chizib qo‘yiladi.

Reykalardan olingan sanoqlar chizmada kursatiladi va nivelirlash jurnaliga yoziladi. Nivelirlash ishi uzoqroq vaqtga to‘xtatiladigan bo‘lsa, nivelirlash yo‘lini doimiy reperrga bog‘lab ulgurish kerak. Nivelirlash yo‘lini doimiy reperrga bog‘lashning iloji bo‘lmasa, joydagi mustaxkam uchta nuqtaga bog‘lash zarur. Bunday nuqtalar sifatida inshootning bo‘rtmasi, qoya, harsang tosh,

telegraf ustuniga qoqilgan dumaloq qal'οqli mix va shu kabilardan foydalanish mumkin. Bunday narsalar bo'lmagan joyda uchta boshmokdan foydalaniladi. Buning uchun 0,3 m chuqurlikda uchta o'ra kovlanadi, ularga boshmoklar o'rnatiladi va nivelirlangach, tuproq bilan ko'mib tashlanadi. Nivelirlashni yana davom ettirish kerak bo'lganda boshmoklar ochiladi. Ish to'xtatilganga qadar boshmoklarga qanday reykarlar o'rnatilgan bo'lsa, bu gall xam shunday reykarlar o'rnatilib, nivelirlash davom ettiriladi. Avvalgi va keyingi nivelirlash natijasida aniqlangan nisbiy balandliklar farqi 3 mm dan katta bo'lmasa, nivelirlash natijasi qilib ularning o'rtacha arifmetik qiymati olinadi. Farq bundan katta bo'lganda boshmoklardan qaysi birining balandligi o'zgarganligi aniqlanadi va nivelirlash ishi balandligi o'zgarmagan boshmokdan boshlanadi.

#### **2.14. Nivelirlashdagi xato manbalari va xatolik ta'sirini kamaytirish yo'llari.**

Nivelirlashda asosiy xatolar manbaii quyidagilar:

1. Asboblar xatosi.

a) Nivelirning asosiy shartini bajarilmasligi.

Nivelirning asosiy sharti bajarilmasligida xosil bo'ladigan nisbiy balandlikning o'rta kvadratik xatosi

$$m_i = \pm (S_{opq} - S_{old}) \frac{i}{\rho} \text{ MM}$$

bu yerda:  $i$  - vizir nuri bilan Silindrik adilak o'qi orasidagi burchak  $S_{orq}$   
 $S_{old}$  - nivelirdan orqa va oldingi reytagacha bo'lgan masofa millimetrd.

$$i = \frac{b_2 - b_1}{S} \rho''$$

b) Adilak pufakchasining o'rtaga keltirilmasdagi xato (sanoq olishda)

$$m_{tutash} = (1.5\tau'' S 10^{-4}) \text{ MM}$$

bu yerda:  $\tau$  - adilakning bo'lim qiymati

$S$  - nivelirdan reytagacha bo'lgan masofa.

b) Sanoq olish xatosi (reykalan)



$$m_{san.} = \pm \left( 0.03t + 0.20 \frac{S}{v} \right)_{MM}$$

bu yerda:  $b$  - karash trubasining kattalashtirish darajasi  
 $t$  - reykaning bo'lim qiymati (shtrix kalini), millimetrd.  
 $S$  - nivelirdan reykgacha bo'lgan masofa metrda.

g) Nivelirlash reyklarini kam'arlashdagi xatosi.

2. Nivelir va bashmak (reykalarining) vertikal siljishi.

3. Kuzatuv paytida reykaning holati vertikal bo'lmasligi.

$$\Delta b = \frac{b\varepsilon^2}{2\rho^2}$$

bu yerda:  $b$  - reykaning  $\varepsilon$  burchakka ogishida reykaning olingan sanoq.

4. Asboblarga temperaturaning ta'siri.

5. Kuzatuvga refraksiya holatining o'zgarishidagi xatolar.

Bu xatolar manbaiining ayrimlari sistemtik, ayrimlari tasodifiy harakterga ega.

Bu xatolarni oldindan bilish va ularni etiborga olish to'liq mumkin emas.

Ularning ta'sirini kamaytirish uchun yo'riqnoma dasTo'rdagi talablarga rioya qilish kerak.

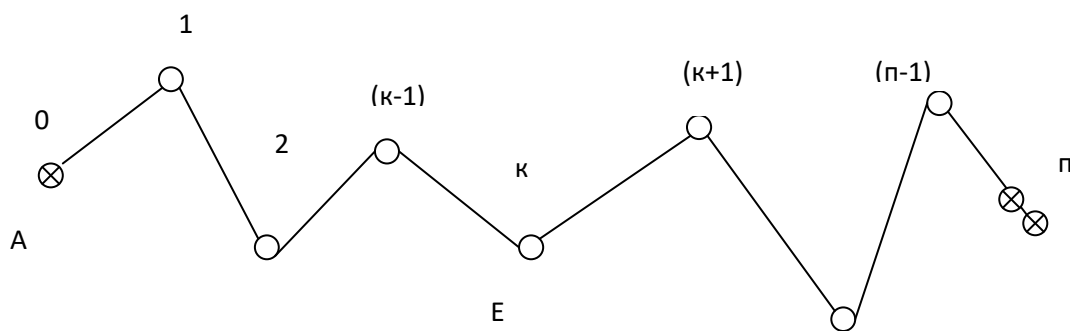
### **Nazorat savollari:**

1. Nivelirlashdagi xato manbalari.
2. Nivelirlashdagi xato manbaini ta'sirini kamaytirish yo'llari.

## **3 Bob. Tenglashtirish hisoblari**

### **3.1. Yakka nivelir yo'lini tenglashtirish.**

Berilgan  $n$  ta stantsiyali nivelir yo'li.  $A$  va  $B$  punktlarning absolyut balandliklari  $H_A$  va  $H_B$  Ma'lum.  $E$  nuqtaning absolyut balandligi  $H_E$  ni topish kerak.  $H_E$  nuqtaning absolyut balandligini ikki marta aniqlash mumkin: (chizma-1)



3.1 -rasm

- ⊗ Otmekasi ma'lum reperlar
- Otmekasi noma'lum reperlar

punkt A dan 
$$H_E^1 = H_A + \sum_1^k h \quad (29)$$

punkt B dan 
$$H_E^{11} = H_B - \sum_{k+1}^n h \quad (30)$$

E nuqtaning otmekasi ikki yo'l bo'yicha  $H_E^1$  va  $H_E^{11}$  nazariy bir-xil bo'lishi kerak, lekin bir – xil qiymatda bo'lmaydi, chunki o'lchash natijalarida sistematik va tasodifiy xatolar mavjud.

E nuqtaning extimoliy vazniy otmekasi quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$H_E = \frac{H_E^1 P_E^1 + H_E^{11} P_E^{11}}{P_E^1 + P_E^{11}} \quad (31)$$

bu yerda:  $P_E^1 = \frac{1}{\kappa} \quad P_E^{11} = \frac{1}{n - \kappa}$

$P_E^1$  -  $H_E^1$  otmekaning vazni

$P_E^{11}$  -  $H_E^{11}$  otmekaning vazni

$\kappa$  - A va Ye punktlar orasidagi stantsiyalar soni

' - Ye va V punktlar orasidagi stantsiyalar soni

Formula (3)ni soddalashtirish uchun (1) va (2) formulalar Farqin to'omiz

$$H_E^1 - H_E^{11} = H_A + \sum_1^k h - H_B + \sum_{k+1}^n h = \sum_1^n h - (H_B - H_A) \quad (32)$$

Formula (4) ning ung tomoni, bu nivelir yo‘lining bog‘lanmasi, shuning uchun formula (4) kiuyidagi kurinish yezamiz.

$$H_E^1 - H_E^{11} = f_h \quad (33)$$

bu yerdan

$$H_E^{11} = H_E^1 - f_h \quad (34)$$

(31) formulaga (34) formmulaning qiymatini qo‘ysak

$$H_E = \frac{H_E^1 P_E^1 + (H_E^1 - f_h) P_E^{11}}{P_E^1 + P_E^{11}} \quad (35)$$

Soddalashtirilgandan so‘ng

$$H_E = \frac{H_E^1 P_E^1 + H_E^1 P_E^{11} - f_h P_E^{11}}{P_E^1 + P_E^{11}} = \frac{H_E^1 (P_E^1 + P_E^{11}) - f_h P_E^{11}}{P_E^1 + P_E^{11}} = H_E^1 - \frac{f_h P_E^{11}}{P_E^1 + P_E^{11}} \quad (36)$$

Formula (36) vazin qiymatini qo‘ysak

$$H_E = H_E^1 - f_h \frac{\frac{1}{\frac{1}{\kappa} + \frac{1}{n - \kappa}}}{1} = H_E^1 - f_h \frac{\kappa(n - \kappa)}{n(n - \kappa)}$$

yoki so‘ngi ko‘rinishda

$$H_E = H_E^1 - f_h \frac{\kappa}{n} \quad (37)$$

formula (37) binoan yakka nivelir yo‘lida yo‘l **bog‘lanmasini** teskari ishorasida xamma stantsiyalarga barobar tarqatish kerak ekan. To‘g‘rilangan nisbiy balandlik orqali punktlar otmekalari hisoblanadi.

### 3.2. Yakka nivelir yo‘lida tenglashtirish natijalariga baxo berish.

E punktning otmekasining vazni quyidagiga teng.

$$P_E = P_E^1 + P_E^{11} \quad (1)$$

yoki

$$P_E = \frac{1}{\kappa} + \frac{1}{n - \kappa} = \frac{n}{\kappa(n - \kappa)} \quad (38)$$

Bu formuladan kurinib to‘ribdi yo‘ldagi nuqtaning otmekasi bir – xil ishonchli qiymatga ega emas.

Vazin  $P_E$  (k) soni o‘zgarishiga boglik.

Yoʻldagi nuqtaning ishonchli oʻlchov, vazni eng kichik boʻlganda boʻladi.

Shuning uchun vazni  $P_E$   $k(p - k)$  qiymatning kaysi qiymatida maksimum boʻlishini aniqlaymiz.

Buning uchun funksiya  $y = k(p - k)$  "k" qiymat qandayligida funksiya maksimal qiymatga ega boʻlishini aniqlaymiz

$$y = k(p - k) = kp - k^2 \quad (39)$$

Differensiyalaymiz

$$\frac{dy}{dk} = n - 2k$$

Ozod xatni nolga tenglashtirib, topamiz

$$n - 2k = 0 \quad k = \frac{n}{2} \quad (40)$$

Yoʻlning eng boʻsh nuqtasi, yoʻlning oʻrtasida boʻladi.

Formulalar (38) va (40) asosida oʻrtadagi nuqtaning vazni, tenglashtirgandan soʻng quyidagiga teng boʻladi.

$$P_E = \frac{n}{\frac{n}{2}(n - \frac{n}{2})} = \frac{2}{n - \frac{n}{2}} \quad \text{yoki} \quad P_E = \frac{4}{n} \quad (41)$$

Oraliqdagi punktning oʻrta kvadratik xatosi quyidagi formulada hisoblanadi.

$$M_{Hi} = \frac{m_{km}}{\sqrt{P_{Hi}}} \quad (42)$$

bu yerda:

$m_{km}$  - bir kilometr uzunlikdagi yoʻlning nisbiy balandligining oʻrta kvadratik xatosi;

$P_{Hi}$  - oʻrta kvadratik xatosi hisoblanayotgan punkt oʻlchovining vazni.

Formulalar (41) va (42) asosida eng boʻsh punktning oʻrta kvadratik xatosi:

$$M_E = \frac{m_{km}}{2} \sqrt{n}$$

yoki (43)

$$M_E = \frac{m_{KM}}{2} \sqrt{L}$$

**Misol:**

Eng bo'sh punktning tenglashtirgandan so'ng o'tmetkasining o'rta kvadratik xatosi qanday bo'ladi, agar yo'lining uzunligi  $L = 49$  km, nisbiy balandlikning o'rta kvadratik xatosi  $m_{km} = \pm 3$  mm teng bo'lsa.

Yechish:

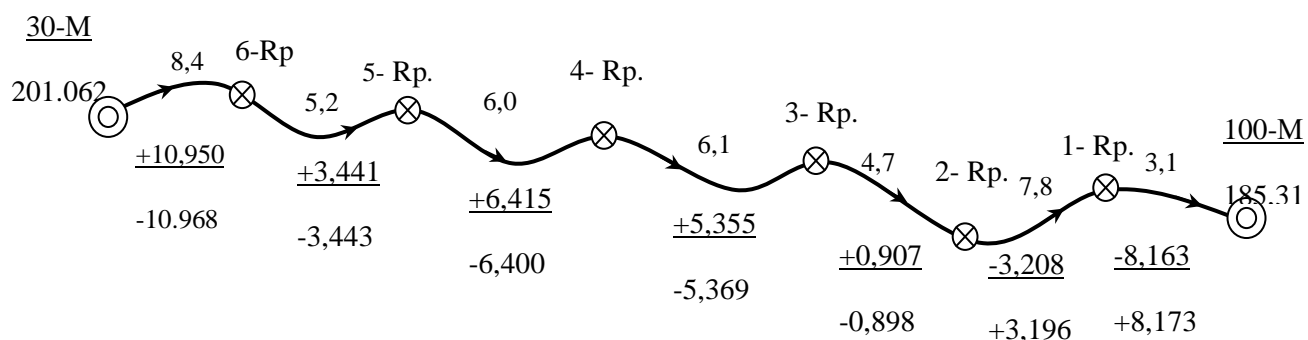
$$M_{engbo'sh} = \pm \frac{3}{2} \sqrt{49} = \pm 10.5 \text{ mm}$$

Yakka nivelir yo'lida nisbiy balandlikni o'lchash jarayonidagi xatoliklar ta'sirida yo'l bo'yicha nisbiy balandliklarning yig'indisi boshlang'ich tayanch nuqtalarining balandliklar farqiga teng bo'lmaydi. Ushbu xolda yuzaga keladigan bog'lanmaslik xatosi har - bir sektsiyaning teskari vazinlariga proporsional tarzda teskari ishora bilan tarqatiladi, Ya'ni o'lchangan nisbiy balandliklarga tuzatmalar kiritiladi. Tenglashtirish bilan aniqlangan nisbiy balandliklar orqali oraliq reper balandliklarining ishonchliroq qiymatlari aniqlanadi.

Yakka nivelir yo'lida dala o'lchash natijalari aniqligiga baxo berish to'g'ri va teskari yo'nalish nisbiy balandliklari farqi bo'yicha amalga oshiriladi.

Yakka nivelir yo'lini tenglashtirishni konkret misolda ko'rib chiqamiz. Misolni yiechish-hisoblash jarayonida zaruriy formulalarni va tushuntirishni keltirib o'tamiz.

Misol: II - klass markalari oralig'ida o'tkazilgan III - klass yakka nivelir yo'lini tenglashtirish kerak. Nivelir yo'li bo'yicha Boshlang'ich ma'lumotlar va nisbiy balandliklar sxematik chizmada keltirilgan (2-chizma). Ushbu masalani yiechish tartibi maxsus tenglashtirish jadvaliga yozib boriladi.



3.2-rasm. Yakka nivelir yo‘li sxemasi

Dala ish sifatiga baxo berish nivelirlash yo‘lining to‘g‘ri va teskari yo‘nalishidagi o‘lchangan nisbiy balandliklar farqi bo‘yicha amalga oshiriladi.

Jadvalni 1-5 grafiklariga sxemadan kerakli boshlang‘ich ma‘lumotlar ko‘chirib yoziladi.

6-grafa to‘g‘ri va teskari yo‘nalish nisbiy balandliklarining arifmetik o‘rtacha qiymati yoziladi. O‘rtacha nisbiy balandlik ishorasi to‘g‘ri yo‘nalish nisbiy balandligining ishorasiga mos tarzda olinadi. 7-grafaga (1) formula bilan hisoblangan to‘g‘ri va teskari yo‘nalish nisbiy balandliklarini farqi yoziladi.

$$\Delta h = h_{to'g'ri} + h_{tes.} \quad (44)$$

Ushbu (d) farqlarni to‘g‘ri hisoblanganligini quyidagi ifoda bilan tekshirish mumkin:

$$\sum h_{to'g'ri} + \sum h_{tes.} = \Delta h$$

(44) formula bilan hisoblab topilgan farqlarni (45) formula yordamida aniqlangan uning chekli qiymatiga taqqoslanadi va dala o‘lchash natijalarini III-klass nivelirlash talabiga mos kelishi haqida xulosa chiqariladi.

$$\Delta h_{chek} = \pm 10_{MM} \sqrt{L_i} \quad (45)$$

bu yerda  $L_i$  - sektsiya uzunligi, km

Aniqlangan farqlarning chekli qiymati jadvalni 8-ustuniga yoziladi. Bizning misolimizda 7 ta sektsiyaning barchasida dala natijalari talabga javob beradi.

## **b) Nisbiy balandliklarni tenglashtirish va oraliq reper o'tmetkalarini hisoblash**

Dastlab seksiyalar bo'yicha o'rtacha nisbiy balandliklar aniqlanadi va jadvalning 6-grafasiga yoziladi. Hisoblangan o'rtacha nisbiy balandliklarni quyidagi ifoda bilan kontrol qilinadi.

Nivelir yo'lidagi bog'lanmaslik xatosi

$$fh = \sum h_{o'r} - (H_{ox} - H_B) \quad (46)$$

formulasi bilan aniqlanadi. Bunda  $H_B$ -boshlang'ich tayanch marka o'tmetkasi va  $H_{ox}$ -oxirigi tayanch marka o'tmetkasi. Aniqlangan ushbu xato o'zining chekli qiymati bilan taqqoslanadi. Bog'lanmaslik xatosining chekli qiymati (4) formula yordamida hisoblanadi.

$$fh_{chek} = \pm 10 \sqrt{L_{km}} \quad (47)$$

Har bir seksiya uchun o'lchangan nisbiy balandliklarga tuzatmalar (48) formula yordamida aniqlanadi va jadvalning 11-grafasiga yoziladi.:

$$v_{h_i} = -\frac{fh}{L} \cdot L_i \quad (48)$$

Jadvalning 12 -grafasiga tuzatilgan nisbiy balandliklar yoziladi. Tuzatilgan nisbiy balandliklarni quyidagi formula bilan kontrol qilinadi:

$$\sum (h_{o'r} + v) = H_{ox} - H_B \quad (49)$$

Shundan so'ng nivelir yo'lidagi oraliq reperlarning balandliklari hisoblanadi:

$$H_{i+1} = H_i + h_{o'r_i} + v_{h_i} \quad (50)$$

Bunda  $H_i$ - joriydan oldingi nuqtadan (marka yoki reper) balandligi;

$H_{i+1}$ - navbatdagi (joriy) nuqta balandligi.

Hisoblab topilgan balandlik qiymatlari mos tarzda 13-grafaga yoziladi.

## **v) Dala o'lchash natijalari aniqligiga baho berish**

Baho berish to'g'ri va teskari yo'nalish o'lchovlarining farqi ( $d_i$ ) bo'yicha bajariladi. 1km yo'l uzunligiga mos o'rtacha nisbiy balandlikning o'rta kvadratik

xatosini ikki karra, ya'ni asosiy (51) va kontrol (52) formulalar yordamida hisoblanadi:

$$m_{KM} = \mu = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\Delta h^2}{L}} \quad (51)$$

$$m_{KM} = \mu \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\Delta h^2}{[L]}} \quad (52)$$

(51) formulada:  $n$ - farqlar soni;

$$\frac{1}{L_i} = p_{h_i} - L_i \text{ uzunlikdagi sektsiyada nisbiy balandlik vazni.}$$

(52) formulada esa teskari vazn ishtirok etadi:

$$\frac{1}{p_{h_i}} = L_i .$$

Hisoblangan  $(\Delta h_i^2)$  va  $\left(\frac{\Delta h_i^2}{L_i}\right)$  kattaliklari jadvalning 53 va 54 grafalariga yoziladi. SHuni e'tiborga olish kerakki  $(\Delta h_i)$ -mm,  $L_i$  esa km birligida ifodalanadi.

Bajarilgan aniqlik bahosini ishonchli bo'lishi uchun hisoblab topilgan xatoni o'zini o'rta kvadratik xatosi hisoblanadi:

$$m_{m_{KM}} = \frac{m_{KM}}{\sqrt{2n}} \quad (53)$$

### **g) Tenglashtirilgan qiymatlar aniqligini baholash**

Tenglashtirilgan qiymatlar aniqligini baholash uchun nivelirlash yo'lidagi oraliq reperlarning o'rta kvadratik xatosini hisoblash zarur:

$$M_{H_i} = \frac{m_{KM}}{P_{H_i}} \quad (54)$$

Bu yerda  $P_{H_i}$  -o'rta kvadratik xatosi hisoblanayotgan reper balandligining vazni.

$P_{H_i}$  - quyidagi formula bilan hisoblanadi:



$$P_{H_i} = \frac{1}{[L]_i^i} + \frac{1}{[L]_{i+1}^n} = \frac{[L]_i^n}{[L]_i^i \cdot [L]_{i+1}^n} \quad (55)$$

Buerda  $[L]_i^n$  - yo‘l umumiy uzunligi;

$[L]_i^i$  - boshlang‘ich markadan  $i$  nomerli repergacha bo‘lgan yo‘l uzunligi;

$[L]_{i+1}^n$  - oxirigi markadan  $i$  nomerli repergacha bo‘lgan yo‘l uzunligi.

Masalan, 2 reper uchun vazn quyidagicha aniqlanadi.

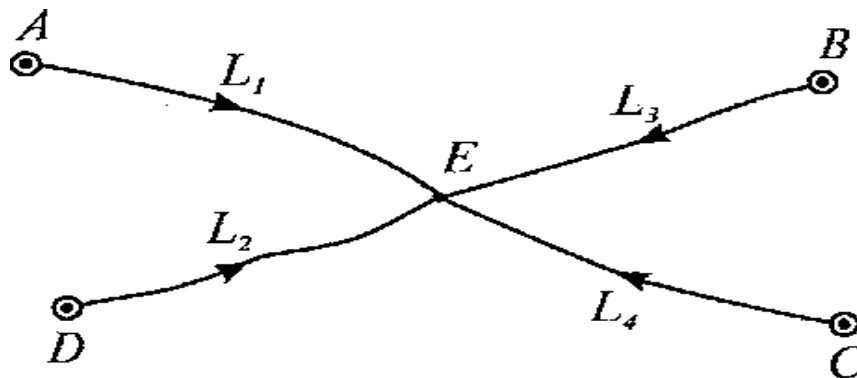
$$P_{H_9} = \frac{1}{10,5} + \frac{1}{24,6} = \frac{35,3}{10,5 \cdot 24,6} = 0,14$$

Hisoblangan vaznlarni jadvalning 14-grafasiga, o‘rta kvadratik xatolarni esa 15-grafaga yoziladi 16-grafaga (56) formula bilan aniqlangan reper xatoligini o‘zini o‘rta kvadratik xatosi hisoblab yoziladi:

$$m_{M_{H_i}} = \frac{m_{m.KM}}{\sqrt{P_{H_i}}} \quad (56)$$

### 3.3. Bir bog‘lovchi punktili nivelir to‘rini tenglashtirish.

Absolyut balandligi ma’lum  $A, B, C$  va  $D$  nuqtalardan nivelir yo‘llari  $L_1, L_2, L_3$  va  $L_4$  o‘tkazilgan.



3.3-rasm

To‘rning berilgan nuqtasini tenglashtirish uchun  $E$  tugun nuqta absolyut balandligining extimoliy qiymatini aniqlash kerak. Berilganlar bo‘yicha  $E$  nuqtaning 4 ta aloxida absolyut balandliklar qiymatini topishimiz mumkin:

$$H_E^I = H_A + \sum h_1$$

$$H_E^{II} = H_D + \sum h_2$$

$$H_E^{III} = H_B + \sum h_3$$

$$H_E^{IV} = H_C + \sum h_4$$

Nivelir yo‘llarining vazni quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$P_1 = \frac{4}{L_1}; \quad P_2 = \frac{4}{L_2}; \quad P_3 = \frac{4}{L_3}; \quad P_4 = \frac{4}{L_4}.$$

$E$  tugun nuqtaning extimoliy qiymati:

$$H_E = \frac{H_E^I + H_E^{II} + H_E^{III} + H_E^{IV}}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4} \quad (57)$$

Bundan keyin farq tuzamiz va aloxida yo‘llarning bog‘lanmaslik xatoliklarining bog‘lanmaslik xatoligini topamiz:

$$H_E^I - H_e = f_n^I,$$

$$H_E^{II} - H_e = f_n^{II},$$

$$H_E^{III} - H_e = f_n^{III},$$

$$H_E^{IV} - H_e = f_n^{IV}$$

Bu bog‘lanmaslik xatoliklari teskari ishora bilan teng yo‘lning xamma stantsiyalariga tarqatib chiqiladi va boshqa punktlarning absolyut balandliklari topiladi. Hisoblashlarni soddalashtirish maqsadida (1) formulaga aniqlanayotgan absolyut balandlikning taxminiy qiymati  $H_0$  kiritiladi, keyingi hisoblashlar qoldiqlar bilan bajariladi:

Qoldiq:

$$H_E^I - H_0 = \varepsilon_1; \quad H_E^{II} - H_0 = \varepsilon_2; \quad H_E^{III} - H_0 = \varepsilon_3; \quad H_E^{IV} - H_0 = \varepsilon_4.$$

Unda formula (1)ko‘rinishni oladi:

$$H_E = H_0 + \frac{[\varepsilon \cdot P]}{[P]} \quad (58)$$

### 3.4. Tenglashtirish natijalariga baxo berish.

#### *(Dala o'lchash ish sifatiga baxo berish)*

Dala ish sifatiga baxo berish nivelirlash yo'lining to'g'ri va teskari yo'nalishidagi o'lchangan nisbiy balandliklar farqi bo'yicha amalga oshiriladi.

Jadvalni 1-5 grafiklariga sxemadan kerakli boshlang'ich ma'lumotlar ko'chirib yoziladi.

6-grafa to'g'ri va teskari yo'nalish nisbiy balandliklarining arifmetik o'rtacha qiymati yoziladi. O'rtacha nisbiy balandlik ishorasi to'g'ri yo'nalish nisbiy balandligining ishorasiga mos tarzda olinadi. 7-grafaga (59) formula bilan hisoblangan to'g'ri va teskari yo'nalish nisbiy balandliklarini farqi yoziladi.

$$\Delta h = h_{to'g'ri} + h_{tes.} \quad (59)$$

Ushbu ( $\Delta h$ ) farqlarni to'g'ri hisoblanganligini quyidagi ifoda bilan tekshirish mumkin:

$$\Sigma h_{to'g'ri} + \Sigma h_{tes.} = \Delta h$$

(59) formula bilan hisoblab topilgan farqlarni (60) formula yordamida aniqlangan uning chekli qiymatiga taqqoslanadi va dala o'lchash natijalarini III-klass nivelirlash talabiga mos kelishi haqida xulosa chiqariladi.

$$\Delta h_{i-\hat{a}\hat{e}} = \pm 10 \hat{i} \hat{i} \sqrt{L_i} \quad (60)$$

bu yerda  $L_i$  - sektsiya uzunligi, km

aniqlangan farqlarning chekli qiymati jadvalni 8 -ustuniga yoziladi. Bizning misolimizda 7 ta sektsiyaning barchasida dala natijalari talabga javob beradi.

#### **Nisbiy balandliklarni tenglashtirish va oraliq reper o'tmetkalarini hisoblash**

Dastlab sektsiyalar bo'yicha o'rtacha nisbiy balandliklar aniqlanadi va jadvalning 6-grafasiga yoziladi. Hisoblangan o'rtacha nisbiy balandliklarni quyidagi ifoda bilan kontrol qilinadi.

Nivelir yoʻlidagi bogʻlanmaslik xatosi

$$fh = \sum h_{o'r} - (H_{ox} - H_B) \quad (61)$$

formulasi bilan aniqlanadi. Bunda  $H_B$ -boshlangʻich tayanch marka otmetkasi va  $H_{ox}$ -oxirigi tayanch marka otmetkasi. Aniqlangan ushbu xato oʻzining chekli qiymati bilan taqqoslanadi. **Bogʻlanmaslik** xatosining chekli qiymati (62) formula yordamida hisoblanadi.

$$fh_{chek} = \pm 10 \sqrt{L_{km}} \quad (62)$$

Har bir sektsiya uchun oʻlchangan nisbiy balandliklarga tuzatmalar (63) formula yordamida aniqlanadi va jadvalning 11-grafasiga yoziladi.:

$$v_{h_i} = -\frac{fh}{L} \cdot L_i \quad (63)$$

Jadvalning 12 -grafasiga tuzatilgan nisbiy balandliklar yoziladi. Tuzatilgan nisbiy balandliklarni quyidagi formula bilan kontrol qilinadi:

$$\sum (h_{o'r} + v) = H_{ox} - H_B \quad (64)$$

Shundan soʻng nivelir yoʻlidagi oraliq reperlarning balandliklari hisoblanadi:

$$H_{i+1} = H_i + h_{yp_i} + v_{h_i} \quad (65)$$

Bunda  $H_i$ - joriydan oldingi nuqtadan (marka yoki reper) balandligi;

$H_{i+1}$ - navbatdagi (joriy) nuqta balandligi.

Hisoblab topilgan balandlik qiymatlari mos tarzda 13-grafaga yoziladi.

### **Dala oʻlchash natijalari aniqligiga baho berish**

Baho berish toʻgʻri va teskari yoʻnalish oʻlchovlarining farqi ( $d_i$ ) boʻyicha bajariladi. 1km yoʻl uzunligiga mos oʻrtacha nisbiy balandlikning oʻrta kvadratik xatosini ikki karra, Yaʼni asosiy (66) va kontrol (67) formulalar yordamida hisoblanadi:

$$m_{\hat{e}_i} = \mu = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\Delta h^2}{L}} \quad (66)$$

$$m_{\hat{e}_i} = \mu \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\Delta h^2}{[L]}} \quad (67)$$

(66) formulada:

$n$ - farqlar soni;

$$\frac{1}{L_i} = p_{h_i} - L_i \text{ uzunlikdagi sektsiyada nisbiy balandlik vazni.}$$

(67) formulada esa teskari vazn ishtirok etadi:

$$\frac{1}{p_{h_i}} = L_i .$$

Hisoblangan  $(\Delta h_i^2)$  va  $\left(\frac{\Delta h_i^2}{L_i}\right)$  kattaliklari jadvalning 9 va 10 grafalariga

yoziladi. SHuni e'tiborga olish kerakki  $(\Delta h_i)$ -mm,  $L_i$  esa km birligida ifodalanadi.

Bajarilgan aniqlik bahosini ishonchli bo'lishi uchun hisoblab topilgan xatoni o'zini o'rta kvadratik xatosi hisoblanadi:

$$m_{m_{KM}} = \frac{m_{KM}}{\sqrt{2n}} \quad (68)$$

### **Tenglashtirilgan qiymatlar aniqligini baholash**

Tenglashtirilgan qiymatlar aniqligini baholash uchun nivelirlash yo'lidagi oraliq reperlarning o'rta kvadratik xatosini hisoblash zarur:

$$M_{H_i} = \frac{m_{KM}}{P_{H_i}} \quad (69)$$

Bu yerda  $P_{H_i}$  -o'rta kvadratik xatosi hisoblanayotgan reper balandligining vazni.

$P_{H_i}$  - quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$P_{H_i} = \frac{1}{[L]_i^i} + \frac{1}{[L]_{i+1}^n} = \frac{[L]_i^n}{[L]_i^i \cdot [L]_{i+1}^n} \quad (70)$$

Buerda  $[L]_i^n$  - yo‘l umumiy uzunligi;

$[L]_i^i$  - boshlang‘ich markadan i nomerli repergacha bo‘lgan yo‘l uzunligi;

$[L]_{i+1}^n$  - oxirigi markadan i nomerli repergacha bo‘lgan yo‘l uzunligi.

Masalan, 2 reper uchun vazn quyidagicha aniqlanadi.

$$P_{H_9} = \frac{1}{10,5} + \frac{1}{24,6} = \frac{35,3}{10,5 \cdot 24,6} = 0,14$$

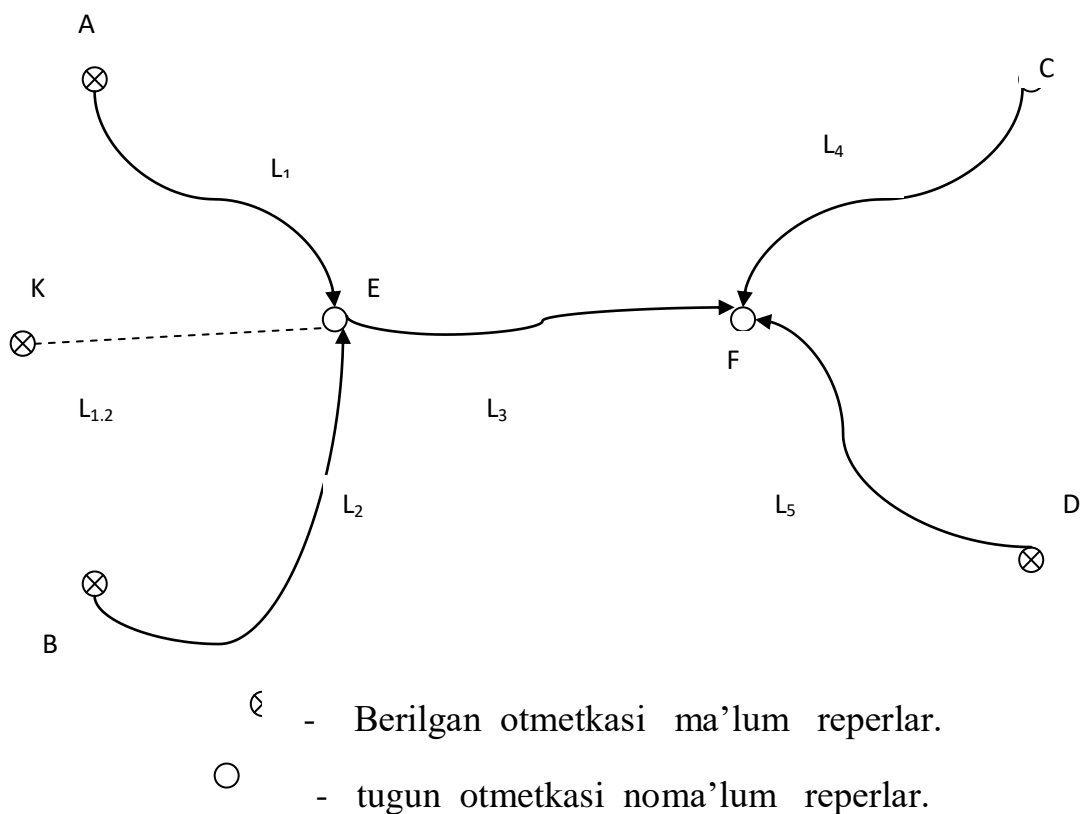
Hisoblangan vaznlarni jadvalning 14-grafasiga, o‘rta kvadratik xatolarni esa 15-grafaga yoziladi 16-grafaga (71) formula bilan aniqlangan reper xatoligini o‘zini o‘rta kvadratik xatosi hisoblab yoziladi:

$$m_{M_{H_i}} = \frac{m_{m.kM}}{\sqrt{P_{H_i}}} \quad (71)$$

### 3.5. Nivelir to‘rini ekvivalent almashtirish usulida tenglashtirish.

Ekvivalent almashtirish usuli bir nechta tugun nuqtali nivelir to‘rini tenglashtirishda qo‘llaniladi. Ushbu usul tenglashtirish hisoblarini bajarmasdan to‘rib to‘rdagi reper balandliklarini vaznini aniqlash imkonini bergani uchun, to‘rlardagi tugun punktlarning aniqlik hisobini bajarishda qo‘llanilishi mumkin. Bu esa geodezik to‘rlarni loyahasini baxolash imkonini yuzaga keltiradi.

Ekvivalent almashtiruv usulida nivelir to‘ri 1 tugun nuqtali ko‘ri-nishga keltirilib tenglashtirish ishlari bajariladi. Buning uchun to‘rda mavjud bo‘lgan ikki (yoki bir nechta) nivelir yo‘li ( $L_1$   $L_2$ ) mavxum bir yo‘l ( $L_{1,2}$ ) bilan almashtiriladi. Bunda mavxum ekvivalent yo‘l vazn ji-xatidan mavjud yo‘llar vaznlari yig‘indisiga teng bo‘ladi va ekvivalent yo‘l bo‘yicha aniqlangan reper balandligining qiymati mavjud yo‘llar bo‘yicha aniqlangan qiymatiga teng aniqlikda topiladi.



3.4-rasm

Ikki tugun punktli beshta yoʻldan iborat nivelir toʻri berilgan, (chizma – 1), uni ekvivalent almashtirish usulida tenglashtirish kerak.

$h_1, h_2, h_3, h_4, h_5$  - oʻlchangan nisbiy balandliklar.

$L_1, L_2, L_3, L_4, L_5$  - yoʻl uzunliklari.

Birinchi va ikkinchi yoʻllarni bitta ekvivalent yoʻl bilan almashtiramiz. Buning uchun birinchi va ikkinchilar boʻyicha tugun punkt E taxminiy otmetkasini va yoʻllar vaznini hisoblaymiz.

$$H_1 = H_A + \sum h_1 \qquad H_2 = H_B + \sum h_2 \qquad (72)$$

$$P_1 = \frac{1}{L_1} \qquad P_2 = \frac{1}{L_2} \qquad (73)$$

E tugun punktning ikki yoʻl boʻyicha taxminiy otmetkasini hisoblaymiz.

$$H_{1,2} = \frac{H_1 P_1 + H_2 P_2}{P_1 + P_2} \qquad (74)$$

Taxminiy otmetka  $H_{1,2}$  vaznini hisoblaymiz

$$P_{1,2} = P_1 + P_2 \quad (75)$$

Vazin  $R_{1,2}$  bir vaqtda, ekvivalent  $L_{1,2}$  yo'lining vazni bo'ladi. Ekvivalent yo'lining uzunligini topamiz.

$$L_{1,2} = \frac{1}{P_{1,2}} \quad (76)$$

Birinchi va ikkinchi yo'llarni ekvivalent yo'l bilan almashtirib nivelir to'rini soddalashtirildi ya'ni bir F tugun punktli turtinchi, beshinchi va ekvivalent yo'llardan iborat turga aylandi.

Bu tur bo'yicha tugun F punktning taxminiy otmetkasini hisoblaymiz.

$$\text{Turtinchi yo'l bo'yicha (L}_4\text{)} \quad H_4 = H_C + \sum h_4$$

$$\text{Beshinchi yo'l bo'yicha (L}_5\text{)} \quad H_5 = H_D + \sum h_5$$

$$\text{Ekvivalent yo'l bo'yicha (L}_{1,2+3}\text{)} \quad H_{1,2+3} = H_{1,2} + \sum h_3$$

Yo'llar vaznini topamiz.

$$P_4 = \frac{1}{L_4} \quad P_5 = \frac{1}{L_5} \quad P_{1,2+3} = \frac{1}{L_{1,2} + L_3}$$

Tugun F punktning xaqiqiy otmetkasini hisoblaymiz.

$$H_F = \frac{H_4 P_4 + H_5 P_5 + H_{1,2+3} P_{1,2+3}}{P_4 + P_5 + P_{1,2+3}} \quad (77)$$

Yo'llar bog'lanmasini aniqlaymiz.

$$H_4 - H_F = fh_4 \quad H_5 - H_F = fh_5 \quad H_{1,2+3} - H_F = fh_{1,2+3}$$

Turtinchi va beshinchi yo'llar yakka yo'l singari tenglashtiriladi.

Ekvivalent yo'l quyidagcha tenglashtiriladi:

Bir kilometr ekvivalent yo'l uchun tuzatma topiladi.

$$W = -\frac{H_{1,2+3} - H_F}{L_{1,2} + L_3} \quad (78)$$

Uchunchi yo'l uchun tuzatma topamiz  $W_3 = L_3 W$  va yakka yo'l kabi tenglashtiriladi.

Tugun E punktning xakikiy otmetkasini hisoblaymiz.

$$H_E = H_{1,2} + L_{1,2} W \quad (79)$$



Undan so‘ng birinchi va ikkinchi yo‘llar tenglashtiriladi. Buning uchun yo‘llar bog‘lanmasi hisoblanadi:

$$H_1 - H_E = fh_1 \qquad H_2 - H_E = fh_2$$

Bog‘lanmalar teskari ishorasi bilan stantsiyalarga barobar tarqatiladi, yo‘ldagi qolgan punktlarning otmetkasi hisoblab topiladi.

**Tuzatmalar orqali dala o‘lchash natijalariga baxo berish.**

Vazin birligining o‘rta kvadratik xatosi (4km. uzunlikdagi nisbiy xatolik)

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{PV^2}{n-k}} \qquad (80)$$

bu yerda:  $n$  – yo‘llar soni.

$k$  – tugun punktlar soni.

Bir kilometr uzunlikdag nisbiy balandlikning o‘rta kvadratik xatosi.

$$m_{rv} = \frac{\mu}{\sqrt{C}} \qquad \text{bu yerda:} \qquad C = \frac{L_{\min} + L_{\max}}{2} \qquad (81)$$

**Tenglashtirilgan tugun punktning otmetkasi aniqligini baxolash.**

Buning uchun avval reperlar otmetkasining vazni ekvivalent almashtirish usulda hisoblab topiladi.

$$P_{Hi} = P_1 + P_2 + \dots + P_n$$

Tenglashtirilgan tugun reperlar otmetkalarining o‘rta kvadratik xatosi:

$$M_{Hi} = \frac{\mu}{\sqrt{P_{Hi}}} \qquad (82)$$

**Misol. Nivelir to‘rini ekvivalent almashtirish usulida tenglashtirish.**

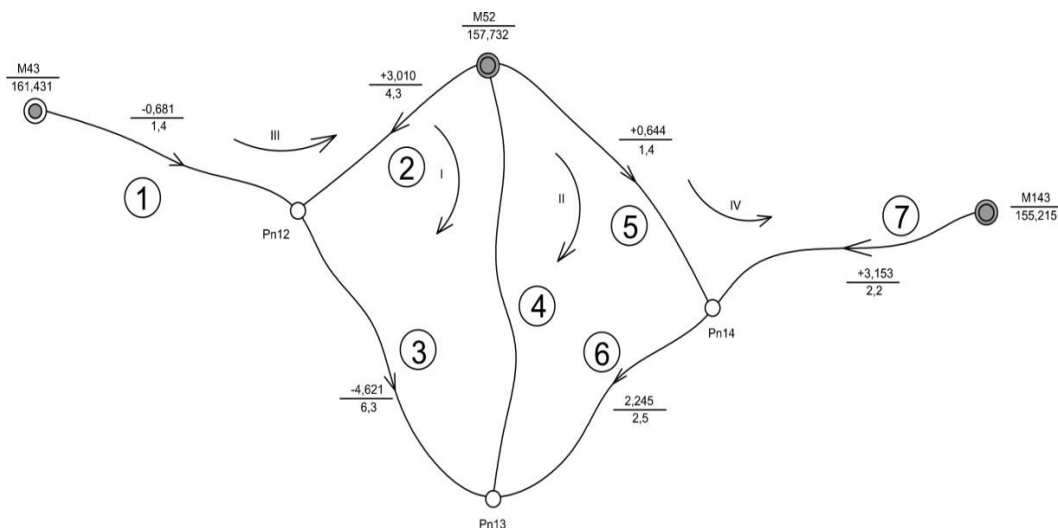
III -klass nivelir to‘ri shemasini ko‘rib chiqamiz (chizma – 2). To‘rda uchta tugun nuqta va uchta absolyut balandliklari Ma’lum bo‘lgan tayanch markasi mavjud bo‘lib ular o‘zaro 7 ta nivelirlash yo‘llari bilan tutashgandir.

Tayanch marka otmetkalari, nivelir yo‘llarini tartib raqami, yo‘nalishi va yo‘l bo‘yicha o‘lchangan nisbiy balandlik qiymatlari shemada kursatilgan.

Tenglashtirish boshqa tenglashtirish usullaridagi kabi 4 pog‘onada amalga oshiriladi:

- nivelirlash sifatiga baho berish;

- nisbiy balandliklarni tenglashtirish Ya'ni tugun reper otmetkalarini ishonchli qiymatini hisoblash va nisbiy balandliklarni tenglashtirish;
- dala o'lchash natijalariga baho berish;
- tenglashtirilgan qiymatlar aniqligini baholash.



3.5-rasm Nivelir to'ri sxemasi

### a) Nivelirlash sifatiga baho berish

Tenglashtirishdan avval dala o'lchash natijalarini joriy klass nivelirlash talablariga mos kelishi tekshiriladi. Buning to'rida mustaqil poligonlar tanlanadi va har bir poligon bo'yicha balandliklarni **bog'lanmaslik** hatosi ushbu poligon 'erimetridan kelib chiquvchi bog'lanmaslik xato cheki bilan taqqoslanadi va xulosa chiqariladi.

Mustaqil poligonlar sonini 2 xil ko'rinishdagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$r = n - k \text{ yoki } r = N + T - 1$$

bu yerda:  $n$  - barcha o'lchashlar soni (Nivelir yo'llari soni)

$k$  - zaruriy o'lchashlar soni (noMa'lumlar soni)

$N$  - to'rida mavjud bo'lgan tutash poligonlar soni

$T$  - tayanch markalar soni.

Bizning misolda  $n = 7$  va  $k = 3$ , demak poligonlar soni  $r = 7 - 3 = 4$ .

Yoki tutash poligonlar soni  $N = 2$ , tayanch markalar soni  $T = 3$ ,

demak  $r = 2 + 3 - 1 = 4$ .

Joriy to‘r uchun 4 ta poligon tanlaymiz. poligonlar rim raqamlari bilan belgilanib, har bir nisbiy balandliklarni soat strelkasi yo‘nalishidagi yig‘indisini hisoblaymiz.

Hisoblash natijalarini jadvalga yozamiz. Har bir poligon bo‘yicha bolgplanmaslik xatosini quyidagi formula orqali hisoblaymiz:

Ochik poligon uchun:

$$fh_i = \sum h - (H_{oxup} - H_{\text{bosh}})$$

Yopiq poligon uchun:

$$fh_i = \sum h$$

(83)

bu yerda:  $h$  - har bir poligonda ishtirok etuvchi nivelir yo‘llaridagi to‘g‘ri va teskari yo‘nalish nisbiy balandliklarining o‘rtachalarini yig‘indisi.

$H_{\text{bosh}}$  va  $H_{\text{oxir}}$  - otmekasi ma‘lum boshlang‘ich va oxirgi berilgan reperlar otmekasi.

Bizning shaklda har bir yo‘l bo‘yicha hisoblangan o‘rtacha nisbiy balandlikni qiymati kursatilgan.

Nivelir to‘ri aniqligi jixatdan III- klassga tegishli bo‘lgani uchun

$$cheklifh_i = \pm 10\sqrt{L_{KM}}$$

formulasi orqali bog‘lanmaslik xatosi chekli qiymatini aniqlaymiz.

Joriy to‘rda ikkita tugun poligon mavjud, bizga zaruriy poligonlar soni 4 ta. Shu sababdan tayanch markalari oralig‘ida ikkita notutash poligonlar tanlashimizga to‘g‘ri keladi.

poligonlarni aylanib chiqish yo‘nalishi sxemada strelka bilan kursatiladi va hisoblash natijalari jadvalga yoziladi.

## poligonlar bo'yicha nisbiy balandlik bog'lanmasi xatosini hisoblash

3.1-jadval

poligon №	poligonni aylanish tartibi	poligonga kiruvchi yo'llar nomeri	poligon bog'lanmaslik xatosi $f_h$ , mm	poligon uzunligi $L$ <i>km</i>	poligon bog'lanmaslik xato cheki $f_h$ , mm	poligon bo'yicha tuzatmalar $V$ yig'indisi
1	2	3	4	5	6	7
I	52- M dan 52 - M gacha	2,4,3	+10	16.1	$\pm 40$	-10,0
II	52- M dan 52+M gacha	4,5,6	0	9.4	$\pm 30$	0,0
III	43- M dan 52- M gacha	1,2	+8	5.7	$\pm 24$	-8,0
IV	52- M dan 143- M gacha	5,7	+8	3.6	$\pm 19$	-8,0

Ushbu misoldan poligonlarda barcha bog'lanmaslik hatolari qiymatan o'z chekli qiymatidan oshmaydi, shuning uchun tenglashtirishga o'tishimiz mumkin.

### b) Nisbiy balandliklarni tenglashtirish va tugun reperlarining o'tmetkalarini hisoblash

Yuqorida aytganimizdek ekvivalent almashtirish usulida masala ko'ra tugun nuqtali nivelir to'rini bir tugun nuqtali to'r ko'rinishiga keltirib tenglashtirishdir.

Bizning misolimizdagi to'rda ( 3.5.2-rasm ) uchta tugun nuqta mavjud bo'lib, biz ushbu nuqtalardan birini asos qilib olishimiz kerak. Masalan  $R_{13}$  ni tugun nuqta sifatida qoldirsak ushbu nuqtada uchta yo'l tutashadi. bitta 4-oddiy yo'l xamda ikkita murakkab yo'l (1,2+3) va (5,7+6) tutashadi; har bir murakkab yo'l o'z o'rnida ekvivalent (1,2) yoki (5,7) yo'llardan va haqiqiy 3 yoki 6 yo'ldan tashqil topadi. (3.5.2-rasm ).

Agar tugun nuqta sifatida  $R_{14}$  ni olsak, unga ham uchta yo'l ikkita 5 va 7-oddiy yo'l hamda [(1,2+3),4+6] murakkab yo'l tutashadi.

Tenglashtirishni 3-variantida tugun nuqta tarzida R'12 ni olishimiz mumkin. Bu xolda xam unda uch yo'l tutashadi: ikkita 1 va 2- oddiy yo'l xamda bitta murakkab yo'l [(5,7+6),4+3]

Masalani yyechish uchun ushbu kursatilgan variantlardan birinchisini olamiz. Hisob natijalarini 2- jadvalga yozib boramiz, so'ngra mavjud 1 va 2 yo'lini ekvivalent 1, 2 yo'l bilan almashtiramiz. Ekvivalent 1, 2 yo'lining vazni mavjud 1 va 2 yo'l vaznlarini yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni

$$P_{1,2}=P_1+ P_2 \quad (84)$$

3.2- jadval.

Yo'l №	Berilgan marka va reperlar №	O'lchang an nisbiy balandlik	Yo'l uzunligi L(km)	Hisoblangan reper otmetkalari	Qoldiq ε, mm	vazn $R=\bar{L}$	pε,	So'ngi otmetkalar H, m	Tuzatma V mm	PV <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
				Rp12				160,748 <sub>2</sub>		
1	43	-0,681	1,4	160, 750	8	2,86	22,8		-1,8	9,4
2	52	+3,010	4,3	160, 742	0	0,93	0		+6,2	35,7
1,2			1,05	160,748 <sub>0</sub>		3,79	22,8		+0,2	
3		-4,621	6,3			0,64			+1,4	1,2
				Rp14				158,373 <sub>1</sub>		
5	52	+0,644	1,4	158,376	8	2,86	22,8		-2,9	24,1
7	143	+3,153	2,2	158,368	0	1,82	0		+5,1	47,4
5,7			0,86	158,372 <sub>9</sub>		4,68	22,8		+0,2	
6		-2,245	2,5			1,60			+0,5	0,4
				Rp 13				156,128 <sub>6</sub>		
1,2+3			7,35	156,127 <sub>0</sub>	0	0,54	0		+1,6	
5,7+6			3,36	156,127 <sub>9</sub>	0,9	1,19	1,1		+0,7	
4	52	-1,061	5,5	156,131	4,0	0,73	2,9		-2,4	4,2
				156,128 <sub>6</sub>		2,46	4,0			122,4

Dastlab jadvalni 1.2.3.4 grafalariga 3.5.2 - chizmadagi sxemadan  $R_{p12}$  ni balandligini hisoblash uchun zarur bo'lgan boshlang'ich ma'lumotlar olib yoziladi.

Mavjud yo'l vaznlarini hisoblash uchun  $P_i = \frac{C}{L_i}$  (84) formulasidan foydalaniladi. Bunda  $S$  hisoblashda vaznlar qiymati katta bo'lmagan kattalikda ifodalanishi uchun tanlanadigan doimiy son bo'lib, u quyidagi formula orqali hisoblanadi

$$C = \frac{L_{\min} + L_{\max}}{2} \quad (85)$$

Bunda  $L_{\min}$  va  $L_{\max}$  - to'rdagi yo'llarning minimal va maksimal uzunliklarining qiymati. Bizning misolda

$$C = \frac{6.3 + 1.4}{2} = 3.8 \approx 4$$

$$\text{demak} \quad P_2 = \frac{C}{L_2} = \frac{4}{4.3} = 0.93 \quad P_1 = \frac{C}{L_1} = \frac{4}{1.4} = 2.86$$

topilgan qiymatlarni jadvalni tegishli grafasiga yozamiz.

12-reperning tarkibiy otmetkasini 1 va 2 yo'llar bo'yicha aniqlash mumkin. Ya'ni  $N_{12} = H_{m43} + h_1 = 161.431 + (-0.681) = 160.750\text{m}$

$$H_{12} = H_{m52} + h_2 = 157,732 + 3,010 = 160,742\text{m}$$

tugun nuqta 12 - reper otmetkasining xaqiqiy qiymatini aniqlash maqsadida ishtirokchi yo'l vaznlarini e'tiborga olamiz va quyidagi formula orqali hisoblaymiz.

$$H^1 = H_0 + \frac{[\varepsilon P]}{[P]} \quad (86)$$

bunda  $H_0$  - aniqlanayotgan reperning tarkibiy otmetkasi qiymati bo'lib, u 1 va 2 yo'llar bo'yicha aniqlangan otmetkalarining eng kichigiga tengdir, bizning misolimizda  $H_0 = 160.742$  ga tengdir.

$\varepsilon$  - har bir ishtirokchi yo'l bo'yicha aniqlangan otmetkalar va taqribiy otmetkalari orasidagi farq bo'lib, u quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$\varepsilon_i = H_0 - H_i \quad (87)$$

Bizning misolimizda  $\varepsilon_1 = 160.742 - 160.750 = 0.008\text{m} = 8\text{mm}$

$$\varepsilon_2 = 160.742 - 160.742 = 0$$

[P] - o'lchangan yo'llar bo'yicha reperring hisoblangan vaznlar yig'indisidi;

$$[P] = 2.86 + 0.93 = 3.79$$

[εP] - tugun nuqtaga keluvchi yo'l bo'yicha qoldiklarni yo'l vazniga ko'paytmalarining yig'indisi.  $[\varepsilon P] = [22.8 + 0] = 22.8$

4 - formulani o'ng qismidagi taqribiy otmetka  $H_0$  metr kattalikda, so'nggi qismi  $\frac{[\varepsilon P]}{[P]}$  millimetr kattaligida bo'ladi.

12 - reperring otmetkasini hisoblaymiz.

$$H_{12}^1 = H_0 + \frac{[\varepsilon P]}{[P]} = 160.742 + \frac{22.8}{3.79} = 160.748_0$$

Shundan so'ng ekvivalent yo'l uzunligini hisoblaymiz.

Ekvivalent yo'l uzunligi (6) formula bilan aniqlanadi.

$$L_{1,2} = \frac{C}{P_{1,2}} \quad (88)$$

bunda S (3) formula orqali aniqlangan doimiy qiymat,

$$P_{1,2} = P_1 + P_2 \quad P_{1,2} - \text{ekvivalent yo'l vazni};$$

$P_1 P_2$  ekvivalent yo'lni tashqil etgan 1-chi va 2-chi yo'llar vaznlari.

Jadvalning 4-grafasiga 1.2 ekvivalent yo'l uzunligi  $L_{1,2}$  (88) - formula bilan hisoblab yozamiz.  $S = 4$  teng.

$$L_{1,2} = \frac{4}{3.79} = 1.05$$

Jadvalning quyi qatoriga yolg'iz 3-yo'l bo'yicha nisbiy balandligi, yo'l uzunligi va yo'l vazni ko'chirib yoziladi.

Shundan so'ng 14 - repera o'tamiz. Yo'l uzunligi 0.86 km bo'lgan, 4.68 vaznli 5.7 ekvivalent yo'li orqali aniqlaymiz.

5.7 ekvivalent yo'lga tegishli barcha qiymatlar 5.7 qatorni mos grafalariga yozib chiqiladi. Undan keyingi qatorga 6 yo'lga tegishli nisbiy balandlik, yo'l uzunligi va yo'l vaznining qiymatlari yozib chiqiladi.

Hisoblab topilgan 12 va 14 reper otmetkalarini qiymati yakuniy bo'lmasdan taqribiy hisoblari bo'yicha, sabab ularni har birini hisoblashda to'rdagi yettita yo'l da faqat ikkita yo'l ishtirok etganidir.

Shundan so'ng 13 - reper otmetkasini aniqlashga o'tamiz. Ushbu balandlik (1.2+3); (5.7+6) va 4 yo'llari orqali o'rtacha vaznlik, balandlik tarzida hisoblanadi. 13 - reper otmetkasini murakkab (1.2+3) ekvivalent yo'li orqali aniqlash uchun 12 - reperning boshlang'ich taqribiy otmetkasiga ushbu reperlarni bog'lab turuvchi 3- yo'l nisbiy balandligi bo'yicha hisoblaymiz.

$$H'_{13} = H_{12+3} + h_3 = 160.748_0 + (-4.621) = 156.127_0 \text{ m.}$$

Murakkab yo'l (1,2+3) uzunligini uni tashqil etuvchi yo'llar uzunliklarining yig'indisi tarzida aniqlash mumkin.

$$L_{1,2+3} = L_{1,2} + L_3 = 1.05 + 6.3 = 7.35 \text{ km}$$

Ushbu yo'l vazni esa quyidagiga teng bo'ladi:

$$P_{1,2+3} = \frac{C}{L_{1,2+3}} = \frac{4}{7,35} = 0,54$$

Shu yo'sinda 13 - reper otmetkasini murakkab (5.7+6) ekvivalent yo'li orqali aniqlash mumkin.

$$H'_{13} = H'_{14} + h_6 = 158.372_9 + (-2,245) = 156.127_9$$

$$L_{5,7+6} = L_{5,7} + L_6 = 0.86 + 2.5 = 3.36 \text{ km}$$

$$P_{5,7+6} = \frac{C}{L_{5,7+6}} = \frac{4}{3.36} = 1.19$$

13 - reperning otmetkasini (4) - formula yordamida hisoblasak

$$H'_{13} = H_0 + \frac{[\varepsilon P]}{[P]} = 156.127_0 + \frac{4.0}{2.46} = 156.128_6$$

Ushbu otmetka yakuniy va ishonchli hisoblanadi, bunga sabab uni hisoblashda to'rdagi barcha yo'llar ya'ni yettita yo'l ishtirok etdi.

So'ngra to'rdagi 12 va 14 reperlarning ishonchli vazniy otmetka qiymatlarini topishga o'tamiz. Buning uchun to'rdagi barcha ishtirokchi yettita yo'lga tuzatmalar quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$V_i = H_i - H'_i \quad (89)$$

Dastlab 13-reperga keluvchi yo'llar uchun tuzatmalar hisoblanadi:

$$V_{1,2+3} = 156.128_6 \text{ m} - 156.127_0 \text{ m} = +1.6 \text{ mm}$$

$$V_{5,7+6} = 156.128_6 \text{ m} - 156.127_9 \text{ m} = +0.7 \text{ mm}$$

$$V_4 = 156,128_6 \text{ m} - 156,131_0 \text{ m} = -2,4 \text{ mm}$$



Murakkab yo‘llar bo‘yicha topilgan tuzatmalar, uni tashqil etuvchi yo‘l uzunliklariga proporsional tarzida tarqatiladi. Masalan (1.2+3) yo‘li 1.2 va 3 yo‘llardan tashqil to‘gani uchun

$$V_{1,2} = \frac{V_{1,2+3} \times L_{12}}{L_{1,2+3}} = \frac{1,6 \times 1,05}{7,35} = +0,2$$

$$V_3 = \frac{V_{1,2+3} \times L_3}{L_{1,2+3}} = \frac{1,6 \times 6,30}{7,35} = +1,4$$

Topilgan tuzatma qiymatlarini quyidagi tenglik orqali nazorat qilish mumkin:

$$V_{1,2+3} = V_{1,2} + V_3 = (+0,2) + (+1,4) = +1,6 \text{ mm}$$

Hisoblab topilgan tuzatma qiymatlari jadvalning tegishli joyiga yoziladi.

12 - reper otmetkasining yakuniy ishonchli qiymati uning taqribiy balandlik qiymatiga 1.2 ekvivalent yo‘l tuzatmasini kiritish orqali aniqlanadi.

$$H_{12} = H_{12}^1 + V_{1,2} = 160,748_0 + 0,2 \text{ mm} = 160,748_2 \text{ m}$$

Ushbu qiymatlar jadvalga yoziladi 1 va 2 yo‘llar uchun tuzatmalarni 12- reper otmetkasining ishonchli qiymatidan ushbu yo‘llar bo‘yicha aniqlangan uracha vazniy ehtimoliy otmetkalarini ayirish orqali hisoblash mumkin. Masalan:

$$V_1 = 160,748_2 \text{ m} - 160,750 \text{ m} = -1,8 \text{ mm.}$$

$$V_2 = 160,748_2 \text{ m} - 160,748 \text{ m} = +6,2 \text{ mm.}$$

Shunday usulda  $V_{5,7}$  va  $V_6$  tuzatmalarini 14-reper otmetkasining ishonchli qiymatini va 5 - yo‘l, 7- yo‘l uchun tuzatmalar hisoblab chiqiladi.

Tenglashtirilgan to‘rda yakuniy nazorat bo‘lib oldinda belgilangan poligonlar bo‘yicha hisoblangan tuzatmalarni tekshirish hisoblanadi. Har bir poligon bo‘yicha quyidagi tenglik bajarilishi kerak:

$$[V]_i = -fh_i \quad (90)$$

Hisoblangan  $[V]$  qiymatlarini 1- jadvalning tegishli grafasiga yoziladi.

### v) Dala o‘lchash natijalariga baho berish

O‘rtacha nisbiy balandlikning vazin birligidagi o‘rta kvadratik xatosi  $\mu$  tuzatmalar bo‘yicha quyidagicha aniqlanadi.

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{PV^2}{n-k}} \quad (91)$$

bu yerda: P - yo‘l bo‘yicha o‘rtacha nisbiy balandlik vazni,  
V - yo‘l bo‘yicha tuzatma,  
n - to‘rdagi barcha nivelir yo‘llari soni,  
k - tugun nuqtalar soni.

Bir kilometr uzunlikdagi yo‘l nisbiy balandligining o‘rta kvadratik xatosi quyidagicha aniqlanadi.

$$m_{km} = \frac{\mu}{\sqrt{C}} \quad (92)$$

bunda C – tenglashtirishda yo‘l uzunligi orqali vazn hisoblash uchun tanlangan doimiy son. Bizning misolda C = 4.

### **g) Tenglashtirilgan otmetka qiymatlari aniqligiga baho berish**

Barcha tugun reper otmetkalarining tenglashtirilgan qiymatlarining o‘rta kvadratik xatosini aniqlash uchun dastlab (93) formula orqali otmetka vaznlari hisoblanadi.

$$P_{Hi} = P_1 + P_2 + \dots + P_n \quad (93)$$

13- reper otmetkasi vaznini hisoblangan qiymati bevosita 3- jadvalni grafasidan olinadi.  $P_{H13} = 2.45$ .

12- reper va 14 reper vaznlarini ekvivalent almashuv usuli orqali aniqlaymiz:

$$P_{H12} = P_1 + P_2 + P_{[(5,7+6),4]+3}$$

$$P_{H14} = P_7 + P_5 + P_{[(1,2+3),4]+6}$$

Tugun punktlarning vazinlari Aniqlangan vaznlar aloxida jadvalga yoziladi

3.3- jadval.

Yo'llar №	L <sub>km</sub>	$P = \frac{4}{L}$	Yo'llar №	L <sub>km</sub>	$P = \frac{4}{L}$
5	1.4	2.86	1	1.4	2.86
7	2.2	1.82	2	4.3	0.93
5.7	0.86	4.68	1.2	1.05	3.79
6	2.5		3	6.3	
5.7+6	3.36	1.18	1.2+3	7.35	0.54
4	5.5	0.73	4	5.5	0.73
(5.7+6),4	2.10	1.91	(1.2+3)4	3.14	1.27
3	6.3		6	2.5	
(5.7+6),4+3	8.40	0.48	(1.2+3),4+6	5.64	0.72
1	1.4	2.86	5	1.4	2.86
2	4.3	0.93	7	2.2	1.82
		$P_{r12} = 4.27$			$P_{r14} = 5.40$

Aniqliqqa baxo berishni yakunlash uchun xatoni o'zini o'rta kvadratik xatosi hisoblanadi:

$$m_{\mu} = \frac{\mu}{\sqrt{2(n-k)}} \quad (94)$$

$$m_{MHi} = \frac{m_{\mu}}{\sqrt{P_{Hi}}} \quad (95)$$

Bizning misolda:

Vazin birligidagi o'rtacha nisbiy balandlikning tuzatmalar bo'yicha baxolashning o'rta kvadratik xatosi:

$$\mu_4 = \sqrt{\frac{122.4}{7-3}} = \pm 5.5_{MM} \quad m_{\mu} = \frac{5.5}{\sqrt{8}} = \pm 1.94$$

Yo'l uzunligi bir kilometr bo'lganda, o'rtacha nisbiy balandlikning o'rta kvadratik xatosi:

$$m_{KM} = \frac{5.5}{\sqrt{4}} = \pm 2.8$$

To'rdagi tugun reperlarning o'rta kvadratik xatosi:

$$M_{H_{p12}} = \pm \frac{5.5}{\sqrt{4.27}} = \pm 2.8 \text{ мм}$$

$$m_{H_{p12}} = \frac{1.94}{\sqrt{4.27}} = \pm 0.94 \text{ мм}$$

$$M_{H_{p13}} = \frac{5.5}{\sqrt{2.45}} = \pm 3.5 \text{ мм}$$

$$m_{H_{p13}} = \frac{1.94}{\sqrt{2.45}} = \pm 1.24 \text{ мм}$$

$$M_{H_{p14}} = \frac{5.5}{\sqrt{5.40}} = \pm 2.4 \text{ мм}$$

$$m_{H_{p14}} = \frac{1.94}{\sqrt{5.40}} = \pm 0.83 \text{ мм}$$

Javob: To‘rdagi tugun reperlarning tenglashtirilgan otmetkasi va ularning aniqligi.

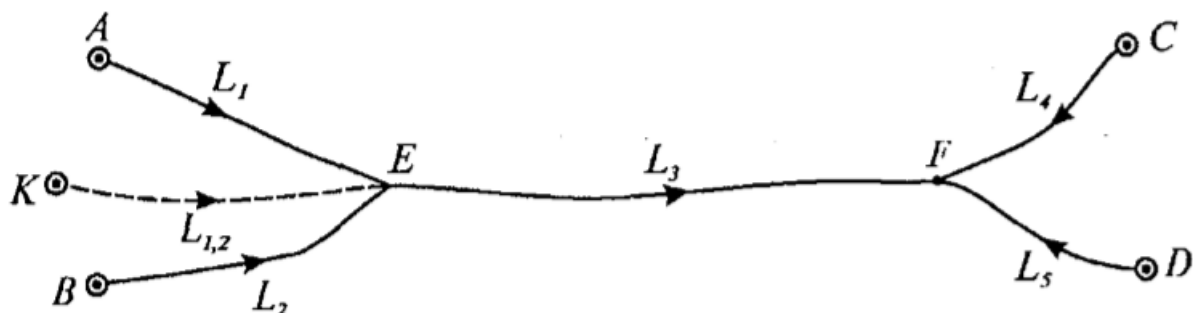
$$H_{rp\ 12} = 160.748_2\ m \pm 2.8\ mm\ (\pm 0.94\ mm)$$

$$H_{rp\ 13} = 156.128_6\ m \pm 3.5\ mm\ (\pm 1.24\ mm)$$

$$H_{rp\ 14} = 158.373_1\ m \pm 2.4\ mm\ (\pm 0.83\ mm)$$

### 3.6. Nivelir to‘rini ketma – ket yaqinlashish usulida tenglashtirish

Nivelir to‘rining sxemasi.



3.6- rasm

Ikki tugun punktli nivelir to‘ri berilgan.

E va F tugun punktlarning otmetkasi topilsin.

Belgilaymiz: E va F tugun punktlarning otmetkasini (absolyut balandligini) x va y deb belgilaymiz;

$H_A, H_B, H_C$  va  $H_D$  - tayanch punktlarning (berilgan punktlarning) otmetkalarini;

$h_1, h_2, h_3 \dots \dots \dots$  - o‘lchangan nisbiy balandliklar;

$L_1, L_2, L_3 \dots \dots \dots$  - o‘lchangan yo‘llar uzunligi.

Tugun punktlar E va F otmetkalarini quyidagi formuladan hisoblab topamiz:

$$x = \frac{P_1(H_A + h_1) + P_2(H_B + h_2) + P_3(y - h_3)}{P_1 + P_2 + P_3} \quad (96)$$

$$y = \frac{P_3(x + h_3) + P_4(H_C + h_4) + P_5(H_D + h_5)}{P_3 + P_4 + P_5} \quad (97)$$

Birinchi yaqinlashuv bo'yicha E tugun punktning o'tmetkasi  $N_E^1$  formula (1) orqali hisoblaymiz, agar  $H_F = 0$  deb olsak va  $P_3$  vazini hisobga olmasak, quyidagi formuladan hisoblab topish mumkin.

$$H_E^1 = \frac{P_1(H_A + h_1) + P_2(H_B + h_2)}{P_1 + P_2} \quad (98)$$

Birinchi yaqinlashuv bo'yicha F tugun punktning o'tmetkasi  $H_F^1$  formula (2) orqali hisoblaymiz,  $H_E^1$  qiymati bo'yicha quyidagi formuladan hisoblab topish mumkin.

$$H_F^1 = \frac{P_3(H_E^1 + h_3) + P_4(H_C + h_4) + P_5(H_D + h_5)}{P_3 + P_4 + P_5} \quad (99)$$

Ikkinchi yaqinlashuv bo'yicha tugun punktlar E va F o'tmetkalarini quyidagi formuladan hisoblaymiz.

$$H_E^{11} = \frac{P_1(H_A + h_1) + P_2(H_B + h_2) + P_3(H_F^1 + h_3)}{P_1 + P_2 + P_3} \quad (100)$$

$$H_F^{11} = \frac{P_3(H_E^{11} + h_3) + P_4(H_C + h_4) + P_5(H_D + h_5)}{P_3 + P_4 + P_5} \quad (101)$$

Ikkinchi yaqinlashuvdan keyin uchinchi yaqinlashuvga, uchinchi yaqinlashuvdan to'rtinchi yaqinlashuvga o'tamiz va xokazo. Bu yaqinlashuvlar oxirgi natijalar bir-xil chikkuncha davom etiriladi, ya'ni keyingi hisoblar o'zgarmaydi.

Hisob ishlarini osonlashtirish uchun keltirilgan vazin hisoblanadi:

$$P_i^1 = \frac{P_i}{[P]_{myzyu}} \quad (102)$$

$P_i^1$  - vazin birligiga keltirilgan vazin deyiladi, ya'ni  $[P^1] = 1$ .

Buni hisobga olib, quyidagi formulani yozish mumkin:

$$H = H_0 + \frac{[\varepsilon P]}{P}$$

yoki (103)

$$H = H_0 + [\varepsilon P^1]$$

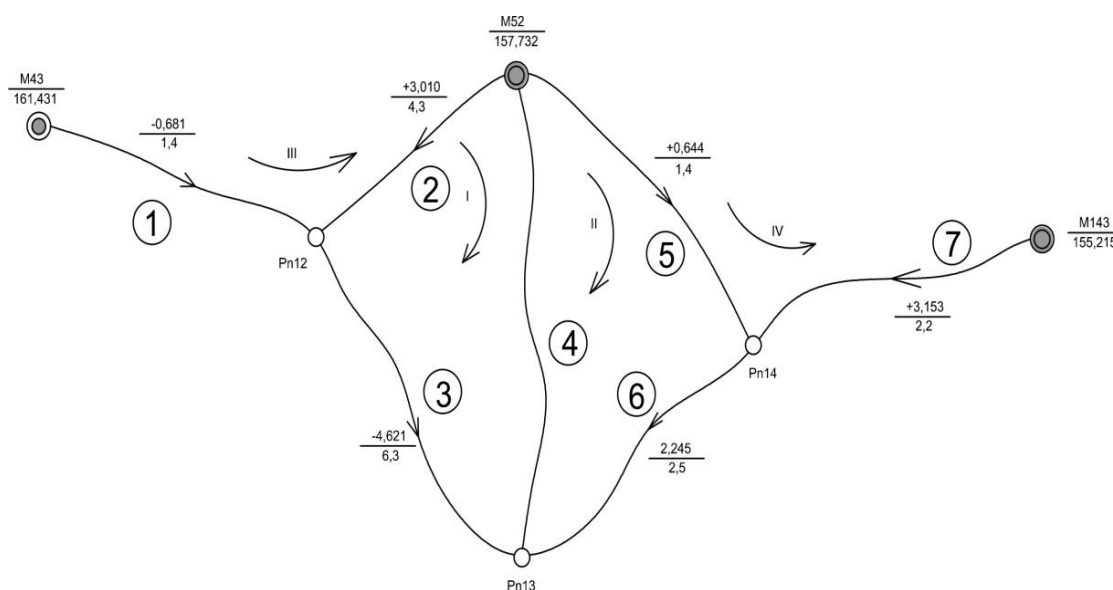
Misol:

Ketma-ket yaqinlashuv usuli bir nechta tugun nuqtali nivelir to‘rini hatolikni kamaytirib borish yo‘li orqali tenglashtirishda qo‘llaniladi. Ushbu usulda tenglashtirish hisoblari, har - bir tugun nuqta balandligi to‘rdagi markalar balandligi va yo‘llar vaznlari orqali bajariladi. To‘rdagi tugun nuqta balandliklarini ketma-ket yaqinlashtirish to oxirgi ikkita yaqinlashtirishda bir-biridan farqi 3 mm dan kichik bo‘lguncha bajariladi. Bu esa geodezik to‘rlarni loyihasini baxolash imkonini yuzaga keltiradi.

Tenglashtirish boshqa tenglashtirish usullaridagi kabi 4 pog‘onada amalga oshiriladi:

- nivelirlash sifatiga baho berish;
- nisbiy balandliklarni tenglashtirish ya’ni tugun reper otmetkalarini ishonchli qiymatini hisoblash va nisbiy balandliklarni tenglashtirish;
- dala o‘lchash natijalariga baho berish;
- tenglashtirilgan qiymatlar aniqligini baholash.

1- chizmada uch tugun nuqtali III -klass nivelir to‘ri keltirilgan. To‘rda uchta tugun nuqta va uchta absolyut balandliklari ma’lum bo‘lgan tayanch markasi mavjud bo‘lib ular o‘zaro 7 ta nivelirlash yo‘llari bilan tutashgandir. Birinchi- 12-reper 1,2 va 3 yo‘llar bilan, ikkinchi -13- reper 3,4 va 6- yo‘llar bilan, uchinchi- 14- reper 6,7 va 5 yo‘llar bilan bog‘langan.



3.7- rasm. Nivelir to‘ri sxemasi

Tayanch marka o'tmetkalari, nivelir yo'llarini tartib raqami, yo'nalishi va yo'l bo'yicha o'lchangan nisbiy balandlik qiymatlari shemada kursatilgan.

Tenglashtirish jadvalini ishlab chiqish uchun jadvalning 1 dan 6 gacha ustunlari sxemadagi ma'lumotlardan olinadi. Har bir poligon bo'yicha ma'lumotlarni yozish soat strelkasi yo'nalishida olinadi.

Uchta tugun nuqtali nivelir to'ri mavjud. 12, 13, va 14-tugun nuqtalarning absolyut balandligini topish talab qilinsin.

Belgilaymiz:  $H_{12}$ ,  $H_{13}$ ,  $H_{14}$  — tugun nuqtalar absolyut balandligi,  $H_1^M, H_2^M, H_3^M$  — tayanch punktlarning absolyut balandligi.

Tugun nuqtalarning absolyut balandligi quyidagi formula bilan topiladi:

$$H_{12} = \frac{(H_3^M + h_1)P_1 + (H_2^M + h_2)P_2 + (H_{13}^M - h_3)P_3}{P_1 + P_2 + P_3},$$

$$H_{13} = \frac{(H_{12}^M + h_3)P_3 + (H_2^M + h_4)P_4 + (H_{14}^M + h_5)P_6}{P_3 + P_4 + P_6},$$

$$H_{14} = \frac{(H_2^M + h_5)P_5 + (H_{13}^M - h_6)P_6 + (H_1^M + h_7)P_7}{P_5 + P_6 + P_7}$$

Bu erda:  $h_1, h_2, \dots, h_7$  - yo'ldagi o'lchangan nisbiy balandlik.

$P_1, P_2, \dots, P_7$  - yo'l uzunligi bo'yicha hisoblangan vazinlar.

Bu formulalarda hamma elementlari Ma'lum emas. Shuning uchun tugun nuqtalarning absolyut balandlik qiymati birdaniga topilmaydi, u ketma-ket yaqinlashtirish usuli bilan topiladi. Birinchi yaqinlashtirishda formulaning noma'lum qismi nolga tenglashtiriladi va tugun nuqtalari absolyut balandligining taxminiy qiymati hisoblanadi. Ikkinchi yaqinlashtirishda birinchi yaqinlashtirishda topilgan tugun nuqtalar absolyut balandligining taxminiy qiymati formulaga qo'yiladi. Hisoblash tugun nuqtalar absolyut balandligi natijalari oxirgi ikkita yaqinlashtirish bir-xil bo'lmaguncha davom ettiriladi. Hisoblashni soddalashtirish uchun keltirilgan vazn topiladi:

$$\frac{P_n}{[P]} = P'_n \quad (104)$$

buni hisobga olganda formula  $H = H_0 + \frac{[\varepsilon P^1]}{[P^1]}$  ko'rinishni oladi,



bu yerda:

$H_0$  – tugun repering yo‘llar bo‘yicha hisoblan otmetkasinig eng kichigi kabo‘l qilinadi;

$[\varepsilon P^1]$  - keltirilgan vazini koldikka ku‘aytmasining yig‘indisi;

$[P^1]$  - tugun punktga keladigan yo‘llarning keltirilgan vazinlarining yig‘indisi. Agar uning yig‘indisi birga teng bo‘lishini hisobga olsak, formulani quyidagicha yozish mumkin.

$$H = H_0 + [\varepsilon P^1]$$

Hisoblashlar natijalari quyidagi jadvalda keltirilgan:

**Nivelir yo‘lidagi tugun reperlar balandliklarini ketma-ket yaqinlashuv usulida tenglashtirish jadvali**

3.4-jadval

Tugun reperlar №	Yo‘llar №	Berilgan marka va reperlar №	Boshlang‘ich marka balandligi N,m	Nisbiy balandlik h, m	Yo‘l uzunligi L,km	Vazn		Yaqinlashtirishlar						Tuzatma V,mm	PV <sup>2</sup>	PV <sup>2</sup>
						$P = \frac{5}{L}$	$P' = \frac{P}{[P]}$	I		II		III				
								H,m	εP	H,m	εp	H,m	εp			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
12	1	43	161,43	-0,681	1,4	3,57	0,65	160,750	5,2	160,750	5,2	160,750	5,2	-1,7	-6,1	10,4
	2	52	1	+3,010	4,3	1,16	0,21	160,742	0	160,742	0	160,742	0	+6,3	+7,3	46,0
	3	13	157,73	+4,621	6,3	0,79	0,14	-		160,750 <sub>2</sub>	1,1	160,749 <sub>7</sub>	1,1	-1,4	-1,1	1,5
13					12,0	5,52	1,00	160,748 <sub>0</sub>	5,2	160,748 <sub>3</sub>	6,3	160,748 <sub>3</sub>	6,3		+0,1	-
	3	12	-	-4,621	6,3	0,79	0,21	156,127 <sub>0</sub>	0	156,127 <sub>3</sub>	0	156,127 <sub>3</sub>	0	+1,3	+1,0	-
	4	52	157,73	-1,601	5,5	0,91	0,25	156,131	1,0	156,131	0,9	156,131	0,9	-2,4	-2,2	5,3
	6	14	2	-2,245	2,5	2,00	0,54	-		156,128 <sub>3</sub>	0,5	160,128 <sub>1</sub>	0,4	+0,5	+1,0	0,5
14					14,3	3,70	1,00	156,129 <sub>2</sub>	1,0	156,128 <sub>7</sub>	1,4	156,128 <sub>6</sub>	1,3		-0,2	
	6	13	-	+2,245	2,5	2,00	0,25	158,374 <sub>2</sub>	1,6	158,373 <sub>7</sub>	1,4	158,376 <sub>6</sub>	1,4	-0,6	-1,2	-
	5	52	157,73	+0,6644	1,4	3,57	0,46	158,376	3,7	158,376	3,7	158,376	3,7	-2,9	-10,4	30,2
	7	143	2	+3,153	2,2	2,27	0,29	158,368	0	158,368	0	158,368	0	+5,1	+11,6	59,2
			155,21	5												
					6,1	7,84	1,00	158,373 <sub>3</sub>	5,3	158,373 <sub>1</sub>	5,1	158,373 <sub>1</sub>	5,1		0,0	153,1

Oxirgi ikkita yaqinlashtirishdagi absolyut balandliklar qiymati bir-biridan  $\pm 0,3\text{mm}$ .dan kattaga farq qilmasa, hisoblashlar to'xtatiladi.

Tuzatmalarni tekshirish

Tuzatmalarni hisoblashning to'g'riligini ikkita usul bilan tekshirish mumkin:

1. poligon bo'yicha (oldingi misolga qarang).

2. Tugun nuqtalar bo'yicha.

Tugun nuqtalar bo'yicha tuzatmani tekshirish uchun quyidagi formula qulaniladi:

$$[PW] = 0.$$

Tekshirish xatoligi  $\pm 0.3$  mmdan oshmasligi kerak.

### **Nivelirlash sifatiga baho berish**

Tenglashtirishdan avval dala o'lchash natijalarini joriy klass nivelirlash talablariga mos kelishi tekshiriladi.

Hisoblash natijalarini 1-jadvalga yozamiz. Har - bir poligon bo'yicha bolgplanmaslik xatosini quyidagi formula orqali hisoblaymiz:

$$fh = \sum h_{yp} - (H_{ox} - H_{bosh}) \quad \text{ochik poligon uchun;}$$

$$\sum h = fh \quad \text{yopiq poligon uchun.}$$

bu yerda:  $h_{o'r}$  - har - bir poligonda ishtirok etuvchi nivelir yo'llaridagi to'g'ri va teskari yo'nalish nisbiy balandliklarining o'rtacha qiymatlarining yig'indisi. Bizning shaklda har - bir yo'l bo'yicha hisoblangan o'rtacha nisbiy balandlikni qiymati kursatilgan.

$H_{bosh}$  boshlang'ich va  $H_{ox}$  oxirgi tayanch markalarning berilgan o'tmetkalari.

Nivelir to'ri aniqligi jixatdan III- klassga tegishli bo'lgani uchun

$$fh_{chek} = \pm 10\sqrt{L_{km}}$$

formulasi orqali bog'lanmaslik xatosi chekli qiymatini aniqlaymiz.

Joriy to'rdan ikkita yopiq poligon mavjud, bizga zaruriy poligonlar soni 4 ta. Shu sababdan tayanch markalari oralig'ida ikkita ochik poligonlar tanlashimizga to'g'ri keladi.

### **Dala o'lchashlar aniqligini baholash**

5 km uzunlikdagi yo'l bo'yicha nisbiy balandlikning o'rta kvadratik xatosi:

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{[PV^2]}{n-k}} = \pm \sqrt{\frac{153.1}{7-3}} = \pm 6.2 \text{ mm},$$

1 km yo'l uzunligi bo'yicha nisbiy balandlikning o'rta kvadratik xatosi:

$$M_{1z} = \frac{\mu}{\sqrt{C}} = \frac{6.2}{\sqrt{5}} = \pm 2.8 \text{ mm}$$

### Tenglashtirilgan qiymatning aniqligini baholash

Tugun nuqtalar absolyut balandligining vazni Kozlovning formulasi bilan hisoblanadi:

$$P_{Hi} = [P]_i - \frac{P_{i,a}^2}{[P]_a} - \frac{P_{i,b}^2}{[P]_b} - \dots - \frac{P_{i,k}^2}{[P]_k}$$

$$P_{H_{12}} = 5.52 - \frac{0.79^2}{3.70} = 5.35 \quad P_{H_{13}} = 3.70 - \frac{0.79^2}{5.52} - \frac{2.00^2}{7.84} = 3.07 \quad P_{H_{14}} = 7.84 - \frac{2.00^2}{3.70} = 6.76$$

Tugun reperlarning tenglashtirilgan absolyut balandligining o'rta kvadratik xatosi:

$$M_{H_{12}} = \frac{\mu}{\sqrt{P_{H_{12}}}} = \frac{6.2}{\sqrt{5.35}} = \pm 2.7 \text{ mm}$$

$$M_{H_{13}} = \frac{6.2}{\sqrt{3.07}} = \pm 3,5 \text{ mm}$$

$$M_{H_{14}} = \frac{6.2}{\sqrt{6.76}} = \pm 2,4 \text{ mm}$$

### 3.7. Nivelir to'rini popovning poligonlar usulida tenglashtirish

Ushbu usulda tenglashtirish bevosita to'r sxemasida bajariladi. Tenglashtirish ishining mohiyati nivelirlash to'rida mustaqil poligonlar tanlanadi va har - bir poligon bo'yicha aniqlangan bog'lanmaslik hatosi poligonnini tashqil etuvchi yo'llar har biriga, yo'lning teskari vazniga proporsional tarzda bog'lanmaslik hatoligi tarqatishdan iboratdir. Tarqatishlar 'og'onoma-'og'ona tarzida bajariladi. poligonlarning birontasida hatoni tarqatgach, qo'shni poligonga o'tiladi va poligonlar o'rtasidagi yo'lni birinchi poligondan olgan tuzatmasini inobatga olgan holda ikkinchi poligonning bog'lanmaslik hatosi aniqlanadi. Topilgan bog'lanmaslik xatosi yana tomonlar teskari vazniga proporsional tarzida tarqatilib, navbatdagi poligonga o'tiladi. Birinchi pog'onada har-bir ishtirokchi poligon bog'lanmaslik hatolari tarqatib

bo'lingach, ikkinchi tenglashtirish pog'onasiga o'tildai va hakoza. Bog'lanmaslik hatolarini tarqatish ushbu xato qiymati nolga tenglashganda to'xtatiladi.

1- chizmada keltirilgan misol bo'yicha tenglashtirish hisoblarini amalda ko'rib chiqamiz.

Boshqa tenglashtirish usullari kabi bu usulda ham hisob tenglashtirish ishlari to'rtta boskichdan iborat bo'ladi:

-nivelirlash sifatiga baho berish;

-tenglashtirish hisob ishlari va tugun reperlarning absolyut balandligi (otmetkasi) qiymatini hisoblash;

- dala o'lchash ishlariga baho berish;

- tenglashtirilgan absolyut balandlik qiymatlari aniqligiga baxo berish.

#### a) Nivelirlash sifatiga baho berish

Nivelirlash sifatiga baho berish Ya'ni dala o'lchash ishlarini natijalarini nivelirlashni belgilangan klass aniqligi talablariga mos kelishini aniqlash uchun to'rtta mustaqil poligonlar topiladi. poligonlar soni bizga ma'lum formula orqali hisoblanadi. Ushbu poligonlar bo'yicha **bog'lanmaslik** xatolari hisoblanib, ularning chekli qiymatiga taqqoslanadi.

To'rttagi mustaqil poligonlar soni avvalgi tenglashtirish usullariga o'xshab hisoblanadi, ya'ni

$$r = n - k \quad \text{yoki} \quad r = N + T - 1$$

formulalari bilan aniqlanadi.

Bu yerda :  $n$  - barcha o'lchashlar soni,

$k$  - zaruriy o'lchashlar soni yoki no'malumlar soni.

$N$  - tutash poligonlar soni,

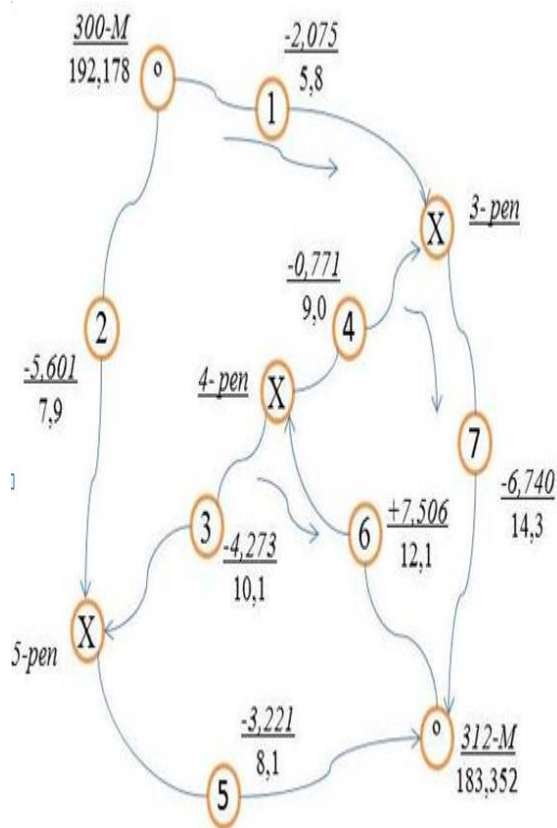
$T$ - tayanch markalar soni, ya'ni otmetkalari ma'lum punktlar.

Misoldagi nivelir to'rtida (1- chizma)

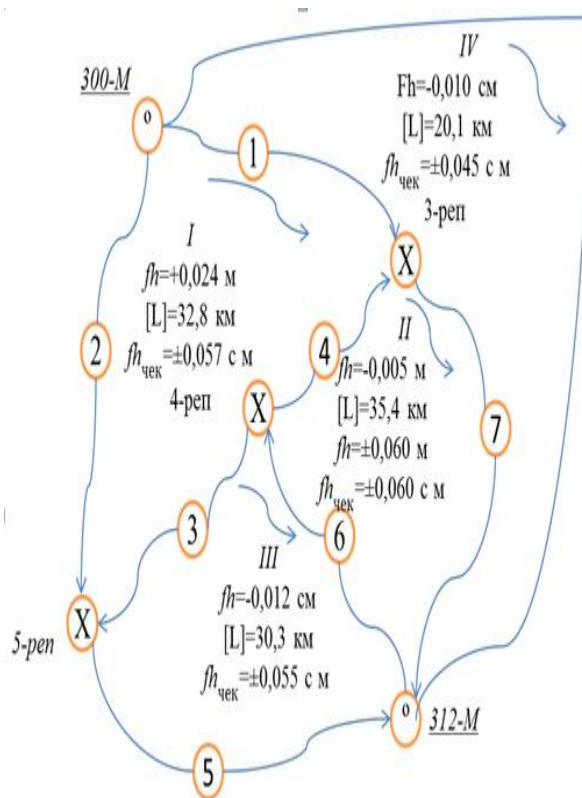
$$r = 7 - 3 = 4 \quad \text{yoki} \quad r = 3 + 2 - 1 = 4$$

Shundan so'ng nivelirlash to'rtini sxematik chizmasi tuzilib, unda mustaqil poligonlar belgilanadi. (2-chizma) Chizmada poligonlar marka va tugun reperlarining nomeri yo'llar nomeri, yo'llar uzunliklari (km da )

yoki stantsiyalar soni va nisbiy balandlik qiymatlari yozib qo'yiladi.



3.8-rasm. Tenglashtirishi kerak bo'lgan nivelir to'ri sxemasi



3.9-rasm. poligonlarni sxematik chizmasi

poligonlarni rim raqamlari bilan belgilab chiqiladi. Dastlab **Yopiq** poligonlar nomerlanadi, so'ng ochik poligonlar nomerlanadi. Ochiq poligon tanlashda iloji boricha tomonlar soni kam bo'lgan poligonlar tanlanadi, lekin nivelir to'ridagi hama yo'llar tenglashtirishda ishtirok etishi kerak. Bunga sabab bo'lajak hisob ishlarini kamaytirishdir. Bizning to'r uchun uchta **Yopiq** poligon mavjud edi, ochik poligonni 7 va 1- yo'l ishtirokida 312- M dan 300- M gacha oraliqda olamiz.

Belgilangan poligonlarda ularning yo'llari bo'yicha nisbiy balandlik qiymatlarini yig'indisini olamiz va poligon bo'yicha **bog'lanmaslik** hatosini hisoblaymiz.

poligonlarni aylanib chiqish yo'nalishi ishtirokchi poligonlar uchun bir - hil yo'nalishda, ya'ni soat strelkasiga mos yoki unga teskari yo'nalishda bo'lishi kerak. Topilgan 'oigon bo'yicha **bog'lanmaslik** hatosini chekli qiymati quyidagir formula bilan topiladi:

$$fh_{chek} = \pm 10 \text{ mm} \sqrt{L_{km}}; \quad (105)$$

bunda:  $\pm 10 \text{ mm}$  – III klass nivelirlash uchun xato koeffitsiyenti;

$L_{km}$  - poligonda ishtirok etuvchi nivelirlash yo‘llari uzunliklarining yig‘indisi kilometrda, poligon ‘erimetri deyiladi.

Agar nivelir to‘rimiz IV –klass nivelirlash aniqligida bo‘lsa xato koeffitsiyenti  $\pm 20 \text{ mm}$  bo‘ladi.

poligonlar bo‘yicha aniqlangan **bog‘lanmaslik** hatolarini, poligonda ishtirokchi etuvchi yo‘l uzunliklarining yig‘indisini, hamda **bog‘lanmaslik** xato chekli qiymatlarini, har - bir poligonning ichki qismiga yozib chiqamiz.

poligondagi **bog‘lanmaslik** hato qiymati uning chekli qiymatidan ortmaganligiga ishonch hosil qilgach, nisbiy balandliklarni tenglashtirishga o‘tamiz.

b) Nisbiy balandliklarni tenglashtirish va tugun reper balandliklarini ishonchli qiymatini hisoblash.

Nisbiy balandliklarni tenglashtirish uchun “Popov usulida tenglashtirish sxema chizmasi” ni tuzamiz.

Ushbu chizmada har bir ishtirokchi poligoni ichida poligon nomeri yozilib, uni ostiga **bog‘lanmaslik** xatosining ustuni chiziladi, poligon tashqarisida har bir yo‘l bo‘yicha tuzatma ustuni chiziladi. Ikki qo‘shni poligonga tegishli (o‘rtadagi) yo‘llarda mos tarzda ikkita tuzatma ustuni bo‘ladi. Bitta poligonga tegishli yo‘llarda faqat bitta tashqi tuzatma ustuni bo‘ladi. Har bir poligondagi **bog‘lanmaslik** xatosi mos tarzda uning **bog‘lanmaslik** xatosining ustunini ichiga (mm) aniqligida yozib qo‘yiladi.

I-poligon uchun +24; II-poligon uchun -5; III-poligon uchun -12;

IV-poligon uchun -10.

Shundan so‘ng har bir poligondagi **bog‘lanmaslik** xatosini poligon tomonlariga ularning uzunligiga to‘g‘ri **proporsional** tarzda (2) formula yordamida «qizil sonlar» hisoblab tarqatiladi.

$$P_i = \frac{L_i}{[L]} \quad (106)$$

bu yerda ;

$L_i$  - poligonda ishtirok etuvchi yo‘l uzunligi;

[L]- poligonda ishtirok etuvchi yo‘llar uzunliklari yig‘indisi. (polgon perimetri.)

Tenglashtirishda hisoblashlarni qisqartirish maqsadida (106) formuladagi  $\frac{L_i}{\bar{L}}$  kattaligini barcha poligonda ishtirok etuvchi yo‘llar uchun hisoblab qizil rangda har - bir yo‘lni tuzatma ustunini ustki qismiga mos tarzda yozib qo‘yiladi.

Ushbu «qizil son» larni har - bir poligon bo‘yicha yig‘indisi bir soniga teng bo‘lishi kerak.

Masalan I - poligonda ishtirokchi yo‘llar: 1,2,3,4 ulardagi qizil sonlarning yig‘indisi  $0.18 + 0.24 + 0.31 + 0.27 = 1.00$  ga teng bo‘ladi.

Xuddi shunday qolgan poligonlar uchun «qizil son» lar hisoblab topiladi,

Shundan so‘ng poligon bog‘lanmaslik xatosini ishtirokchi yo‘llarga tarqatishga o‘tamiz. Bu ish bevosita chizma sxemada (3-chizma) bajariladi.

Bog‘lanmaslik xatosini tarqatish boshqa poligonlarga nisbatan ko‘roq bog‘lanmaga ega poligondan boshlanadi. Bog‘lanma tarqatish sxemasini tuzamiz va unga katg‘iy rioya qilish kerak. Bizning misolda I poligonda bog‘lanma boshqa poligonlarga nisbatan ko‘roq. Ushbu poligonda bog‘lanmaslik xatosi +24 mm. Demak 24 sonini navbatma - navbat ishtirokchi yo‘llarning ”qizil soni” ga ko‘paytiramiz va hosil bo‘lgan sonni mm gacha yaxlitlab tuzatma ustunlariga yozib chiqamiz. Ushbu sonlarni ishorasi bog‘lanmaslik xatosini ishorasi bilan bir xil bo‘lishi kerak.

Misolimizdagi I-poligonda 1,2,3 va 4 tomonlar uchun quyidagilarga ega bo‘lamiz:  $(+24) \times 0.18 = +4$   $(+24) \times 0.24 = +6$ ,  $(+24) \times 0.31 = +7$ ,  $(+24) \times 0.27 = +7$ , Nazorat natijalarni yig‘indisi poligon bo‘yicha aniqlangan bog‘lanmaslik xatosi qiymatiga teng bo‘lishi kerak:  $+4 + 6 + 7 + 7 = +24$ .

Shundan so‘ng bog‘lanma tarqatish sxemasi bo‘yicha, II poligon hisoblariga o‘tamiz. Undagi bog‘lanmaslik xatosi qiymati boshlang‘ich bog‘lanmaslik xatosi (-5) ga II poligon bo‘yicha xato tarqatishda ushbu poligonlar orasidagi 4- yo‘l bo‘yicha olingan tuzatma (+7) ni qo‘shish orqali yakuniy ko‘rinishga ega bo‘ladi, ya’ni yangi bog‘lanmaslik xatosi qiymati



$(-5)+(+7) = +2$  ga teng bo‘ladi. Ushbu bog‘lanmaslik xatosini II poligonni tashqil etuvchi 4, 6 va 7 yo‘llarning “qizil sonlari”ga ko‘paytirib yo‘l tuzatmalarini hosil qilamiz:  $(+2)\times 0.26 = 0$ ;  $(+2)\times 0.40 = +1$ ;  $(+2)\times 0.34 = +1$

Ularni nazorat qilsak:  $(0)+(+1)+(+1) = +2$ . Shundan so‘ng III va IV poligonlar uchun yangi bog‘lanmaslik xatolari hisoblab, ularning bog‘lanmasini “qizil sonlar” ga proporsional tarzda tarqatiladi.

Shu tarzda to‘rdagi barcha poligonlarida hisoblash ishlarini bajarib birinchi davrani tugatamiz va qaytadan boshlang‘ich poligon bo‘yicha hisoblashlarni boshlaymiz. Boshlang‘ich I poligonni bog‘lanmaslik xatosini yangi qiymati poligonni tashqil etuvchi tomonlarga qo‘shni poligonlardan keluvchi tuzatma qiymatlari yig‘indisidan kelib chiqadi, ya‘ni 1-yo‘l bo‘yicha IV poligondan olingan tuzatma qiymati (-1), 4-yo‘l bo‘yicha II poligondan olingan tuzatma qiymati (0) va 3-yo‘l bo‘yicha III poligondan olingan tuzatma qiymati (-1). Demak I poligon yangi bog‘lanmaslik xatosi  $(-1)+(0)+(-1) = -2$  bo‘ladi. Buni poligon tomonlaridagi qizil sonlarga tarqatib, hosil bo‘lgan qiymatlarni yo‘llarga mos tarzda navbatma navbat II, III, IV poligonlarga o‘tib ya‘ni bog‘lanmaslik xatolari hisoblanadi va tarqatiladi. Hisob ishlari barcha poligonlardagi bog‘lanmaslik xato qiymatlari nolga teng bo‘lguncha davom etadi. Shundan so‘ng har bir tomon uchun belgilangan tuzatma ustunlari bo‘yicha arifmetik yig‘inda hisoblanadi va ustunni tagiga ikki qator chiziqdan so‘ng yozib qo‘yiladi.

Har - bir yo‘l uchun tuzatmalar yig‘indisi quyidagi tartib bo‘yicha hisoblanadi:

1. ikki qo‘shni poligonga tegishli yo‘llarda tuzatma ustunlari bo‘yicha algebraik yig‘indi tarzida olinadi, bunda tashqi ustundagi tuzatmalar yig‘indisi teskari ishora bilan olinadi. Bir poligonga tegishli yo‘l uchun nisbiy balandligi berilgan tuzatmalar yig‘indisi tashqi ustun sonlarini yig‘indisini teskari ishorada olinganligiga tengdir.

Masalan bizning to‘rdagi 1- yo‘l va IV - poligonga tegishli bo‘lgani uchun uning tuzatmasi quyidagicha aniqlanadi: I - poligon bo‘yicha (-2.075 nisbiy balandlik uchun)  $(-3) + (-3) = -6$ ; IV – poligon bo‘yicha (+2,075 nisbiy balandlik uchun)  $(+3) + (+3) = +6$  bo‘ladi.

2 - yo‘l faqat I – poligonga tegishli bo‘lgani uchun uning tuzatmasi quyidagiga tengdir: +5,601 nisbiy balandligi uchun -2 mm.

Sxemada har - bir poligon tomonlari bo'yicha hisoblangan tuzatmalar poligon ichiga yozib qo'yiladi. Har - bir 'oigon bo'yicha tuzatmalarni hisoblash va yozishni quyidagi tenglik bilan nazorat qilish mumkin

$$[v] = -fh \quad (107)$$

Masalan I- poligon bo'yicha  $(-2)+(-6)+(-9)+(-7) = -24$  mm

Shundan so'ng tuzatilgan nisbiy balandliklar bo'yicha tugun reperlarning balandlik qiymatlari hisoblanadi.

Bunda nisbiy balandlik tuzatmalari quyidagi qoida bo'yicha yoziladi: agar balandlikni hisoblashda nivelir yo'lining yo'nalishi ishtirok etayotgan poligon yo'nalishiga mos bo'lsa tuzatma tenglashtirishda olgan ishorasi bilan olinadi yoki aksincha yo'l yo'nalishi u ishtirok etayotgan poligon yo'nalishiga mos kelmasa tuzatma teskari ishorada yoziladi.

Masalan 3 - reper balandligini hisoblashda 1 - yo'l 300 - markadan 3 -reperga yo'naladi ya'ni I – poligon yo'nalishiga mos keladi shu sababdan yo'l uchun tuzatma minus ishorasida olinadi (-6), 7 - yo'l 312 markadan 3- repergacha yo'naladi va uning yo'nalishi IV – poligonni yo'nalishiga mos tushadi, demak ushbu yo'l uchun tuzatma +4 bo'ladi.

2 - yo'l 300 - markadan 5 - reperga yo'naladi va uning yo'nalishi

I– poligon yo'nalishiga mos tushmaydi, demak ushbu yo'l tuzatmasi -2 emas, balki +2 ga teng bo'ladi.

Topilgan yo'l tuzatmalari bo'yicha to'g'rilangan nisbiy balandliklar topiladi, tuzatilgan nisbiy balandliklar bo'yicha tugun reperlarning otmetkalari hisoblab topiladi.

### v) Dala o'lchash ishlariga baho berish

1) Dala o'lchash ishlariga baho berish uchun tuzatmalar aniqligiga baho berishda vaznini  $\mu$  birligi tarzida qabul qilingan nisbiy balandlik o'rta kvadratik xatosi hisoblanadi:

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{PV^2}{n-k}} \quad (108)$$

bu yerda:  $P$  - o'rta isbiy balandlik vazni;

$V$  – tuzatma;

$n$  - barcha o'lchashlar (yo'llar) soni;

$k$  – tugun nuqtalar soni.

2)  $\mu$  qiymatini ishonchliligini aniqlash uchun, xatoni o'zini o'rta kvadratik xatosi hisoblanadi

$$m_{\mu} = \frac{\mu}{\sqrt{2(n-k)}} \quad (109)$$

3) 1 km uzunlikdagi nivelir yo'lidagi nisbiy balandliklar o'rta kvadratik xatosi aniqlanadi:

$$m_{km} = \frac{\mu}{\sqrt{c}} \quad (110)$$

### g) Tenglashtirilgan tugun punktlar otmetkalari aniqligini baholash

Tugun punktlar tenglashtirilgan otmetkalarining o'rta kvadratik xatosini hisoblash.

$$M_{km} = \pm \frac{\mu}{\sqrt{P_{Hi}}} \quad (111)$$

bu yerda:  $P$  - tugun reperning vazni.

$\mu$  - vazin birligidagi nisbiy balandlik o'rta kvadratik xatosi

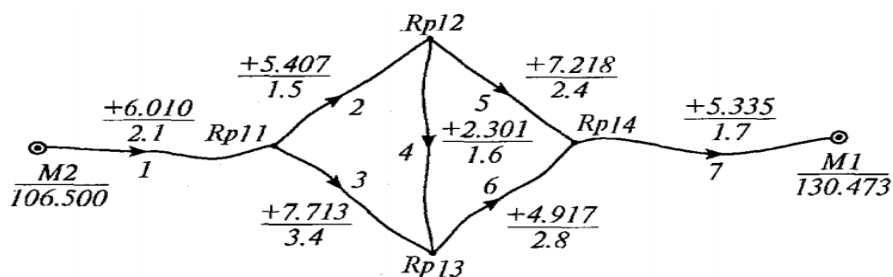
Oraliq reper otmetkalari vaznini hisoblash kerak

Tugun replarning vazni Kozlov formulasi bo'yicha hisoblanadi.

$$P_{n_{rep}} = [P]_i - \frac{P_{i,a}^2}{[P]_a} - \frac{P_{i,b}^2}{[P]_b} - \dots - \frac{P_{i,n}^2}{[P]_n} \quad (112)$$

### 3.8. Nivelir to'rini popovning poligonlar usuli bilan tenglashtirish (normal tenglamalarni tuzish va yyechish)

To'rta tugun punktli, yettita yo'lli nivelir to'rini olamiz.



3.10-rasm

Poligonning bog'lanmaslik xatosini va perimetrini hisoblaymiz. Korrelat normal tenglamasi tuziladi: normal tenglamalar soni to'rdagi poligonlar soniga teng.

$$7) [L]_I K_1 - L_4 K_2 - L_2 K_3 + f_I = 0.$$

$$8) [L]_{II} K_2 - L_4 K_1 - L_5 K_3 + f_{II} = 0.$$

$$9) [L]_{III} K_3 - L_2 K_1 - L_5 K_2 + f_{III} = 0.$$

Agar yo'l uzunliklarini va ozod had qiymatlarini qo'ysak, quyidagi normal tenglamalarni yozish mumkin:

$$7) 6.5K_1 - 1.6K_2 - 1.5K_3 - 5 = 0 ;$$

$$8) -1.6K_1 + 6.8K_2 - 2.4K_3 = 0 ;$$

$$9) -1.5K_1 - 2.4K_2 + 7.7K_3 + 3 = 0 .$$

Bu normal tenglamalarni echib, korrelat noMa'lum qiymatlarini topamiz.

Normal tenglamalarni Popov sxemasi bo'yicha yechish:

19-jadval

$K_1$	$K_2$	$K_3$	f	S	Tekshirish
+6.5	-1.6	-1.5	-5	-1.6	
-1.6	+6.8	-2.4	0	+2.8	
-1.5	-2.4	+7.7	+3	+6.8	
+1	-0.246	-0.231	-0.769	-0.246	-0.246
-1	+4.250	-1.500	0	+1.750	+1.750
-1	-1.600	+5.133	+2.000	+4.533	+4.533
	+4.004	-1.731	-0.769	+1.504	+1.504
	-1.846	+4.902	+1.231	+4.287	+4.287
	+1	-0.432	-0.192	+0.376	+0.376
	-1	+2.655	+0.667	+2.322	+2.322
		+2.223	+0.475	+2.698	+2.698
		+1	+0.214	+1.214	+1.214

$$K_3 + 0.214 = 0, \quad K_3 = -0.214.$$

$$K_2 - 0.432, \quad K_2 - 0.192 = 0,$$

$$K_2 + 0.432(-0.214) + 0.192 = +0.100$$

$$K_1 - 0.246K_2 - 0.231K_3 - 0.769 = 0,$$

$$K_1 = +0.246(+0.100) + 0.231(-0.214) + 0.769 = +0.745$$

Korrelatni hisoblashni tekshirish:

$$b) 6.5(+0.745) - 1.6(+0.100) - 1.5(-0.214) - 5 = +0.0035.$$

$$c) -1.6(+0.745) + 6.8(+0.100) - 2.4(-0.214) = +0.0016.$$

$$d) 1.5(+0.745) - 2.4(+0.100) + 7.7(-0.214) + 3 = -0.0053$$

Tuzatmalarni hisoblash:

1-poligon

$$W_2 = L_2(K_1 - K_3) = 1.5[+0.745 - (-0.214)] = +1.44 = +1 \text{ mm};$$

$$W_3 = L_3K_1 = 3.4(+0.745) = +2.53 = +3 \text{ mm};$$

$$W_4 = L_4(K_1 - K_3) = 1.6(+0.745 - 0.100) = +1.03 = +1 \text{ mm};$$

$$\text{Tekshirish: } [W]_I = +5,02, \quad f_I = -5,00.$$

2 - poligon

$$W_4 = -1.03 \text{ mm};$$

$$W_5 = L_5(K_2 - K_3) = 2.4[+0.100 - (-0.214)] = +0.75 = +1 \text{ mm};$$

$$W_6 = L_6K_2 = 2.8(+0.100) = +0.28$$

$$\text{Tekshirish: } [W]_{II} = 0, \quad f_{II} = 0.$$

3 - poligon

$$W_1 = L_1K_3 = 2.1(-0.214) = -0.45,$$

$$W_2 = -1.44 \text{ mm};$$

$$W_5 = -0.75,$$

$$W_7 = L_7K_3 = 1.7(-0.214) = -0.36$$

$$\text{Tekshirish: } [W]_{III} = -3, \quad f_{III} = +3.$$

Keyinchalik o'lgan nisbiy balandlik tenglashtiriladi, tugun nuqtalarning absolyut balandligi topiladi va tenglashtirilgan miqdorlarning aniqligi baholanadi, oldingi usullarda bajarilgandek.

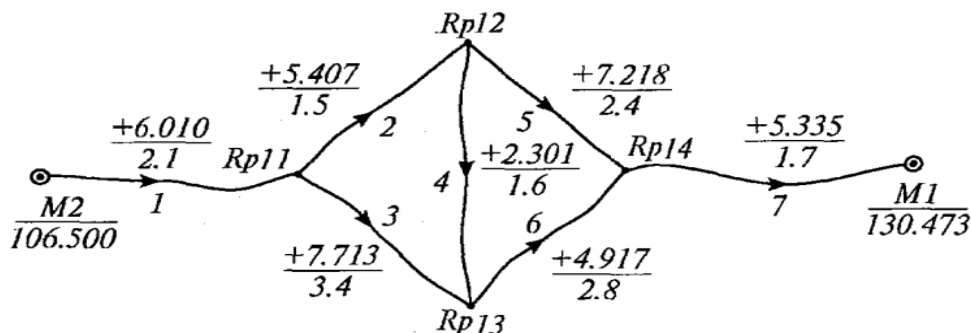
### 3.9. Nivelir to'rtta tugun punktli nivelir to'ri (1-rasm)

Berilgan to'rtta tugun punktli nivelir to'ri (1-rasm).

Tayanch punktlari  $M_1$  va  $M_2$  ning absolyut balandligi ma'lum.

Hisoblash poligon sxemasi bo'yicha bajariladi. Yo'llar yoniga nisbiy balandlik va vaznlar yoziladi.

Tugun nuqtalar absolyut balandliklarining  $H'$  taxminiy o'tmetka qiymatlari hisoblanadi.



3.11-rasm. Nivelir to'ri sxemasi.

Tugun nuqtalar vaznlari hisoblanadi. Masalan, birinchi tugun punkt uchun (o'n birinchi reper):

$$P_{11} = P_1 + P_2 + P_3 = 0.5 + 0.7 + 0.3 = 1.5 \quad \text{va hokazo.}$$

Har bir yo'l bo'yicha nisbiy balandlikdagi **bog'lanmaslik** xatoligi hisoblanadi:

$$f_1 = H_2^M + h_1 - H_{11}^1 = 106.500 + 6.010 - 112.510 = 0,$$

$$f_4 = H_{12}^1 + h_4 - H_{13}^1 = 117.917 + 2.301 - 120.223 = -5 \text{ mm,}$$

va xokazo.

Bu **bog'lanmaslik** xatoliklari o'z ishorasi bilan yo'lning oxiriga yozib qo'yiladi. Agar yo'lning boshiga yozilsa, teskari ishora bilan yoziladi. **Bog'lanmaslik** xatoligi yoniga qavs ichiga vazn bilan keltirilgan **bog'lanmaslik** xatosining ku'aytirmasi ( $Rf$ ) yoziladi, masalan,

$$P_4 f_4 = 0,7(-5) = -3.5 \quad \text{va xokazo.}$$

Tugun nuqtalarning vazni topiladi. Tugun nuqta vazni shu nuqtada uchrashayotgan yo'llar vazni yig'indisiga teng.

$$\text{Masalan, } P_{12} = P_2 + P_4 + P_5 = 0,7 + 0,7 + 0,4 = 1,8 \quad \text{va xokazo.}$$

Tugun **bog'lanmaslik** xatoliklarini topamiz:

$$F_{11} = P_1 f_1 + P_2 f_2 + P_3 f_3 = 0,$$

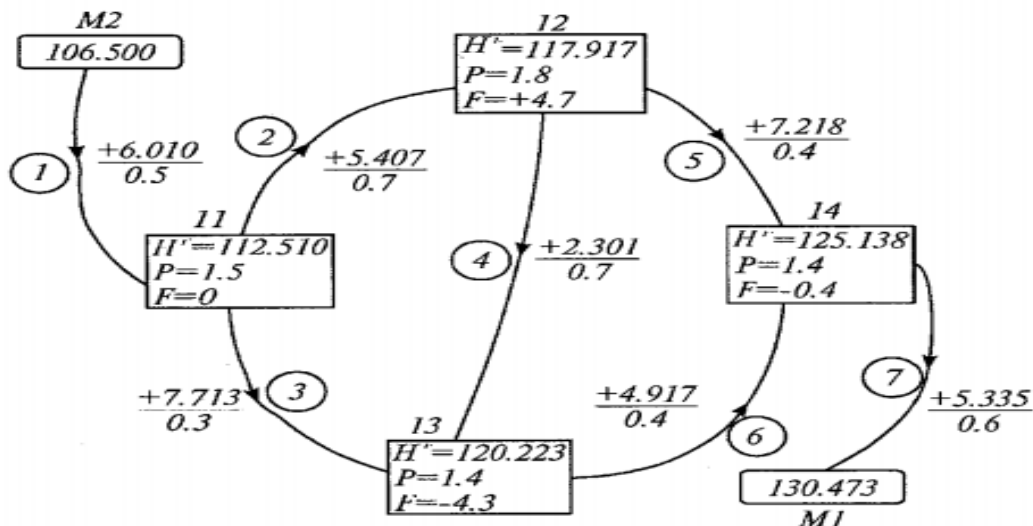
$$F_{12} = P_2 f_2 + P_4 f_4 + P_5 f_5 = 0 + 3,5 + 1,2 = +4,7$$

va xokazo.

Tugun nuqtalar taxminiy absolyut balandliklariga tuzatmalar ikkita usulda hisoblash mumkin:

*Birinchi usul.* Normal tenglamalarni tuzish va yechish usuli

Agar 11, 12, 13 va 14 tugun nuqtalar taxminiy absolyut balandliklariga tuzatmalarni mos ravishda  $x, y, z$  va  $u$  orqali belgilasak, quyidagi tuzatmalar normal tenglamalarni yozishi mumkin (2-rasm):



3.12-rasm

1.  $P_{11}x - P_2y - P_3z - F_{11} = 0,$
2.  $P_{12}y - P_2x - P_4z - P_5u - F_{12} = 0,$
3.  $P_{13}z - P_3x - P_4y - P_6u - F_{13} = 0,$
4.  $P_{14}u - P_5y - P_6z - F_{14} = 0,$

Agar qiymatlarni qo'ysak:

1.  $1.5x - 0.7y - 0.3z = 0,$
2.  $-0,7x + 1.8y - 0,7z - 0,4u - 4,7 = 0,$
3.  $-0,3x - 0,7y + 1.4z - 0,4u + 4,3 = 0,$
4.  $-0,4y - 0,4z + 1.4u + 0,4 = 0,$

Bu normal tenglamalarni echib tuzatmalar topiladi va ular tugun nuqtalar taxminiy absolyut balandliklariga kiritiladi.

*Ikkinchi usul.* Ketma-ket yaqinlashtirish usuli

Aniqlashning bu usuli poligon sxemasi bo'yicha bajariladi. To'g'ri burchakli jadvalning ichiga tugunlarning ozod hadi yoziladi. Yo'lining qizil sonlari hisoblanadi.

Masalan, o'n birinchi yo'l uchun:

$$R_1 = \frac{P_1}{P_{11}} = \frac{0,5}{1,5} = 0,33,$$

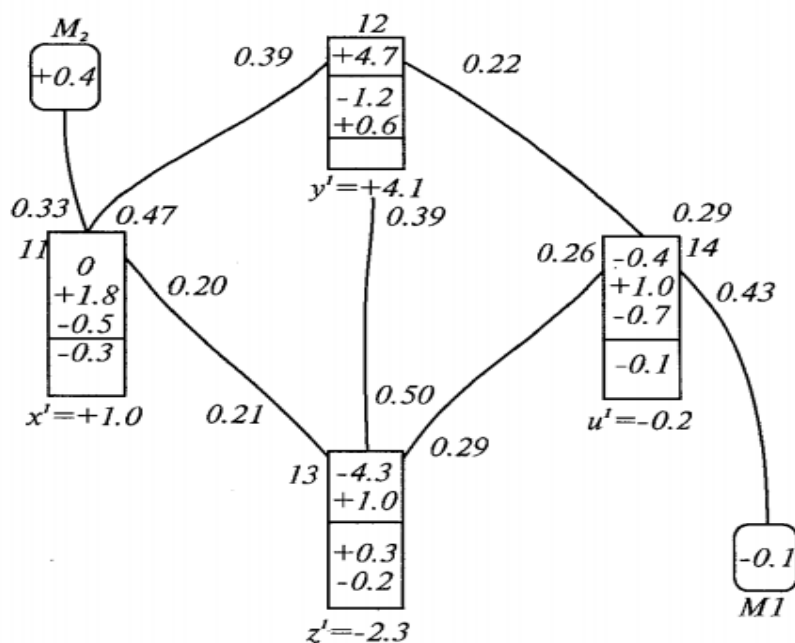
$$R_2 = \frac{P_2}{P_{11}} = \frac{0,7}{1,5} = 0,47,$$

$$R_3 = \frac{P_3}{P_{11}} = \frac{0,3}{1,5} = 0,20.$$

Tekshirish. Tugunning qizil sonlari yig'indisi birga teng bo'lishi kerak:

$$0,33 + 0,47 + 0,20 = 1,00$$

Qizil sonlar tugun jadvalining yoniga yozib qo'yiladi (3-rasm).



3.13-rasm. Tuzatmalar jadvali sxemasi

**Bog'lanmaslik** xatolarini taqsimlashga kirishiladi. **Bog'lanmaslik** xatolari qizil sonlarga **proporsional** taqsimlanadi. Taqsimlash **bog'lanmaslik** xatosi absolyut qiymati katta bo'lgan tugun punktdan boshlanadi. Taqsimlash sxemasi: 12-13-14-11.

Bizning misolimizda taqsimlash 12 tugun nuqtadan boshlanadi:

$$11 \text{ tugun nuqtaga: } +4.7 \cdot 0.39 = +1.8$$



$$12 \text{ tugun nuqtaga: } + 4.7 \cdot 0.39 = + 1.9$$

$$13 \text{ tugun nuqtaga: } + 4.7 \cdot 0.22 = + 1.0$$

$$\text{Tekshirish: } + 1.8 + 1.9 + 1.0 = + 4.7.$$

12 tugun nuqtaning +4.7 tarqatilgan **bog‘lanmaslik** xatosining tagi chizib qo‘yiladi va 13 tugun nuqtaga o‘tiladi. Bu yerda **bog‘lanmaslik**  $- 4.3 + 1.9 = - 2.4$ , tekshiriladi va tagi chizib qo‘yiladi. 14 tugun nuqtaga o‘tiladi va **bog‘lanmaslik**  $- 0.4 + 1.0 - 0.7 = -0.1$  tarqatiladi. 11 tugun nuqtada taqsimlanadi:

$$0 + 1.8 - 0.5 = +1.3.$$

Tugun nuqtalarni bir marta aylanib chiqqandan keyin yana **bog‘lanmaslik** xatosi ‘aydo bo‘ldi. Bu **bog‘lanmaslik** ikkinchi aylanishda taqsimlanadi. Bunday taqsimlanish tartibi **bog‘lanmaslik** xatoligi to‘liq taqsimlanmaguncha davom ettiriladi. Taqsimlanishdan keyin tugun jadvalida yozilgan **bog‘lanmaslik** sonining yig‘indisi topiladi:

$$x' = +1.0; y' = +4.1; z' = -2.3; u' = 0.2.$$

Tuzatma hisoblanadi:

$$x = \frac{x'}{P_{11}} = + \frac{1.0}{1.5} = +0.7 \text{ mm} ; y = \frac{y'}{P_{12}} = + \frac{4.1}{1.8} = +2.3 \text{ mm}$$

$$z = \frac{z'}{P_{13}} = - \frac{2.3}{1.4} = -1.6 \text{ mm} ; u = \frac{u'}{P_{14}} = - \frac{0.2}{1.4} = -0.1 \text{ mm} ;$$

Bu tuzatmalar tugun absolyut balandligining taxminiy qiymatiga kiritiladi va tenglashtirilgan qiymati topiladi.

3.5-jadval

Tugunlar №	Taxminiy absolyut balandliklar ( $H_1$ )	Tuzatmalar	Tenglashtirilgan absolyut balandliklar
11	112.510	+0.7	112.510.7
12	117.917	+2.3	117.919.3
13	120.223	-1.6	120.221.4
14	125.138	-0.1	125.137.9

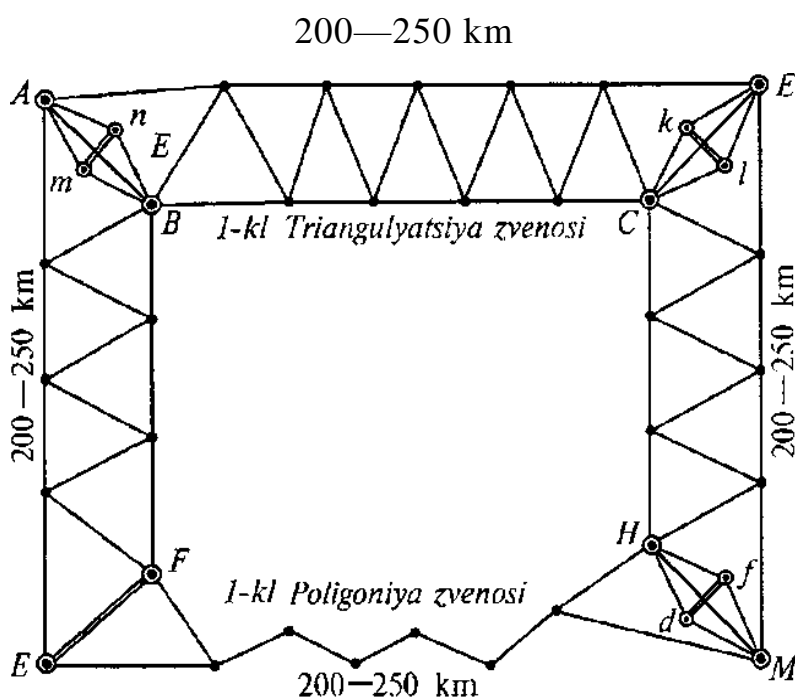
## 4-bob. poligonometriya

### 4.1. Davlat planli geodezik shaxobchalari.

Tayanch geodezik to'rlar planli va balandlikka bo'linadi.

Planli-balandlik tayanch geodezik to'rlar o'z maqsadi bo'yicha davlat va plan olish (shemka) to'rlariga bo'linadi. Planli davlat tayanch to'ri triangulyatsiya, trilateratsiya va poligonometriya usulida yaratiladi. Ular o'z o'lchash aniqligi bo'yicha 1, 2, 3 va 4-klasslarga bo'linadi.

Klasslar bir-biridan burchak o'lchash aniqligi, punktlar orasidagi masofani o'lchash va ishni tashqil qilish bo'yicha farq qiladi.



(4.1-rasm).

Birinchi klass triangulyatsiya meridian va parallel bo'ylab yeopiq poligon ko'rinishida yaratiladi. Poligon perimetri 800-1000 km bo'ladi (1-rasm).

Poligon zvenolardan, zvenolar esa yopishgan uchburchaklardan iborat. Zvenoning boshida va oxirida 1:1000000 nisbiy xatolik bilan bazis o'lchanadi. Chiqish tomonining o'lchash aniqligi 1:400000.

### 4.2. Poligonometriya yo'llariga va to'rlariga qo'yiladigan talablar.

Poligonometriya klassifikatsiyasi

4.1-jadval

Klass	Yo'l uzunligi, km	Tomonlar uzunligi, km	O'lchangan burchakning o'rta kvadratik xatosi	Tomonlar uzunligini o'lchash nisbiy xatoligi
1	200	20-25	$\pm 0,4''$	1: 300 000
2			$\pm 1,0''$	1: 250 000
3		kichik tomon 3	$+1,5''$	1: 200 000
4		kichik tomon 2	$\pm 2,0''$	1: 150 000

Bazis tomonlarining oxirida Laplas astronomik punktlari aniqlanadi. Birinchi klass triangulyatsiya uchburchaklari tomonining uzunligi 20-25 km bo'ladi. Uchburchakdagi burchaklar  $\pm 0.7''$  xatolik bilan o'lchanadi.

Yopiq joylarda triangulyatsiya o'rniga poligonometriya barpo qilinadi. Poligonometriya yo'li siniq chiziq ko'rinishida barpo qilinadi. Bunda hamma qayrilish burchaklari va ular orasidagi masofalar o'lchanadi.

1- klass triangulyatsiya zvenosi cho'zilgan va 10 tatomondan ortiq bo'lmasligi kerak.

#### 4 klass, 1 va 2 razryad poligonometriyaga quyiladigan talablar.

4.2-jadval

Yo'l karakteristikasi	K l a s s l a r v a r a z r y a d l a r		
	4-kl	1-razr.	2- razr.
1. Chekli yo'l uzunligi (km)	10	5	3
2. Yo'l uzunligi: (km)			
- berilgan punktdan tugun punktgacha.	7	3	2
-tugun punktlar orasidagi.	5	2	1.5

3. Poligon perimetrii (km)	30	15	9
4. Tomon uzunligi: (km)			
-eng katta tomon uzunligi.	2.00	0.80	0.30
-eng kichik tomon uzunligi.	0.25	0.12	0.08
-eng yaxshisi (optimalniysi)	0.50	0.30	0.20
5. Yo'ldagi tomonlar soni. (eng kupi)	15	15	15
6. Burchak o'lchashning o'rta kvadratik xatosi.	$\pm 2''$	$\pm 5''$	$\pm 10''$
6. Yo'ning nisbiy bog'lanmasligi	1:25000	1:10000	1:5000
7. Burchak boglanmasi.	$5^{11} \sqrt{n}$	$10^{11} \sqrt{n}$	$20^{11} \sqrt{n}$

### 4.3. Shahar poligonometriyasi klassifikatsiyasi

4.3-jadval

Yo'l karakteristikasi	Klasslar va razryadlar		
	4-kl	1-razr.	2-razr.
1. Yo'l uzunligi (km)	10	5	3
2. Eng katta tomon uzunligi (m)	2000	800	300
3. Eng kichik tomon uzunligi (m)	250	120	80
4. Burchak o'lchashning o'rta kvadratik xatosi	$\pm 2''$	$\pm 5''$	$\pm 10''$
5. Yo'ning nisbiy bog'lanmasligi	1:25000	1:10000	1:5000

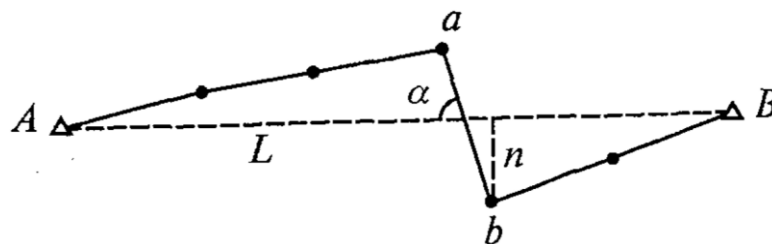
2- klass poligonometriya to'ri 1-klass triangulyatsiya va poligonometriya poligoni ichida barpo qilinadi.

3-klass poligonometriya yo‘llari 2-klass poligonometriya to‘ri ichida barpo qilinishi kerak. U 2-klass poligonometriya punktlari sonini ko‘paytirish uchun bajariladi. Uning zichligi 50 kvadrat kilometrga bitta punkt bo‘lishi kerak.

4-klass poligonometriya yo‘llari 2- klass va 3-klass poligonometriya punktlari orasida o‘tkaziladi. Shaharni shemka qilishda va injener-geodezik ishlar uchun asos qilishda yuqori aniqlikdagi 1-razryadli poligonometriya, 1- va 2-razryadli poligonometriya yo‘llari barpo qilinadi. Poligonometriya yo‘llari geometrik formasi bo‘yicha cho‘zilgan va egilgan yo‘llarga bo‘linadi.

$A$  va  $B$  triangulyatsiya punktlari orasida poligonometriya punkti o‘tkazilgan (2-rasm).  $AB=L$ —yo‘lni bog‘lovchi chiziq. Agar yo‘l tomonlarining yo‘nalishi bog‘lovchi chiziqdan oz ( $24^\circ$ ) og‘sa, poligonometriya cho‘zilgan hisoblanadi. Agar yo‘l tomonlarining yo‘nalishi bog‘lovchi chiziqdan uyoqqa-bu yoqqa bog‘lovchi chiziq uzunligidan  $1/8$  katta bo‘lsa, yo‘l egilgan hisoblanadi.  $\frac{[S]}{L} \leq 1.3$  ya’ni chek  $\alpha \leq \pm 24^\circ$ , chek  $n < \pm 1/8 L$ .

Bu shartlardan birortasi bajarilmasa, yo‘l egilgan hisoblanadi.

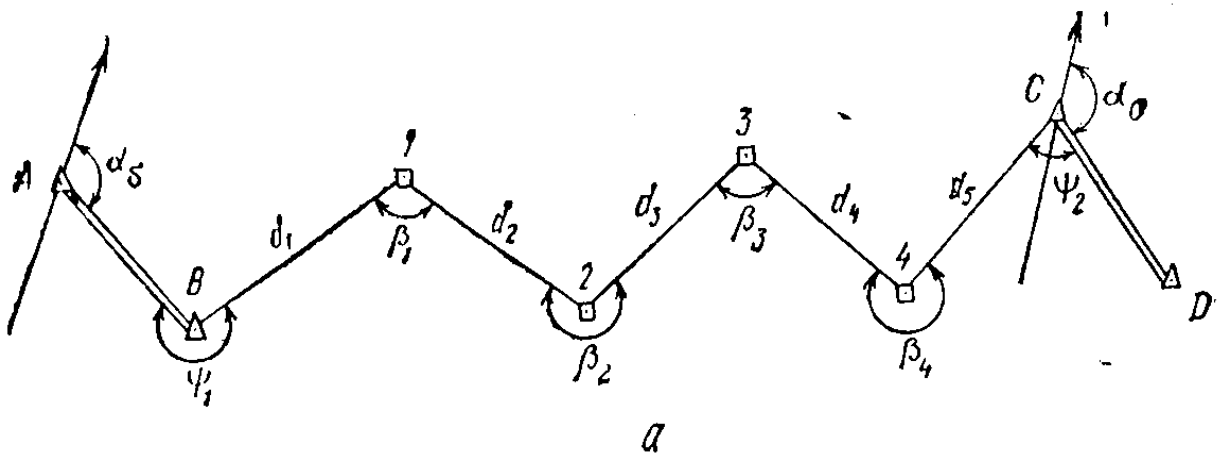


(4.2-rasm).

#### 4.4. Poligonometriya to‘rlari.

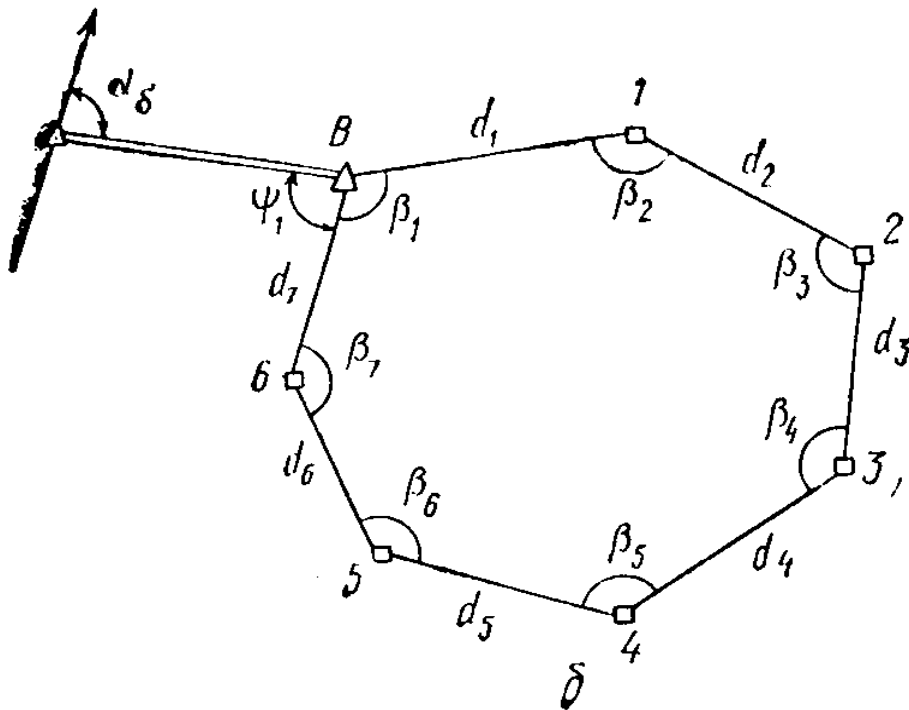
Poligonometriya. Bu metoda koordinatalari aniqlanadigan punktlarni tutashtiruvchi chiziqning uzunligi hamda tutash chiziqlar orasidagi gorizontaal burchaklar o‘lchanadi.

Triangulyatsiya punktlari kabi, poligonometriya punktlari ham joyda maxsus markaz bilan belgilanib, markazga geodezik belgi (piramida yoki signal) o‘rnatiladi. Poligonometriya yo‘li ochiq poligon (3-rasm,  $a$ ) yoki yopiq poligon (3-rasm,  $b$ ) bo‘lishi mumkin. Ochik poligonometriya yo‘li odatda koordinatalari ma’lum bo‘lgan ikkita tayanch punkt oralig‘ida o‘tkaziladi.



4.3-rasm. Ochiq poligonometriya yo'li sxemasi

Yopiq poligonometriya yo'li esa koordinatasi ma'lum bo'lgan punktdan boshlanib yana shu punktga bog'lanadi. Bir necha poligonometriya yo'llari poligonometriya shoxobchasini tashqil qiladi.



4.4-rasm. Yopiq poligonometriya yo'li sxemasi

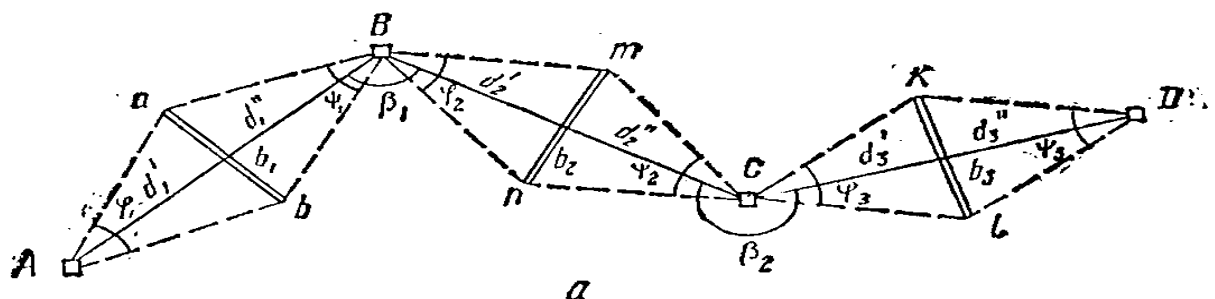
Triangulyatsiya metodini qo'llab bo'lmaydigan rayonlarda, masalan, o'rmon zonasida yoki shahar ichida punktlar bir-biridan ko'rinishi uchun juda baland geodezik belgi (signal) o'rnatishga to'g'ri kelgan hollarda geodezik tayanch shoxobchalari qurishda poligonometriya metodi qo'llaniladi. Bu metod poligonometriya tomonlarini o'lchash usuliga qarab, magistral, parallaktik, Dal'nomer va boshqa poligonometriyalarga bo'linadi.

**Magistral poligonometriya** koordinatalari ma'lum bo'lgan ikkita tayanch punkt oralig'ida o'tkazilgan poligonometriyadan iborat; bunda poligonometriya burilish nuqtalari (1, 2, 3 ..... )ning koordinatalarini aniqlash uchun joyda bu nuqtalarni tutashtiruvchi chiziqlarning uzunligi ( $d_1, d_2, \dots, d_n$ ), poligonometriya burilish burchaklari ( $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$ ) hamda yon bosh burchaklar o'lchanadi. Boshlang'ich tomonning ma'lum direksion burchagidan hamda burchak qiymatlaridan foydalanib poligonometriya tomonlarining direksion burchaklari formulalar yordamida hisoblab chiqariladi. Ochiq poligonda oxirgi tomonning ma'lum direksion burchagi direksion burchaklarni hisoblashda kontrol bo'lib xizmat qiladi.

Boshlang'ich punktning koordinatalari, direksion burchaklar hamda tomonlar ma'lum bo'lgach, to'g'ri geodezik masalani yechish yo'li bilan poligonometriya punktlarining koordinatalari birin-ketin aniqlanadi. Poligonometriya punktlarining koordinatalarini hisoblashda oxirgi punkt ( $S$ ) ning ma'lum koordinatalari kontrol bo'lib xizmat qiladi.

**Parallaktik poligonometriyada** poligonometriya tomonlari bevosita o'lchanmaydi, balki boshqa yordamchi tomonlarning uzunligidan foydalanib hisoblab chiqariladi. Bu usul masofani o'lchash qiyin bo'lgan joylarda qo'llaniladi. 4-rasma da  $ABCD$  poligonometriya yo'li berilgan. Uning  $AB, BC$  va  $CD$  tomonlarini aniqlash uchun ularga perpendikulyar va simmetrik qilib  $ab, mn$  va  $kl$  bazislar olinadi. Bazislar joyda bevosita o'lchanadi. Bazislardan tashqari, parallaktik burchaklar ham o'lchanadi. Poligonometriya tomonlari quyidagi formulalar yordamida hisoblab chiqariladi:

Poligon tomonlarining direksion burchaklarini hisoblab chiqarish uchun poligonometriya burilish burchaklari  $\beta_1$  va  $\beta_2$  o'lchanishi kerak.



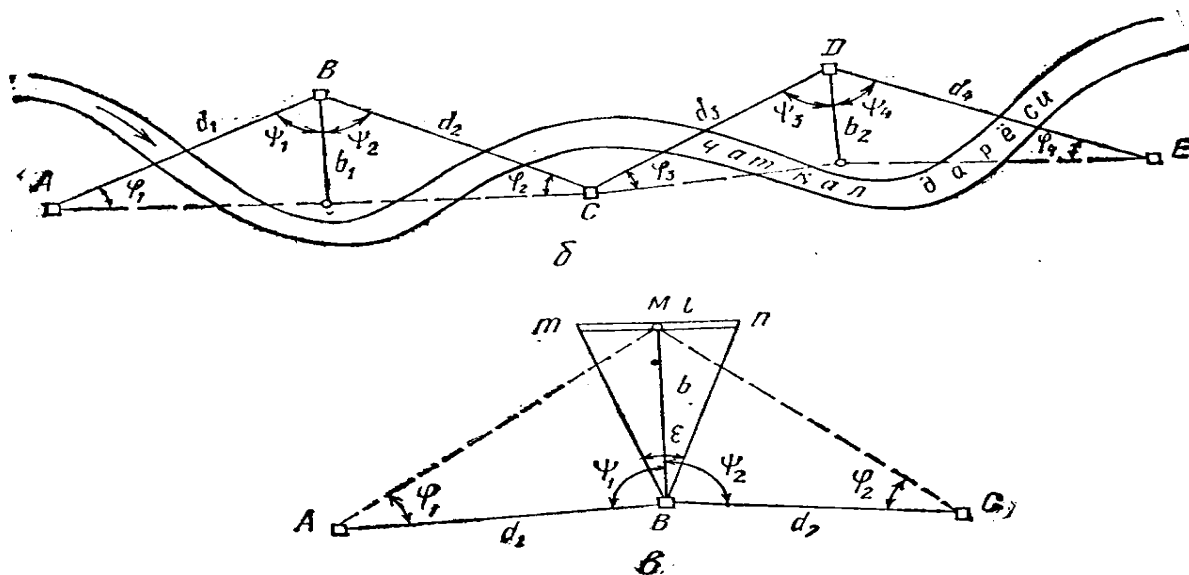
4.5-rasm.

Ba'zi joylarda, chunonchi, daryo, jar va boshqalar bo'ylab poligonometriya o'tkazilganda poligonometriya yo'lining yo'nalishiga simmetrik kilib bazis olish qiyin bo'ladi. Bunday vaktida punkt oralab bazis olinadi. Bu bazis ( $b_1$  va  $b_2$ ) lar poligonometriya yo'li burilish burchagining bissektrisasi bo'yicha (4-rasm,  $b$ ) joylashtiriladi.  $b_1$  bazisdan poligon yo'lining  $d_1$  va  $d_2$  tomonlari uzunligini,  $b_2$  bazisdan esa  $d_3$  va  $d_4$  tomonlar uzunligini hisoblashda foydalaniladi. Har-bir poligon bo'laklarining bazislaridan tashqari paralaktik burchaklar, bazis yon burchaklari ( $\varphi$ ) hamda poligon tomonlari yo'nalishlari orasidagi gorizontalar burchaklar o'lchanadi.

Bunday poligonometriyada poligon tomonlarining uzunligi quyidagi formula yordamida hisoblab chiqariladi:

$$d_1 = \frac{b_1}{\cos \psi_1}; \quad d_2 = \frac{b_1}{\cos \psi_2};$$

Poligon tomonlarining direksion burchaklari punktlarning koordinatalari formulalar yordamida topiladi.



4.6-rasm.

Qisqa bazisli paralaktik poligonometriyani sovet olimi, prof. A. S. Filonenko (1884-1963) taklif etgan. Bu poligonometriyada paralaktik poligonometriya tomonining uzunligini aniqlashda qisqa bazis olinadi.

Masalan, poligonometriya yo'lining  $AB$  tomoni uzunligi  $d_1$  ni bilish uchun joyda  $M$  nuqta tanlanadi (4-rasm,  $v$ ).  $M$  va  $B$  nuqtalar orasidagi katta bazis ( $b$ ) ga simmetrik qilib qisqa bazis ( $l$ ) belgilanadi. Ko'pincha qisqa bazis sifatida maxsus



shtativga oʻrnatilgan, uzunligi 3 m keladigan reyktan foydalaniladi. Bunda parallaktik burchaklar hamda bazis yon burchaklari oʻlchanadi; katta bazis formulasi yordamida, poligonometriya tomonining uzunligi (d) formula yordamida hisoblab chiqariladi.

Qisqa bazisli parallaktik poligonometriyada ham poligonometriya tomonlarining direksion burchaklari va burilish punktlarining koordinatalari formula asosida hisoblanadi.

Keyingi yillarda magistral poligonometriyaning tomonlarini yoki parallaktik poligonometriyaning bazislarini oʻlchashda svetodal'nomer va radiodal'nomerlar qoʻllanilmoqda, dal'nomer poligonometriyasi deb atalishiga ham sabab shu.

Dal'nomer poligonometriyasi ham koordinatalari ma'lum boʻlgan ikki tayanch punkt oraligʻida oʻtkaziladi. Bunda poligonometriya tomonlari dal'nomer bilan, poligonometriya tomonlari orasidagi burilish burchaklari aniq teodolit bilan oʻlchanadi. Poligonometriya tomonlarining direksion burchaklari boshlangʻich tomonning direksion burchagidan va burchak oʻlchash natijalaridan foydalanib formula yordamida hisoblanadi, poligonometriya punktlarining koordinatalari esa boshlangʻich punktning ma'lum koordinatalaridan va oʻlchash natijalaridan foydalanib topiladi.

#### **4.5. Poligonometrik ishlarni tashqil qilish.**

Poligonometriya ishlarini tashqil qilish quyidagi etaplardan iborat:

1. Loyiha tuzish.
2. Rekognostsirovka.
3. Belgilarni tayyorlash va ularni oʻrnatish.
4. Asboblarni tekshirish va tadqiq qilish.
5. Burchak va tomon oʻlchashlari.
6. Yoʻllarni tayanch punktlarga bogʻlash.
7. Dala oʻlchashlarini hisoblash va uning aniqligini baholash.
8. Tenglashtirish hisoblari (tomon uzunliklari, direksion burchak va koordinatalar oxirgi qiymatlarini hisoblash). Tenglashtirish natijalariga baxo berish.
9. Kataloglar tuzish.
10. Texnik hisobot tayyorlash.

Loyihani tuzish uchun ish joyining geodezik o'rganilganligi materiallarini, fizik-geografik va iqtisodiy sharoitlarni yorituvchi materiallarni yig'ish kerak. Loyiha eng yirik masshtabli kartalardan foydalangan holda 1:100000 masshtabli kartada tuziladi. Oldin kartaga ish joyi hududida mavjud bo'lgan geodezik to'rt punktlari tushiriladi, keyin yangi poligonometrik yo'l loyihalashtiriladi.

Poligonometriya yo'llari va turlarini loyixalash, bajariladiga plan olish metodi, masshtabi va maxsus talabnomalarga asoslanib loyixalash tashqilotlari bajaradi.

Loyihalashtirishda poligonometrik yo'llar cho'zilgan formada loyihalashtirishga harakat qilish kerak. Poligonometrik yo'llarni avtomobil va temir yo'llari bo'ylab, daryo vodiylari bo'ylab va dala yo'llari bo'ylab o'tkazish eng qulay hisoblanadi. Botqoqlik va ko'chuvchi qum joylardan poligonometrik yo'llar o'tkazish tavsiya qilinmaydi. Bir vaktning uzida yen punktlarni ( imoratlar chukkisi, zavod va fabrika trubalari va boshqa joydagi predmetlar) belgilab ketish kerak.

Loyihani tuzgandan keyin punktlar joyini belgilash uchun joyini rekognostsirovka qilinadi. Rekognostsirovkada qo'shni punktlarning bir-biri bilan ko'rinishini ta'minlashga katta e'tibor berish kerak.

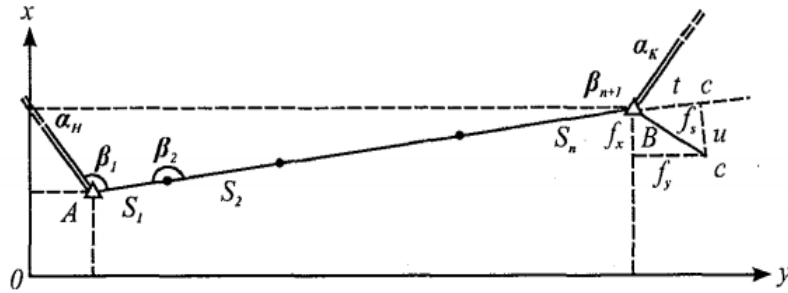
Tanlangan tomonlar masofa o'lchash asboblari bilan o'lchash uchun qulay bo'lishi kerak. Rekognostsirovka qilish bilan bir vaqtda poligonometriya punktlarini o'rnatish ham bajariladi. Punktlar tugun nuqtalarida, qayrilish burchaklarida har 1 km oraliqda o'rnatiladi. Qolgan punktlar qoziqlar qoqib belgilanadi.

Loyixa tuzilgandan so'ng ish xajmi, asboblarga talab, xom-ashe (materallar), ishchi kuchi, transportga talab rekognostsirovka natijalariga asoslanib aniqlanadi. Bo'lar asosida smeta tuziladi.

#### **4.6. Poligonometriya yo'lining bo'ylama va ko'ndalang xatoliklari**

##### *1. Aniqlashning grafik usuli*

Koordinatlar orttirmalaridagi bog'lanmaslik hisoblanadi (1 -rasm):



4.7 –rasm

$$f_x = \sum_1^n \Delta x = (x_{\text{oxir}} - x_{\text{bosh}}),$$

$$f_y = \sum_1^n \Delta y = (y_{\text{oxir}} - y_{\text{bosh}}).$$
(113)

Perimetrdagi absolyut bog‘lanmaslik topiladi:

$$f_s = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$
(114)

Bu berilganlar bo‘yicha tanlangan masshtabda poligonometrik yo‘l qog‘ozga qo‘yib chiqiladi. Bo‘ylama va ko‘ndalang bog‘lanmaslik topiladi:

$$f_s = \sqrt{t^2 + u^2} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}.$$
(115)

Cho‘zilgan poligonometrik yo‘lda absolyut bog‘lanmaslikni ikkita qismga ajratish mumkin:

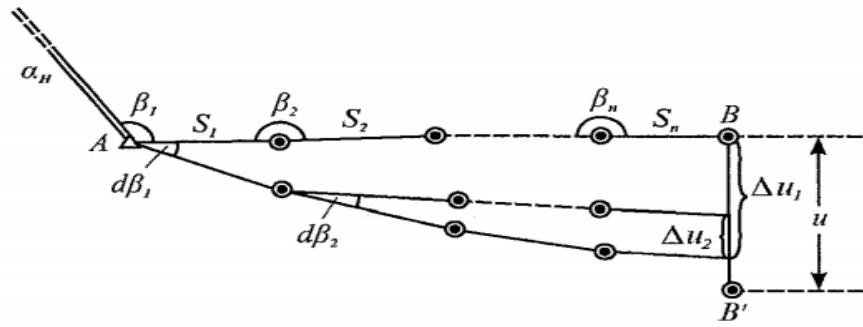
1. Bo‘ylama bog‘lanmaslik  $t$ ,
2. Ko‘ndalang bog‘lanmaslik  $u$ .

Bo‘ylama bog‘lanmaslik yo‘l bo‘yicha joylashadi, ko‘ndalang bog‘lanmaslik yo‘l yo‘nalishiga perpendikulyar joylashadi.

Cho‘zilgan yo‘lda bo‘ylama bog‘lanmaslik tomonlarni o‘lchash xatoliklarining yig‘indisi natijasida paydo bo‘ladi, ko‘ndalang bog‘lanmaslik esa burchak o‘lchash xatoliklarining birgalikdagi ta’siri natijasida paydo bo‘ladi.

Cho‘zilgan yo‘lning qulayligi – burchak va tomon o‘lchash xatoliklarining alohida ta’sirini namoyon qilish imkoniyatidir.





4.9-rasm

Keyinchalik topamiz:

$$\Delta u_3 = (S_3 + \dots + S_n) \frac{d\beta_3}{\rho^n} .$$

.....

$$\Delta u_n = S_n \frac{d\beta_n}{\rho^n} .$$

Ko'ndalang bog'lanmaslik u oxirgi nuqtaning alohida siljishlar adsilgebraik yig'indisiga teng:

$$u = \Delta u_1 + \Delta u_2 + \Delta u_3 + \dots + \Delta u_n = (S_1 + S_2 + \dots + S_n) \frac{d\beta_1}{\rho^n} +$$

$$+ (S_2 + S_3 + \dots + S_n) \frac{d\beta_2}{\rho^n} + (S_3 + \dots + S_n) \frac{d\beta_3}{\rho^n} + \dots + S_n \frac{d\beta_n}{\rho^n} .$$

Agar tomon uzunliklarini bib-biriga teng deb qabul qilsak:

$$S_1 = S_2 = S_3 = S_2 = \dots = S_n = S .$$

Unda ko'ndalang bog'lanmaslik uchun formula quydagi ko'rinishda bo'ladi:

$$u = S \frac{d\beta_1}{\rho^n} + S(n-1) \frac{d\beta_2}{\rho^n} + S(n-2) \frac{d\beta_3}{\rho^n} + \dots + S \frac{d\beta_n}{\rho^n} .$$

O'rta kvadratik xatolikka o'tamiz (burchaklar bir xil aniqlikda o'lchangan):

$$m_u^2 = S^2 [n^2 (n-1)^2 + (n-2)^2 + \dots + 1^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2}] .$$

Unda o'rta kvadratik xato formulasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$m_u^2 = S^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \frac{n(n+1)(2n+1)}{6} = S^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \frac{n^2(n+1,5)}{3} . \quad (117)$$

Cho'zilgan yo'lda:  $nS = L$ .

Demak,

$$m_u^2 = \left( \frac{m_\beta}{\rho} \right)^2 \cdot L^2 \left( \frac{n+1,5}{3} \right)$$

yoki

$$m_u = \frac{m_\beta}{\rho} \cdot L \cdot \sqrt{\frac{n+1,5}{3}}. \quad (118)$$

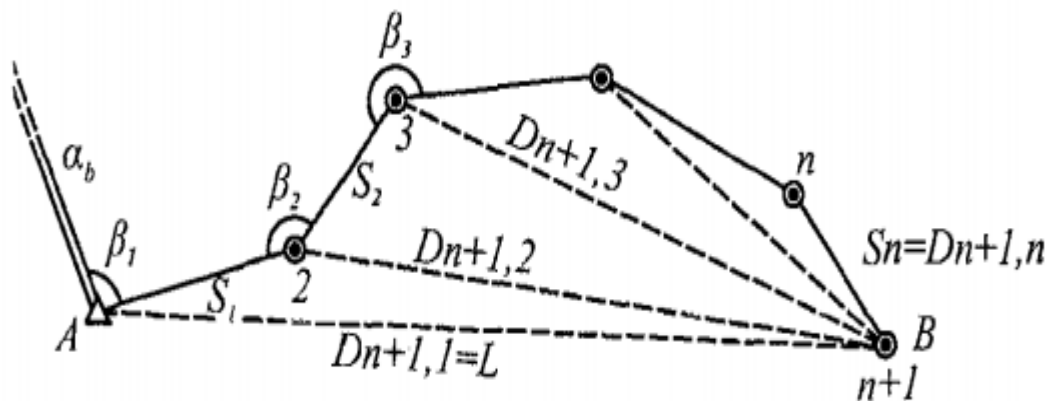
ko'ndalang bog'lanmaslikning nisbiy o'rtacha miqdori:

$$\frac{m_u}{L} = \frac{m_\beta}{\rho} \cdot \sqrt{\frac{n+1,5}{3}}$$

Osilgan yo'lga ishlab chiqarishda yo'l qo'yilmaydi. Odatda poligonometrik yo'llar koordinatalari va direksion burchaklari ma'lum bo'lgan yuqori klassli triangulyatsiya va poligonometriya punktlari orasida o'tkaziladi.

#### 4.7. Har qanday formadagi poligonometriya yo'li oxirgi nuqtasi vaziyatining o'rta kvadratik xatosi

1). *Osilgan yo'l*



4.10-rasm

Osilgan poligonometrik yo'l olamiz: 1, 2, 3, ..., n+1

Ma'lumki, koordinatalar orttirmasi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\begin{aligned} \Delta x &= S \cos \alpha, \\ \Delta y &= S \sin \alpha. \end{aligned}$$

Bu tenglamani differensiallab, koordinata orttirmalarining haqiqiy xatosini topamiz:

$$\begin{aligned} d\Delta x &= \cos \alpha dS - S \sin \alpha \frac{d\alpha}{\rho} = \cos \alpha dS - \Delta y \frac{d\alpha}{\rho} \\ d\Delta y &= \sin \alpha dS + S \cos \alpha \frac{d\alpha}{\rho} = \sin \alpha dS + \Delta x \frac{d\alpha}{\rho}. \end{aligned}$$

Oxirgi punkt koordinatalaridagi haqiqiy xatolik:

$$\left. \begin{aligned} [d\Delta x] &= [\cos \alpha d S] - \frac{1}{\rho} [\Delta y d\alpha], \\ [d\Delta y] &= [\sin \alpha d S] + \frac{1}{\rho} [\Delta x d\alpha]. \end{aligned} \right\} \quad (119)$$

Direksion burchak xatosi  $da$  burchak o'lchash xatosiga bog'liq, ya'ni

$$da_i = \sum_1^i d\beta$$

unda

$$[d\Delta x] = [\cos \alpha d S] - \frac{1}{\rho} \left[ \Delta y_i \sum_1^i d\beta \right], \quad (120)$$

$$[d\Delta y] = [\sin \alpha d S] - \frac{1}{\rho} \left[ \Delta x_i \sum_1^i d\beta \right].$$

(120) tenlamaning oxirgi hadini soddalashtiramiz:

$$\left[ \Delta y_i \sum_1^i d\beta \right] = (\Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3 + \dots + \Delta y_n) d\beta_1 + \\ + (\Delta y_2 + \Delta y_3 + \dots + \Delta y_n) d\beta_2$$

yoki

$$\left[ \Delta y_i \sum_1^i d\beta \right] = (y_{n+1} - y_1) d\beta_1 + \\ + (y_{n+1} - y_2) d\beta_2 + \dots + (y_{n+1} - y_n) d\beta_n$$

yoki qisqa

$$\left. \begin{aligned} \left[ \Delta y_i \sum_1^i d\beta \right] &= [(y_{n+1} - y_i) d\beta_i], \\ \left[ \Delta x_i \sum_1^i d\beta \right] &= [(x_{n+1} - x_i) d\beta_i]. \end{aligned} \right\} \quad (121)$$

((120)) va (121) formulaga asosan topamiz:

$$[d\Delta x] = [\cos \alpha d S] - \frac{1}{\rho} (\Delta y_{n+1} - \Delta y_i) d\beta_i,$$

$$[d\Delta y] = [\sin \alpha d S] - \frac{1}{\rho} (\Delta x_{n+1} - \Delta x_i) d\beta_i.$$

O'rta kvadratik xatolikka o'tamiz, bunda burchaklar bir xil aniqlikda o'lchangan deb hisoblaymiz, ya'ni

$$m_{\beta_i} = m_{\beta_1} = m_{\beta_2} = \dots = m_{\beta_{n+1}} = m_{\beta}$$

$$m'_{x^2} = \left[ \cos^2 \alpha m_s^2 \right] + \left[ \frac{1}{\rho^2} (\Delta y_{n+1} - \Delta y_i)^2 m_s^2 \right] \quad (122)$$

$$m'_{y^2} = \left[ \cos^2 \alpha m_s^2 \right] + \left[ \frac{1}{\rho^2} (\Delta x_{n+1} - \Delta x_i)^2 m_s^2 \right]$$

Agar o'lchashda sistematik xato bo'lsa, unda

$$m_s = \mu \sqrt{S}$$

Buni hisobga olganda (4) formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$m'_{x^2} = \mu^2 [S \cos^2 \alpha] + \left[ \frac{1}{\rho^2} (\Delta y_{n+1} - \Delta y_i)^2 m_s^2 \right]$$

$$m'_{y^2} = \mu^2 [S \cos^2 \alpha m_s^2] + \left[ \frac{1}{\rho^2} (\Delta x_{n+1} - \Delta x_i)^2 m_s^2 \right] \quad (123)$$

Oxirgi nuqta vaziyatining o'rta kvadratik xatosini topamiz:

$$M^2 = m'_{x^2} + m'_{y^2} = \mu^2 [S] + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [D_{n+1,i}^2] \quad (124)$$

Bu erda:  $D_{n+1,i}^2$  – oxiridan har bir qayrilish nuqtasigacha bo'lgan masofa.

Bu miqdorning qiymati grafik va formula bo'yicha hisoblash mumkin:

$$D_{n+1,i}^2 = (\Delta y_{n+1} - \Delta y_i)^2 + (\Delta x_{n+1} - \Delta x_i)^2 \quad (125)$$

Agar o'lchashga sistematik xato ta'sir qilsa, unda

$$M^2 = \mu^2 [S] + \lambda^2 L^2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [D_{n+1,i}^2] \quad (126)$$

## 2. Tayanch punktlar orasida o'tkazilgan yo'l

Oldindan to'g'rilangan burchak bo'yicha egri yo'l oxirgi punkti vaziyatining o'rta kvadratik xatosi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$M^2 = \mu^2 [S] + \lambda^2 L^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [D_{m,i}^2] \quad (127)$$

Agar bosh berilganlarda xato mavjud bo'lsa:

$$M^2 = \mu^2 [S] + \lambda^2 L^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [D_{m,i}^2] + \frac{m_\alpha^2}{\rho^2} [D_{mH,i}^2] + m_{b-a}^2 \quad (127a)$$

bu erda:  $D_{m,i}$  — og'irlik markazidan har bir qayrilish nuqtasigacha bo'lgan masofa.

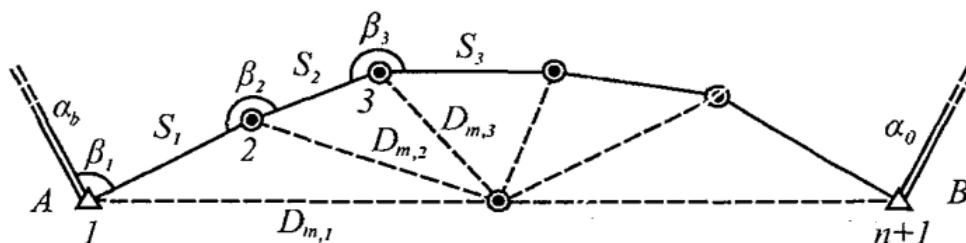


Hisoblashni qulaylashtirish uchun koordinatalar markazini og'irlik markaziga o'tkazamiz. Og'irlik markazi koordinatalari ushbu formula bilan hisoblanadi:

$$x_m = \frac{[x]}{n+1}; \quad y_m = \frac{[y]}{n+1}.$$

Keyin yo'l markaziy koordinata qiymati bir metr aniqlikda hisoblanadi:

$$\varepsilon_i = x_i - x_m, \quad \eta_i = y_i - y_m$$



4.11-rasm

Bu koordinatalarning shartli qiymatlari bo'yicha qog'ozga yo'lni tushiriladi.  $D_m$  qiymat grafik yoki analitik usulda ushbu formula bilan aniqlanadi:

$$[D_{m,i}] = [\varepsilon^2] - [\eta^2]$$

(126) va (127) formuladan ko'rinib to'ribdiki, egilgan poligonometrik yo'lning aniqligi faqatgina tomonlar va qayrilish burchaklarini o'lchashdagi sistematik va tasodifiy xatoliklariga bog'liq bo'lmasdan, balki yo'lning egrilik darajasiga va undagi qayrilishlar soniga ham bog'liqdir.

## 5-bob. Poligonometriyada masofa o'lchash

### 5.1. Bazis o'lchash asbobi

Bazis o'lchash asbobi triangulyatsiyaning boshlang'ich tomonlarini (bazis tomonini) va poligonometriya tomonlarini o'lchash uchun qo'llaniladi. Bazis o'lchash asboblari BP-1, BP-2 va BP-3 markalarda ishlab chiqariladi.

BP-1 1 va 2-klass triangulyatsiya bazislarini va poligonometriya tomonlarini o'lchash uchun mo'ljallangan.

BP-2 3 va 4-klass triangulyatsiya va poligonometriyada qo'llaniladi.

BP-3 injenerlik poligonometriyada tomon uzunliklarini o'lchash uchun qo'llaniladi.

BP-3 ning komplektiga quyidagilar kiradi:

- Ucha invar simi 24metrli.
- Qoldiqlarni o‘lchash uchun bitta invar lenta.
- Ikkita blok stanok ikkita 10 kgli tosh bilan.
- Selikli 10 ta bazis shtativi.
- Ikkita optik markazlashtirgich asbobi (lotoapparat).
- Bazis reykasi.

Bundan tashqari o‘lchash uchun, quyidagilar kerak:

8. tseliklarni nivelirlash uchun nivelir;
9. tseliklarni shtativ bilan bir ukka qo‘yish uchun teodolit;
- d) xavo temperatursini o‘lchash uchun termometr.

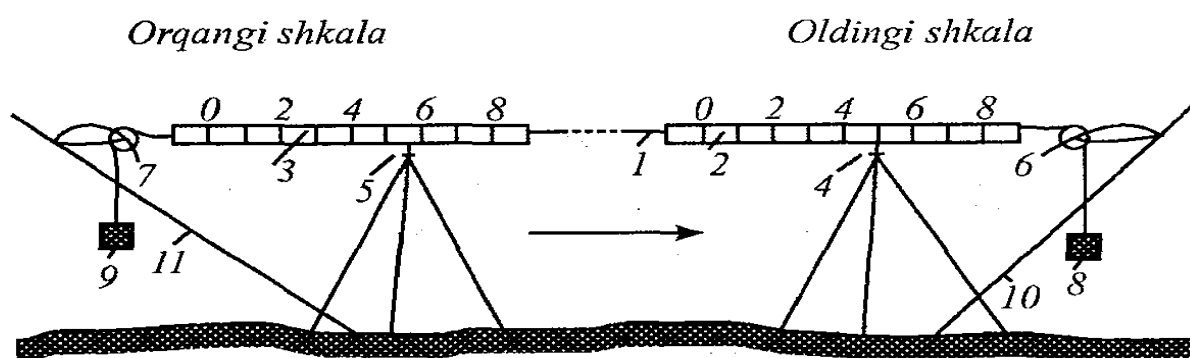
Invar sim 36% nikeldan va 64% temirdan tashqil topgan invar qotishmasidan tayyorlanadi. Invarning chiziqli kengayishi  $0.5 \cdot 10^{-6}$  (0,0000005) ga teng.

Invar simning diametri 1,65mm, uzunligi 24 va 48 metr bo‘ladi.

24 metrlisimning og‘irligi 0,42 kg ga teng.

Har bir simning oxiriga millimetrda bo‘laklangan 8 sm uzunlikdagi shkala mahkamlangan. Shkalada bir yo‘nalishda ditsimetrli bo‘laklariga yozilgan, milimetrga bo‘lingan. Shkala nollari orasidagi masofa 24 m.

Tomonlarni o‘lchash bo‘yicha ish o‘lchanadigan tomon bo‘yicha stvorda shtativlarni qo‘yib chiqishdan boshlanadi. Shtativlar orasidagi masofa o‘lchash asbobining uzunligiga teng bo‘lishi kerak. Shtativning ustiga tseliklar qo‘yiladi. Selikli birinchi shtativ lotapparat yordamida o‘lchanadigan tomon boshidagi belgi markazi ustiga o‘rnatiladi.



5.1- rasm. 1- o'lchash simi; 2 va 3-simning oldingi va orqadagi shkalalari; 4 va 5-shtativdagi seliklar; 6 va 7-bloklar; 8 va 9- toshlar; 10 va 11-blokli stanoklar.

O'lchash asbobini selikning ustiga o'rnatgandan keyin, 1mm aniqlikda uch marta sanoq olinadi. Sanoqlar farqi  $\pm 0,3$ mm dan oshmasligi kerak.

Agar oldingi shkala bo'yicha sanoqni «P» harfi bilan, orqadagi shkala bo'yicha sanoqni «Z» harfi bilan belgilasak, masofaning uzunligini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$l = 24000 + (P-Z) \text{ mm.}$$

Bizning misolimizda  $l = 24000 + (50,0 - 55,0) = 23995 \text{ mm} \approx 23,995 \text{ m.}$

5.1-jadval

Proletlar №	Shkalalar bo'yicha sanoq		(P-Z)	Tekshirish
	P	Z		
0-1	32.3	35.1	-2.8	
	39.5	42.4	-2.9	
	48.8	51.6	-2.8	
o'rtacha	40.20	43.03	-2.83	-2.83
1-2	48.5	26.3	+22.2	
	53.9	31.8	+22.1	
	63.6	41.4	+22.2	
o'rtacha	55.33	33.17	+22.17	+22.16

Qoldiqlar sanoqlar usuli bo'yicha lenta bilan o'lchanadi. Tseliklarni nivelirlash sektsiya bo'yicha to'g'ri yo'nalishda o'lchash boshlanguncha va teskari yo'nalishda o'lchash tugagandan keyin bajariladi.

Sanoq reykaning ikki tomonidan o'rta ip bo'yicha olinadi. Reykaning qora va qizil tomonlari sanog'i bo'yicha topilgan nisbiy balandliklar farqi 5 mm dan oshmasligi kerak.

Shtativlarni nivelirlashda nivelir yo'ldan chetroqqa o'rnatiladi. Har bir shtativgacha bo'lgan masofa 60 m dan oshib ketmasligi kerak. Bitta stantsiyadan 6 tashtativdan ko'p nivelirlanmaydi. Shtativlarni nivelirlash yo'li nivelir to'riga bog'lanishi ham kerak. Bu tomonni ellipsoid yuzasiga keltirish uchun zarur.

## Bazisni nivelirlash jurnali

№1 sektsiya 2-st.

5.2-jadval

Reyk	Sht.10	$h$	Sht.11	$H$	Sht.12	$h$	Sht.13
To'g'ri yo'nalish							
qora	0940	-16	0956	+249	0707	-421	1128
qizil	0854		0869		0643		1026
	85.4		86.9		64.3		102.6
	0939.4	-16.5	0955.9	+248.6	0707.3	-421.3	1128.6
	to'g'ri	-16.2		+248.8		-421.2	
Teskari yo'nalish							
qora	0714	-16	0730	+248	0482	-421	0903
qizil	0649		0663		0437		0820
	64.9		66.3		43.7		82.0
	0713.9	-15.4	0729.3	+248.6	0480.7	-421.3	0902
	$H_{\text{teskari}}$	-15.7		+248.3		-421.2	
	$H_{\text{orta}}$	-16.0		+248.6		-421.2	

Bazis asbobi bilan masfa o'lchashda xatolar manbalari quyidagilardir:

Asosiy manbalar:

1. O'lchash asbobini komparirlash.
2. Shtativlarning osilishi.
3. O'lchash asboblarining cho'zilishi.
4. Shamolning ta'siri.
5. Joyning egriligi.
6. Temperaturaning ta'siri.
7. Shtativlarning nomuqobilligi.
8. O'lchashning o'z xatoligi.

1, 2, 3 va 4 manbalarni sistematik xatoliklar  $\Delta_1$ ,  $\Delta_2$ ,  $\Delta_3$ , va  $\Delta_4$  keltirib chiqaradi. Shuningdek,  $\Delta_2$ ,  $\Delta_3$  va  $\Delta_4$  hamma vaqt manfiy ishoraga ega. Shuning uchun bo'larni 3  $\Delta_{2,3,4}$  qiymatga ega bo'lgan bitta xatolik deb qarash mumkin.

5, 6, 7 va 8 manbalarni tasodifiy xatoliklar  $\delta_5$ ,  $\delta_6$ ,  $\delta_7$ ,  $\delta_8$  keltirib chiqaradi. Hamma xatoliklarning umumiy ta'sirini topamiz:

$$\Sigma = \Delta_1 + 3 \Delta_{2,3,4} + \delta_5 + \delta_6 + \delta_7 + \delta_8. \quad (128)$$

O'rta kvadaratik xatolikka o'tamiz:

$$m^2 \Sigma = m_1^2 + 9 m_{2,3,4}^2 + m_5^2 + m_6^2 + m_7^2 + m_8^2. \quad (129)$$

Xamma xatoliklar teng ta'sir qiladi, deb faraz qilaylik, ya'ni

$$m_1 = m_2 = \dots = m_7 = m_8 = m$$

bo'lsin, unda

$$m_\Sigma^2 = 14m^2,$$

bundan:

$$m_\Sigma^2 = m\sqrt{14} = 3,7m$$

yoki

$$m = \frac{m_\Sigma}{3,7}. \quad (130)$$

Ma'lumki,  $M_S^2 = m_t^2 + m_u^2 (f_S^2 = t^2 + u^2)$ . Teng ta'sir qilish prinsipiga asosan yozamiz:

$$m_t = m_u.$$

Unda

$$m_t = m_u = \frac{M_S}{\sqrt{2}} \quad (131)$$

$$(\text{bo'yl. } t = \text{bo'yl. } u = \frac{f_S}{\sqrt{2}}).$$

Yo'lning bo'ylama xatoligi  $m_t$  dan oshmasligi kerak deb shart qo'yamiz.

Buning uchun manbalardan har birining ta'sir quyidagidan oshmasligi kerak:

$$m = \frac{m_t}{3,7}.$$

lekin,  $m_t = \frac{M_S}{\sqrt{2}}$ , shuning uchun  $m = \frac{M_S}{3,7\sqrt{2}} = \frac{M_S}{5,3}$ ,

ya'ni xatoliklarning chekli qiymati katta bo'lmasligi kerak:

$$\text{chek } \delta = \text{chek } \Delta = \frac{\text{chek.}f_S}{5,3}. \quad (132)$$

**Nisbiy xatolik**

$$\frac{\text{chek.}\delta}{L} = \frac{\text{chek.}\Delta}{L} = \frac{\text{chek.}f_S}{5,3L}$$

belgilaymiz (133)

$$\frac{chek.f_S}{L} = \frac{1}{T}$$

unda

$$Chek.\delta = chek.\Delta = \frac{L}{5,3T}. \quad (134)$$

bu formula bo'yicha yo'lning umumiy xatoligi dan oshmasligi kerak.

T uzunlikdagi o'lchash asbobi qo'yish chekli sistematik xatosi:

$$chekli \Delta l_{sis} = \frac{l}{5,3T} \text{ yoki nisbiy } chekli = \frac{\Delta l_{sis}}{l} = \frac{l}{5,3T}$$

Chekli tasodifiy:

$$chekli \delta l_{tasod} = \frac{l}{5,3T} \sqrt{n}, \quad (135)$$

bu yerda: n – o'lchash asbobini qo'yish soni.

Sistematik xatolar yig'indisi o'lchash asbobining qo'yilish soniga to'g'ri propartsional. O'lchash asbobining uzunligi  $l = 24m$ ;  $T = 25\ 000$ ; qo'yish soni  $n = 20$ .

4-klass poligonometriya uchun chekli sistematik va chekli tasodifiy xatolarni hisoblaymiz.

Yechish.

$$chekli \Delta l_{sis} = \frac{24000}{5.3 \cdot 25000} = 0.2mm.$$

$$chekli \Delta l_{tasod.} = \frac{24000}{5.3 \cdot 25000} \sqrt{20} = \pm 0.8 \text{ mm}$$

## 5.2. Alohida xatoliklar uchun yo'l qo'yish chekini hisoblash

Chekli sistematik va tasodifiy xatoliklar formulalaridan foydalanib har bir xatolikning yo'l qo'yish miqdorini hisoblash mumkin.

### 1.Komparirlash xatoligi

$$chekli \Delta l_{komp} \leq \frac{l}{5,3T}.$$

4-klass poligonometriyada 24 m invar sim bilan komparirlashda chekli komparirlash xatoligi  $\pm 0,20$  mm dan oshmasligi kerak.

## 2. Chiziqning osilish xatoligi

AB- o'lchanadigan tomon;

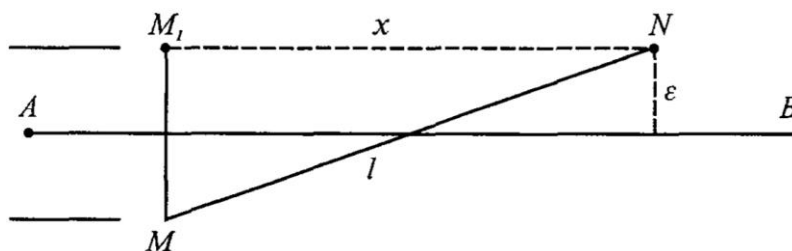
l-o'lchashsими;

$\varepsilon$  -o'lchash asbobining AB yo'nalishdan ogishi. MM<sub>1</sub>N uchburchakdan:

$$x^2 = l^2 - 4\varepsilon^2$$

Osilish xatoligi:

$$\Delta l_{osil.} = l - x = l - \sqrt{l^2 - \varepsilon^2} \quad (136)$$



5.2-rasm

$$\Delta l_{osil} = l - x = l - l \left( 1 - \frac{4\varepsilon^2}{l^2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (137)$$

Qavsdagi ifodani binominal qatorga yoyamiz:

$$\left( 1 - \frac{4\varepsilon^2}{l^2} \right)^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{4\varepsilon^2}{l^2} = \dots$$

Unda (2) ushbu ko'rinishni oladi:

$$\Delta l_{osil} = l - x = l - l \left( 1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{4\varepsilon^2}{l^2} \right) = l - l + \frac{1}{2} \cdot \frac{4\varepsilon^2 l}{l^2}$$

Yoki  $cheki \Delta l_{osil} \leq \frac{2\varepsilon^2}{l}.$  (138)

Bundan  $\varepsilon^2 = \frac{\Delta l \cdot l}{2}$  yoki  $\varepsilon = l \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta l}{l}}.$

Lekin  $\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{5.3T}$ , shuning uchun chekli  $\varepsilon \leq l \sqrt{\frac{1}{10.6T}}.$

4-klass poligonometriya uchun chekli  $\varepsilon = 4,5$  sm.

Misol. TSeliklarni osish truba kattalashtirishi  $20^x$  bo'lgan teodolit bilan bajarilgan. 500 m masofaga osilish chekli xatoligini toping.

Yechish. Chekli vizirlash xatoligi:

$$\frac{60''}{20} = 3'' ,$$

Chekli osilish xatoligi:

$$\text{chekli } \varepsilon = 50\,000 \text{ sm } \frac{3''}{\rho''} = 1 \text{ cm},$$

unda osilish xatoligi quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta l_{osil} \leq \frac{2\varepsilon^2}{l} = \frac{2 \cdot 100}{24000} = 0.01 \text{ mm}$$

### 3. Cho'zilish xatoligi

$$\text{chekli } \Delta l_{cho'zil} = \left( \frac{\sigma \cdot l}{P} + \frac{P^2 l^3}{12 F^3} \right) dF ,$$

bu yerda:  $\sigma = 0,00051$  mm-og'irlik ta'sirida sim uzunligi birligining cho'zilishi;

$P = 0,0173$  kg-bir metr simning og'irligi;

$F = 10$  kg simni cho'zilish kuchi.

$$\text{chekli } \Delta l_{cho'zil} = \left[ \frac{0.00051 \cdot 24000}{0.0173} + \frac{(0.0173)^2 \cdot 24000^3}{12 \cdot 10^3} \right] dF ,$$

$$\text{chekli } \Delta l_{cho'zil} = 1,04 dF \text{ (mm/kg)}.$$

4-klass poligonometriya uchun formulaga binoan:

$$\text{chekli } \Delta l_{cho'zil} = \frac{l}{5.3T} = \frac{24000}{5.3 \cdot 25000} = 0,2 \text{ mm } dF \text{ (mm/kg)},$$

bunda  $dF = 0,173$  kg.

Demak, 4-klass poligonometriya uchun simning cho'zilish aniqligi 173 g ga teng.

### 4. Shamolning ta'sir xatoligi

$$\Delta l_{shamol} = \frac{Q^2 l}{24 F^2} \tag{139}$$



bu yerda: Q -shamolning yo‘l qo‘yiladigan ta’sir kuchi.

Formulaga binoan: chekli  $\Delta l_{shamol} = \frac{l}{5.3T} = 0,2 \text{ mm}$ , unda shamol kuchining yo‘l qo‘yish miqdorini hisoblash mumkin:

$$Q = \sqrt{\frac{\Delta l \cdot 24 F^2}{l}} = \sqrt{\frac{0,2 \cdot 24 \cdot 10000^2}{24000}} = 140 \text{ g.}$$

Bunday kuch shamolning tezligi sekundiga 8 metr bo‘lganda paydo bo‘ladi. Demak, 4-klass poligonometriyada sim asboblari bilan tomonlarni o‘lchashda shamolning tezligi sekundiga 8 m dan oshmasligi kerak. Demak poligonometriyada sim asboblari bilan tomonlarni o‘lchashda shamolning tezligi sekundiga 8 m dan oshmasligi kerak.

### 5. Joyning egrilik xatoligi

MNN’ uchburchakdan (5.3-rasm):  $x^2 = l^2 - h^2$

Joyning egriligi uchun xatoligi

$$\Delta l_{egri} = l - x = l - \sqrt{l^2 - h^2} \quad (140)$$

yoki

$$\Delta l_{egri} = l - l \sqrt{1 - \frac{h^2}{l^2}} = l - l \left(1 - \frac{h^2}{l^2}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (141)$$

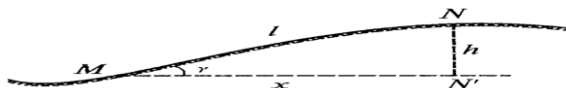
Ildiz ostidagi ifodani binar qatoriga yoyamiz:

$$\begin{aligned} \sqrt{l^2 - h^2} &= l \sqrt{1 - \frac{h^2}{l^2}} = l \left(1 - \frac{h^2}{l^2}\right)^{\frac{1}{2}} \\ \left(1 - \frac{h^2}{l^2}\right)^{\frac{1}{2}} &= 1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{h^2}{l^2} - \dots \end{aligned} \quad (142)$$

(140), (141) va (142) formulalarga asosan:

$$\Delta l_{egri} = l - x = l - l \left(1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{h^2}{l^2}\right) = l - l + \frac{1}{2} \cdot \frac{h^2}{l^2} l$$

yoki chekli  $\Delta l_{egri} = \frac{h^2}{2l}$ .



5.3-rasm

Formulani differensiallaymiz:

$$\text{chekli } dl_{\text{egri}} = \frac{2h}{2l} dh = \frac{h}{l} dh.$$

Qo'yilgan shartga asosan:

$$\text{chekli } dl_{\text{egri}} = \frac{h}{l} dh \leq \frac{l}{5,3T} \sqrt{n}.$$

Bundan:

$$dh = \frac{l^2}{h} \cdot \frac{\sqrt{n}}{5,3T}.$$

Bu formuladan ko'rinib to'ribdiki, nisbiy balandlik qanchalik katta bo'lsa, tseliklarni nivelirlashni shunchalik aniq bajarish kerak.

## 6. Temperatura ta'sirining xatoligi

$$\text{chekli } \Delta l_{\text{temt}} = \alpha l \text{ chek } \Delta t,$$

bu yerda:  $\alpha = 0,000012$  – po'latning chiziqli kengayish koeffitsiyenti;  $\Delta t$  – havo temperaturasini aniqlash xatoligi.

Qo'yilgan shartga asosan:

$$\text{chekli } \Delta l_{\text{temt}} = \pm 0,8 \text{ mm.}$$

Unda havo temperaturasini aniqlash xatoligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\text{chekli } \Delta t = \frac{\Delta l}{\alpha l} = \frac{0,8}{0,000012 \cdot 24000} = \pm 3^\circ.$$

## 7. Shtativlarning turg'un emaslik xatosi

Egilgan tekislikda tomonlarni o'lchashda tashqi muhitning ta'sirida shtativlarning siljishi paydo bo'ladi. Tomonlarni ikki yo'nalish bo'yicha o'lchashda bu xatoliklarning ta'sirini susaytirish mumkin.

## 8. O'lchashning o'z xatoligi

Bu xatolik lotapparat yordamida chiziqning oxirini to'g'rilash va shkalalar bo'yicha sanoq olish xatoliklaridan iborat.

Birinchisi nuqta ustida lotapparatni markazlashtirish xatoligiga bogʻliq, u 0,5 mm dan oshmasligi kerak. Sanoq olish xatoligi ham 0,5 mm dan oshmasligi kerak.

Demak, 
$$\Delta l_{o'lash} = 0.5\sqrt{2} = \pm 0.7 \text{ mm.}$$

Koʻrinib toʻribdiki, bu ikkita xatolik ham yoʻl qoʻyilgan chekdan oshib ketmaydi:

$$\text{chekli } \Delta l_{o'lash} = \pm 0,8 \text{ mm.}$$

### Tomon oʻlchashlarining natijasini hisoblash

Tomon oʻlchashlarining natijasini hisoblash dala oʻlchash materiallarini tekshirishdan boshlanadi.

1. Oʻlchash asbobining oʻrtacha temperaturasi hisoblanadi.
  2. Umumiy sektsiya boʻyicha va proletlar boʻyicha sanoqlarni tekshirish bajariladi (bazisni oʻlchash jurnalida).
  3. Reykaning qora va qizil tomonlari sanoqlari boʻyicha nisbiy balandlikni hisoblash tekshiriladi (bazis nivelirlash jurnalida).
- Jurnallarni hisoblashdan keyin yoʻl tomonlar uzunligini hisoblashga kirishiladi.

Tomonlar oʻlchash uzunligi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$S = n(l + \Delta l) + \sum_1^n (O - K)_{or} + \Delta S_t + \Delta S_h + \sum r + \Delta S_H + \Delta S_y,$$

bu erda:

$n(l + \Delta l) + \sum_1^n (O - K)_{or}$  -  $n$  prolet tomonining oʻlchangan qiymati;

$(l + \Delta l)$  - komparirlash temperaturasidagi oʻlchash asbobining uzunligi;

$\Delta S_1 = \alpha l (t_{ort} - t_n)$  - oʻlchash asbobining temperatura uchun tomon uzunligiga tuzatma;

$\alpha$  - oʻlchash asbobining chiziqli kengayish koeffitsiyenti;

$l$  - oʻlchash asbobining nominal uzunligi;

$t_{ort}$  va  $t_0$  - komparirlashda va tomonlarni o'lchashda o'lchash asbobining o'rtacha temperaturasi;

$\Delta S_H = \sum_1^n \Delta l_n$  - tomon uzunligini gorizontga keltirish tuzatmasi (qoldiq tomonlarni o'lchashni gorizontga keltirish tuzatmasini hisobga olmaganda);

$\Delta l_h = -\frac{h^2}{2l} - \frac{h^4}{8l^3}$  - tuzatmaning bu qiymatini  $l$  va  $h$  miqdorlar bo'yicha jadvaldan olish mumkin.

$\sum r$  - qoldiqlar uzunligi yig'indisi:

$$r = r' + \Delta r + \Delta r_t + \Delta r_h,$$

bu erda:  $r'$  - qoldiqning o'lchangan qiymati;

$\Delta r = \frac{\Delta l}{l} \cdot r'$  - o'lchash asbobining komparirlash uchun tuzatma;

$l$  - qoldiq o'lchash asbobining nominal uzunligi;

$\Delta l$  - o'lchash asbobining hamma uzunligiga komparirlash tuzatmasi (o'lchash asbobini tenglashtirishdan olinadi);

$\Delta r_t = \alpha(t - t_0)r'$  - temperatura uchun qoldiq qatuzatma;

$\Delta r_h = -\frac{h^2}{2r'} - \frac{h^4}{8r'^3}$  - o'lchangan qoldiq uzunligini gorizontga keltirish tuzatmasi.

$h$ - qoldiq oxiri balandliklari farqi.

Yuqoridagi sanab o'tilgan tuzatmalarni kiritilgandan keyin gorizontga keltirilgan  $S'$  tomonning uzunligi topiladi:

$$S' = n(l + \Delta l) + \sum_1^n (O - K)_{ort} + \Delta S_t + \Delta S_h + \sum r.$$

$S$  tomonning oxirgi uzunligini topish uchun quyidagi xatoliklarni kiritish zarur:

1. Tomonni dengiz sathiga keltirish uchun tuzatma:

$$\Delta S_H = \frac{H_m}{R} S',$$

bu yerda:  $H_m$ -o'lchangan tomonning dengiz sathidan o'rtacha balandligi (kartadan olinadi);

$R \approx 6371$  km -yer ellipsoidi sirti egriligi o'rtacha radiusi:

Dengiz sathidan baland bo'lgan joylarda  $\Delta S_H$  tuzatma manfiy bo'ladi.

2. Tomon uzunligini Gauss-Kryuger proeksiya tekisligiga keltirish uchun tuzatma:

$$\Delta S_y = \frac{y_m^2}{2R^2} S',$$

bu yerda:  $y_m = \frac{y_1 + y_2}{2}$  - o'q meridian tomonning o'rtacha balandligi (kartadan olinadi).

Tuzatma  $\Delta S_y$  doimo musbat. Gauss-Kryuger proeksiya tekisligida o'lchangan tomon uzunligi qiymati ellipsoidda o'lchangan qiymatdan katta.

### 5.3. Optik dal'nomerlar bilan masofa o'lchash.

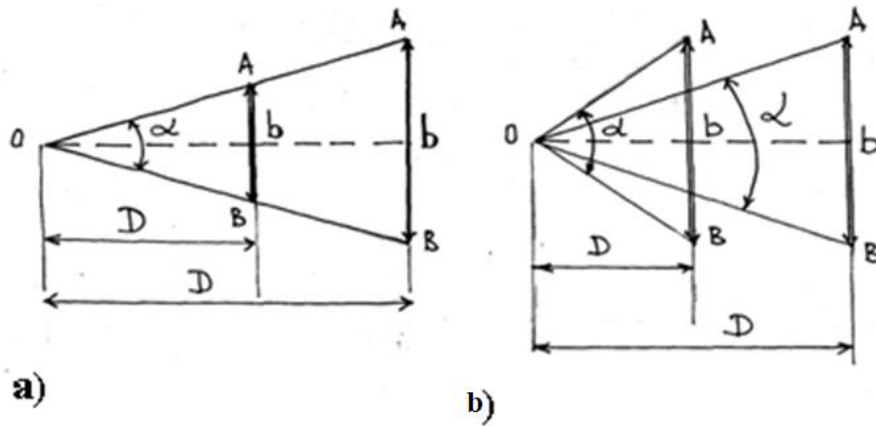
Poligonometriyada masofani aniq o'lchaydigan bazis asboblari deb ataladigan БП-1, БП -2 va БП -3 asboblari, svetodal'nomerlar va optik dal'nomerlar ishlatiladi.

Ishlatishdan oldin masofa o'lchash asboblari tekshirilishi, ya'ni uzunligi ma'lum bo'lgan maxsus asbobga - *komparatorga* taqqoslanishi kerak. Komparatorlar maxsus laboratoriyalarda bo'ladi. Po'lat lentalar qattiq yog'ochdan yasalgan tekis to'sin ko'rinishidagi va ikkala uchiga shkalalar qilingan komparator yordamida tekshirilishi mumkin. Bunda po'lat lenta komparator ustiga qo'yilib, uzunligi aniqlanadi, bunga *komparirlash* deyiladi.

Masofani optik dal'nomerlar bilan o'lchash teng tomonli uchburchakning qisqa tomoni bilan shu tomon qarshisidagi burchak  $\alpha$  ning o'zaro bog'liqligi teoremasiga asoslangan, 6.a-shakldan ko'rinishicha, burchak o'zgarmas bo'lganda masofa uzaygan sari  $AOV$  uchburchakning qisqa tomoni  $AV$ , ya'ni bazis  $b$  ham uzayadi; bazis  $b$  o'zgarmas bo'lganda masofa uzaygan sari  $\alpha$  burchak kichrayadi, uni 6.b-shakldan ko'rish mumkin. Shu shakllardagi masofa quyidagiga teng:

$$D = \frac{b}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}. \quad (143)$$

(1) formuladagi bazis  $b$  yoki burchak  $\alpha$  o'zgaras bo'lib, ulardan biri bevosita o'lchanadi. Shunga ko'ra optik dal'nomerlar *o'zgaras burchaklar* va *o'zgaras bazisli* dal'nomerlarga bo'linadi.



5.4-rasm

Optik dal'nomer bilan masofa o'lchashga oid:

$a$  – o'zgaras burchakli dal'nomerlarga oid;

$b$  – o'zgaras bazisli dal'nomerlarga oid.

O'zgaras burchakli dal'nomerlar yordamida teng tomonli uchburchakning kichik tomoni  $b$  (bazis) o'lchanadi,  $\alpha$  burchak esa o'zgaras bo'ladi. (143) formulada o'rniga koeffitsiyent  $K$  ni qo'ysak, formula quyidagi ko'rinishga kiradi:

$$D = K \cdot b. \quad (144)$$

(144) formuladagi  $K$  o'zgaras koeffitsiyent bo'lib, dal'nomer koeffitsiyenti deb ataladi.

O'zgaras bazisli dal'nomerlar yordamida parallaktik burchak deb ataladigan  $\alpha$  burchak o'lchanadi, o'zgaras bazis  $b$  ning uzunligi reykada maxsus ravishda belgilab qo'yiladi. Masofani o'zgaras bazisli Dal'nomer bilan o'lchash natijalari quyidagi formula bo'yicha hisoblab chiqariladi:

$$D = \frac{b}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}. \quad (145)$$

(145) formuladagi paralaktik burchak  $a$  juda kichik bo'lib,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\alpha}{2\mathcal{P}''}$$

ga teng. Bunda (3) formula

$$D = \frac{b}{2\alpha} \mathcal{P}'' \quad (146)$$

bo'ladi. (146) formuladagi  $b$  va  $\mathcal{P}''$  — o'zgarmas koeffitsiyentdir, uni  $k$  bilan belgilasak, formula quyidagi ko'rinishga kiradi:

$$D = \frac{k}{\alpha} . \quad (147)$$

Optik dal'nomerlarda bazis  $b$  vazifasini reyka bajaradi. Masofani dal'nomerlar bilan o'lchashda reykaning gorizontol yoki vertikal holatda o'rnatish mumkin. Shunga ko'ra optik dal'nomerlar gorizontol va vertikal reykali dal'nomerlarga bo'linadi. Bundan tashqari bazis joylanishiga karab: 1) Ichki bazisli;

2) Tashqi bazisli; (o'lchanayotgan tomonning ikkinchi nuqtasiga bazis qo'yiladi) dal'nomerlarga bo'linadi.

Optik dal'nomerlarda doimiy parallaktik burchakli va reykadan sanoq olish uchun iplar setkasidan foydalanilsa ipli dal'nomer deyiladi.

Sanoq olish uchun maxsus moslama ishlatilsa bunday dal'nomerlar ikki tasvirli optik dal'nomerlar deyiladi.

### **Optik dal'nomerlar klassifikatsiyasi.**

Ikki tasvirli optik dal'nomerlar masofa o'lchash aniqligi bo'yicha:

- pastaniqlikdagi (masofani 1:500 nisbiy xatolikda o'lchaydi.)
- o'rta aniq (masofani 1:1000 dan 1:2000 nisbiy xatolikda o'lchaydi.)
- aniq (masofani 1:5000 nisbiy xatolikda o'lchaydi.)

Ikki tasvirli quyidagi optik dal'nomerlar ishlab chiqarilgan:  $DN- 8$ ,  $DNR - 5$ ,  $D - 2$ ,  $OTD$  va boshqalar.

### **5.4. Optik dal'nomerlarda masofa o'lchashda xatolar manbaii.**

#### **Dal'nomer xatosi:**

- 1) Doimiy qiymatlar xatosi;

2) Dal'nomer koeffitsenti va doimiy qiymatlar parallaktik burchak xatolari;

3) Masofani aniq reduksirlamaslikdan kelib chiqadigan xatolik.

#### **Dal'nomer reykasining xatosi:**

1) O'lchanayotgan masofaga reykaning (bazisni) perpendikulyar urnatmaslik xatosi;

2) O'lchanayotgan masofaga reykaning simmetrik urnatmaslik xatosi;

3) Reykalar bo'lim qiymatining xatosi;

4) Temperatura xatosi.

#### **Shaxsiy xatolar:**

1) Kuztuvchining tasodifiy xatosi;

2) Kuzatuvchining sistemik xatosi;

#### **Tashqi muxit ta'sirining xatosi:**

1) Tasvirning (reykaning) tebranishi;

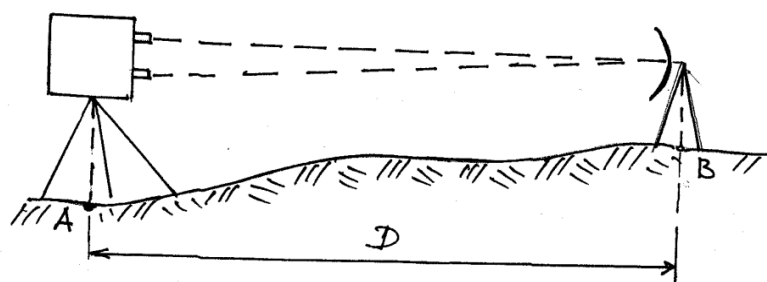
2) Refraksiya (vertikal va yon refraksiyasi)

### **5.5. Svetodal'nomerlar bilan masofa o'lchash.**

#### **Svetodal'nomer va radiodal'nomerlar**

Svetodal'nomer va radiodal'nomerlar ikki nuqta orasidagi masofani o'lchashda elektromagnit to'liqlarining shu nuqtalar orasida tarqalish vaqtini aniqlashga asoslangan. Masalan,  $A$  va  $B$  nuqtalar oralig'ini ( $D$  masofani) o'lchash uchun  $A$  nuqtaga Dal'nomer,  $B$  nuqtaga elektromagnit to'liqlarini qaytaruvchi asbob o'rnatiladi (7-shakl). Dal'nomerdan chiqqan elektromagnit nurlar nur qaytargichlar aks etib, dal'nomerning qabul qilish moslamasiga qaytib keladi. Nurlarning dal'nomerdan nur qaytargichga yetib borgan va undan aks etib dal'nomerning qabul qilish moslamasiga qaytgan vaqti  $t$  ni hisoblab topgach,  $A$  va  $B$  nuqtalar orasidagi masofani quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin:





5.5- rasm.Svetodal'nomer, radiodal'nomer yordamida masofani o'lchash.

$$D = \sqrt{\frac{vt}{2}} \quad (148)$$

bu yerda  $v$  – elektromag to'qlinlarining atmosferada tarqalish tezligi.

Nur qaytargich ikki xil bo'lishi mumkin:

1) Dal'nomerdan chiqqan elektromagnit to'qlinlarini qabul qilib olib, chastotasi yoki amplitudasini o'zgartirib qaytaradigan asbob; bunday asbob *aktiv qaytargich* deb ataladi va radiodal'nomerlarda qo'llaniladi;

2) Dal'nomerdan chiqqan elektromagnit to'qlinlarini o'zgartirmasdan qaytaradigan asbob; bu asbob *passiv qaytargich* deb ataladi va barcha svetodal'nomerlarda ishlatiladi.

Passiv nur qaytargichlar prizma va linzalardan (yoki prizma va linza birikmalaridan) tayyorlanadi.

Elektromagnit to'qlinlarining tarqalish tezligi  $v$  impulsli yoki fazali metodda o'lchanishi mumkin. Impulsli metodda elektromagnit to'qlinlarining tarqalish tezligi bevosita o'lchanadi, fazali metodda esa Dal'nomerdan chiqqan nur qaytargichdan aks etib qaytgan elektromagnit to'qlinlarining farqi o'lchanadi va elektromagnit nurining tarqalish tezligi shu farqdan foydalanib aniqlanadi. Shunga yarasha dal'nomerlar impulsli va fazali dal'nomerlarga bo'linadi.

Elektromagnit to'qlinlarining tarqalish tezligini impulsli metodda bevosita o'lchash aniqligi fazali metodda bevosita o'lchash aniqligidan kamroqdir. SHuning uchun hozirgi vaqtda qo'llanilayotgan svetodal'nomer va radiodal'nomerlarning ishi fazali metodda asoslangan, bu dal'nomerlarning bir-biridan farqi sho'qi, svetodal'nomerlarda

elekgromagnit nur (to'liqlar sifatida yorug'lnk nuridan, radiodal'nomerlarda esa turli diapazondagi radioto'liqlardan foydalaniladi. Birinchi dala geodezik fazali svetodal'nomeri *SBB* - 1, Mudofaa vazirligiga qarashli 29 - ITI (ilmiy tadqiqot instituti) xodimlari V.L. Vasilev, B.A. Velichko va B.B. Golosov tomonlaridan 1953 yili ishlab chiqildi.

1956 yil MIIGAIK xodimlari B.M. Nazarov, A.A. Genike, B.A. Larin va boshqalar ishtirokida katta *EOD* - 1 svetodal'nomeri ishlab chiqildi va hayotga tadbiq etildi. Bu svetodal'nomer 1 klass triangulyatsiya va poligonometriyasi o'lchash ishlarida qo'llanildi.

*MIIGAIK* olimlari B.D. Bolshakov va I.A. Demushkinalar topografik ishlarida qo'llaniladigan CT svetodal'nomerlarini yaratish ustida olib borgan ishlarini ham alohida ta'kidlab o'tish zarur deb o'ylaymiz.

1970 yillarni boshida Ural optiko - mexanik zavodida (*UOMZ*, Yekaterinburg sh.) A.I. Zaharov, A.A. Bednyagin, F.B. Rasomako va boshqa xodimlar injenerlar ishtirokida ishlab chiqarishda keng qo'llanilgan 2sm - 2 svetodal'nomeri yaratildi, bu svetodal'nomer yordamida 0,2 metrdan 2 kilometr gacha masofani  $\pm 20$  mm o'rta kvadratik xato bilan o'lchash mumkin bo'lgan. *UOMZ*da 1980 yillarda yaratilgan 2sm - 10 svetodal'nomeri hozirgi kunlarda ham ishlab chiqarishda ishlatilib kelmoqda. Bu svetodal'nomer yordamida 10 km gacha bo'lgan masofani o'lchash imkoniyati bo'lib, masofa o'lchash aniqligi  $5 \text{ mm} + 3 \text{ mm / km}$  ni tashqil etadi. *UOMZ* svetodal'nomerlarini o'zini alohida yoki 2T, 3T teodolitlarga o'rnatib ishlatish mumkin.

1972 yildan boshlab elektron sanoati yuqori unumli impulsi lazerlarni ishlab chiqarishni, o'zlashtirish natijasida kvantli (impulsi) Dal'nomer asboblarini yaratish ustida tadqiqotlar boshlandi.

1986 yili "Polyus" (Moskva) ilmiy tekshirish institutida 10 km masofani 0,5 m aniqlikda o'lchash imkoniyatiga ega bo'lgan og'irligi 2,5 kg kvantli topografik KTD - 2 Dal'nomeri yaratildi.

Ktd - 2 binokl shaklida ishlab chiqilgan, uni yordamida masofa o'lchashini qo'ldan, shtativga, yoki T2 optik teodolitining kolonkasiga o'rnatish orqali ham

bajarilishi mumkin. Bu asbobning afzallik tomoni shundaki uning yordamida noqulay metosharoitlar va maxsus optik qaytargichlarsiz har qanday harakatlanuvchi va harakatlanmaydigan obg'ektlar nuqtasining holatini darhol aniqlash imkoniyatiga ega ekanligidadir.

1980 yillardan boshlab Leica Geosystems firmasining AG wild DI 3000 (3 mm ± 3 mm/km) impulsli svetoDal'nomeri va ularning modifikatsiyalari elektron teodolitlarda nasadka sifatida keng qo'llanila boshlandi.

Hozirgi kungacha Rossiyada va boshqa mamlakatlarda 80-yillar ohiri va 90-yillar boshida ishlab chiqarilgan – Mekometr ME 5000 (Leica AG; 0,2 mm ± 0,2 mm / km) eng aniq svetoDal'nomeri qo'llanib kelinmoqda. Sokkia firmasining *MINI* Metr MM 30/30R (3 mm ± 50 mm/km) va *DISTO* memo/Basis (Leica Geosystems AG, ± 5 mm) lazerli ruletkalari ishlab chiqarishga tadbiiq etilmoqda.

#### **CT-5 "Blesk" Svetodal'nomeri**

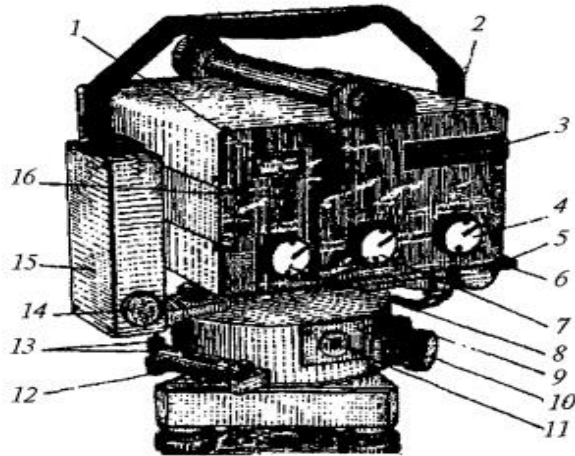
CT-5 Svetodal'nomeri mamlakatimizda ko'p qo'llaniladigan asosiy topografik Svetodal'nomer hisoblanadi (5.4-rasm). U 5 km gacha bo'lgan masofani bitta usulda quyidagi o'rta kvadratik xato bilan o'lchashga mo'ljallangan:

$$m_D \leq 10\text{mm} + 5 \cdot 10^{-6} D,$$

bu erda:  $D$ - o'lchanadigan masofa.

Svetodal'nomer shifridagi T harfi topografik plan olishda va geodezik plan olish to'rlarini barpo qilishdagi masofani o'lchash uchun mo'ljallangan topografik svetoDal'nomer ekanligini, 5 raqami esa masofa o'lchash chekini kmda kursatadi.

Svetodal'nomerni mustaqil asbob sifatida ishlatish mumkin yoki uni 2T, 3T teodolitlari ustiga o'rnatib birdaniga masofa va burchakni o'lchash uchun ham ishlatish mumkin. Svetodal'nomerning og'irligi uning asosi bilan 4,5 kg (asossiz 3,8 kg). Svetodal'nomer tarkibiga qaytargich (6 -prizmalı, 1-prizmalı), tok manbai, zaryadlash qurilmalari va anjomlar kiradi. 3 km dan uzoq masofani o'lchash uchun qaytargichdagi prizmalar soni 12 yoki 18 tagacha tashqil qilishi kerak.



5.6-rasm

Svetodal'nomerda masofani o'lchashning impuls usuli vaqtiy intervaliga aylantirishdan foydalaniladi. O'lchash ikki chastotali yoritish impulslarini qo'llash orqali amalga oshiriladi:

$f_1 = 14985,5$  kGs va  $f_2 = 149,855$  kGs. Nurlatish manbai nurlanish to'liqini uzunligi 0,86 mkml yarim o'tkazgichli lazer diod hisoblanadi, qabul qilish qurilmasi (priyomnik)niki - fotoelektron umnojitel. Ish boshlashdan oldin asbobni tashqi kuzatiladi va uni tekshiriladi. Asbobni tashqi kuzatishda uning mexaniq shikastlanmaganligiga ishonch hosil qilish kerak, asbob detallarining va boshqarish ushlagichlarning saqlanganligi, ularning aniq va silliq aylanishi, shkalalar tasvirining aniq ko'rinishi, strelka asboblari va sanoq tablolarining ishga yaroqliligi tekshiriladi. CT-5 Svetodal'nomerini akkumulyatorga ulash o'tkazgich 4"Vqkl" rejimida turganda amalga oshiriladi. Svetodal'nomerning akkumulyatorga ulanganligini sanoq 3 tablodagi verguldan keyin uchta nol yonishi bo'yicha bilish mumkin.

### CT-5 Svetodal'nomerini tekshirish

1. Akkumulyator batareykalari kuchlanishi to'liq ta'minlangan bo'lishi kerak.

O'tkazgich 7 va 4"Kontr" va "Svet" holatiga qo'yiladi. Agar strelka 1 kursatkichi 60 mkA dan yuqori qiymatni kursatsa, akkumulyator batareykalarining kuchlanishi to'liq ta'minlangan hisoblanadi. Zummer 14 uzilgan signali akkumulyator batareykalari kuchlanishining kamligini

kursatadi.

2. Tablodagi tekshirish sanog'i pasport bo'yicha qiymatga mos kelishi kerak.

Bu shartni tekshirish uchun Svetodal'nomer obhektiviga tekshirish sanog'i bloki kiygiziladi. Svetodal'nomer o'tkazgich 7 va 4 bilan mos ravishda "Tochno" va "Svet" holatiga o'tkaziladi. Ushlagich 16 bilan signalni o'rtacha (50) holatga qo'yiladi. Bunda tekshirish sanog'i qiymati asbob pasportida kursatilgan qiymatga mos kelishi kerak yoki 3 mm bo'lmagan qiymatga farq qilishi kerak.

Bu shart bajarilmasa, talab qilingan tekshirish sanog'ini o'tkazgich 16 ni aylantirish bilan o'rnatish mumkin yoki o'lchangan uzunlik qiymatiga tuzatma kiritiladi:

$$R = O_p - O_v$$

Bu erda:  $O_p$ - asbob pasporti bo'yicha sanoq;

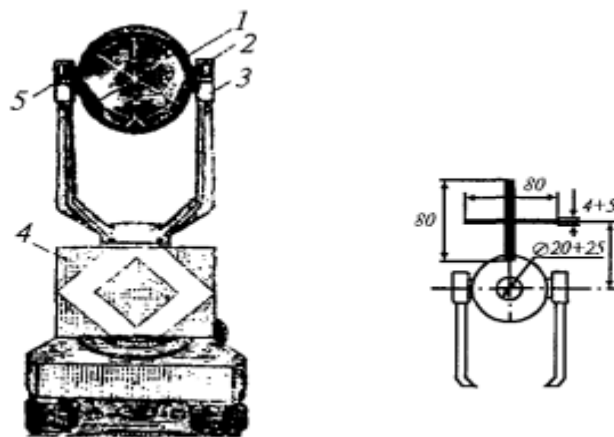
$O_v$  - tekshirish sanog'i.

3. Tablo indikatorlari "Svet" va "Tochno" rejimida tablo 3 ning hamma indikatorlarda 8 raqami yonishi kerak.

4. Kvarsli generatorning arallel re o'lchaydigan sxemasi normal ishlashi kerak. "Svet" va "Kontrolg" rejimida tablo 3 bo'yicha bir nechta sanoq olinadi. Har bir olingan sanoq oldingisidan 5 birlikdan ara bo'lmagan qiymatga farq qilishi kerak.

5. Qarash trubasining vizir o'qi modullashgan nurlanish yo'nalishiga arallel bo'lishi kerak.

Bu tekshirishni bajarish uchun karton yoki qattiq qog'ozdan 1-rasmda kursatilgandek marka tayyorlanadi.



5.7-rasm

U bitta prizmalı qaytargichga oʻrnatiladi. Uni Svetodal'nomerdan 100 - 150 m masofaga oʻrnatib, uni "Navedenie" rejimida qaytargichga maksimum signal boʻyicha qaratiladi va qarash trubasining 17 toʻr iplari aylanasi markazining markaning kesishtirishidan qanchalik ogʻanligi baholanadi. Xatolik himoya kalpachogining ichida turgan toʻr iplarini toʻgʻrilash vintlari yordamida markaning kesishishini toʻr iplari aylanasi markaziga keltirish bilan tuzatiladi. Svetodal'nomer CT-5 bilan oʻlchashni bajarishdan oldin Svetodal'nomer va qaytargichning optik markazlashtirgichining toʻgʻri ishlashiga ishonch hosil qilish kerak. Ular ikkita asosiy shartga amal qilishi kerak: silindrik adilak 13 oʻqi vertikal perpendikular boʻlishi kerak; optik markazlashtirish vizir oʻqi uning vertikal oʻqi bilan ustma-ust tushishi kerak. Bu shartlarnitekshirish va tadqiq qilish optik teodolitlarda qanday bajarilsa bu erda ham xuddi shunday bajariladi.

Yuqoridagi tekshirishlardan tashqari Svetodal'nomer metrologik attestatsiya ham qilinadi. Attestatsiya natijasida kvarsli generator chastotalarining nominal qiymatdan ogʻanligi qiymati, tok kuchlanishining oʻzgarishida tekshirish sanogʻining oʻzgarishi, davriy xatoliklar, bitta usulda masofani oʻlchashdagi oʻrta kvadratik xatoliklar aniqlanadi.

Dala sharoitida metrologik attestatsiya uzunligi yuqori aniqlikda oʻlchangan va davriy tekshirib toʻriladigan dala komparotorlarida aniqlanadi. Metrologik attestatsiya tartibi "Texnicheskoe opisanie i instruktsiya po ekspluatatsii ST-5" da batafsil yozilgan.

## **ST-5 Svetodal'nomer bilan tomonlarni o'lchash tartibi**

1. Tomonning boshlang'ich nuqtasiga Svetodal'nomer oxirgi nuqtaga - qaytargich o'rnatiladi. Ularni punkt markazi ustiga ish holatiga keltiriladi(markazlashtiriladi va nivelirlanadi) va o'zaro orientirlanadi (Svetodal'nomer qarash trubasi qaytargichga, qaytargich Svetodal'nomerga qaratiladi).

2. Svetodal'nomer tokka ulanadi va qizdiriladi.

3. Tokning kuchlanishi tekshiriladi va asbobni ekspluatatsiya qilish bo'yicha qo'llanmada kursatilgan texnik talablarga asosan tekshirish ishlari bajariladi.

4. Svetodal'nomer "Navedenie" rejimiga qo'yiladi.

Buning uchun o'tkazgich 7 "Tochno" holatiga va 4 "Navedenie" holatiga qo'yiladi. Ushlagich 8 "Signal" soat strelkasi bo'yicha oxirigacha buraladi: quyoshli obihavoda fonli shovqini yuqori bo'lganda va havoning yuqori haroratida asbob strelkasining kursatishi 20 mkA dan oshmasligi kerak. Svetodal'nomer orientatsiyasini yo'naltiruvchi vintlar yordamida gorizontal va vertikal o'zgartirib, signal olishga erishiladi. Signalning borligi tovush yoki asbob 1strelkasining shkala bo'yicha o'ngga og'ishidan bilinadi.

Svetodal'nomer maksimum signal bo'yicha yo'naltiriladi. Bir vaqtda signal darajasi 8 ushlagich ish zonasining o'rtasida bo'lishi kerak.

5. O'tkazgich 4"Schet" holatiga qo'yiladi va tablo indikatorining yonishi kuzatiladi (kerakli paytda ushlagich 8 bilan "Signal" signal darajasi to'g'rilanadi). "Tochno" rejimida o'lchanadigan masofaning uchta sanog'i olinadi va maxsus jurnalga yoziladi. Jurnalga yana Svetodal'nomer turgan joyning meteo ma'lumotlari - havoning temperaturasi va atmosfera bosimi ham yoziladi:

Uzun masofani o'lchaganda yoki qiyalik ancha baland bo'lganda tomon oxiri meteo ma'lumotlari Svetodal'nomer va qaytargich turgan joylarda ham aniqlanadi.

Bu jarayondan keyin yana uch marta qaytargichga Svetodal'nomer yo'naltiriladi va har doim "Tochno" rejimida uchta sanoq olinadi. 400

metrgacha masofani o'lchashda Svetodal'nomer obhektiviga attenyuator kiygiziladi.

O'lchash tugagandan keyin o'tkazgich 7 "Kontr" holatiga qo'yiladi va tablo bo'yicha tuzatma koefitsiyentini aniqlash uchun sanoq olinadi.

Qo'pol o'lchashlar o'tkazgichning 7 "Grubo" va o'tkazgich 4 ning "Schet" holatlarida amalga oshiriladi. O'lchash tugagandan keyin Svetodal'nomer o'chiriladi (o'tkazgich 4 - "Vqkl").

Punktlar orasidagi masofa ushbu formula bilan o'lchanadi:

$$D_H = D_{ak} + D_{ak}(K_n + K_f) 10^{-5} + \Delta D_y,$$

bu yerda:  $D_{ak}$  - "Tochno" rejimida sanoqlarning o'rta arifmetik qiymati;  $K_n$  - atmosfera kursatkichi o'zgarishini hisobga oladigan tuzatmalar koefitsiyenti;  $K_f$  - kvarsli generotor chastotasi temperaturasi o'zgarishini hisobga oladigan tuzatmalar koefitsiyenti;  $\Delta D_y$  - davriy xatoliklar tuzatmasi.

Koeffitsiyent  $K_n$  ning qiymati nomogramma bo'yicha yoki dalnomer pasportida kursatilgan jadval bo'yicha havo temperaturasi va atmosfera bosimi o'lchangan qiymatini hisobga olib aniqlanadi. Koeffitsiyent  $K_f$  va tuzatma  $\Delta D_y$  Svetodal'nomer pasportida berilgan grafik bo'yicha aniqlanadi.

O'lchanadigan tomon S ning gorizontal quyilishi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$S = D_H + \cos v,$$

bu erda:  $v$  - asbob vizir o'qining egilish burchagi.

Agar tomonning boshlang'ich va oxirgi nuqtalari orasidagi nisbiy balandlik ma'lum bo'lsa:

$$S = D_{ak} + \delta S_y,$$

bu yerda :

$$\delta S_y = -\frac{h^2}{2D_{ak}}.$$



## **Svetodal'nomerlar klassifikatsiyasi.**

1973 yilgacha xama svetodal'nomerlar aniqligi bo'yicha shartli ravishda katta, o'rta va kichik svetodal'nomerlarga bo'lingan.

- Katta svetodal'nomerlarga 25 – 30 km gacha bo'lgan masofani 1:30000 dan kam bo'lmagshan o'rta kvadratik nisbiy xatolikda o'lchaydigan svetodal'nomerlar kiradi. Ular bilan 1-2 klass triangulyatsiyada bazis uzunligini va poligonometriyada tomon uzunliklari o'lchangan.

- O'rta svetodal'nomerlarda 10-12 km masofani 1:50000 - 1:100000 aniqlikda o'lchaydi. Ular bilan 3 va 4 klass triangulyatsiya va poligonometriyada ishlatilgan.

- Kichik svetodal'nomerlarga (yoki topografik svetodal'nomerlar) 2-3 km masofani 1:25000 aniqlikda o'lchaydi. Ular bilan 4 klass, 1 va 2 razryad poligonometriyada tomon uzunligini o'lchashda ishlatilgan.

Quyidagi svetodal'nomerlar ishlab chiqarilgan:

Katta – *EOD*, *Kvarts*, *CG- 3*

O'rta – *CBB- 1*, *GD – 3K*

Kichik – *CT-65*, *TD-2*, *Kristall*, *KDG- 3 (CM- 3)*

1973 yildan yangi GOST bo'yicha svetodal'nomerlar:

1) Yuqori aniq;

2) Aniq;

3) O'rta aniq ;

guruxlarga bo'lingan.

Bu GOST bo'yicha quyidagi svetodal'nomerlar ishlab chiqarilgan:

Yuqori aniq; - *CB-6* va *CM-02*

Aniq; - *CM-2*

O'rta aniq ; - *CM- 5*

## **6-bob. Poligonometriyada burchak o'lchash.**

### **6.1. Teodalitlar klassifikatsiyasi. T2 teodoliti**

Teodolitlar 10529-70 GOST (Teodolitlar. Turlari. Asosiy parametrlari va texnik talablar.) bo'yicha optik teodolitlar burchak o'lchash aniqligi bo'yicha uch guruxga bo'linadi:

1) Yuqori aniq (gorizontal burchakni 0.5" dan 1" gacha o'rta kvadratik xatolikda o'lchaydi.)

2) aniq (gorizontal burchakni 2" dan 7" gacha o'rta kvadratik xatolikda o'lchaydi.)

3) texnik (gorizontal burchakni 10" dan 30" gacha o'rta kvadratik xatolikda o'lchaydi.)

Bu GOST bo'yicha quyidagi teodolitlar ishlab chiqarilgan. Yuqori aniq teodolitlar - T05 va T1, aniq teodolitlar - T2 va T5 (TB-1), texnik teodolitlar - T15 va T30.

Yangi 10529-79 GOST bo'yicha T1, T2, T5, T15, T30, T60 To'rdagi teodolitlar ishlab chiqarilgan.

Bundan tashqari chet elda ishlab chikrilgan teodolitlar Theo 010, Theo 010A, Te-B1 ikki sekundli, Theo 020, Theo 020A besh sekundli, Te-D2, Te-D4 foydalanish mumkin.

4 klass polgonometriyada burchak o'lchash aniqligi ikki sekundli, 1 razryad poligonometriyada besh sekundli, 2 razryad poligonometriyada un sekundli teodolitlardan foydalanish mumkin.

Xozirgi paytga kelib Rossiyada ishlab chiqarilgan 2T2, 2T2A, 2T5, T5K, 2T5K, 2T5KP, 2T30KP

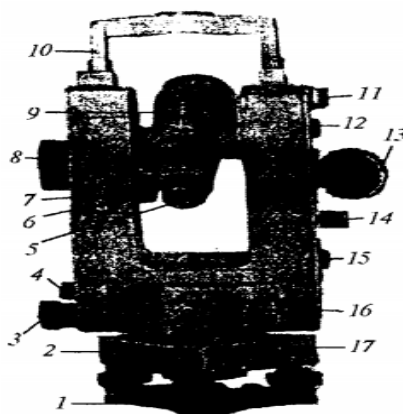
#### **T2 teodoliti**

T2 teodoliti optik mikrometrli va optik markazlashtirgichli optik teodolit hisoblanadi.

Asbob ternir uchburchakli 1 plastinka va kotirish vinti yordamida 2 taglikka o'rnatilgan. Asbob taglikning vtulkasiga kiradi va 17 qotirish vinti bilan mahkamlanadi (1-rasm).

Teodolitning qarash trubasi ichidan fokuslanadi. Uning kattalashtirishi  $25^x$ , obhektivning fokus masofasi 250 mm.

Teodolit limbi 20' ga bo'lingan  $0^\circ$  dan  $360^\circ$  gacha graduslangan shisha gorizont va vertikal burchak o'lchash doirasiga ega. Gorizont doiraning diametri 90 mm, vertikalniki - 65 mm.



6.1- rasm

Gorizont doiraning alidadasi qotirish vinti 4 va yo'naltiruvchi vinti 3 ga ega.

Qarash trubasi 5 okulyari to'r iplarini fokuslash uchun halqaga ega. Qarash trubasi yenida okulyar bilan birga 6 sanoq mikroskopi okulyar trubkasi joylashgan. Unda gorizont va vertikal doira tasviri qarash maydonini 7 ni aylantirish orqali o'zgartirish mumkin.

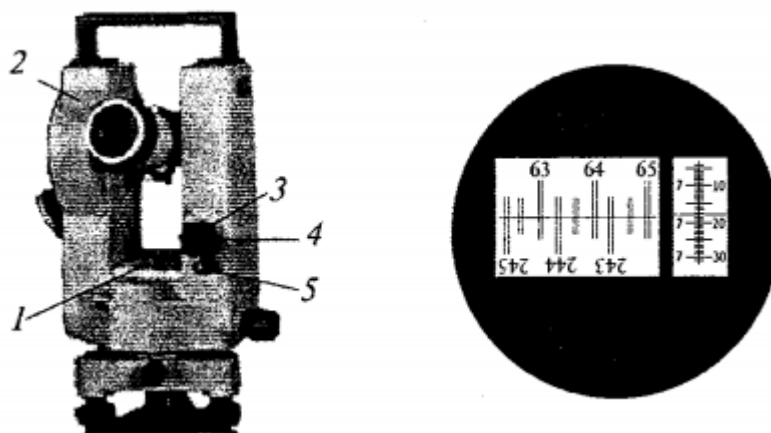
O'sha tomonda 8 mikrometri burash qurilmasi joylashgan. Trubani vizir nishoniga taxminiy yo'naltirish uchun trubaning tagida va tepasida 9 vizirlar joylashgan.

Ushlagich 10ning o'rniga vizir markasini yoki bussolni o'rnatish mumkin. U teodolitni olib yurish uchun ham xizmat qiladi.

Vertikal doira adilak pufagining chetlari tasviri 11prizma-lupaga uzatiladi. Adilak pufagi chetlarini kesishtirish 14 adilakning qo'yish vinti orqali keltiriladi. Adilak 12 oyna orqali yoritiladi. Sanoq mikroskopi qarash maydonini yoritish

uchun 13 aylanadigan yoritish oynasi xizmat qiladi. U gorizontaal va vertikal doira tasvirini ham yoritish uchun xizmat qiladi.

Teodolitni nuqtaga markazlashtirish uchun optik markazlashtirgich 15 dan foydalaniladi. Gorizontaal doiraning sanoqlarini almashtirish ushlagich 16 yordamida bajariladi. Gorizontaal doirani kerakli burchakka aylantirish uchun ushlagichni ozgina bosib, keyin uni kerakli sanoq ko‘ringuncha aylantiriladi.



6.2 - rasm

3-rasmda 21 qotirish vinti va 20 qarash trubasini yo‘naltiruvchi vintlari kursatilgan. Asbob aylanish o‘qini shovun chizig‘iga keltirish uchun 18 tsilindrik adilak gorizontaal aylana alidadasi korpusiga joylashtirilgan.

Qarash trubasini predmet bo‘yicha fokuslash dioptr halqasi yordamida amalga oshiriladi.

Sanoq olish mikroskopining ko‘rish maydonida ikkitakatta va kichkina oyna ko‘rinadi.

Chap oynaning yuqori qismida aylananing asosiy shtrixlari tasvirini kursatadi, pastda diametral qarama-qarshi tasvirni kursatadi.

Mikrometr 8 ushlagichini aylantirilsa, bu tasvirlar qarama-qarshi tomonga harakat qiladi. Har bir gradus uch qismga bo‘lingan. Bir bo‘lakning qiymati - 20’.

Ushlagich 7 ni aylantirish bilan sanoq mikroskopi qarash maydoniga gorizontaal va vertikal doira tasviri keltiriladi. Agar ushlagich 7 vertikal holatda bo‘lsa, sanoq mikroskopi qarash maydonida vertikal doira tasviri paydo

bo'ladi, ushlagich gorizental holatda bo'lsa, gorizental doira tasviri paydo bo'ladi.

Gorizental doira shtrixi ikkilangan, vertikal doiraning shtrixi bitta. Gorizental doira shtrixi oq fonda ko'rinadi, vertikal doira shtrixi sariq-yashil fonda ko'rinadi.

O'ng oynada mikrometr shkalasi bo'laklarining tasviri ko'rinadi va harakatlanmaydigan indeks chiziq yordamida sanoq olinadi.

Mikrometr golovkasini aylantirishda shkalaning siljish qiymati o'ng oynadagi shtrixlar siljishiga proporsionaldir. Mikrometr shkalasi 600 bo'lakka ega. Uni aylantirganda kichik oynadan hammasi o'tadi va katta oynadagi tasvir x aylana bo'lagiga, ya'ni 10' ga siljiydi.

Mikrometr shkalasi bo'lagi qiymati:

$$\frac{10'}{600} = \frac{600''}{600} = 1''.$$

Gorizental va vertikal doira bo'yicha sanoq olish tartibi quyidagicha:

1. Chap oynadagi yuqori va pastki shtrixlar tasvirini mikrometr golovkasi bilan aniq ustma-ust kesishtiriladi.

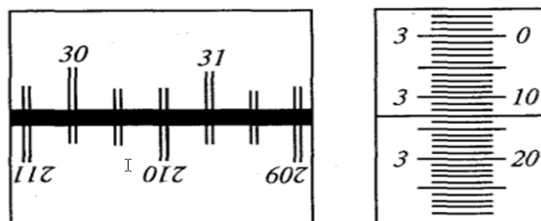
2. Oynaning pastki qismiga diametral qarama-qarshi bo'lgan yuqori qismining chap tomonidan gradusning qiymati olinadi - 30°. Berilgan diametral qarama-qarshi shtrixlar orasidagi oraliq sanaladi. Bizning misolimizda 30° dan 210° gacha - ular 2 ta. U 20' ga teng. Tasodifan diametral qarama-qarshi shtrixlar ustma-ust tushishi mumkin, unda o'nglik minutlar 0 ga teng bo'ladi.

3. O'ng oynada mikrometr shkalasi tasviri bo'yicha minut, sekund va undan bir sekund aniqlikda sanoq olinadi. Birlik minutlar harakatlanmaydigan shkala yuqori qismidan chap tomondan - 3', unglik , birlik va o'ngdan birlik sekundlar o'ng tomondan - 13,0".

Hamma olingan uchta sanoq yig'iladi va doira bo'yicha to'liq sanoq olinadi. Berilgan holat bo'yicha 30° 23' 13,0" ga egamiz.

Vertikal doira bo'yicha sanoq olish tartibi huddi shunday, lekin sanoq olishdan oldin vertikal doiradagi pufak chetlari tasvirini to'g'rilash vinti 14 bilan kesishtirish kerak.

## T2 teodoliti aylanasi bo'yicha sanoq olish



4.21-rasm.

Doira bo'yicha sanoq	30°20'.
Mikrometr bo'yicha sanoq	3'13'',0.
Umumiysi	30°23'13''.

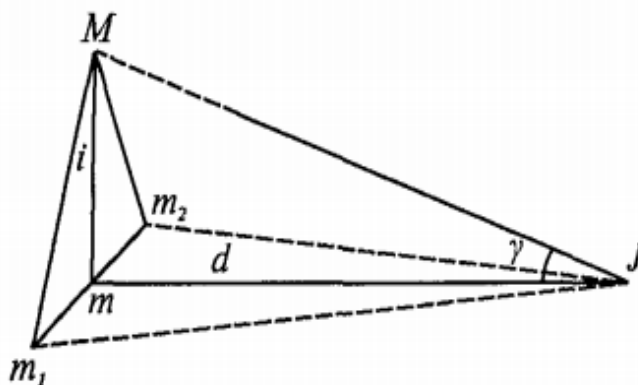
Sanoq olish tartibi:

1. Mikrometr barabanini aylantirib, katta oynaning pastki va yuqori qismi shtrixlarini aniq kesishtiriladi.
2. Katta oynadagi indeksdan chap tomondagi gradus soni o'qiladi.
3. Katta oynaning pastki qismida shtrixlar va o'qilgan sondan 180° farq qiladigan sanoq joylashgan. 180° farq qiladigan sanoqlar orasidagi shtrixlar sanaladi. Bu sanoq o'n minut soniga teng.
4. Kichkina oynada minut va sekundlarning sanog'i olinadi.
5. Olingan uchta sanoq qo'shiladi va to'liq sanoq olinadi.

## 6.2. T2 teodolitini tekshirish

Teodolit quyidagi geometrik shartlarga javob berishi kerak.

1. Gorizontaldoiradagi tsilindrik adilakning o'qi teodolit aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi kerak.
2. Gorizontaldoiradagi doiraviy adilak (agar u bo'lsa) o'qi teodolit aylanish o'qiga parallel bo'lishi kerak.



6.3-rasm

3. Truba to‘rining vertikal ipi truba Kollimasion tekisligida yotishi kerak. (shovun orqali tekshiriladi)

4. Karash trubaning vizir o‘qi, karash trubaning aylanish o‘qiga perpendikulyar bo‘lishi kerak. (Kollimasion xatolik deyiladi va  $C$  bilan belgilanadi.)

$$C = \frac{D_{ch} - D_{o'} \pm 180^0}{2}$$

4 klass poligonometriyada burchak o‘lchashda ikkilangan Kollimasion xatolik  $2C < \pm 20''$  oshmasligi kerak.  $2C = D_{Ch} \pm 180^0 - D_{O'}$ .

Eslatma:  $2C$ -ikkilangan Kollimasion xatolik sanoq olish aniqligining ikkilanganligidan oshmasligi kerak.

5. Qarash trubasining aylanish o‘qi teodolit aylanish o‘qiga perpendikulyar bo‘lishi kerak.

1-rasmdan ko‘rinib to‘ribdiki:  $Mm = dtg\gamma$  bo‘ladi.

$i$  – kichkina qiymat, shuning uchun  $i = \frac{m_1 m}{Mm} \rho''$  yoki  $i = \frac{m_1 m}{dtg\gamma} \rho''$

agar  $m_1 m = \frac{1}{2} m_1 m_2$  teng bo‘lganligi uchun,

$$i = \frac{m_1 m_2}{2 dtg\gamma} \rho''$$

Burchak  $i$  gorizontal doiraning tsilindrik adilak bo‘lagi ikkilangan qiymatidan kam bo‘lishi kerak. Yani  $i \leq 10''$  oshmasligi kerak.

6. Vertikal doiraning no‘l o‘rni (NO‘) yoki zenit o‘rni (ZO‘) har doim bir-xil va nolga yaqin bo‘lishi kerak.

$$NO' = ZO' = \frac{D_{ch} + D_{o'} + 360^0}{2}$$

Zenit masofasi  $Z = D_{CH} - Z_{O'}$  yoki  $Z = Z_{O'} - D_{O'}$

7. Taglikning optik markazlashtirish sistemasining vizir o‘qi, teodolit aylanish o‘qi bilan mos tushishi kerak.

8. Vertikal doiraning sanoq olish sistemasining kompensatori o‘z ta’sir qilish chekida teodolit aylanish o‘qini chekli og‘dirganda ham sanoqni bir-xil o‘zgarmas bo‘lishini ta’minlashi kerak.

### 6.3. Vizir markasini tekshirish.

1. Markaning tsilindrik adilak o'qi markaning aylanish o'qiga perpendikulyar bo'lishi kerak.

Markani vertikal o'q atrofida aylantirganimizda punkt markazi tasviri optik shovun to'ri kesishgan nuqta atrofida tekis aylanishi kerak, ya'ni u aylanishda kesishgan iplar markazidan bir-xil masofada aylanishi kerak.

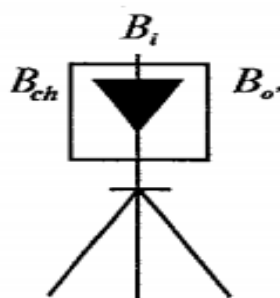
Agar bu shart bajarilmasa, tuproq yuziga (yerga) xatolar aylanasi chiziladi, bu figuraning markazi topiladi va to'rning to'g'rilash vintlari yordamida to'rning kesishgan joyi markaz bilan kesishtiriladi.

Agar optik shovun asbob tregeriga mahkamlangan bo'lsa, tekshirishni xuddi yuqoridagiday bajarish mumkin, lekin har doim asbob treger bilan qayta-qayta qo'yishga to'g'ri keladi. Tekshirishni stol ustida ham bajarish mumkin. Asbobni treger bilan stol chetiga gorizontal qo'yiladi va uning pastki qismini aylantiriladi. Asbobdan 1,5m masofaga qog'ozga optik shovun o'qining aylanish holati belgilanadi.

2. Vizir marka nishonining simmetrik o'qi marka aylanish o'qi bilan ustma-usttushishi kerak.

Bu shartni tekshirish uchun markaning yuqori qismiga saqich bilan igna mahkamlanadi. Markadan 5m masofaga teodolit o'rnatib, markani aylantiriladi va teodolit trubasida ignaning aylanish holati kuzatiladi. Agar igna to'r iplari bessektoridan chiqsa, ignaning holatini bessektordan chiqmaguncha to'g'rilanadi.

Undan keyin teodolit vizir marka nishonining chap, o'ng chetiga va ignaga qaratilib, gorizontal doira bo'yicha sanoq olinadi (5-rasm).



6.4 - rasm



$B_{chap}$  - vizir marka nishonining chap cheti bo'yicha sanoq.

$B_o$  - vizir marka nishonining o'ng cheti bo'yicha sanoq.

$B_i$  - vizir marka nishonining igna bo'yicha sanoq.

Vizir markasi nishoni ikki chetidan olingan sanoqlar o'rtachasi igna bo'yicha olingan sanoqqa teng bo'lishi kerak, ya'ni.

$$B_{o'rt} = B_i$$

Bu yerda:

$$B_{o'rt} = \frac{B_{chap} + B_o}{2}$$

Farq topiladi:

$$\Delta B'' = B_{o'rt} - B_i$$

Vizir marka nishonining simmetrikligi aniqlanadi:

$$A = \frac{\Delta B''}{\rho''} S$$

bu yerda:  $S$  – teodolitdan vizir markasigacha masofa.

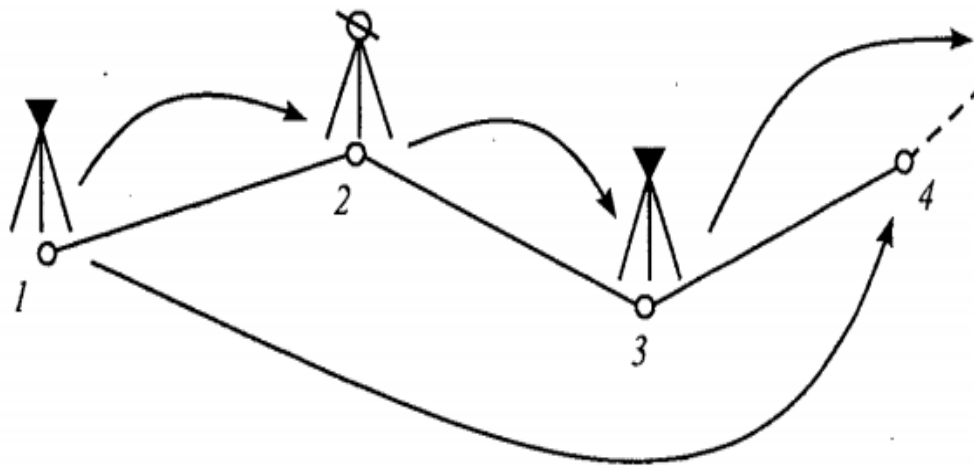
Asimmetriya miqdori 1 mm dan oshmasligi kerak. Uning miqdori katta bo'lsa, marka nishoni to'g'rilanishi kerak.

#### **6.4. Burchak o'lchashning uch shtativ usuli**

Markazlashtirish va reduksiya xatolarini yo'qotish maqsadida va burchak o'lchashlarni tezlashtirish uchun uch shtativ sistemasi qo'llaniladi. 1, 2 va 3-punktlarga bir xil taglikdagi uchta shtativ o'rnatiladi (1-rasm). Ularni optik markazlashtirgich bilan markazlashtiriladi. 2- punktdagi shtativga teodolit, 1 va 3-punktdagi shtativlarga vizir markalari o'rnatiladi.

2-punktga burchak o'lchangandan keyin teodolit shtativdan olinib, 3-punktga o'tkaziladi. 1-punktga turgan shtativdagi vizir markasi 2-punktga turgan shtativga o'rnatiladi. 1-punktga turgan shtativ esa 4-punktga o'rnatiladi. 3-punktdagi vizir markasi olinib, 4-punktga o'rnatiladi.

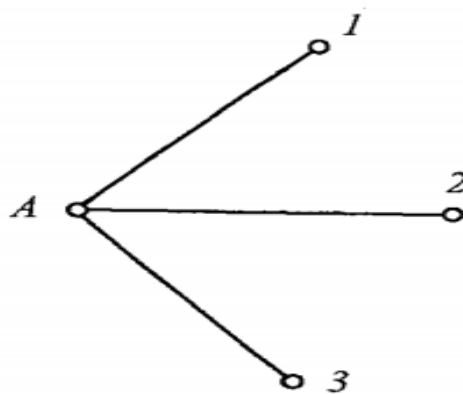
Hamma keyingi burchaklar xam xuddi shunday ketma-ketlikda o'lchanadi.



6.5-rasm.

### 6.5. Gorizontial burchaklarni o'lchash usullari

#### 1. Aylanma priyomlar usuli. (Krugovix priyomov)



6.6-rasm

A punktda 1, 2 va 3-yo'nalishlarni o'lchash kerak bo'lsin. Buning uchun A punktda teodolit markazlashtiriladi va ish holatiga keltiriladi (2rasm). Boshlang'ich yo'nalish tanlab olinadi. (masalan 1-yo'nalish boshlang'ich.) Vertikal doira chap holatida teodolit limbini maxkamlab, soat strelkasi yo'nalishi bo'yicha alidadani aylantirib, qarash rubasi "chap doira" holatida ketma-ket 1, 2, 3 - va yana 1-punktlarga qaratiladi. Hamma punktlar bo'yicha sanoq olinadi. Bu jarayon yarim usulni tashkil qiladi.

Keyinchalik qarash trubasi zenit bo'yicha aylantiriladi. Limbning oldingi holatida alidadani soat strelkasining teskari yo'nalishida ketma-ket 1, 2, 3- va yana 1- punktda qaratiladi. Har bir qaratishda sanoq olinadi. Bu o'lchash

jarayoni ikkinchi yarim usulni tashqil qiladi. Ikkita yarim usul bitta to'liq usulni tashqil qiladi.

Yarim usulning boshlanishida va oxirida qaratilib sanoq olingan A- 1 yo'nalish *boshlang'ich yo'nalish* deyiladi.

Har bir yarim usulda boshlang'ich yo'nalishga qayta qaratib sanoq olishni *gorizont tutashmasligi* deyiladi.

### Aylanma priyomlar usulida gorizont burchak o'lchash jurnali

Punkt 14

Teodolit T2 № 103298

Priyom 1

Sana: 28-iyun 2019 y

Ob havo: yaxshi, mayin shaboda

Kuzatuvchi:

Ko'rinish: yaxshi

Hisoblovchi:

Tasvir: aniq

6.1-jadval

Yo'nalish lar nomi	Doira	Limbdan sanoq	Mikrometr dan sanoq		$\frac{a_1 + a_2}{2}$	Kollimasi on xatolik $2C = D_{ch} -$ $(D_{O'} \pm 180^0)$	$\frac{D_{ch} + D_{O'}}{2}$	Keltirilgan yo'nalish
			a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>				
18	$D_{CH}$	0 <sup>0</sup> 01	10.3	11.2	10.8	-14.7	18.2	0 <sup>0</sup> 00.00.0
	$D_{O'}$	180 <sup>0</sup> 01	25.0	26.0	25.5		0.0	
30	$D_{CH}$	86 <sup>0</sup> 10	19.8	20.4	20.1	-18.5	29.4	86 <sup>0</sup> 09.10.2
	$D_{O'}$	266 <sup>0</sup> 10	38.1	39.0	38.6		-1.0	
20	$D_{CH}$	251 <sup>0</sup> 58	29.6	30.8	30.2	-14.4	37.4	251 <sup>0</sup> 57.17.2
	$D_{O'}$	71 <sup>0</sup> 58	44.0	45.2	44.6		2.0	
18	$D_{CH}$	0 <sup>0</sup> 01	12.5	12.0	12.2	-17.9	21.2	0 <sup>0</sup> 00.00.0
	$D_{O'}$	180 <sup>0</sup> 01	29.1	31.1	30.1		-3.0	

Gorizont tutashmasi  $\Delta_{D_{ch}} = +1.4$   $\Delta_{D_{O'}} = +4.6$   $\Delta_{O'r} = +3.0$

Kollimasion xatolikning maksimal og'ishi  $2C = +3.8$

Yo'nalishga tuzatma:

$$\sigma_{\kappa} = -\frac{\Delta_{O'r}}{m}(\kappa - 1)$$

bu yerda: m - kuzatiladigan yo'nalishlar soni,

k- kuzatiladigan yo'nalishning tartib bo'yicha nomeri.

1.  $\sigma_1 = -\frac{3.0}{3}(1-1) = 0$
2.  $\sigma_2 = -\frac{3.0}{3}(2-1) = -1.0$
3.  $\sigma_3 = -\frac{3.0}{3}(3-1) = -2.0$
4.  $\sigma_4 = -\frac{3.0}{3}(4-1) = -3.0$

Usullar oralig'ida limb quyidagi qiymatga o'zgartiriladi:

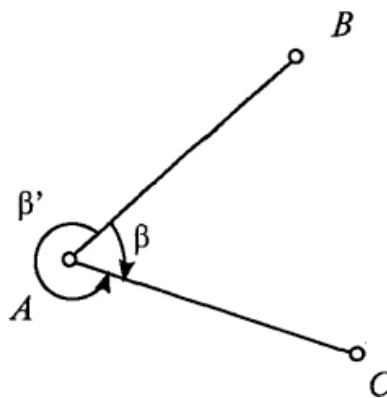
$$\sigma = \frac{180^0}{n}$$

bu yerda: n-usullar soni.

Gorizont bogianmasligi  $\Delta \pm 8''$  dan oshmasligi kerak. Ikkilangan Kollimasion xatolik 2C o'zgarishi  $\pm 10''$  dan oshmasligi kerak.(teodolit T2 uchun 12")

Aloxida usullarda keltirilgan yo'nalishlar o'zgarishi  $\pm 8''$  dan oshmasligi kerak. Bir xil shtrixlarni kesishtirishda optik mikroskop bo'yicha sanoqlar farqi  $\pm 2''$  dan oshmasligi kerak.

## 2. Takrorlash usuli



6.7-rasm

Takrorlash usuli bilan har bir aloxida burchak o'lchanadi. A punktga teodolit o'rnatilib, alidadani soat strelkasi yo'nalishida aylantiriladi va B punktga qaraladi, sanoq olinadi.

Maxkamlangan limbda alidadani soat strelkasi yo'nalishida aylantirib, C punktga qaratiladi va "C<sub>o</sub>" sanoq olinadi (nazorat sanogi) (3-rasm).

Limb bo'shatiladi, uni alidada bilan birga soat strelkasi yo'nalishida aylantirib ya'na  $B$  punktga qaratiladi. Bunda sanoq olinmaydi. Limbni maxkamlab, alidadani soat strelkasi yo'nalishida aylantirib,  $C$  punktga qaratiladi va sanoq olinadi. Yuqoridagi o'lchash jarayoni  $n$  marta qaytariladi. Agar  $C$  nuqtadagi oxirgi sanoqni " $C_o$ " orqali belgilasak, o'lchanadigan burchakning miqdori quyidagicha bo'ladi:

$$\beta = \frac{C_n - B\delta}{n}$$

Yuqorida kursatilgan jarayon yarim usulni tashqil qiladi.

Ikkinchi yarim usulda truba zenit orqali aylantiriladi, va yuqorida kursatilgan tartibda  $\beta^1$  burchak o'lchanadi. Nazorat  $\beta$  va  $\beta^1$  yig'indisi  $360^0$  berishi kerak.

### Burchak o'lchash natijalarini hisoblash

Burchak o'lchashlar tugagandan keyin stantsiyada o'lchashlar natijasi bo'yicha ma'lumot (svodka) tuziladi.

Ma'lumotga dala jurnalidan har bir usul uchun keltirilgan yo'nalishlar ko'chirib yoziladi.

O'rtacha yo'nalish hisoblanadi.

Yo'nalishning o'rtachasidan og'ganligi topiladi.

Aniqlikni baxolash bajariladi.

A punktida o'rtacha yo'nalishni hisoblash.

6.2-jadval

№№ pr.	Yo'nalishlar					
	1	V	2	V	3	V
1	0°00'00"	0"	44°50'12,8"	+0,1"	91°20'31,6"	+0,6"
2			11,7"	-1,0	30,0	-1,0
3			13,9"	+1,2	32,1	+1,1
4			15,8"	+3,1	29,8	-1,2
5			10,0"	-2,7	31,0	0
6			12,0"	-0,7	31,3	+0,3
	O'rtacha		44°50'12,7"	Σ18,81	91°20'31,0"	Σ14,21

### Aniqlikni baxolash

Bitta o'lchashning o'rta kvadratik xatosi (Peters formulasi):

$$\mu = K \frac{[V]}{m}$$

$n$  - o'lchashning o'rta kvadratik xatosi:

$$M = \frac{\mu}{\sqrt{n}}$$

bu yerda:

$$K = \frac{1,25}{\sqrt{n(n-1)}}$$

$V$  - o'rtacha qiymatdan yo'nalishlar og'ishi yig'indisining absolyut qiymati;

$m$  - yo'nalishlar soni;

$n$  - usullar soni.

Misol.

$$K = \frac{1,25}{\sqrt{6(6-1)}} = 0,22.$$

**2-yo'nalish**

$$\mu = 0,22 \frac{8,8}{3} = 0,6'';$$

$$M = \frac{0,6}{\sqrt{6}} = 0,24''.$$

**3-yo'nalish**

$$\mu = 0,22 \frac{4,2}{3} = 0,3'';$$

$$M = \frac{0,3}{\sqrt{6}} = 0,12''.$$

## 6.6. Burchak o'lchashda xatolar manbalari

Burchak o'lchashda asosiy xatolar manbai quyidagilardir:

1. Markazlashtirish xatoliklari ( $m_m$ )
2. Reduktsiya xatoliklari ( $m_r$ ).
3. O'lchashlarning o'z xatoliklari ( $m_{o'l}$ ).
4. Asbob xatoliklari ( $m_{asb}$ )
5. Tashqi muxitning ta'siri ( $m_{tm}$ )
6. Bosh berilganlar (isxodnie dannie) xatoligi (boshlang'ich va oxirgi direksion burchakning xatosi).( $m_{ber}$ ).

Bitta burchakning o'rtta kvadratik xatosi:

$$m^2_{\beta} = m^2_m + m^2_r + m^2_{ul} + m^2_{asb} + m^2_{tm} + m^2_{ber} \quad (149)$$

Agar xamma xatoliklar bir xilda ta'sir qiladi deb hisoblasak

$$m_m = m_r = m_{o'l} = m_{asb} = m_{tm} = m_{ber}$$

Unda

$$m_{\beta} = \sqrt{6} m_m = \sqrt{6} m_r = \sqrt{6} m_{asb} = \dots = \sqrt{6} m_{ber}$$

yoki

$$m_m = m_r = m_{o'l} = m_{asb} = m_{tm} = m_{ber} = \frac{m_{\beta}}{\sqrt{6}} \quad (150)$$

Bizga ma'lum, poligonometriya yo'lining ko'ndalang siljishining o'rtta kvadratik xatosi ( ikkita tayanch punktlar orasida o'tkazilgan poligonometriya yo'li) ushbu formula bilan ifodalanadi:

$$m_i = L \frac{m_{\beta}}{\rho} \sqrt{\frac{n+3}{12}} \quad (151)$$

Burchak o'lchash o'rtta kvadratik xatosi:

$$m_{\beta} = \frac{m_u}{L} \rho \sqrt{\frac{n+3}{12}} \quad (152)$$

Ma'lumki, yo'lining perimetrida umumiy xatolik quyidagiga teng:

$$M^2 = m_t^2 + m_i^2$$

Teng ta'sir qilish printsiipi bo'yicha:

$$m_t = m_i$$

Shuning uchun:

$$M = \sqrt{2} m_i$$

bundan

$$m_i = \frac{M}{\sqrt{2}} \quad (154)$$

Chekli nisbiy xatolikka o'tamiz:

$$\frac{chek.U}{L} = \frac{chekfs}{L\sqrt{2}}$$

ma'lum  $\frac{chekfs}{L} = \frac{1}{T}$

unda chekli nisbiy xatolik

$$chekU = \frac{L}{\sqrt{2T}} \quad (155)$$

(153) formuladagi  $m_i$  ning qiymatini (155) formulaga qo'ysak.

Unda chekli tasodifiy xatoliklar yig'indisi:

$$chek \Delta\beta = \frac{1}{\sqrt{2T}} \rho \sqrt{\frac{12}{n+3}} \quad \text{yoki} \quad chek \Delta\beta = \frac{\rho}{T} \sqrt{\frac{6}{n+3}} \quad (156)$$

(150) va (156) formulalarga asosan har bir xatolar manbayining chekli qiymatini topamiz:

$$chek \Delta\beta_m = \Delta\beta_r = \dots = \Delta\beta_{ber} = \frac{chek \Delta\beta}{\sqrt{6}} = \frac{\rho}{T\sqrt{6}} \sqrt{\frac{6}{n+3}}$$

yoki

$$chek \Delta\beta_m = \Delta\beta_r = \dots = \Delta\beta_{ber} = \frac{\rho}{T\sqrt{n+3}} \quad (157)$$

Har bir manbaning sistematik xatosining chekli miqdori:

$$chek \Delta\beta_m = \Delta\beta_{ber} = \frac{chek \Delta\beta_i}{\sqrt{n+1}} \quad (158)$$

Misol. 4-klass poligonometriya yo'li uzunligi  $L = 11$  km, tomonlarning o'rtacha uzunligi  $S_{or} = 500$ m,  $T = 25000$ .

Xatoliklarning har bir manbasi uchun burchak o'lchash o'rta kvadratik va chekli xatosini topamiz.

Yo'lning tomonlar sonini topamiz:  $n = \frac{L}{S_{or}} = 10000:500 = 22$ . Har bir manba uchun chekli tasodifiy xatoni aniqlaymiz

(8) formuladan chekli tasodifiy xatoni bita manba uchun topamiz:

$$chek_{tas} \Delta\beta_i = \frac{206265''}{25000\sqrt{22+3}} = 1.65''$$

Bitta manba uchun chekli sistematik xato (9) formuladan topamiz:



$$\text{chek}_{\text{sis}} \delta_{\beta_i} = \frac{1.65}{\sqrt{22+1}} = 0.3''$$

Chekli tasodifiy xato yig'indisi (7) formuladan topamiz:

$$\text{chek } \Delta\beta = \frac{206265}{25000} \sqrt{\frac{6}{22+3}} = 4.04''$$

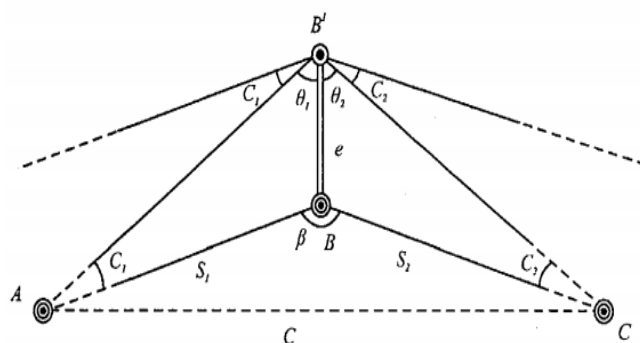
## 6.7. Xatolar manbaining chekini hisoblash.

### 1. Markazlashtirish xatoligi

$B$  - poligonometriya punktining markazi.

$B'$  - teodolit aylanish o'qining proeksiyasi.

Punkt markaziga teodolitni noaniq o'rnatish burchak o'lchashda xatoga olib keladi. Bu xatolikni markazlashtirish xatoligi deyiladi. Faraz qilaylik, belgi markazining ustiga teodolit noto'g'ri o'rnatilgan va  $ABC$  burchak o'rniga  $AB'C$  burchak o'lchangan.



6.8-rasm

Belgilash kiritamiz:

Masofa  $BB' = e$  - markazlashtirishning chiziqli elementi.

$\angle \theta_1$  va  $\angle \theta_2$  - markazlashtirishning burchakli elementi.

$\angle C_1$  va  $C_2$  - teodolit aylanishi o'qi holatining markazlashmaganligi uchun burchak o'lchash xatoligi.

Har bir yo'nalish uchun teodolit aylanish o'qi holatining markazlashmaganligi uchun burchak o'lchash xatoligini sinuslar teoremasi bo'yicha hisoblash mumkin.

$$AB'B \text{ uchburchakdan: } \frac{\ell}{\sin C_1} = \frac{S_1}{\sin \theta_1} \text{ undan } \sin C_1 = \frac{\ell \sin \theta_1}{S_1}$$

Burchak  $C_1$  - kichik qiymatga ega, shuning uchun  $\sin C_1$  ni

$\frac{C_1}{\rho}$  bilan almashtiramiz, unda

$$C''_1 = \frac{e \cdot \sin \theta_1}{S_1} \rho''.$$

Xuddi shunday ikkinchi yo'nalish uchun xam topamiz:

$$C''_2 = \frac{e \cdot \sin \theta_2}{S_2} \rho''.$$

Teodolit aylanishi o'qi holatining markazlashmaganligi uchun burchak o'lchash xatoligi:

$$C'' = C''_1 + C''_2 = \frac{e \cdot \sin \theta_1}{S_1} \rho'' + \frac{e \cdot \sin \theta_2}{S_2} \rho''.$$

Agar yo'l tomonlari uzunliklari  $S_1$ ,  $S_2$ , markazlashtirish elementlari  $e$  va  $\theta$  ma'lum bo'lsa, bu formula bo'yicha teodolit holatining markazlashmaganligi uchun burchak o'lchashga tuzatma hisoblanadi.

O'rta kvadratik xatolikka o'tamiz. Keltirib chiqarishni soddalashtirish uchun tomonlar uzunligini bir-biriga teng  $S_1 = S_2 = S$  va burilish burchagi  $\beta$  qiymati  $180^\circ$  ga yaqin deb qabul qilamiz. Unda o'rta kvadratik xatolik:

$$m_m = \frac{e\rho''}{S} [\sin \theta + \sin (180^\circ - \theta)] \text{ yoki } m_m = \frac{2e\rho''}{S} \sin \theta.$$

Agar  $\theta = 90^\circ$  yoki  $270^\circ$  bo'lsa, markazlashtirish uchun xato eng katta qiymatga ega bo'ladi.

Agar  $\theta = 0^\circ$  yoki  $180^\circ$  bo'lsa, u eng kichik qiymatga ega bo'ladi. Xatolikning o'rta qiymatini hisoblash uchun burchakning  $\theta = 45^\circ$  o'rtacha qiymatini olamiz. Unda

$$m_m = \frac{2e\rho''}{S} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ yoki } m_m = \frac{\sqrt{2}e\rho''}{S},$$

yoki

$$m_m = \frac{\sqrt{2}e\rho''}{S},$$

agar  $S_1 \neq S_2$  bo'lsa, unda

$$m_m = \frac{l\rho''C}{\sqrt{2S_1S_2}}$$

Misol . 1. Agar  $S = 2$  km;  $m_m = 0,8''$  bo'lsa, 4-klass poligonometriya yo'lini o'tkazishda teodolitni qanday aniqlikda markazlashtirish kerak? Yechish .

$$l = \frac{m_m S}{\sqrt{2\rho''}} = \frac{0.8''2000000_{MM}}{\sqrt{2206265''}} = 5_{MM}$$

2. Agar  $S=250$  m,  $m_m=1,0''$  bo'lsa, yuqori aniqlikdagi poligonometriya (1-razryad) uchun:

$$l = \frac{1.0''250000_{MM}}{\sqrt{2206265''}} = 1_{MM}$$

Xulosa. Yo'l tomoni  $S$  qanchalik kichik,  $\theta$  burchak  $90^\circ$  ga yaqin bo'lsa, teodolitni shunchalik aniq markazlashtirish kerak.

## 2. Reduktsiya xatoligi

$A$  – poligonometriya punktining (belgi) markazi.

$A'$  – vizir markasining aylanish o'qining proeksiyasi.

Vizir markalari vertikal o'qini belgi markaziga noaniq o'rnatish burchak o'lchashda xatolik keltirib chiqaradi. Bu xatolik reduktsiya xatoligi deyiladi.

Belgilashlar kiritamiz:

Masofa  $AA' = e$ , - reduktsiyaning chiziqli elementi.

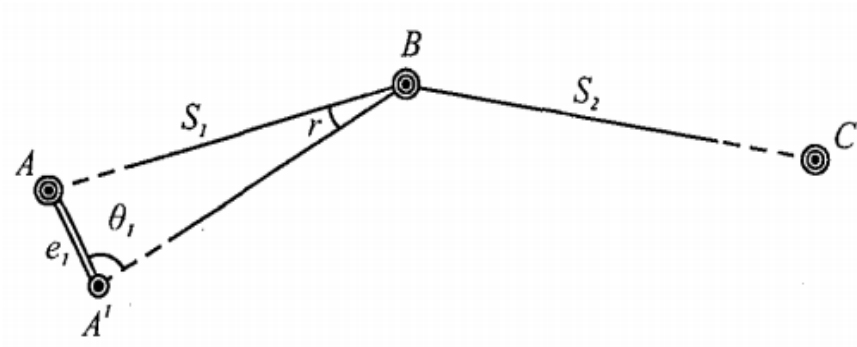
$\angle \theta_1$  - reduktsiyaning burchak elementi.

$r$  - vizir markasining aylanish o'qi holatining markazlashmaganligi uchun burchak o'lchash xatoligi.

Faraz qilaylik, vizir markasi  $A$  punkt (belgi) markazi ustiga noaniq o'rnatilgan va  $ABS$  burchak o'rniga  $A'BS$  burchak o'lchangan bo'lsin.

$ABA'$  uchburchakdan sinuslar teoremasi bo'yicha topamiz:

$$\frac{e_1}{\sin r} = \frac{S_1}{\sin \theta_1},$$



6.9-rasm

bundan

$$r'' = \frac{e_1 \sin \theta_1}{S_1} = \rho'' \quad (159)$$

Bu formula yordamida bitta yo'nalish bo'yicha reduksiya xatoligi hisoblanadi.

O'rta kvadratik xatolikka o'tamiz.

Soddalashtirish uchun

$S_1 = S_2 = S$ ; burchak  $\theta = 45^\circ$  deymiz.

Unda bitta yo'nalishning o'rta kvadratik xatoligi:

$$m'_{\rho} = \frac{e_1 \rho''}{S} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{e_1 \rho''}{S\sqrt{2}}$$

Ikkita yo'nalish bo'yicha:

$$m_p^2 = m_p'^2 + m_p''^2$$

Agar  $m_p' = m_p''$  teng desak, unda  $m_p^2 = 2m_p'^2$

Bundan:

$$m'_{\rho} = \frac{m_p}{\sqrt{2}} \quad (160)$$

(2) va (3) formulalarga asosan:

$$m_{\rho} = \frac{\ell_1 \rho''}{S} \quad (161)$$

Agar  $S_1 \neq S_2$  teng bo'lmasa, unda

$$m_p = \frac{\ell_1 \rho''}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{1}{S_1^2} + \frac{1}{S_2^2}} \quad (162)$$

Misol. 1) 4klass poligonometriyada  $S = 2\text{km}$   $m_p = 0.8''$  desak, vizirlash markalarini qanday aniqlikda punkt markaziga o'rnatish kerak.

Yechish 
$$\ell = \frac{m_p S}{\rho} = \frac{0.8'' 2000000}{206265''} = 7_{MM}$$

2. 1 razryad poligonometriyada  $S = 250\text{m}$ ,  $m_p = 1.0''$  desa, vizirlash markasini qanday aniqlikda punkt markaziga o'rnatish kerak.

$$\ell = \frac{1.0'' 250000_{MM}}{206265''} = 1.2_{MM}$$

Xulosa: Poligonometriyada tomon uzunligi kancha kichik bo'lsa vizir markasini punktga shuncha aniq o'rnatish kerak ekan.

### 3. Burchak o'lchashning o'z xatoligi

Burchak o'lchashning o'z xatoligi yo'nalishlarni o'lchash xatoligiga bog'liq. O'z navbatida yo'nalishlarni o'lchash xatoligi vizirlash xatoligiga va sanoq olish xatoligiga bog'liq.

Bitta yo'nalishning o'rta kvadratik xatosi:

$$m_H^1 = \sqrt{m_v^2 + \frac{m_0^2}{2}}$$

bu erda:  $m_v = \frac{60''}{v}$  vizirlash o'rta kvadratik xatosi;

60'' – normal qarashning kritik burchagi;

V - trubaning kattalashtirishi.

TB1 uchun:  $m_v = \frac{60''}{27} = 2.2''$

T2 uchun:  $m_v = \frac{60''}{25} = 2.4''$

$m_0$  - sanoq olish o'rta kvadratik xatosi (TB-1 uchun  $m_0 = 1.5'' - 2''$ , T2 uchun  $m_0 = 2''$  teng.)

Ikkita yo'nalishning o'rta kvadratik xatosi ( bitta aylanada):

$$m_\beta'^2 = m_H'^2 + m_H''^2$$

Agar  $m_H' = m_H''$  bo'lsa, unda  $m_\beta^1 = \sqrt{2} m_H^1$ .

Bitta to'liq usulda olingan burchak o'lchashning o'rta kvadratik xatosi:

$$m_{\beta}^1 = \frac{\sqrt{2}m_H^1}{\sqrt{2}} \quad \text{yoki} \quad m_{\beta}^1 = m_H^1 \quad \text{bo'ladi.}$$

Demak, bitta to'liq usulda olingan burchak o'lchashning o'rta kvadratik xatosi bitta yo'nalishning xatosiga teng.

Odatda burchak to'liq bir nechta usulda o'lchanadi. Bunday holatdan usulda o'lchangan burchakning o'rta kvadratik xatosi bir marta o'lchangan o'rta kvadratik xatolikdan marta kichik bo'ladi:

$$m_{\beta}^1 = \frac{m_H^1}{\sqrt{n}}$$

$m_H^1$  qiymatini qo'yib, topamiz:

$$m_{\beta}^1 = \sqrt{\frac{1}{n}(m_v^2 + \frac{m_0^2}{2})}$$

Bitva burchakni ( $p$ ) priyomda o'lchashning o'rta kvadratik xatosi

Misol. 4-klass poligonometriyada kutiladigan burchak o'lchashning o'rta kvadratik xatosini toping. Burchak T2 teodolit bilan to'liq to'qqizta priyomda (usulda) o'lchangan.

Yechish.  $m_{\beta}^1 = \sqrt{\frac{1}{9}(2.4^2 + \frac{2^2}{2})} = 0.93''$

#### 4. Asbob xatoliklari

Asbob xatoliklari quyidagi xatoliklardan iborat:

- a) limbning bo'laklari;
- b) optik mikrometrning reni;
- d) alidadaning essentrisiteti;
- e) kollimatsiya;
- f) asbob aylanish o'qining egilishi;
- g) asbobning turg'unmasligi (mustaxkamlikmasligi).

Bu asbob xatoliklarining xammasi sistematik harakterga ega.

Limb bo'laklari xatoligi ta'sirini kamaytirish uchun o'lchashlar priyomlar (usullar) orasida limbni  $\delta = \frac{180^0}{n}$  burchakka surib o'lchanadi.

Bu yerda:  $n$  – priyomlar (usullar) soni.

Alidada aylanish markazi bilan limb markazining ustma-ust tushmasligi alidada ekstsentrisiteti deyiladi.

Ekstsentrisitetni aniqlash uchun alidada noldan boshlab har  $45^\circ$  da qo'yib boriladi. Alidadaning har bir holatida qarama-qarshi shtrixlar kesishtiriladi ( $0-180^\circ$ ,  $45-225^\circ$ ,  $90-270^\circ$ ,...) va sanoq olinadi. Keyin alidada qo'yilganligini harakterlaydigan shtrix indeks bilan kesishtiriladi va sanoq olinadi.

Agar:

$b$ - shtrixlarni kesishtirganda mikrotmetr bo'yicha sanoq;

$a$  –shtrixni indeks bilan kesishtirganda , har bir kuzatish qatori bo'yicha farqni hisoblash mumkin:

$$a - b = c,$$

bu yerda:  $c$  –shtrix va indeks orasidagi masofa ( burchak birligida).

Sanoqlarning ikkilangan farqi hisoblanadi:

$$d = 2 (a - b).$$

$d$  miqdorning farqi  $40''$  dan kichik bo'lishi kerak. Uning sinusoidadan og'ishi  $15''$  dan oshmasligi kerak.

Asbob aylanishi o'qining qiyaligi tuzatma ushbu formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta'' = \varepsilon \frac{\tau''}{2} \operatorname{ctgz},$$

bu yerda:  $b = \frac{(D_{Ch_2} + D_{O_2}) - (D_{Ch_1} + D_{O_1})}{2}$  - adilak bo'lagidagi asbob aylanish

o'qi qiyaligi ( ТБ-1 uchun);

$D_{Ch1}$  va  $D_{O'1}$ - Chap holatda adilak pufagining chetlari bo'yicha sanoq;

$D_{Ch2}$  va  $D_{O'2}$  –xuddi shunday o'ng holatda;

$\tau''$  –adilak bo'lagining qiymati;

$z$ - kuzatilayotgan predmetning zenit masofasi.

## 5. Tashqi muxitning ta'siri

Tashqi muxit ta'siri tushunchasiga burchak o'lchashga ta'sir qiladigan kompleks omillar kiradi. Bu kompleksga quyidagi omillar kiradi:

- a) yon (bokovaya) refraksiya;
- b) shamol ta'siri;
- d) temperatura ta'siri;
- e) asbob va vizir moslamalarining tekis bir-xilda yoritilmaganligi.

4-klass poligonometriyada burchak o'lchashda tashqi muxitning ta'siri quyidagidan oshmasligi kerak:

$$m_{\text{tash}} = \frac{m_{\beta}}{\sqrt{6}} = \frac{2''}{\sqrt{6}} = \pm 0.8''$$

### Aniqlikni baxolash

Bitta o'lchashning o'rta kvadratik xatosi (Peters formulasi):

$$\mu = K \frac{[|V|]}{m}$$

(n) – o'lchashning o'rta kvadratik xatosi:

$$M = \frac{\mu}{\sqrt{n}}$$

bu yerda:

$$K = \frac{1.25}{\sqrt{n(n-1)}}$$

$[|V|]$  - o'rtacha qiymatdan yo'nalishlar og'ishining yig'indisi absolyut qiymati;

$m$  - yo'nalishlar soni;

$n$  - usullar soni.

## 7-bob. Poligonometriya punktlarini tayanch punktlariga bog'lash.

Poligonometriya yo'llarini triangulyatsiya yoki yuqori klassli poligonometriya punktlariga bog'lash poligonometriya yo'li tomonlariga direksion burchakni uzatish va punktlar koordinatalarini hisoblash uchun bajariladi.

Bog'lashning asosan uchta usuli bor:

1. Bevosita bog'lash;



2. Yuqoridagi (belgi tepasidan) tayanch punktning koordinatalarini yerga (pastga) ko'chirish usuli bilan bog'lash;

3. Uzoqdagi tayanch (triangulyatsiya) punktlarga bog'lash;

1. Bevosita bog'lash

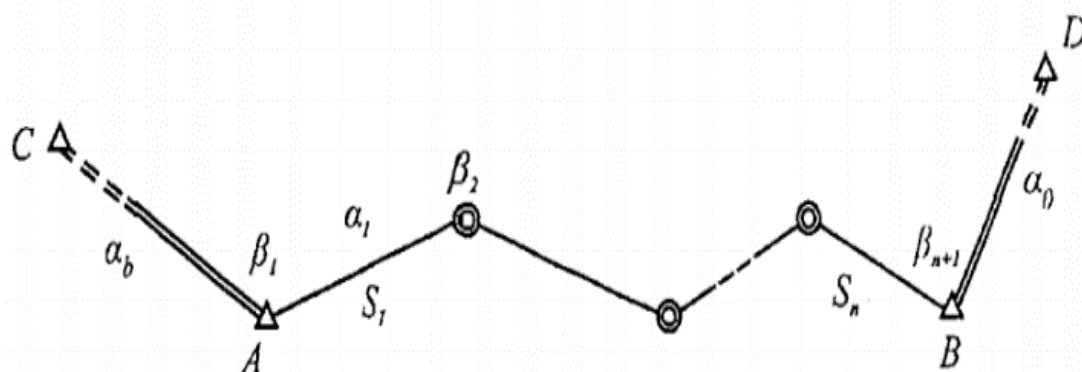
Bu usul poligonometrik yo'l bevosita tayanch punktga tutashgan bo'lsa va tutash burchakni o'lchash va tayanch punktlari va yo'lning oxirgi (boshlang'ich) nuqtalari orasidagi masofani o'lchash imkoniyati bo'lsa, qo'llaniladi. Bevosita bog'lash eng oddiy va ishonchli natijani beradi.

Bevosita bog'lashda markazlashtirish va reduksiya elementlarini hisobga olish kerak. S punktdan A punktga direksion burchak quyidagicha bo'ladi (1-rasm):

$$\text{tga}_{bosh} = \frac{y_a - y_c}{x_a - x_c}$$

Keyingi tomonlarning direksion burchaklari:

$$a_1 = a_{bosh} \pm 180 + \beta_1$$



7.1-rasm

2. Yuqoridagi (belgi tepasidan) tayanch punktning koordinatalarini yerga (pastga) ko'chirish usuli bilan bog'lash

Poligonometriya yo'l nuqtasi tayanch punktiga yaqin, lekin unga teodolit o'rnatib va bevosita tutashgan burchakni va masofa o'lchash imkoniyati yo'q. Undan tashqari tayanch punkti va poligonometriya nuqtasi orasidagi masofani bevosita o'lchash mumkin emas. Shuning uchun "belgi tepasidan yerga koordinatalarni ko'chirish" masalasi paydo bo'ladi.

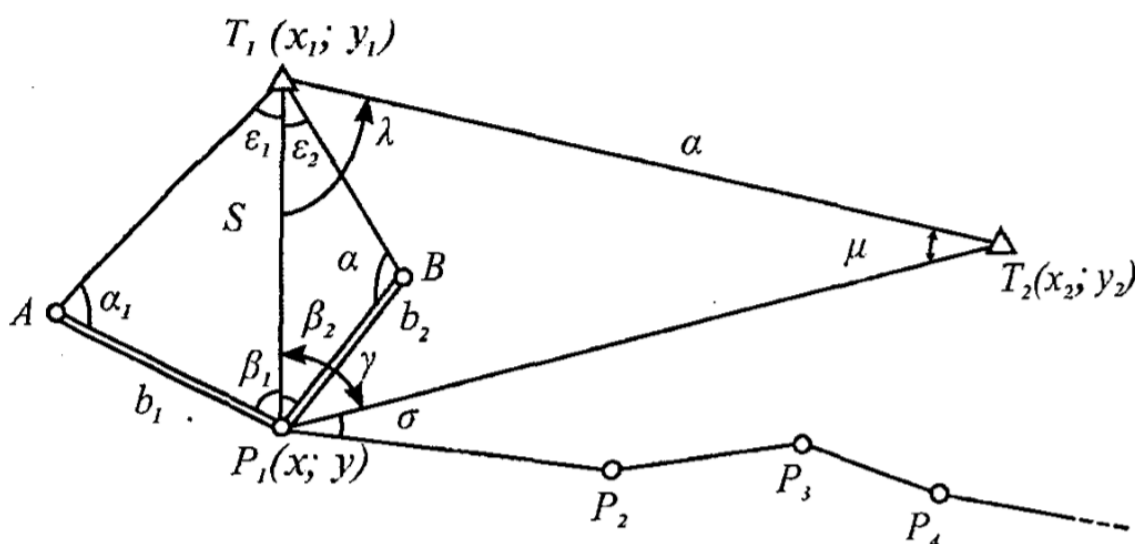
3. Uzoqdagi tayanch (triangulyatsiya) punktlarga bog'lash

Konkret sharoitdan kelib chiqqan holda bu usulni har xil bajarish mumkin:

- a) to'g'ri va teskari bitta yo'nalishli kesishtirish.
- b) to'g'ri va teskari ko'p yo'nalishli kesishtirish.

### 7.1. Yuqoridagi punktning koordinatalarini pastga yerga tushirish metodida bog'lash.

Triangulyatsiya punkti  $T_1$  balandda joylashgan. Uning yaqinida  $P_1$  poligonometriya nuqtasi shunday tanlanadiki, undan triangulyatsiya punkti  $T_2$  ko'rinadigan bo'lsin (1- rasm).  $P_1$  punktida ikkita uchburchak  $AT_1P_1$  va  $BT_1R_1$  xosil qilinadi. Bu uchburchaklarning tomonlari  $b_1$  va  $b_2$  bevosita



7.2-rasm

o'lchanadi. Bundan tashqari har bir uchburchakda ikkitadan burchak  $\alpha_1$   $\beta_1$  va  $\alpha_2$   $\beta_2$  o'lchanadi. Keyin  $\mu$  va  $\lambda$  burchaklarni topishga imkon beradigan burchak  $\gamma$  xam o'lchanadi. Poligonometrik yo'l tomonlariga direksion burchakni uzatish uchun  $\sigma$  burchak o'lchanadi.

Tomonning  $T_1P_1$  uzunligi hisoblanadi:

$$S = b_1 \sin \alpha_1 / \sin \epsilon_1 = b_2 \sin \alpha_2 / \sin \epsilon_2 \quad (163)$$

Tayanch triangulyatsiya punktlari koordinatalari bo'yicha direksion burchak aniqlanadi:

$$\operatorname{tg}(T_1T_2) = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (164)$$

Triangulyatsiya punktlari orasidagi masofa hisoblanadi:

$$L = \frac{y_2 - y_1}{\operatorname{Sin}(T_1T_2)} \quad (165)$$

Direksion burchak to'g'ri hisoblab topilganligi tekshiriladi:

$$\operatorname{tg}[(T_1T_2) + 45^\circ] = \frac{(x_2 + y_2) - (x_1 + y_1)}{(x_2 - y_2) - (x_1 - y_1)} = \frac{\Delta x + \Delta y}{\Delta x - \Delta y}. \quad (166)$$

$T_1T_2P_1$  uchburchakda  $\mu$  burchak, keyin  $\lambda$  burchak aniqlanadi:

$$\frac{\sin \mu}{S} = \frac{\sin \gamma}{a}$$

undan 
$$\sin \mu = \frac{S}{a} \sin \gamma, \quad (167)$$

$$\lambda = 180^\circ - (\gamma + \mu) \quad (168)$$

$T_1P_1$  tomonning direksion burchagi hisoblanadi:  $(T_1P_1) = (T_1P_2) + \lambda$  (7)

$T_1$  va  $P_1$  punktlari orasidagi koordinata orttirmalari hisoblanadi:

$$\Delta x_{T_1P_1} = S \cos(T_1P_1) \quad (169)$$

$$\Delta y_{T_1P_1} = S \sin(T_1P_1) \quad (170)$$

$P_1$  punkt koordinatalari aniqlanadi:

Tekshirish uchun  $P_1T_2$  tomonning direksion burchagi va farqi hisoblanadi:

$$(T_1T_2) - (R_1T_2) = \mu, \quad (171)$$

bu yerda:

$$\operatorname{tg}(P_1T_2) = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

Direksion burchak poligonometriya yo'li tomoniga uzatiladi:

$$a_1 = (T_1P_1) \pm 180^\circ + (\gamma + \sigma). \quad (172)$$

## Aniqlashni baxolash

Bazis uzunligining o'rtacha kvadratik xatosi:

$$m_b^2 = \mu^2 b^2 + \lambda^2 b^2 \quad (173)$$

$S$  tomonning o'rtacha kvadratik xatosi:

$$m_s^2 = \left(\frac{mb_1}{b_1}\right)^2 S^2 + [(ctga_1 + ctg\epsilon_1)^2 + ctg\epsilon_1] S^2 \frac{m\lambda^2}{\rho^2} \quad (174)$$

$S_1$  va  $S_2$  qiymatlar orasidagi yo'l qo'yiladigan farqi:

$$cheki (S_1 - S_2) = 2\sqrt{m^2 s_1 + m^2 s_2}$$

$S$  oxirgi o'rtacha qiymatining o'rtacha kvadratik xatosi:

$$M_s = 0.5\sqrt{m^2 s_1 + m^2 s_2} \quad (175)$$

Hisoblangan direksion burchakning o'rtacha kvadratik xatosi:

$$m_\varphi^2 = m_\gamma^2 (1 + tg\mu ctg\gamma)^2 + tg\mu (m_s/S)^2 \rho^2 \quad (176)$$

Direksion burchak  $\varphi_1$  va  $\varphi_2$  qiymatlar orasidagi yo'l qo'yiladigan farqi:

$$cheki (\varphi_1 - \varphi_2) = 2\sqrt{m^2 \varphi_1 + m^2 \varphi_2}$$

O'rtacha direksion burchak  $\varphi$  qiymatining o'rtacha kvadratik xatosi:

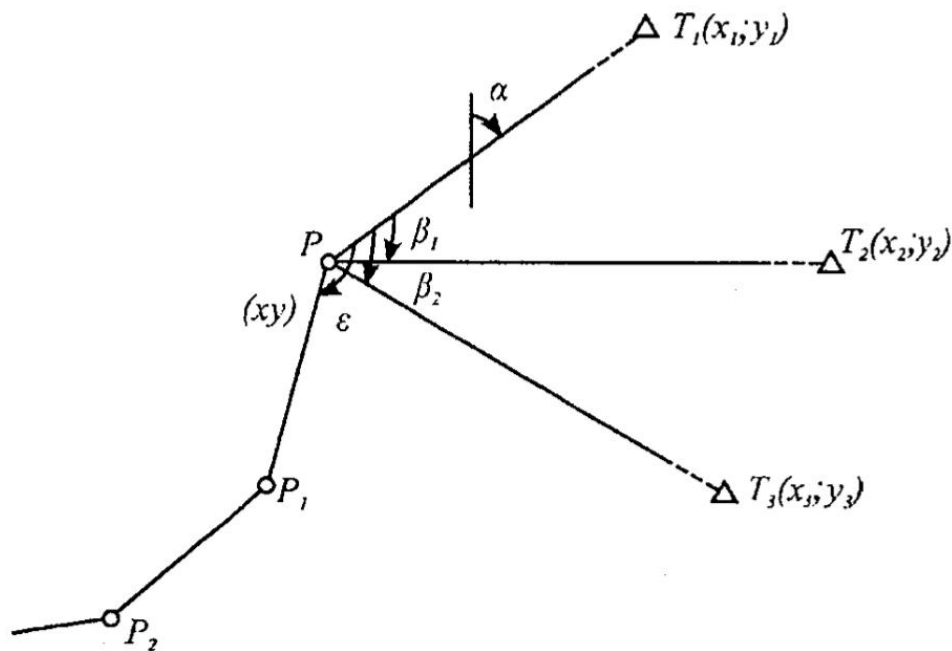
$$M_\varphi = 0.5\sqrt{m^2 \varphi_1 + m^2 \varphi_2} \quad (177)$$

$P_1$  punkt holatining o'rtacha kvadratik xatosi:

$$M_r^2 = M_s^2 + (M_\varphi^2/\rho^2)S^2 \quad (178)$$

## 7.2. Uzoqdagi tayanch (triangulyatsiya) punktlarga poligonometriya yo'lini boglash.

**Teskari bir karralii kesishtirish**



7.3-rasm

$T_1, T_2, T_3$  - tayanch triangulyatsiya punktlari.

$P, P_1, P_2, \dots$  - poligonometriya yo'lining punktlari.

Uzoqdagi triangulyatsiya  $T_1, T_2$  va  $T_3$  punktlariga, poligonometriya yo'lining  $P$  punktini bog'lash talab qilinsin.

$P$  punktda  $\beta_1, \beta_2$  va  $\epsilon$  burchaklar o'lchanadi. O'lchangan  $\beta_1, \beta_2$  burchaklar va  $T_1, T_2$  va  $T_3$  triangulyatsiya punkt koordinatalari yordamida  $P$  punktning koordinatasi aniqlanadi.

O'lchangan burchak  $\epsilon$  yordamida esa direksion burchak poligonometriya yo'li tomoniga uzatiladi.

Belgilaymiz:  $\alpha = (PT_1)$  tomon direksion burchagi.

Chizmadan quyidagilarni yozish mumkin:

$$y_1 - y = (x_1 - x) \operatorname{tg} \alpha \quad (179)$$

$$y_2 - y = (x_2 - x) \operatorname{tg} (\alpha + \beta_1) \quad (180)$$

$$y_3 - y = (x_3 - x) \operatorname{tg} (\alpha + \beta_2) \quad (181)$$

Ma'lumki, 
$$\operatorname{tg}(\alpha + \beta_1) = \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta_1}{1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta_1} = \frac{\operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{ctg} \beta_1 + 1}{\operatorname{ctg} \beta_1 - \operatorname{tg} \alpha}.$$

Izox. Tenglama o'ng tomonining maxraji va suratini  $\operatorname{ctg} \beta_1$ , ga ko'paytiramiz.

Unda (2) tenglama quyidagi ko‘rinishda yozish mumkin:

$$y_2 - y = (x_2 - x) \frac{\operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{ctg}\beta_1 + 1}{\operatorname{ctg}\beta_1 - \operatorname{tg}\alpha},$$

yoki

$$y_2 \operatorname{ctg}\beta_1 - y_2 \operatorname{tg}\alpha - y \operatorname{tg}\beta_1 + y \operatorname{tg}\alpha = x_2 \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta_1 + x_2 - x \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta_1 - x \quad (182)$$

Xuddi shunday (181) tenglama uchun:

$$y_3 \operatorname{ctg}\beta_2 - y_3 \operatorname{tg}\alpha - y \operatorname{tg}\beta_2 + y \operatorname{tg}\alpha = x_3 \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta_2 + x_3 - x \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta_2 - x \quad (183)$$

(179) tenglamadan topamiz:

$$y = y_1 + x \operatorname{tg}\alpha - x_1 \operatorname{tg}\alpha;$$

bu qiymatni (182) tenglamaga qo‘yib topamiz: (Izox. faqat  $y \operatorname{ctg}\beta_1$ )

$$\begin{aligned} y_2 \operatorname{ctg}\beta_1 - y_2 \operatorname{tg}\alpha - y_1 \operatorname{tg}\beta_1 - x_1 \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta_1 + x_1 \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta_1 + y \operatorname{tg}\alpha = \\ = x_2 \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta_1 + x_2 - x \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta_1 - x \end{aligned}$$

yoki

$$\begin{aligned} y_2 \operatorname{ctg}\beta_1 - y_2 \operatorname{tg}\alpha - y_1 \operatorname{ctg}\beta_1 + x_1 \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta_1 + y \operatorname{tg}\alpha = \\ = x_2 \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta_1 + x_2 - x \end{aligned}$$

$$\text{Undan} \quad (y_2 - y_1) \operatorname{ctg}\beta_1 - y_2 \operatorname{tg}\alpha + y \operatorname{tg}\alpha = (x_2 - x_1) \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta_1 + x_2 - x \quad (184)$$

Xuddi shunday (5) tenglamadan, qayta o‘zgartiramiz:

$$(y_3 - y_1) \operatorname{ctg}\beta_2 - y_3 \operatorname{tg}\alpha + y \operatorname{tg}\alpha = (x_3 - x_1) \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta_2 + x_3 - x \quad (185)$$

(185) tenglamadan (184) tenglamani ayiramiz

$$(y_3 - y_1) \operatorname{ctg}\beta_2 - (y_2 - y_1) \operatorname{ctg}\beta_1 - (y_3 - y_2) \operatorname{tg}\alpha = (x_3 - x_1) \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta_2 - (x_2 - x_1) \operatorname{tg}\alpha \operatorname{ctg}\beta_1 + x_3 - x_2$$

yoki

$$\operatorname{tg}\alpha [(x_2 - x_1) \operatorname{ctg}\beta_1 - (x_3 - x_1) \operatorname{ctg}\beta_2 - (y_3 - x_2)] = (y_2 - y_1) \operatorname{ctg}\beta_1 - (y_3 - y_1) \operatorname{ctg}\beta_2 + (x_3 - x_2);$$

unda

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{(y_2 - y_1) \operatorname{ctg}\beta_1 - (y_3 - y_1) \operatorname{ctg}\beta_2 + (x_3 - x_2)}{(x_2 - x_1) \operatorname{ctg}\beta_1 - (x_3 - x_1) \operatorname{ctg}\beta_2 - (y_3 - y_2)}. \quad (186)$$

Bu formula bo‘yicha  $PT_1$  tomonning direksion burchagi aniqlanadi, keyin  $P$  punktning koordinatasi hisoblanadi.

Ikkinchi tenglamadan birinchisini ayiramiz:

$$(y_2 - y_1) = x_2 \operatorname{tg}(\alpha + \beta_1) - x_1 \operatorname{tg}\alpha - x [\operatorname{tg}(\alpha + \beta_1) - \operatorname{tg}\alpha]$$

bundan

$$x = \frac{x_2 \operatorname{tg}(\alpha + \beta_1) - x_1 \operatorname{tg} \alpha - (y_2 - y_1)}{\operatorname{tg}(\alpha + \beta_1) - \operatorname{tg} \alpha}. \quad (187)$$

Ordinatalar (179), (180) va (181) formulalar yordamida hisoblanadi:

$$\left. \begin{aligned} y &= y_1 - (x_1 - x) \operatorname{tg} \alpha \\ y &= y_2 - (x_2 - x) \operatorname{tg}(\alpha + \beta_1), \\ y &= y_3 - (x_3 - x) \operatorname{tg}(\alpha + \beta_2). \end{aligned} \right\} \quad (188)$$

### 7.3. Direksion burchakning diferensial formulari

Koordinatasi ma'lum bo'lgan  $A$  va  $B$  punktlar mavjud. Faraz qilaylik,  $B$  punkt  $B'$  holatga siljidi va bu nuqtaning koordinatasi  $dx_b$  va  $dy_b$  orttirma oldi. Direksion  $\alpha$  burchak  $d\alpha$  ga o'zgardi. Oxirgi punkt koordinatasi tomon direksion burchagi o'zgarishi orasidagi bog'liqlikni aniqlash kerak. Ma'lumki,

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y_b - y_a}{x_b - x_a}.$$

Bu tenglamani differensiallab, topamiz:

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} \frac{d\alpha}{\rho} = \frac{(x_b - x_a) dy_b - (y_b - y_a) dx_b}{(x_b - x_a)^2} \quad (189)$$

Lekin,

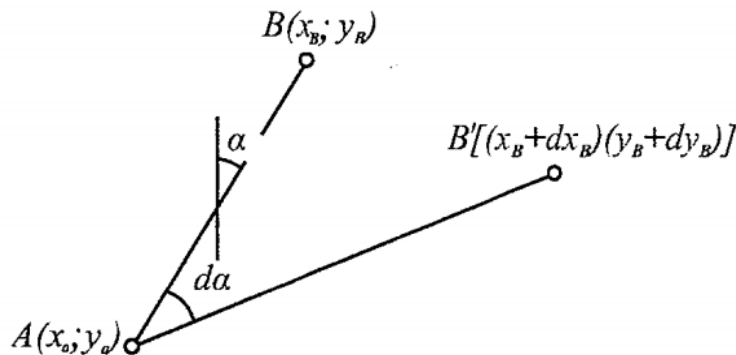
$$\left. \begin{aligned} x_b - x_a &= S \cos \alpha \\ y_b - y_a &= S \sin \alpha \end{aligned} \right\} \quad (190)$$

shuning uchun (1) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$d\alpha = \cos^2 \alpha \rho \left[ \frac{S \cos \alpha dy_b - S \sin \alpha dx_b}{S^2 \cos^2 \alpha} \right]$$

yoki

$$d\alpha = \rho \left[ \frac{\cos \alpha}{S} dy_b - \frac{\sin \alpha}{S} dx_b \right] \quad (191)$$



7.4 - rasm

Belgilash kiritamiz:  $(a) = - \rho \sin \alpha$ ,  
 $(b) = \rho \cos \alpha$

Unda (191) formula quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$d\alpha = \frac{(a)}{S} dx_b + \frac{(b)}{S} dy_b \quad (192)$$

Agar  $B$  nuqtaning o‘zgarmas holatida,  $A$  nuqta siljisa, unda direksion burchak differensial formulasi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$d\alpha = - \frac{(a)}{S} dx_a - \frac{(b)}{S} dy_a \quad (193)$$

Agar tomonning ikki oxirgi uchi o‘zgarsa, differensial formula quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$d\alpha = - \frac{(a)}{S} dx_a - \frac{(b)}{S} dy_a + \frac{(a)}{S} dx_b + \frac{(b)}{S} dy_b \quad (194)$$

Misol:  $AB$  tomonning  $B$  nuqtasi koordinatalari  $dx_b = + 0,04\text{m}$  va  $dy_b = - 0,07$  metr ga o‘zgardi.  $AB$  tomonning uzunligi  $S = 1,534 \text{ km}$ ;  $\alpha = 216^\circ 37' 48''$ .  $AB$  tomonning yangi vaziyatdagi direksion burchagini toping.

Yechish. Yordamchi qiymatlarni topamiz:

$$(a) = - \rho'' \sin \alpha = - 20,6265 (- 0,59664) = + 12,31,$$

$$(b) = \rho'' \cos \alpha = 20,6265 (- 0,80251) = - 16,53.$$

(192) formula bo‘yicha topamiz:

$$d\alpha = + \frac{12,31}{1,534} (+0,4) - \frac{16,53}{1,534} (-0,7) = +11,4''$$

Demak, yangi vaziyatda direksion burchak quyidagiga teng:

$$\alpha = 216^\circ 37' 59,4''$$

Hisoblashda  $\rho''$  10000 marta kichraytiriladi. Masofa  $S$  kilometrda,  $dx$  va  $dy$  - detsimetrda ifodalanadi.



#### 7.4. Teskari ko'p karrali kesishtirish

Bitta yo'nalishli kesishtirish usulida  $P_0$  nuqtaning taxminiy koordinatalari  $x_0$  va  $y_0$  hisoblanadi.

Aniqlanayotgan punktdan berilgan punktlarga yo'nalishlarning taxminiy direksion burchaklari va mos tomonlari uzunligi hisoblanadi:

$$\operatorname{tg} \alpha_{0i} = \frac{y_i - y_0}{x_i - x_0},$$

$$S_{0i} = \frac{y_i - y_0}{\sin \alpha_{0i}} = \frac{x_i - x_0}{\cos \alpha_{0i}}.$$

Burchaklarning taxminiy qiymati hisoblanadi:

$$\beta_{0i} = a_{0i+1} - a_{0i}$$

Tuzatmalar tenglamasining ozod hadi hisoblanadi:

$$l_i = \beta_{0i} - \beta'_i$$

bu erda:  $\beta'_i$  - burchakning o'lchangan qiymati.

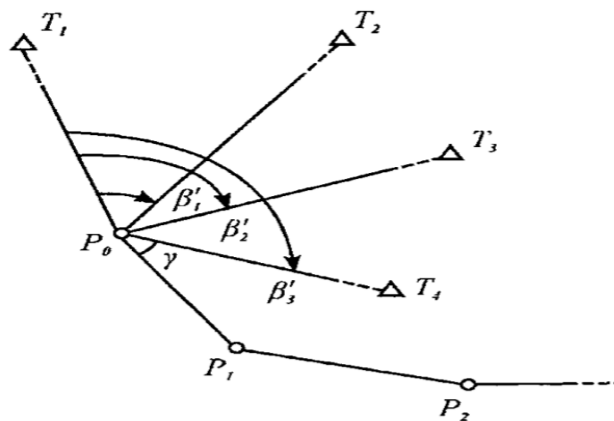
$(a)_i$  va  $(b)_i$  koeffitsiyentlar hisoblanadi:

$$\begin{aligned} (a)_i &= -\rho'' \sin \alpha_{0i}, \\ (b)_i &= \rho'' \cos \alpha_{0i}. \end{aligned}$$

koeffitsiyentlar  $(a)_i$  va  $(b)_i$  qiymatlarni maxsus jadvaldan  $\alpha_{0i}$  argument bo'yicha tanlash mumkin.

$(a)_i$  va  $(b)_i$  qiymatlar topiladi:

$$\alpha_i = -\frac{(a)_i}{S_i} \quad b_i = -\frac{(b)_i}{S_i}.$$



7.5-rasm

Boshlang'ich tenglamaning koeffitsiyentlari hisoblanadi va yig'indisi nazorat qilinadi.

$$A_i = a_{i+1} - a_1$$

$$B_i = b_{i+1} - b_1$$

$$S_i = A_i + B_i + l_i$$

Normal tenglamalarning koeffitsiyentlari va ozod hadlari hisoblanadi. Hisoblashni tekshirish quyidagi tenglik orqali bajariladi:

$$[AA] + [AB] + [A1] = [AS],$$

$$[AB] + [BB] + [B1] = [BS]$$

Normal tenglamalar tuziladi va yechiladi:

$$[AA] \delta x + [AB] \delta y + [A1] = 0,$$

$$[AB] \delta x + [BB] \delta y + [B1] = 0.$$

Taxminiy koordinatalarga extimoliy tuzatmalar  $\delta x, \delta y$  hisoblanadi:

$$\delta x = \frac{[AB][B1] - [BB][A1]}{[AA][BB] - [AB]^2} = \frac{D_x}{D},$$

$$\delta y = \frac{[AB][A1] - [AA][B1]}{[AA][BB] - [AB]^2} = \frac{D_y}{D}.$$

$P_0$  - punkt koordinatasining so'ngi qiymati hisoblanadi:

$$x = x_0 + \delta x$$

$$y = y_0 + \delta y$$

*Eslatma:* Agar  $S$  masofa kilometrda ifodalansa, hisoblashni soddalashtirish uchun, qiymatlar  $(a)_i$  va  $(b)_i$  10 000 marta kichraytiriladi, unda tuzatmalar detsimetrda olinadi.

So'ngi koordinatalar quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$x = x_0 + 0.1 \delta x$$

$$y = y_0 + 0.1 \delta y$$

O'lchangan burchaklarga tuzatmalar aniqlanadi:

$$V_i = A_i \delta x + B_i \delta y + l_i$$

Tekshirish uchun hisoblanadi:

$$[VV] = [ll] + [Al]\delta x + [Bl]\delta u$$

Ikkita olingan qiymatlar orasidagi farq  $[VV]$  qiymatdan 2% ga farq qilishi mumkin.

Burchaklarning oxirgi qiymati topiladi:

$$\beta_i = \beta_i' + V_i$$

### **Aniqlikni baholash bajariladi.**

O'lchangan burchakning o'rta kvadratik xatosi:

$$m_\beta = \pm \sqrt{\frac{\sum v^2}{n-2}}$$

bu yerda:  $n$  - yo'nalishlar soni.

Koordinatalarning o'rta kvadratik xatosi:

$$m_x = \frac{m_\beta}{10\sqrt{P_x}}, \quad m_y = \frac{m_\beta}{10\sqrt{P_y}},$$

bu yerda:  $P_x = \frac{D}{[BB]}$ ,  $P_y = \frac{D}{[AA]}$  – koordinatalar vazni.

### **7.5. To'g'ri bir yo'nalishli kesishtirishlar**

Poligonometrik  $P_1, P_2, \dots$  yo'lni uzoqdagi 1 va 2- triangulyatsiya punktlariga bog'lash talab qilinsin. Buning uchun 1 va 2-punktlarda burchaklar  $\beta_1$  va  $\beta_2$  lar o'lchanadi. Direksion burchakni yo'lning tomonlariga uzatish uchun aniqlanayotgan punktda yopishgan burchak  $\gamma$  o'lchanadi (1-racm).

Boshlang'ich punktlar koordinatlari  $(x_1; y_1)$  va  $(x_2; y_2)$  ma'lum, undan topamiz.

$$\Delta x_{1.3} = d_{1.3} \cos \alpha_{1.3} = x - x_1$$

$$\Delta y_{1.3} = d_{1.3} \sin \alpha_{1.3} = y - y_1 \quad (195)$$

$$\alpha_{1.3} = \alpha_{1.2} - \beta_1, \text{ bu erda } \operatorname{tg} \alpha_{1.2} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (196)$$

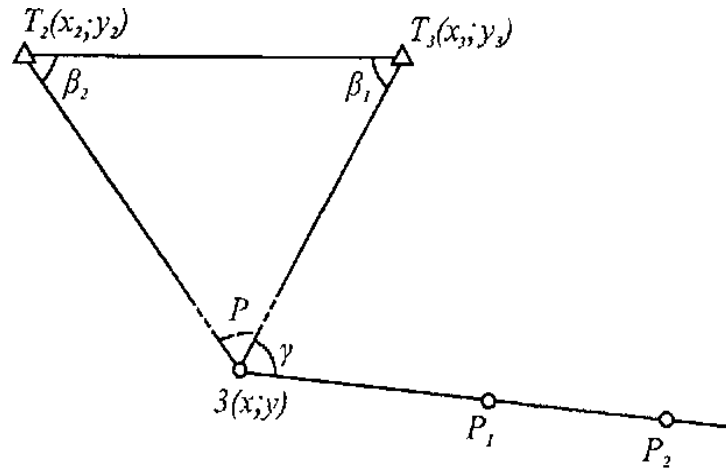
(195) va (196) formulalarga asosan topamiz:

$$x - x_1 = d_{1.3} \cos(\alpha_{1.2} - \beta_1)$$

$$y - y_1 = d_{1.3} \sin(\alpha_{1.2} - \beta_1) \quad (195)$$

yoki

$$\begin{aligned} x - x_1 &= d_{1,3}(\cos\alpha_{1,2}\cos\beta_1 + \sin\alpha_{1,2}\sin\beta_1), \\ y - y_1 &= d_{1,3}(\sin\alpha_{1,2}\cos\beta_1 - \cos\alpha_{1,2}\sin\beta_1) \end{aligned} \quad (196)$$



7.6-rasm

Bizga ma'lumki,

$$\begin{aligned} \Delta x_{1,2} &= x_2 - x_1 = d_{1,2}\cos\alpha_{1,2} \\ \Delta y_{1,2} &= y_2 - y_1 = d_{1,2}\sin\alpha_{1,2} \end{aligned}$$

Bu yerdan

$$\left. \begin{aligned} \cos\alpha_{12} &= \frac{x_2 - x_1}{d_{12}}, \\ \sin\alpha_{12} &= \frac{y_2 - y_1}{d_{12}}. \end{aligned} \right\} \quad (197)$$

(196) va (197) formulalarga asosan:

$$\begin{aligned} x - x_1 &= d_{13} \left( \frac{x_2 - x_1}{d_{12}} \cos\beta_1 + \frac{y_2 - y_1}{d_{12}} \sin\beta_1 \right), \\ y - y_1 &= d_{13} \left( \frac{y_2 - y_1}{d_{12}} \cos\beta_1 - \frac{x_2 - x_1}{d_{12}} \sin\beta_1 \right). \end{aligned}$$

yoki

$$\left. \begin{aligned} x - x_1 &= \frac{d_{13}}{d_{12}} \sin\beta_1 \left( \frac{x_2 - x_1}{\sin\beta_1} \cos\beta_1 + y_2 - y_1 \right), \\ y - y_1 &= \frac{d_{13}}{d_{12}} \sin\beta_1 \left( \frac{y_2 - y_1}{\sin\beta_1} \cos\beta_1 - x_2 - x_1 \right). \end{aligned} \right\} \quad (198)$$

Uchburchakdan kelib chiqadi:

$$\frac{d_{13}}{d_{12}} = \frac{\sin\beta_2}{\sin[180^\circ - (\beta_1 + \beta_2)]} = \frac{\sin\beta_2}{\sin(\beta_1 + \beta_2)} = \frac{\sin\beta_2}{\sin\beta_1 \cos\beta_2 + \cos\beta_1 \sin\beta_2}$$

Bu tenglamaning ikki tomonini  $\sin\beta_1$ ga ko'paytiramiz.

$$\frac{d_{13}}{d_{12}} \sin\beta_1 = \frac{\sin\beta_1 \cdot \sin\beta_2}{\sin\beta_1 \cos\beta_2 + \cos\beta_1 \sin\beta_2}$$

yoki

$$\frac{d_{13}}{d_{12}} \sin\beta_1 = \frac{1}{\frac{\sin\beta_1 \cos\beta_2}{\sin\beta_1 \sin\beta_2} + \frac{\cos\beta_1 \sin\beta_2}{\sin\beta_1 \sin\beta_2}} = \frac{1}{\text{ctg}\beta_2 + \text{ctg}\beta_1}. \quad (199)$$

(199) formulani (198) ga qo'yamiz:

$$x - x_1 = \frac{1}{\text{ctg}\beta_1 + \text{ctg}\beta_2} [(x_2 - x_1)\text{ctg}\beta_1 + y_2 - y_1]$$

$$y - y_1 = \frac{1}{\text{ctg}\beta_1 + \text{ctg}\beta_2} [(y_2 - y_1)\text{ctg}\beta_1 + x_2 - x_1]$$

Bundan

$$x = \frac{x_2 \text{ctg}\beta_1 - x_1 \text{ctg}\beta_1 + y_2 - y_1 + x_1 \text{ctg}\beta_1 + x_1 \text{ctg}\beta_2}{\text{ctg}\beta_1 + \text{ctg}\beta_2},$$

$$y = \frac{y_2 \text{ctg}\beta_1 - y_1 \text{ctg}\beta_1 - x_2 + x_1 + y_1 \text{ctg}\beta_1 + y_1 \text{ctg}\beta_2}{\text{ctg}\beta_1 + \text{ctg}\beta_2}.$$

Oxirida topamiz:

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{x_1 \text{ctg}\beta_2 + x_2 \text{ctg}\beta_1 + (y_2 - y_1)}{\text{ctg}\beta_1 + \text{ctg}\beta_2}, \\ y &= \frac{y_1 \text{ctg}\beta_2 + y_2 \text{ctg}\beta_1 - (x_2 - x_1)}{\text{ctg}\beta_1 + \text{ctg}\beta_2}. \end{aligned} \right\} \quad (200)$$

(200) tenglama kotangenslar formulasi yoki Yunga formulasi deyiladi.

## Aniqlikni baholash

Aniqlanayotgan nuqtaning o'rtta kvadratik xatosi

$$m_p = d_{12} \frac{m''_{\beta}}{\rho} \frac{\sqrt{\sin^2 2\beta_1 + \sin^2 2\beta_2}}{\sin^2 \rho}$$

Bu yerda:  $d_{12}$  - kesishtirish bazisi.

$m_{\beta}''$  - o'lchangan burchakning o'rtakvadratik xatosi,

$$\rho = -206265''.$$

### 7.6. To'g'ri ko'p yo'nalishli kesishtirish

To'g'ri bir yo'nalishli kesishtirishni yechishdan aniqlanayotgan  $P$  punktning taxminiy koordinatalari  $x_0$  va  $y_0$  hisoblab topiladi (1-rasm).

Aniqlanayotgan punktdan berilgan punktlarga yo'nalishlarning taxminiy direksion burchaklari va mos tomonlari uzunliklari hisoblanadi:

$$\operatorname{tg} \alpha_{0i} = \frac{y_0 - y_i}{x_0 - x_i},$$

$$S_i = \frac{y_0 - y_i}{\sin \alpha_{0i}} = \frac{x_0 - x_i}{\cos \alpha_{0i}}.$$

Boshlang'ich tenglamaning ozod hadlari hisoblanadi:

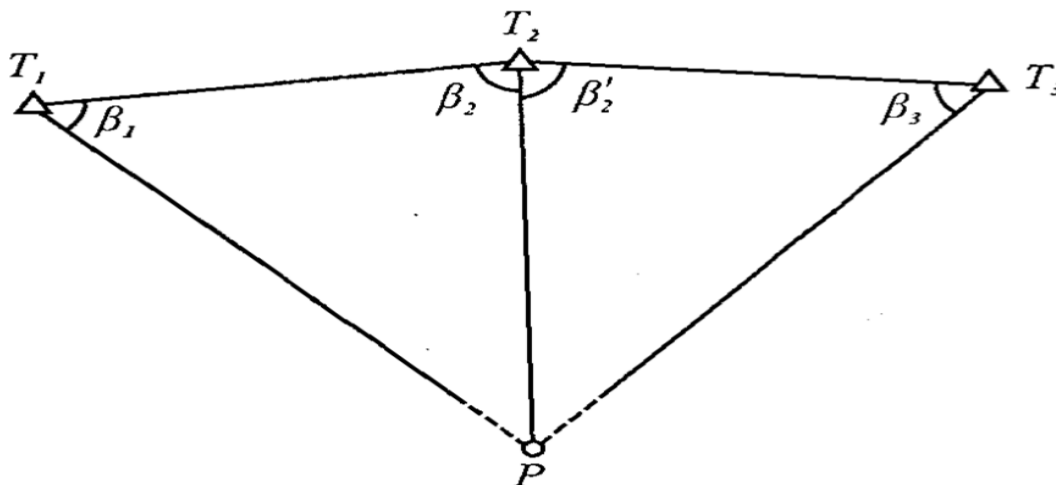
$$l_i = \alpha_{0i} - a'_i$$

bu yerda:  $a'_i$  - hisoblangan burchaklar bo'yicha direksion burchak.

Koeffitsiyentlar aniqlanadi:

$$(a)_i = -\rho'' \sin a_{0i}, \quad (b)_i = \rho'' \sin a_{0i}$$

$a_i$  va  $b_i$  qiymatlar topiladi:



7.7-rasm

$$\alpha_i = \frac{(a)_i}{S_i}, \quad b_i = \frac{(b)_i}{S_i}.$$

Normal tenglamalarning koeffitsiyentlar va ozod hadlari hisoblanadi. Hisoblashni tekshirish uchun ushbu tenglik xizmat qiladi:

$$[aa] + [ab] + [al] = [as],$$

$$[ab] + [bb] + [bl] = [bs].$$

Normal tenglamalar tuziladi va echiladi:

$$[aa]\delta x + [ab]\delta y + [al] = 0$$

$$[ab]\delta x + [bb]\delta y + [bl] = 0$$

Taxminiy koordinatalarga ehtimoliy  $\delta x$  va  $\delta y$  tuzatmalar topiladi:

$$\delta x = \frac{[ab][bl] - [bb][al]}{[aa][bb] - [ab]^2} = \frac{D_x}{D},$$

$$\delta y = \frac{[ab][al] - [aa][bl]}{[aa][bb] - [ab]^2} = \frac{D_y}{D}.$$

$P$  punktning so'ngi koordinatalari hisoblanadi:

$$x = x_0 + 0.1 \delta x$$

$$y = y_0 + 0.1 \delta y$$

O'lchangan direksion burchakka tuzatma kiritiladi:

$$V_i = a_i \delta x + b_i \delta y + l_i$$

Tekshirish uchun hisoblanadi:

$$[VV] = [ll] + [al]\delta x + [bl]\delta y$$

Bu ikkita qiymat orasidagi farq  $[VV]$  qiymatdan 2% atrofida farq qilishga yo'l qo'yiladi.

Tenglashtirilgan direksion burchak topiladi:

$$a_i = a'_i + V_i$$

**Aniqlikni baholash bajariladi:**

O'lchangan burchakning o'rta kvadratik xatosi:

$$m_\beta = \pm \sqrt{\frac{(V^2)}{n-2}}$$

bu yerda:  $n$  - o'lchangan burchaklar soni.

Koordinatalarning o'rtta kvadratik xatosi:

$$m_x = \frac{m_\beta}{10\sqrt{P_x}}, \quad m_y = \frac{m_\beta}{10\sqrt{P_y}},$$

bu yerda:

$$P_x = \frac{D}{[bb]}; \quad P_y = \frac{D}{[aa]} \text{ — koordinatlar vazni.}$$

## **8-bob. Poligonometriya yo'llari va turlarini tenglashtirish.**

### **Tenglashtirish usullari.**

#### **8.1. poligonometriya yo'llari va to'rlarini tenglashtirish usullari**

Geodezik o'lchash ishlari har doim keragidan ortiqcha o'lchanadi nazorat uchun. Bu ortiqcha o'lchash poligonometriya yo'li va turlarini tenglashtirish masalasini keltirib chiqaradi.

Ortiqcha o'lchashlar soni quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$R = n' - k \tag{201}$$

bu yerda:  $n'$  - hamma o'lchashlar soni ( $n' = 2n + 1$ )

$k$  - o'lchash kerak bo'lgan (zarur) o'lchashlar soni.

$n'$  va  $k$  qiymatlarini formula (1) qo'ysak.

$$R = 2n + 1 - 2(n - 1) = 3$$

ya'ni uchta ortiqcha o'lchash, bo'lar  $\beta_{n+1}$ ,  $\beta_n$  burchaklar va  $S_n$  tomon uzunligi.

Har - xil bog'lashlar usulida va poligonometriya yo'llarining o'rtasida azimut o'lchangan bo'lsa, ortiqcha o'lchashlar soni poligonometriya yo'lida ikktadan to'rttagacha bo'lishi mumkin.

Poligonometriya yo'lini tenglashtirishni ikki usulda bajarish mumkin:

1) qatiy;

2) qatiymas.

Qatiy usulda tenglashtirishda tuzatmalar kvadratining yig'indisini vazanga nisbati minimum deb olinadi.

Qatiymas ya'ni bo'lib tenglashtirishda avval burchaklar tenglashtiriladi, so'ng koordinatalar ortirmasi tenglashtiriladi.



Agar qat'iy usulda kichik kvadratlar metodida poligonometriya yo'li tenglashtirilsa kaysi usulda tenglashtirish korrelat usulidami yoki parametrik usulda tenglashtirish kerakmi degan masala paydo bo'ladi.

Agar hisoblash mashinasi yordamida tenglashtirilsa unda kaysi usulda normal tenglamalar soni kam bo'ladigan usulni tanlagan maqul.

Kichik kvadratlar nazariyasiga binoan parametrik usulda tenglashtirilganda normal tenglamalar soni nog'malumlar soniga teng, ya'ni  $2(p-1)$  teng, bu esa yo'l qancha uzun bo'lsa, normal tenglamalar soni shuncha kam bo'ladi.

Korrelat usulida tenglashtirilganda normal tenglamalar soni, qo'yilgan shartlar soniga, qo'yilgan shartlar soni, ortiqcha o'lchashlar soniga bog'liq.

Bundan ko'rinib to'ribdi poligonometriya yo'lini korrelat usulida tenglashtirish maqul, lekin hisob ishlari juda ko'p.

Bu hisob ishlari kamaytirish uchun har-xil soddalashtirishlar ishlatiladi, ya'ni ikki gruppali, uch gruppali tenglashtirish usullari.

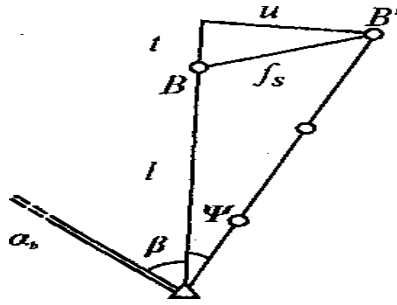
EXM mashinalari tenglashtirishda ishlatilganda, hisob ishlari hajmining ahamiyati yo'q, ya'ni katta rol o'ynamaydi. Shuning uchun xoxlagan usulda korrelat yoki parametrik yoki aralash usulda tenglashtirish mumkin.

Qat'iy bo'lib tenglashtirish usuli 1 va 2 razryad poligonometriya yo'llarini tenglashtirishda ishlatiladi.

Poligonometriya yo'llarini tenglashtirish.

Poligonometriyani oddiy usulda tenglashtirishda quyidagi miqdordagi xatolikka yo'l qo'yishimiz mumkin (4-klass):

$$\frac{f_s}{[S]} = \frac{1}{25000} \rho'' = \pm 8,2'',$$



8.1-rasm

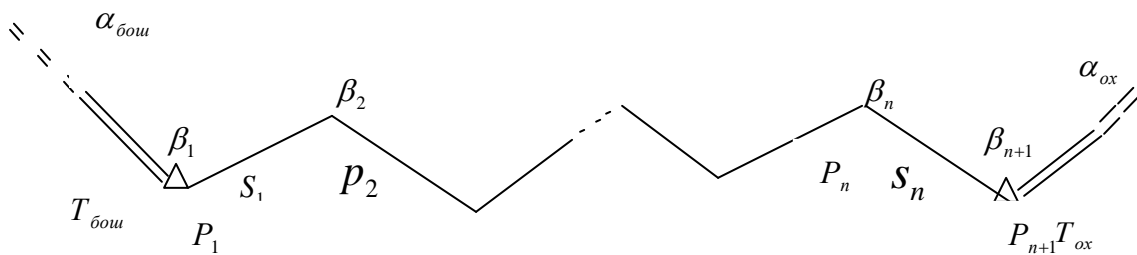
ya'ni poligonometriya yo'li o'qi 8,2" ga siljiydi. Ma'lumki, bu miqdor 4-klass poligonometriyada burchak o'lchash aniqligidan yuqori ( $m_{\beta} = \pm 2''$ ). Shuning uchun poligonometriya yo'li odatda eng kichik kvadratlar usuli bo'yicha tenglashtiriladi (korrelat usuli).

Cho'zilgan poligonometrik yo'llarni tenglashtirishda oldin yo'l o'qi qayrilish qiymati aniqlanadi:

$$\psi'' = \frac{u}{l} \rho''.$$

Agar  $\psi'' < m_{\beta}''$  bo'lsa, unda poligonometrik yo'l oddiy usulda tenglashtiriladi. Agar  $\psi'' > m_{\beta}''$  bo'lsa, yo'l eng kichik kvadratlar usuli bilan tenglashtiriladi. Bu yerda  $m_{\beta}''$  - o'lchangan burchakning o'rta kvadratik xatosi

## 8.2. Yakka poligonometrik yo'lini korrelat usuli bilan tenglashtirish



8.2- rasm

Yakka poligonometrik yo'l  $P_1, P_2, \dots, P_n, P_{n+1}$  mavjud.

Tayanch punktlar  $T_{bosh}$  va  $T_{oxir}$  koordinatalari, direksion burchaklar  $a_{bosh}$  va  $a_{oxir}$  burchaklari ma'lum.

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_{n+1}$  burchaklar  $m_\beta$  o'rta kvadratik xatolikda o'lchangan. Tomonlar  $S_1, S_2, \dots, S_n$  o'rta kvadratik xatolik  $m_s = \mu \sqrt{S}$  aniqlikda o'lchangan (sistematik xatolarsiz). (rasm - 1).

Bizga ma'lumki, geometrik shartlar (tenglamalar) soni ortiqcha o'lchashlar soniga teng. Bizning misolimizda ( $n$ ) tomon, ( $n+1$ ) burchak o'lchangan. Demak, xamma o'lchashlar soni:

$$n + (n + 1) = 2n + 1.$$

Yo'lda hamma punktlar soni ( $n+1$ ) ta, lekin bulardan ikkitasining koordinatalari ma'lum. Shuning uchun, yo'ldagi noma'lum nuqtalar soni  $(n + 1) - 2 = n - 1$  ga teng.

Har - bir nuqta uchun ( $x$ ) va ( $y$ ) koordinatalarni aniqlash kerak. Demak, hamma noma'lumlar soni  $2(n - 1)$  ga teng. Ortiqcha o'lchashlar soni

$$2n + 1 - 2(n - 1) = 3 \text{ ga teng.}$$

Bundan ko'rinib to'ribdiki, yolg'iz poligonometrik yo'lni korrelat usuli bilan tenglashtirishda doimo uchta shartli tenglama mavjud bo'ladi:

1. Direksion burchaklar sharti.
2. Absissalar sharti.
3. Ordinatalar sharti.

Odatda hisobni soddalashtirish uchun ikki guruhli tenglashtirish usuli qo'llanadi. Oldin birinchi tuzatmalar hisoblanadi:

$$V'_\beta = -\frac{f_\beta}{n+1}.$$

Ular o'lchangan burchaklarga kiritiladi. Koordinatalar orttirmalari va taxminiy koordinatalar hisoblanadi. Yo'lning og'irlik markazi koordinatalari hisoblanadi:

$$x_0 = \frac{[x]}{n+1}; \quad y_0 = \frac{[y]}{n+1}.$$

Markaziy koordinatalar hisoblanadi:

$$\varepsilon_i = x_i - x_0; \quad \eta_i = y_i - y_0.$$

Tekshirish.  $[\varepsilon] = 0; [\eta] = 0$  (cheki  $0,5n$ , bunda  $n$  – qo‘shiluvchilar soni).

Shartli tenglamalar tuziladi:

1.  $[V''_{\beta}] = 0,$
2.  $[V_s \cos \alpha] + \frac{1}{\rho} [V''_{\beta} \eta] + f_x = 0,$
3.  $[V_s \sin \alpha] - \frac{1}{\rho} [V''_{\beta} \varepsilon] + f_y = 0,$

bu erda  $V''_{\beta}$  - burchakka ikkinchi tuzatma.

$f_x$  va  $f_y$  – to‘g‘rilangan burchaklar bo‘yicha olingan koordinatalar orttirmalari bog‘lanmasligi.

Shartli tenglamalardan normal tenglamalarga o‘tiladi.

Ma‘lumki, normal tenglamalar soni shartli tenglamalar soniga teng.

1.  $\left[ \frac{aa}{p} \right] K_1 + \left[ \frac{ab}{p} \right] K_2 + \left[ \frac{ac}{p} \right] K_3 = 0.$
2.  $\left[ \frac{ab}{p} \right] K_1 + \left[ \frac{bb}{p} \right] K_2 + \left[ \frac{bc}{p} \right] K_3 + f_x = 0.$
3.  $\left[ \frac{ac}{p} \right] K_1 + \left[ \frac{bc}{p} \right] K_2 + \left[ \frac{cc}{p} \right] K_3 + f_y = 0.$

Normal tenglamalar koeffitsiyentlari ushbu formulalar bo‘yicha hisoblanadi:

$$\begin{aligned} \left[ \frac{aa}{p} \right] &= \frac{n+1}{p}; \\ \left[ \frac{ab}{p} \right] &= q[\eta] = 0; \quad \left[ \frac{ac}{p} \right] = -q[\varepsilon]; \\ \left[ \frac{bb}{p} \right] &= \frac{q}{\rho} [\eta^2] + [\Delta x \cos \alpha] = A; \\ \left[ \frac{bc}{p} \right] &= \frac{q}{\rho} [\eta \varepsilon] + [\Delta x \sin \alpha] = C; \\ \left[ \frac{cc}{p} \right] &= \frac{q}{\rho} [\varepsilon^2] + [\Delta y \sin \alpha] = B, \end{aligned}$$

bu yerda:  $P_{\beta_i} = \frac{\mu^2}{m_{\beta}^2} = P$ ,  $q = \frac{1}{P\rho}$  (teskari vazn).

Koeffitsiyentlarni hisoblashni tekshirish:

$$\begin{aligned} \Delta x_i \cos \alpha_i + \Delta y_i \sin \alpha_i &= S_i, \\ \Delta x_i \sin \alpha_i &= \Delta y_i \cos \alpha_i, \\ [(\eta + \varepsilon)^2] &= [\eta^2] + [\varepsilon^2] + 2[\eta\varepsilon]. \end{aligned}$$

Olingan koeffitsiyentlarga asosan normal tenglamalarni quyidagicha yozish mumkin:

1.  $\frac{n+1}{p} \cdot k_1 = 0$ .
2.  $AK_2 + CK_3 + f_x = 0$ .
3.  $CK_2 + BK_3 + f_y = 0$ .

Bu normal tenglamalarni yechib, korrelatlar topiladi:

$$\begin{aligned} K_1 &= 0 \\ K_2 &= \frac{Cf_y - Bf_x}{AB - C^2} \\ K_3 &= \frac{Cf_x - Af_y}{AB - C^2} \end{aligned}$$

Burchaklarga ikkinchi tuzatmalar hisoblanadi:

$$\begin{aligned} V''_{\beta_1} &= q(\eta_1 K_2 - \varepsilon_1 K_3), \\ V''_{\beta_2} &= q(\eta_2 K_2 - \varepsilon_2 K_3), \\ &\dots\dots\dots \\ V''_{\beta_{n+1}} &= q(\eta_{n+1} K_2 - \varepsilon_{n+1} K_3). \end{aligned}$$

Ikkinchi tuzatmalarni tekshirish:

$$[V_{\beta}] = 0.$$

Direksion burchaklarga tuzatmalar hisoblanadi:

$$\begin{aligned} V_{\alpha_1} &= V''_{\beta_1} \\ V_{\alpha_2} &= \sum_1^2 \cdot V''_{\beta} \\ &\dots\dots\dots \\ V_{\alpha_n} &= \sum_1^n \cdot V''_{\beta}. \end{aligned}$$

Tomonlarga tuzatmalar hisoblanadi:

$$\begin{aligned} V_{S_1} &= \Delta x_1 K_2 + \Delta y_1 K_3, \\ V_{S_2} &= \Delta x_2 K_2 + \Delta y_2 K_3, \\ &\dots\dots\dots \\ V_{S_n} &= \Delta x_n K_2 + \Delta y_n K_3. \end{aligned}$$

Tekshirish.  $[V_s] = [\Delta x]K_2 + [\Delta y] K_3$ .

Koordinata orttirmalariga tuzatma hisoblanadi:

$$\begin{aligned} V_{\Delta x_1} &= V_{S_1} \cos \alpha_1 - \frac{V_{\alpha_1}}{\rho} \Delta y_1, \\ V_{\Delta y_1} &= V_{S_1} \sin \alpha_1 + \frac{V_{\alpha_1}}{\rho} \Delta x_1, \\ &\dots\dots\dots \\ V_{\Delta x_n} &= V_{S_n} \cos \alpha_n - \frac{V_{\alpha_n}}{\rho} \Delta y_n, \\ V_{\Delta y_n} &= V_{S_n} \sin \alpha_n + \frac{V_{\alpha_n}}{\rho} \Delta x_n. \end{aligned}$$

Tekshirish.

$$\begin{aligned} [V_{\Delta x}] &= -f_x, \\ [V_{\Delta y}] &= -f_y. \end{aligned}$$

(Cheki:  $0.5 \sqrt{n}$ ; n- qo‘shiluvchilar soni)

Bu tuzatmalar punktlarning taxminiy koordinatalariga kiritiladi va oxirgi qiymati topiladi.

### Tenglashtirilgan qiymatlarning aniqligini baholash

Tenglashtirilgan elementlar (burchak, direksion burchak, tomon uzunligi, Absissa va ordinata) funksiyasining o‘rta kvadratik xatosi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$M_u = \mu \sqrt{\frac{1}{P_u}},$$

bu yerda:

$$\mu = \sqrt{\frac{P \frac{f^2 \beta}{n+1} + P [V_{\beta}^2] + \left[ \frac{1}{S} V_S^2 \right]}{3}},$$

$\mu$  –vazn birligidagi o‘rta kvadratik xatolik.

$$\frac{1}{P_u} = \left[ \frac{FF}{P} \right] - P \frac{\left[ \frac{aF}{P} \right]^2}{n+1} - \frac{\left[ \frac{bF}{P} \right]^2}{A} - \frac{\left\{ \left[ \frac{CF}{P} \right] - \frac{C}{A} \left[ \frac{bF}{P} \right] \right\}^2}{B - \frac{C^2}{A}},$$

$\frac{1}{P_u}$  — funksiyaning teskari vazni.

$\left[ \frac{FF}{P} \right], \left[ \frac{aF}{P} \right], \left[ \frac{bF}{P} \right]$  va  $\left[ \frac{CF}{P} \right]$  — miqdorlarning qiymatlar.

8.1-jadval

Elementlar nomi	$\beta_i$	$\alpha_i$	$S_i$	$x_i$	$y_i$
$\left[ \frac{FF}{P} \right]$	$\frac{1}{P}$	$\frac{i}{P}$	$S_i$	$\frac{q}{\rho} [(y_{i+1}-y)^2]_i + [S \cos^2 \alpha]_i$	$\frac{q}{\rho} [(x_{i+1}-x)^2]_i + [S \sin^2 \alpha]_i$
Elementlar nomi	$\beta_i$	$\alpha_i$	$S_i$	$x_i$	$y_i$
$\left[ \frac{aF}{P} \right]$	$\frac{1}{P}$	$\frac{i}{P}$	0	$-q[(y_{i+1}-y)]_i$	$q[(x_{i+1}-x)]_i$
$\left[ \frac{bF}{P} \right]$	$q\eta_i$	$q[\eta]_i$	$\Delta x_i$	$-\frac{q}{\rho} [(y_{i+1}-y)\eta]_i + [S \cos^2 \alpha]_i$	$\frac{q}{\rho} [(x_{i+1}-x)\eta]_i + [S \sin \alpha \cdot \cos \alpha]_i$
$\left[ \frac{CF}{P} \right]$	$-q\varepsilon_i$	$-q[\varepsilon]_i$	$\Delta y_i$	$\frac{q}{\rho} [(y_{i+1}-y)\varepsilon]_i + [S \sin \alpha \cdot \cos \alpha]_i$	$-\frac{q}{\rho} [(x_{i+1}-x)\eta]_i + [S \sin \alpha \cdot \cos \alpha]_i$

### 8.3. Chebotarev usuli bilan cho‘zilgan poligonometriya yo‘lini tenglashtirish

Tenglashtirish hisoblarini bajarishdan oldin berilgan yo‘l cho‘zilgan ekanligini aniqlash kerak.

Bog‘lanmasliklar  $f_\beta, f_x, f_y, f_s$  va  $\frac{f_s}{[S]}$  yuqorida kursatilgandek echiladi.

Yo'ning bo'ylama va ko'ndalang xatoliklari hisoblanadi:

$$t = \frac{f_x[\Delta x] + f_y[\Delta y]}{L},$$
$$u = \frac{f_x[\Delta x] + f_x[\Delta y]}{L},$$
$$L = \sqrt{[\Delta x]^2 + [\Delta y]^2}.$$

Shartli tenglamalar tuziladi:

1.  $[V''_{\beta}] = 0,$
2.  $[V_S] + t = 0,$
3.  $-\frac{1}{\rho} [\varepsilon' V''_{\beta}] + U = 0.$

Normal tenglamalarga o'tiladi:

1.  $\frac{n+1}{\rho} K_1 = 0.$
2.  $[S] K_2 + t = 0.$
3.  $\frac{q}{\rho} [\varepsilon'^2] K_3 + U = 0.$

Korrelatlar topiladi:

$$K_1 = 0,$$
$$K_2 = -\frac{t}{[S]},$$
$$K_3 = -\frac{U}{q[\varepsilon'^2]} \rho.$$

Burchaklarga ikkinchi tuzatmalar hisoblanadi:

$$V''_{\beta i} = \varepsilon'_i q K_3,$$

bu yerda: 
$$\varepsilon'_i = \frac{L}{n} \left( i - \frac{n}{2} - 1 \right),$$

$n$  – yo'ning tomonlar soni,

$q$  - funksiyaning teskari vazni.

Agar yo'l hamma tomonlarining uzunligi bir xil bo'lsa, unda



$$V''_{\beta i} = \Delta\theta\rho''b_i,$$

bu yerda:

$$\Delta\theta = -\frac{U}{[S]}; \quad b_i = \frac{6(n+2-2i)}{(n+1)(n+2)}.$$

Ikkinchi tuzatmalarni tekshirish:

$$[V''_{\beta}] = 0.$$

Direksion burchak tuzatmalari hisoblanadi:

$$V''_{\alpha i} = \Delta\theta\rho''\alpha_i.$$

Bu yerda:

$$\alpha_i = \frac{6i(n+1-i)}{(n+1)(n+2)}.$$

Tomonlarga tuzatma hisoblanadi:

$$V'_{S_i} = S_i K_2.$$

Tekshirish.  $[V_s] = -t$

Koordinata orttirmalariga tuzatmani hisoblanadi:

$$\begin{aligned} V_{\Delta x_i} &= K_2\Delta_{xi} - \Delta\theta\alpha_i\Delta y_i, \\ V_{\Delta y_i} &= K_2\Delta_{yi} - \Delta\theta\alpha_i\Delta x_i. \end{aligned}$$

Tekshirish.

$$\begin{aligned} [V_{\Delta x}] &= -f_x, \\ [V_{\Delta y}] &= -f_y. \end{aligned}$$

Juda cho'zilgan formada bo'lmagan yo'li tenglashtirishda bu tekshirishlar tenglamalari amal qilmasliklari mumkin. Bunday holatda qoldiq bog'lanmaslik quyidagicha yo'qotiladi.

Yangi miqdorlar hisoblanadi:

$$\partial' = \frac{f_x(a\Delta x) + f_y(a\Delta y)}{[\Delta x][a\Delta x] + [\Delta y][a\Delta y]},$$

$$\Delta Q' = \frac{f_y(\Delta x) + f_x(\Delta y)}{[\Delta x][a\Delta x] + [\Delta y][a\Delta y]}.$$

Bunda quyidagi munosabatlar saqlanishi kerak:

$$\frac{\partial}{\partial'} \approx 1 \pm 0,1,$$

$$\frac{\Delta\theta}{\Delta\theta'} \approx 1 \pm 0,1,$$

$$\Delta\theta = -\frac{U}{[S]}.$$

Agar bu munosabatlar saqlanmasa, unda yangi miqdorlar  $\delta'$  va  $\Delta\theta'$  bilan yangi ikkinchi tuzatmalar hisoblanadi.

### **Tenglashtirilgan qiymatlarning aniqligini baholash**

Burchaklarning o'rta kvadratik xatosi:

$$m_{\beta_i} = m_{\beta} \sqrt{1 - \frac{1}{n+1} - \frac{3(n-2i+2)^2}{n(n+1)(n+2)}}.$$

Direksion burchaklarning o'rta kvadratik xatosi:

$$m_{\alpha_i} = m_{\beta} \sqrt{1 - \frac{i^2}{n+1} - \frac{3i^2(n-i+1)^2}{n(n+1)(n+2)}}.$$

Tomonning o'rta kvadratikxatosi:

$$m_{S_i} = \mu \sqrt{S_i \left(1 - \frac{1}{n}\right)}.$$

Bo'ylama siljishning o'rta kvadratik xatosi:

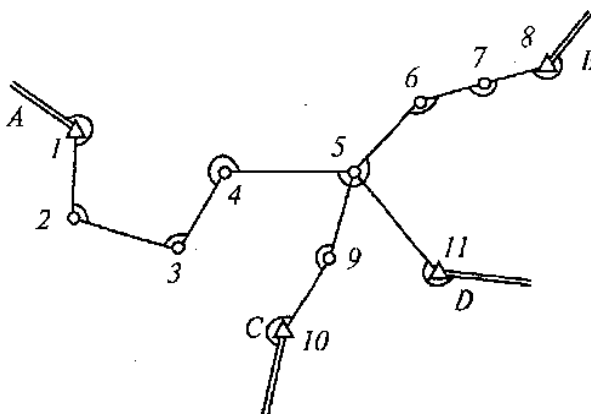
$$m_{t_{i+1}} = \mu \sqrt{S_{o'r} \left(i - \frac{i^2}{n}\right)}.$$

Ko'ndalang siljishning o'rta kvadratik xatosi:

$$m_{u_{i+1}} = \frac{m_{\beta}}{\rho''} S_{o'r} \sqrt{\frac{i(i+1)(2i+1)}{6} - \frac{i^2(i+1)^2}{4(n+1)} - \frac{i^2(i+1)^2(3n-2i+2)^2}{12n(n+1)(n+2)}}.$$

#### 8.4. Bir tugun punktli poligonometriya to'ri bo'lib tenglashtirish.

Direksion burchak sharti. Berilgan to'rda to'rtta yo'l mavjud (8.3-rasm). Hisoblash har bir yo'l bo'yicha o'lchangan burchaklar yig'indisini hisoblashdan boshlanadi. Keyinchalik tomonlardan bittasini tugun tomon sifatida tanlanadi (tugun tomon og'irlik markaziga yaqin bo'lishi kerak).



8.3-rasm

Har bir yo'l bo'yicha tugun tomonning direksion burchagi hisoblanadi:

$$\alpha'_i = \alpha_{bosh.} + \sum \beta_i - 180 (n+1).$$

Tugun tomonning direksion burchagining ehtimoliy qiymati hisoblanadi:

$$\alpha_0 = \frac{\alpha'_1 P_1 + \alpha'_2 P_2 + \alpha'_3 P_3 + \alpha'_4 P_4}{P_1 + P_2 + P_3 + P_4},$$

Bu yerda:  $\alpha'_i$  - direksion burchak ning taxminiy qiymati

$$P_i = \frac{C}{(n+1)_i}.$$

Yo'llarga tuzatmalar topiladi

$$[V_\beta]_i = \alpha_0 - \alpha'_i.$$

Tekshirish.

$$[P_\beta V_\beta] = 0.$$

Yoʻlning hamma burchaklariga tuzatma teng qilib tarqatiladi. Koordinatalarning orttirmalari va tomonning direksion burchaklari hisoblanadi. Har bir yoʻl boʻyicha tugun nuqtalarning koordinatalari hisoblanadi:

$$\begin{aligned} X'_i &= x_{bosh.} + [\Delta x]_i \\ Y'_i &= y_{bosh.} + [\Delta y]_i \end{aligned}$$

Tugun tomonning koordinatlari ehtimoliy qiymati hisoblanadi:

$$\begin{aligned} x_0 &= \frac{x'_1 P_{S1} + x'_2 P_{S2} + x'_3 P_{S3} + x'_4 P_{S4}}{P_{S1} + P_{S2} + P_{S3} + P_{S4}} \\ y_0 &= \frac{y'_1 P_{S1} + y'_2 P_{S2} + y'_3 P_{S3} + y'_4 P_{S4}}{P_{S1} + P_{S2} + P_{S3} + P_{S4}} \end{aligned}$$

bu erda:  $x'_i$  va  $y'_i$  — koordinatalarning ehtimoliy qiymati,

$$P_{Si} = \frac{C}{[S]_i}$$

Koordinatalar orttirmasiga tuzatma hisoblanadi:

$$\begin{aligned} [V\Delta x]_i &= x_0 - x'_i \\ [V\Delta y]_i &= y_0 - y'_i \end{aligned}$$

Tekshirish.  $[P_S V_{\Delta x}] = 0$ ;  $[P_S V_{\Delta y}] = 0$ .

### 8.5. Bir necha tugun nuqtali poligonometriya toʻrini ketma-ket yaqinlashish usulida tenglashtirish.

Ketma-ket yaqinlashuv usuli bir necha tugun nuqtali poligonometriya toʻrini hatolikni kamaytirib borish yoʻli orqali tenglashtirishda qoʻllaniladi. Ushbu usulda tenglashtirish hisoblari, har bir tugun nuqta balandligi toʻrdagi markalar balandligi va yoʻllar vaznlari orqali bajariladi. Toʻrdagi tugun nuqta balandliklarini ketma-ket yaqinlashtirish to oxirgi ikkita yaqinlashtirishda bir-biridan farqi 3 mm dan kichik

bo'lguncha bajariladi. Bu esa geodezik to'rlarni loyihasini baxolash imkonini yuzaga keltiradi.

Tenglashtirish boshqa tenglashtirish usullaridagi kabi 4 pog'onada amalga oshiriladi: poligonometriya ish sifatiga baho berish; nisbiy balandliklarni tenglashtirish ya'ni tugun reper otmetkalarini ishonchli qiymatini hisoblash va nisbiy balandliklarni tenglashtirish; dala o'lchash natijalariga baho berish; tenglashtirilgan qiymatlar aniqligini baholash.

1- chizmada uch tugun nuqtali III -klass nivelir to'ri keltirilgan. To'rda uchta tugun nuqta va uchta absolyut balandliklari ma'lum bo'lgan tayanch markasi mavjud bo'lib ular o'zaro 7 ta nivelirlash yo'llari bilan tutashgandir. Birinchi- 12-reper 1,2 va 3 yo'llar bilan, ikkinchi -13- reper 3,4 va 6- yo'llar bilan, uchinchi- 14- reper 6,7 va 5 yo'llar bilan bog'langan.

Tayanch marka otmetkalari, nivelir yo'llarini tartib raqami, yo'nalishi va yo'l bo'yicha o'lchangan nisbiy balandlik qiymatlari shemada kursatilgan.

Tenglashtirish jadvalini ishlab chiqish uchun jadvalning 1 dan 6 gacha ustunlari sxemadagi ma'lumotlardan olinadi. Har bir poligon bo'yicha ma'lumotlarni yozish soat strelkasi yo'nalishida olinadi.

Tugun tomonlar direksion burchaklarini tenglashtirish

Tugun (11-12) tomonning direksion burchak extimoliy qiymati 3, 4, 5 yo'llar direksion burchak qiymati o'rta vazni kabi hisoblanadi:

$$\alpha_{(11-12)} = \frac{\alpha'_3 P_3 + \alpha'_4 P_4 + \alpha'_5 P_5}{P_3 + P_4 + P_5}.$$

Tugun (5-10) tomonning direksion burchak extimoliy qiymati 1,2 va 3 yo'llar bo'yicha hisoblanadi:

$$\alpha_{(5-10)} = \frac{\alpha'_1 P_1 + \alpha'_2 P_2 + \alpha'_3 P_3}{P_1 + P_2 + P_3},$$

bu erda:  $\alpha'_i$  –  $i$  yo'l bo'yicha hisoblangan tugun tomonning direksion burchagining taxminiy qiymati;

$P_i$  –  $i$  yo‘lining burchaklar vazni.

Bu formulalarda xamma elementlar xam ma’lum emas. Shuning uchun tugun tomonning direksion burchaklarining extimoliy qiymati ketma-ket yaqinlashtirish usuli bilan topiladi. Birinchi yaqinlashtirishda formulalarning noma’lum qismi nolga tenglashtiriladi va tugun tomonning direksion burchagining taxminiy qiymati hisoblanadi.

Birinchi yaqinlashtirishda olingan direksion burchak taxminiy qiymatlari ikkinchi yaqinlashtirishda formulalariga qo‘yiladi.

Hisoblash oxirgi ikkita yaqinlashtirishda direksion burchak natijalari bir-xil bo‘lmaguncha davom ettiriladi. Tugun tomonlari direksion burchaklari extimoliy qiymatlari olingandan keyin yo‘llarning o‘lchangan burchaklariga tuzatma aniqlanadi:

$$V_{[\beta]i} = a_0 - \alpha'_i$$

bu erda:  $\alpha_{ip}$  – tugun tomonning direksion burchagining extimoliy qiymati. Tuzatmalarni tekshirish tugun tomonlari bo‘yicha bajariladi:

$$[P'V_\beta] = 0,$$

bu erda:  $P'$  – yo‘lining keltirilgan vazni.

Bu tuzatmalar o‘lchangan burchaklarga kiritiladi. Yo‘l tomonining direksion burchagi aniqlanadi va koordinatalar orttirmasi hisoblanadi. Absissa va ordinata sharti direksion burchak sharti kabi tenglashtiriladi.

Yuqorida aytganimizdek ketma-ket yaqinlashuv usulida masala tugun nuqtali poligonometriya to‘ridagi reperlar balandligini hatoligi 3 mm dan kichik holatda bo‘lguncha tenglashtiriladi. Bizning misolimizdagi to‘rda uchta tugun nuqta mavjud bo‘lib, biz ushbu nuqtalar balandliklari hatoliklarini ketma-ket tarqatib ishonchli balandlikka kelguncha tenglashtirishimiz kerak.

To‘rdagi yo‘llarning vaznlarini hisoblash uchun 1- formuladan foydalanamiz, natijalar jadvalning 7- ustuniga yoziladi va har bir tugun nuqtada vaznlar yig‘indisi hisoblanadi.

$$P_i = \frac{C}{L_i} \quad (202)$$

Bu yerda,  $L_i$ - yo‘l uzunligi,  $C$ - doimiy o‘zgarmas son .

Doimiy o‘zgarmas  $C$  ni topish uchun yo‘llarning eng uzuni va eng qisqasi qo‘shilib ikkiga bo‘linadi. Bizning to‘r bo‘yicha o‘zgarmas  $C$  vazn deb barcha yo‘llar uchun 5 km qabul qilinadi. Bunda  $C$  ni hisoblashda vaznlar qiymati katta bo‘lmagan kattalikda ifodalanishi uchun tenglanadigan doimiy son bo‘lib, u quyidagi formula orqali hisoblanadi

$$C = \frac{L_{min} + L_{max}}{2} \quad (203)$$

Bu yerda  $L_{min}$  ba  $L_{max}$ - to‘rdagi eng qisqa va eng uzun yo‘llar uzunligi.

Shundan so‘ng ishonchli vaznlarni ham hisoblaymiz, bunda 3- formuladan foydalanamiz

$$\frac{p_1}{[P]} = P'_1, \quad \frac{p_2}{[P]} = P'_2 \dots \dots, \quad \frac{p_n}{[P]} = P'_n \quad (204)$$

$$160,742 \text{ m} + \frac{27,6}{4,73} \text{ mm} = 160,748_0 \text{ m}$$

$$160,742 \text{ m} + \frac{5,2}{0,86} \text{ mm} = 160,748_0 \text{ m}$$

$P'_i$  ishonchli vaznlar qiymati oxirgi ikkita xonagacha yaxlitlanib jadvalga yoziladi. Nazorat sifatida tekshirilganda tugun nuqtalar vaznlari yig‘indisi  $[P'] = 1$  bo‘lishi kerak. Vaznlar hisoblangach, 1-ustunda kursatilgan reperlar  $H$  balandliklarining birinchi yaqinlashtirish ishi bajariladi va natijalar 9-grafaga yoziladi.

$$H = H_0 + [\varepsilon\rho'] \quad (205)$$

balandliklar Masalan  $13_{Rp}$  ni tugun nuqta sifatida qoldirsak ushbu nuqtada uchta yo‘l tutashadi. bitta 4-oddiy yo‘l hamda ikkita murakkab yo‘l (1,2+3) va (5,7+6) tutashadi; har bir murakkab yo‘l o‘z o‘rnida ekvivalent (1,2) yoki (5,7) yo‘llardan va haqiqiy 3 yoki 6 yo‘ldan tashqil topadi.

Agar tugun nuqta sifatida  $14_{Rp}$  olsak, unga ham uchta yo‘l ikkita 5 va 7-oddiy yo‘l xamda  $[(1,2 + 4 + 6)]$  murakkab yo‘l tutashadi.

## Direksion burchaklarni ketma-ket yaqinlashuv usulida tenglashtirish

8.2-jadval

Tugun yo'nalishi	Yo'l №	Berilgan direksion burchaklar nomi	Tayanch direksion burchak	Burchaklar yig'indisi [β]	Burchak soni	Vazn		Yaqinlashtirish						Tuzatma v;mm	P <sub>i</sub> v <sub>i</sub>	P <sub>i</sub> v <sub>i</sub> <sup>2</sup>
						P <sub>i</sub> = $\frac{10}{n+1}$	P <sub>i</sub> = $\frac{P_i}{[P]}$	I		II		III				
								α'	ξ <sub>ipi</sub>	α'	ξ <sub>ipi</sub>	α'	ξ <sub>ipi</sub>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
3-3a	1	T <sub>1</sub> -T <sub>2</sub>	114°28'25"	737°00'22"	4	2,5	0,36	131°28'47"	3	47"	7	47"	8	-9	-22,5	203
	2	T <sub>3</sub> -T <sub>4</sub>	272°19'43"	1119°08'37"	5	2,0	0,28	131°28'40"	0	40"	3	40"	4	-2	-4	8
	3	9-9a		619°26'19"	4	2,5	0,36			28"	0	26"	0	+12	+30	360
						7,0	1,00	131°28'43"	3	38"	10	38"	12		+3,5	
9-9a	3	3-3a		619°26'19"	4	2,5	0,32	210°55'02"	10	57"	8	57"	8	-12	-30	
	4	T <sub>3</sub> -T <sub>4</sub>	272°19'43"	838°35'07"	5	2,0	0,26	210°55'50"	5	50"	5	50"	5	-5	-10	50
	5	T <sub>5</sub> -T <sub>6</sub>	114°21'08"	696°33'24"	3	3,3	0,42	210°55'32"	0	32"	0	32"	0	+13	+43	559
						7,8	1,00	210°55'47"	15	45"	13	45"	13		+3,0	1180

Dala o'lchash ishlari aniqligini baholash      Tenglashtirilgan qiymatlar aniqligini baholash

$$\mu = \sqrt{\frac{[pv^2]}{n-k}} = 19.8'' \quad m_\mu = \frac{\mu}{\sqrt{2(n-k)}} = 8.1'' \quad m_\beta = \frac{\mu}{\sqrt{c}} = 6.3'' \quad P\alpha_{3-3a} = 6.2 \quad M\alpha_{3-3a} = \frac{\mu}{\sqrt{[P]}} = 7.9'' \quad P\alpha_{9-9a} = 6.9 \quad M\alpha_{9-9a} = \frac{\mu}{\sqrt{[P]}} = 7.5''$$



## Poligonometriya to'ri nuqtalarining koordinatalarini ketma-ket yaqinlashuv usulida tenglashtirish

8.3-jadval

Tugun yo'nalishi	Yo'l №	Boshlang'ich nuqta	Boshlang'ich nuqta Absissasi x	Yo'l bo'yicha bog'lanmasl ik xatosining viesididei	Yo'l uzunligi L, pv	Vazn		Yaqinlashtirish						Tuzatma v <sub>i</sub> mm	Pv <sup>2</sup>
						$P_i = \frac{10}{L}$	$P_i = \frac{P}{[P]}$	I		II		III			
								x	ξP	x	ξP	x	ξP		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3-3a	1	T <sub>2</sub>	10730.101	-1121.969	1.222	0.82	0.40	9608.132	0	32	4	32	5	+1	0.82
	2	T <sub>4</sub>	8320.00	+1288.145	1.615	0.62	0.30	9608.145	4	45	7	45	8	-12	89
	3	9		+297.063	1.655	0.60	0.30			21	0	20	0	+13	101
						2.04	1.00	9608.136	4	33	11	33	13		
9-9a	3	3	9608.136	-297.063	1.655	0.60	0.27	9311.073	17	70	16	70	16		
	4	T <sub>4</sub>	8320.00	+991.009	2.114	0.47	0.21	9311.009	0	09	0	09	0	+48	1083
	5	T <sub>6</sub>	9588.407	-277.336	0.873	1.15	0.52	9311.071	32	71	32	71	32	-14	225
						2.22	1.00	9311.058	49	57	48	57	48		1499
3-3a	1	T <sub>2</sub>	9939.127	-420.890	1.222	0.82	0.40	9518.237	9	37	9	37	9	-2	5
	2	T <sub>4</sub>	9552.00	-33.785	1.615	0.62	0.30	9518.215	0	15	0	15	0	+20	248
	3	9		+1620.381	1.655	0.60	0.30			49	10	52	11	-17	173
						2.04	1.00	9518.224	9	34	19	35	20		
9-9a	3	3	9518.224	-1620.381	1.655	0.60	0.27	7897.843	0	53	0	54	0		
	4	T <sub>4</sub>	9552.000	-1654.087	2.114	0.47	0.21	7897.913	15	113	13	113	12	-42	829
	5	T <sub>6</sub>	7085.417	+812.446	0.873	1.15	0.52	7897.863	10	63	5	63	5	+8	74
						2.22	1.00	7897.868	25	71	18	71	17		1329

Tenglashtirish natijalariga baxo berish.

$$\mu_y = \sqrt{\frac{[pv^2]}{n-k}} = 21 \text{ mm} \quad M_{x3} = \frac{\mu_x}{\sqrt{P_{y3}}} = 16 \text{ mm} \quad M_{y3} = \frac{\mu_y}{\sqrt{P_{y3}}} = 16 \text{ mm} \quad \mu_x = \sqrt{\frac{[pv^2]}{n-k}} = 22 \text{ mm} \quad M_{x9} = \frac{\mu_x}{\sqrt{P_x}} = 15 \text{ mm}$$

$$M_{y9} = \frac{\mu_y}{\sqrt{P_{y9}}} = 15 \text{ mm} \quad m_\mu = \frac{\mu}{\sqrt{2(n-2)}} = 8.6 \text{ mm}$$

## 8.6. Poligonometriya to'ri Popovning poligonlar usulida tenglashtirish (Normal tenglamalarni yechish)

Mustaqil poligonlar soni hisoblanadi:

$$r = n - k = 5 - 2 = 3,$$

bu erda:  $n$  - hamma o'lchashlar soni,  $k$  - noma'lumlar soni.

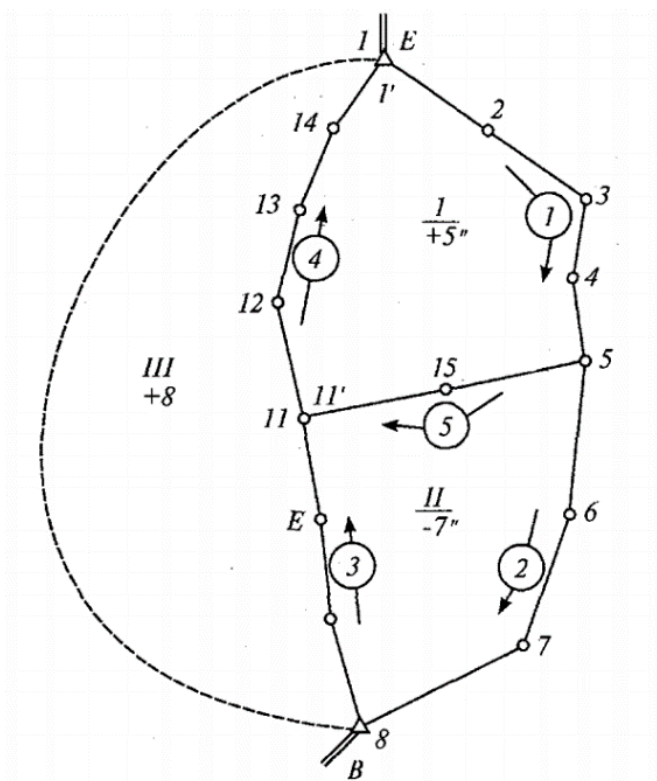
Yoki

$$r = S + N - 1 = 2 + 2 - 1 = 3,$$

bu erda:  $S$  - tutash poligonlar soni,  $N$  - tayanch punktlar soni.

Shartli tenglamalar sonini hisoblanadi:

$$D = 3 (S + N - 1) = 9.$$



8.4-rasm

Bo'lardan direksion burchaklar sharti:

$$D_a = S + N - 1 = 3.$$

Demak, direksion burchaklar shartida shartli tenglamalar soni mustaqil poligonlar soniga teng.

Koordinatalar sharti:

$$D_{xy} = 2(S + N - 1) = 6.$$

### Direksion burchaklar sharti bo'yicha tenglashtirish

Poligonlar bog'lanmasligi hisoblanadi va mos poligonlarga yoziladi. Har bir yo'l bo'yicha burchaklar soni hisoblanadi. Bunda yopishgan burchaklar koeffitsiyenti 0,5 teng ekanligini e'tiborga olish kerak.

8.4-jadval

Yo'l №	Burchaklar soni
1	4
2	3
3	3
4	4
5	2

Normal tenglamalar tuziladi. Normal tenglamalar soni mustaqil poligonlar soniga teng.

To'r chizmasi bo'yicha normal tenglamalarni tuzish qoidasi:

1. Kvadratik koeffitsiyentlar qiymati mos poligonlar burchaklar yig'indisiga teng. Kvadratik koeffitsiyentlar doimo musbat.

2. Simmetrik koeffitsiyentlar qiymati ikki poligon uchun umumiy bo'lgan yo'l burchaklari yig'indisiga teng. Simmetrik koeffitsiyentlar doim manfiy.

3. Poligonlar bog'lanmasligi normal tenglamalar ozod hadi hisoblanadi.

Normal tenglamalar:

$$1. 10K_1 - 2K_2 - 4K_3 + 5 = 0$$

$$2. -2K_1 + 8K_2 - 3K_3 - 7 = 0$$

$$3. -4K_1 - 3K_2 - 7K_3 + 8 = 0$$

Normal tenglamalarni echib korrelyatsiyalar topiladi.

Har bir yo'l uchun o'lchangan burchaklarga tuzatmalar kiritiladi:

$$[V]_i = n_1 k_1$$

$$[V]_2 = n_2 k_2$$

$$[V]_3 = n_3 (k_2 - k_1)$$

$$[V]_4 = n_4 (k_1 - k_3)$$

$$[V]_5 = n_5 (k_1 - k_2)$$

Alohida burchaklarga tuzatmalar hisoblanadi:

1. Bitta poligonga taalluqli yo'lda joylashgan burchak:

$$V_{<2} = V_{<3} = V_{<4} = K_1,$$

$$V_{<6} = V_{<7} = K_2,$$

2. Ikkita poligonga taalluqli yo'lda joylashgan burchak:

$$V_{<45} = K_1 - K_2,$$

$$V_{<9} = V_{<10} = K_2 - K_3,$$

$$V_{<12} = V_{<13} = V_{<14} = K_1 - K_3.$$

3. Tugun nuqtada joylashgan burchak:

$$V_{<5'} = K_1 - 0.5K_2,$$

$$V_{<5''} = K_2 - 0.5K_1,$$

$$V_{<1'} = K_1 - 0.5K_3,$$

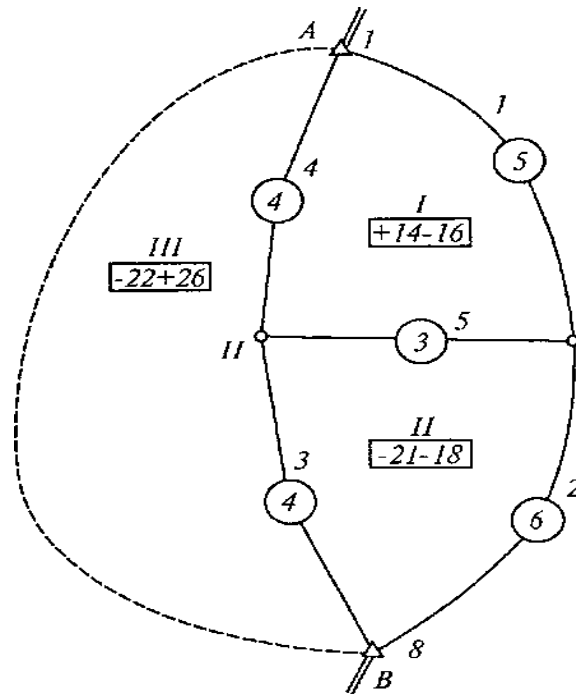
.....

$$V_{<11'} = K_1 - 0.5(K_2 + K_3).$$

Tuzatmalarni tekshirish:  $[V]_i = -f_{\beta i}$

### **Abssissa sharti bo'yicha tenglashtirish**

O'lchangan burchaklar bo'yicha koordinatalar orttirmasi hisoblanadi va har bir poligon bo'yicha orttirmalar bog'lanmasligi topiladi. Bu bog'lanmasliklar o'z ishorasi bilan mos poligonlarga yoziladi ( $x$ -chapdan,  $y$  - o'ngdan).



8.5-rasm

Yo'llar uzunligi topiladi va ular mos yo'llarga yoziladi. Yo'llar uzunligini metrda yoki kilometrda olish mumkin. Odatda yo'l uzunligi 10 yoki 100 ga qisqartirilgan metrlarda olinadi.

2-rasm bo'yicha normal tenglamalar tuziladi. Normal tenglamaning kvadrat koeffitsiyentlar poligon perimetriga teng.

Simmetrik koeffitsiyentlar ikkita yopishgan poligonning umumiy tomoni bo'lgan yo'l uzunligiga teng.

$$1. 12K_1 - 3K_2 - 4K_3 + 14 = 0$$

$$2. -3K_1 + 13K_2 - 4K_3 - 21 = 0$$

$$3. -4K_1 - 4K_2 + 8K_3 - 22 = 0$$

Koordinata orttirmalari bog'lanmasligi normal tenglamalar ozod hadi hisoblanadi.

$$[V_{\Delta x}] = -f_x$$

Bu normal tenglamalarni yechib, korrelyatlar topiladi. Koordinatalar orttirmalariga tuzatma hisoblanadi:

1. yo'1[ $V_x$ ] $_1=l_1k_1$ . uchun

2. yo'1[ $V_x$ ] $_2=l_2k_2$  uchun

3. yo'1[ $V_x$ ] $_3=l_3(k_2-k_3)$  uchun

4. yo'1[ $V_x$ ] $_4=l_4(k_1-k_3)$  uchun

5. yo'1[ $V_x$ ] $_5=l_5(k_1-k_2)$  uchun

bu yerda:  $l_i$  – yo'llar uzunligi.

Tuzatmalarni hisoblashni tekshirish poligon bo'yicha bajariladi.

Bu tuzatmalar yo'1 tomonlari uzunligiga proporsional tarqatiladi va qayrilish punktlar absissasi hisoblanadi. Ordinata sharti bo'yicha ham huddi shunday qilib tenglashtiriladi.

### **8.7. Poligonometriya to'rini Popovning tugunlar usuli bilan tenglashtirish**

Bu usul poligonometrikt o'rlarni parametrik usul bilan tenglashtirish usuliga mos keladi. Berilgan to'rda 5 ta yo'1 va 2 ta tugun nuqta bor. Tugun tomon sifatida (4-5) va (9-12) tomonlar tanlangan.

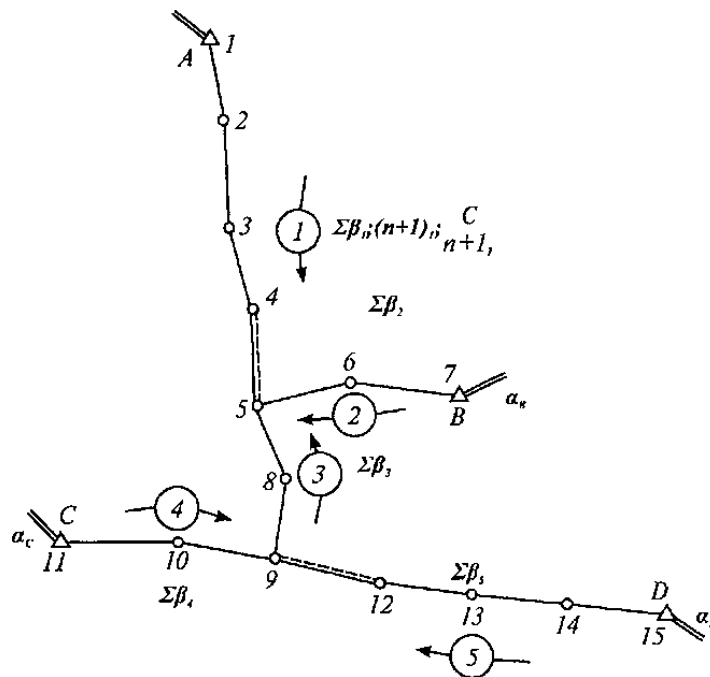
#### **Direksion burchak sharti bo'yicha tenglashtirish**

Tenglashtirish to'r chizmasi bo'yicha bajariladi (8.7- rasm). Boshlang'ich direksion burchaklar, yo'1ning o'lchangan burchaklar yig'indisi, burchaklar soni va uning vazni yozib olinadi. Burchaklar vazni quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$P_i = \frac{C}{(n+1)_i}.$$

Tugun tomonning direksion burchagi taxminiy qiymati hisoblanadi (odatda direksion burchak qisqa yo'llar bo'yicha hisoblanadi):

$$a_i = a_{bosh} + \sum \beta_i \pm 180^\circ(n+1)$$



8.6-rasm

Tugun nuqtaning burchak vazni hisoblanadi:

$$P_{\beta_i} = P_1 + P_2 + P_3$$

Yo'llarning burchak xatoligi hisoblanadi:

$$f_{\beta_i} = a_{bosh} + \sum \beta_i \pm 180^\circ(n+1)i - a_i$$

Topilgan xatoliklar mos vaznga ko'paytiriladi:

$$(f_{\beta_i} P_i)$$

Tugun nuqtaning burchak xatoliklari hisoblanadi:

$$F_{\beta_5} = f_{\beta_1} P_1 + f_{\beta_2} P_2 + f_{\beta_3} P_3$$

Normal tenglamalar tuziladi:

$$1. P_{\beta_5} x_5 - P_3 x_9 - F_{\beta_5} = 0$$

$$2. -P_3 x_5 + P_{\beta_9} x_9 - F_{\beta_9} = 0$$

Bu normal tenglamalarni yechib, tugun tomon taxminiy direksion burchaklariga  $x_5$  va  $x_9$  tuzatmalar topiladi. Bu tuzatmalar tugun tomoni direksion burchagi taxminiy qiymatiga kiritiladi va tugun tomoni direksion burchagi ehtimoliy qiymati topiladi:

$$A_{ehli} = a_i + x_i$$

Yo'llarning qoldiq bog'lanmasligi hisoblanadi:

$$f\beta_i = a_{bosh} + \sum \beta_i \pm 180^\circ(n+1)i - a_{eht}$$

Qoldiq bog‘lanmaslik teskari ishora bilan teng qilib o‘lchangan burchaklarga tarqatiladi va boshqa tomonlarning direksion burchagi topiladi.

Abssis va ordinata shartlari uchun ham xuddi shunday tenglashtirish bajariladi

## **9-bob. Yirik masshtabli topografik plan olish.**

### **9.1. Topografik plan olish usullari**

Har xil masshtabdagi topografik plan va kartalarni tuzish uchun quyidagi topografik plan olish usullari qo‘llaniladi:

1. Stereotopografik usul. Ochik joylarni (tekis va tepaliklardan iborat), tog‘li va tog‘ etaklaridagi joylarni (qiyalik, jarliklar) planga olish. (Agar joy nuqtasining balandligini fotogrammetrik aniqlash mumkin bo‘lsa).

2. Kombinatsiyalangan usul. Daraxt va urmon usimliklari bilan koplangan tekis joylarni planga olish. (Daraxt shoxlarining qalinligi tufayli joy nuqtasining balandligini fotogrammetrik aniqlash imkoni bo‘lmasa).

3. Menzula usuli. Katta bo‘lmagan maydonlar va uchastkalarni toza asosga planga olish. (Joy aerofotosurat bilan ta‘minlanmagan bo‘lsa yoki aerosurat olish imkoniyati bo‘lmasa).

4. Fototeodolit usuli. Juda baland tog‘li joylar, o‘tish va borish imkoni bo‘lmagan joylar, aerosuratga olganda soyalar tushadigan joylarni planga olish.

### **9.2. Stereotopografik usulda yirik masshtabli plan olish.**

Stereofototopografik plan olish deganda, bir-birini ma‘lum darajada ustma-ust ko‘plab turadigan qo‘sh aerosuratlar yordamida joyning optik (stereo) modelini hosil qilish bu stereomodelda maxsus fotogrammetrik asboblardan o‘lchash ishlarini bajarib topografik karta tuzish tushuniladi.

Stereofotogrammetrik usul kombinatsiyalashtirilgan usulning takomillashtirilganidir. Bu usulda ham joy samolyotdan fotosuratga olinadi.



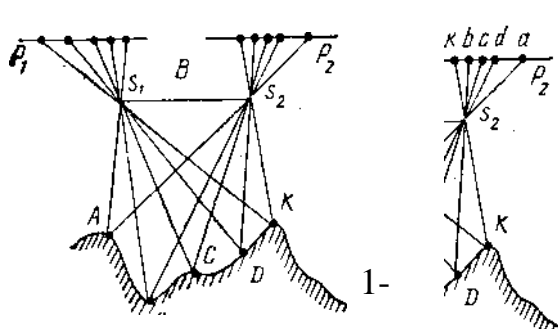
Lekin aerosuratlarni konturli planga aylantirish va relyefni gorizontallar bilan tasvirlash faqat kameral sharoidda, ya'ni topografik karta tuzilayotgan korxonada maxsus fotogrammetrik asboblar yordamida bajariladi, joyda esa bir necha nuqtaninggina o'rni va balandligi aniqlanadi, xolos. Tafsilotlar kombinatsiyalashtirilgan usuldagi kabi, joyning uzida deshifirovka qilinib, shartli belgilar bilan kursatiladi. Yozuvlar xam joyning o'zida yoziladi. Aerosuratni kameral sharoitda konturli planga aylantirish va relyeflarni chizish topografik karta tuzishni ancha tezlashtiradi va arzonlashtiradi.

Stereofototopografik usulda har qanday territoriyaning topografik kartasini universal va differensial metodlarda tuzish mumkin. Differensial usulda bir necha fotogrammetrik asbob qo'llaniladi va ularning har biri ma'lum protsessini bajaradi. Masalan, aerosuratlarda tayanch punktlarni ko'paytirish uchun stereokomparator, plan olish shoxobchalari punktlarini zichlashtirish va relyefni gorizontallar bilan tasvirlash uchun - stereometr, aerosuratlardan kontur va gorizontallarni planga ko'chirish uchun proektor yoki transformatorlardan foydalaniladi.

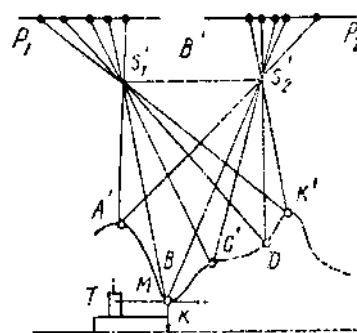
Universal stereofototopografik usulda topografik karta tuzishda aerosuratlarni ichki va tashqi orientirlash, planshetda relyef va konturlarni tasvirlash uchun maxsus universal stereofotogrammetrik asboblar: multipleks, stereo-planigraf, stereoavtograf va boshqalar qo'llaniladi.

Tafsilotlarni stereofotogrammetrik asboblar yordamida planga tushirish. Aerosuratlarga asoslanib konturli plan tuzishda stereofotogrammetrik asboblar yordamida joyning stereomodeli xosil qilinadi. Buning uchun ma'lum bazis (B) uchlaridan to'rib olingan qo'sh aerosurat kerak bo'ladi. Masalan, 1-shakl, a da joy (ABCDK) uzunligi B ga teng bo'lgan bazis uchlaridan suratga olinib, qo'sh aerosurat ( $P_1$  na  $P_2$ ) xosil qilingan. Bu qo'sh aerosuratlarning fokus oralig'i aerofotoapparat fokus oralig'iga teng, suratga olish vaqtida aerofotoapparat qanday turgan bo'lsa, ikkita proeksiyalash kamerasi va  $s_2$

ham shunday holatda oʻrnatilib, mazkur qoʻsh suratlar shu kameralarga joylashgan, deb faraz qilaylik (2- shakl, b).



9.1-rasm



9.2-rasm

Agar kameralar yoritilsa, ulardagi aerocytat ( $P_1$ , va  $P_2$ ) larning maʼlum nuqtalaridan pastga yoʻnaluvchi nurlar kamera ( $S_1$  va  $S_2'$ ) obyektivlaridan oʻtib oʻzaro kesishadi, natijada joyning optik (stereo) modeli hosil boʻladi. Stereomodelning masshtabi proeksiyalarning markazlari oraligi ( $B'$ ) ga bogʻlik. Stereomodelda oʻlchash ishlarini bajarish uchun proeksiyalash kameralari ostiga ekran ( $E$ ) oʻrnatiladi. Ekraning yuzasi sathiy yuza deb qabul qilinadi. Ekran tepasiga maxsus oʻlchash markasi ( $M$ ) boʻlgan yordamchi asbob ( $T$ ) oʻrnatiladi. Oʻlchash markasining ostki tomoniga qalam ( $K$ ) mahkamlangan. Yordamchi asbobning ham oʻziga yarasha kichik ekrani bor, uni balandga koʻtarish va pastga tushirish mumkin. Yordamchi asbobning markasini stereomodelning biror nuqtasiga (1-shakl, b da  $B$  nuqta) toʻgrilaganda qalam shu nuqtaning ortogonal proeksiyasini ekran ustiga qoʻyilgan planshet yoki qogʻozga chizadi. Shuningdek marka stereomodeldagi biror tafsilot konturi boʻyicha yurgizilganda ham shu konturning ortogonal proeksiyasi qogʻozga chiziladi. Natijada planda tafsilot konturining maʼlum masshtabda kichraytirilgan tasviri xosil boʻladi.

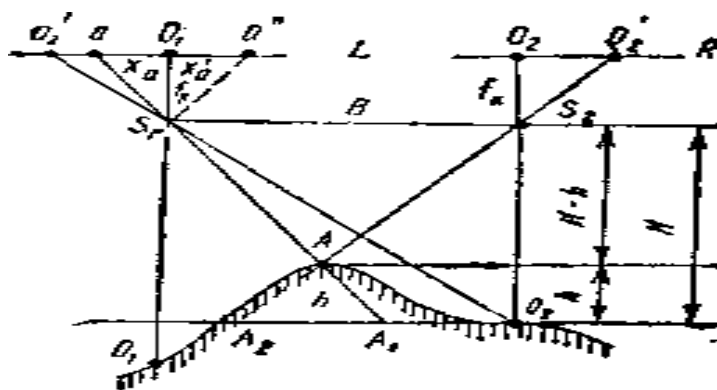
Multipleks va qoʻshproektorli fotogrammetrik asboblarning yuqorida keltirilgan sxemada tuzilgan. Stereoplanigraf va stereograf ham deyarli shu sxemada tuzilgan.

Relyefni stereofototopografik usulda planga tushirish. Joyning stereomodelini hosil qilish va aerosuratlardagi tafsilotlar konturini qog‘ozga chizish vaqtida qanday asboblardan ishlatilgan bo‘lsa, relyefni gorizontallar bilan tasvirlashda ham shu asboblardan foydalanish mumkin. Agar ekran ustiga o‘rnatilgan o‘lchov asbobining markasini ma’lum balandlikka ko‘tarib qo‘yib, asbobni stereomodel bo‘yicha yurgizsak, asbob qalami ma’lum balandlikda gorizontalni chizadi.

Keyin marka yana balandrok ko‘tarilib, ikkinchi gorizont chiziladi. Ekran ustidagi qog‘oz (plan) ga shu tarzda bir necha gorizont chizish mumkin.

hozirgi vaqtda universal metoda topografik karta tuzishda- Romanovskiy stereoproektori, Drobishev stereografi, multipleks va boshqa universal fotogrammetrik asboblardan qo‘llaniladi.

Aerosuratlardan foydalanib nuqtalar nisbiy balandligini differensial metoda aniqlashni quyidagicha tushuntirish mumkin



9.3-rasm

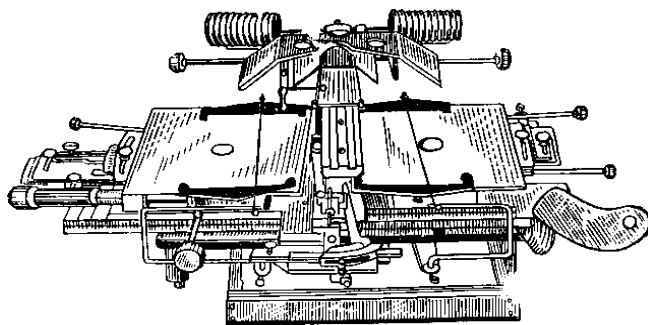
Masalan, joyning  $s_1$  va  $s_2$  nuqtalardan suratga olish natijasida  $L$  va  $R$  suratlar hosil bo‘lgan deylik (1-shakl). Suratga olish vaqtida aerofotoapparat o‘zi vertikal holda turgan, ya’ni aerosuratlarining qiyalik burchagi nolga teng.

Aerosuratlardagi nuqtalarning bo‘ylama paralaks ayirmalarini o‘lchab bu nuqtalarning nisbiy balandligini topish mumkin. Lekin Yuqorida keltirilgan formulalardan aerofotoapparatni gorizont holatda o‘rnatib olingan aerosuratlar uchunгина foydalanish mumkin. Aerosuratlar ma’lum qiyalik burchagiga ega

bo'lganligidan, o'lchangan bo'ylama paralaks ayirmalariga tuzatish kiritishga to'g'ri keladi. Aerosuratlarning bo'ylama, ko'ndalang va burilish burchaklari hamda suratga olish balandligi o'zgarganligi uchun kiritiladigan tuzatishlar aerosuratlarning tashqi orientirlash elementlarini o'lchab tuzilgan formula va grafiklar yordamida topiladi.

Stereoskop, stereokomparator, paralaktik lineykali stereometrlar yordamida o'lchangan paralaks ayirmalari qiymatiga aerosuratlarning qiyaligi uchun tuzatish kiritishda analitik usul qo'llaniladi. Shuning uchun bunday asboblarning nisbiy balandligini aniqlashdagina ishlatiladi.

Paralaks ayirmalarini o'lchash protsessida tuzatish kiritishning katta ahamiyati bor. Shu masalada Drobishev stereometridan foydalaniladi (1-shakl). Bu asbob bo'ylama paralaks ayirmalarini o'lchash bilan bir vaqtda, ularga aerosuratning qiyaligi uchun avtomatik ravishda tuzatish kiritiladi. Drobishev stereometri yordamida nuqtalarning nisbiy balandliklarini aniqlash va relyefni gorizontallar bilan chizish mumkin. Joyning stereomodelini xosil qilish uchun stereometr to'rt oynali, 2 karra kattalashtirib kursatadigan stereoskop bilan uskunalashgan. Bu stereoskop aerosuratlar joylashtiriladigan karetkalar ustiga o'rnatilgan o'lchash vaktida qo'sh aerosuratlarning chap surati chap karetkaga va uning surati o'ng karetkaga joylashtiriladi. Har bir karetkadan o'tgan ip marka xizmatini bajaradi. Iplar karetkalar ustiga maxsus vintlar yordamida mahkamlab qo'yilgan. O'lchash moslamasi paralaktik vintdan iborat bo'lib, uning yordamida bo'ylama paralaks ayirmalarini 0,01mm aniqlikda o'lchash mumkin.



9.4-rasm

Bu ishni quyidagi tartibda bajarish mumkin

Aerofotoplani olish ishlarini hisoblash.

Aerofotoplan olish ishlarini hisoblash maqsadi kartada bo‘ylama va ko‘ndalang qoplamalar zonasida opoznoklarni loyihalash. Bunda aerofotosyomka masshtabi 1:15000 yoki 1:20000, aerosuratlar o‘lchami 18x18 sm, suratlarning ustma-ust tushishi bo‘ylama qoplami 80-90 % ko‘ndalang qoplami 30-35 % deb olinadi.

### 9.3. Aerofotosyomka

Aerofotosyomka ishlarini hisoblash quyidagilardan iborat:

1) suratga olish balandligi

$$N=f_k m$$

bu yerda  $f_k$  – aerofotoapparat fokus masofasi ( $f_k = 100$  mm yoki 200 mm)

$m$ - suratga olish masshtabining maxraji ( $m = 15000$  yoki 20000)

2) Aerofotosurat bazisi, aerofotosyomka masshtabida.

$$b = \frac{l_x}{100} (100 - P\%)$$

bu yerda  $l_x=l_y$  – aerosurat o‘lchami (18x18 sm)

$P$ - bo‘ylama qoplama (80-90 %)

3) Suratga olish bazisi.

$$V = b \cdot m$$

4) yo‘nalishlar (marshrutlar) orasidagi masofa aerofotosyomka masshtabida.

$$dy = \frac{l_y}{100} (100 - q\%)$$

$q$  - ko‘ndalang qoplama (30-35 %)

5) Marshrutlar (yo‘nalishlar) orasidagi joydagi masofa.

$$Dy = dy \cdot m$$

6) Yo‘nalishdagi (marshrutdagi) aerofotosuratlar soni

$$L = \frac{C}{B} + 3$$

Bu yerda  $C$ - plan olish uchastkasining uzunligi.

7) Aerofotosuratlarning umumiy soni (plan olish uchastkasidagi)

$$N = LK$$

bu yerda 
$$K = \frac{D}{Dy}$$

$D$ – suratga olish uchastkasining kengligi

Bu hisoblar yordamida kalka qog‘ozida 1:25000 (1:10000) masshtabda suratga olish yo‘nalishlari (marshrutlarni), aerofotosurat markazlari kursatiladi.

#### **9.4 Planli va balanlik opoznaklar**

Ko‘ngdalang va bo‘ylama qoplamalari uchastkasida opoznaklar loyihalanadi. Opoznakalar uchun konturli nuqtalar olish kerak.

Planli opoznakalar koordinatalar aniqligini hisoblashdan avval qisqacha quyidagi ma’lumotlar berilishi kerak:

- a) fotogrammetrik usul bilan opoznaklarni ko‘paytirishni e‘tiborga olgan holda planli opoznaklarni joylashtirish sxemasi;
- b) opoznaklarni aniq belgilash uchun konturli nuqtalarni tanlash;
- v) opoznaklar koordinatalarini geodezik usul bilan aniqlash bo‘yicha kursatmalar;

Bu yerda loyihada qo‘yilgan talabga muvofiq planli opoznaklarni bir qismini teodolit yo‘llari o‘tkazish usuli bilan, ikkinchi qismini esa ko‘p karrali to‘g‘ri va teskari kesishtirish usuli bilan tayanch punktlariga bog‘lanadi.

#### **Planli opoznaklarning aniqligini hisoblash.**

Bu hisoblash ko‘p karrali to‘g‘ri va teskari kesishtirish usuli bilan topilgan bitta opoznak uchun va bitta teodolit yo‘li uchun bajarilishi kerak.

Hisoblash ishi eng noqulay sharoitda o‘rni aniqlanadigan opoznaklar uchun bajariladi. To‘g‘ri kesishtirish uchun noqulay sharoit deb o‘rni aniqlanadigan nuqtadagi burchaklar o‘tkir va boshqa tayanch nuqtalar asosida topiladigan nuqta orasidagi masofa turli uzunlikka ega deb qabul qilinadi.

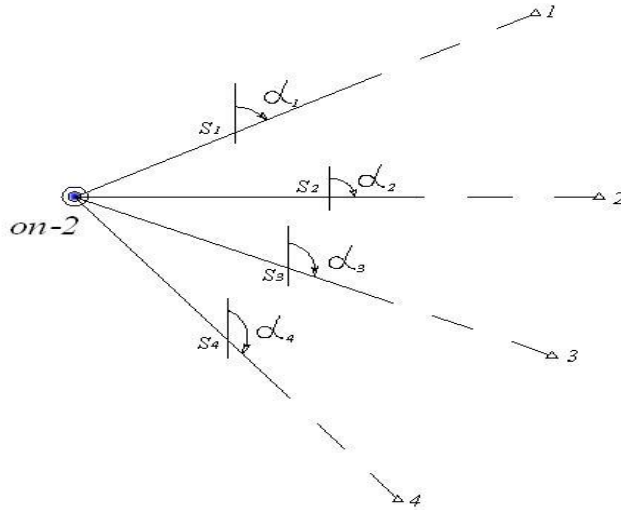
#### **a) ko‘p karrali to‘g‘ri kesishtirish .**

Kartada punktlardan topilishi kerak bo‘lgan punktgacha tomonlar uzunligi  $S_i$  va transportir yordamida ular orasidagi direksion burchaklar o‘lchanadi.



2.										
3.										
								[aa]	[ae]	[ee]

**b) Ko'p karrali teskari kesishtirish**



o'rni topilishi kerak bo'lgan opoznakning o'rta kvadratik xatosi

$$m_p = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} \quad (206)$$

$$\left. \begin{aligned} m_x &= \frac{m_\beta''}{10\sqrt{P_x}} \\ m_y &= \frac{m_\beta''}{10\sqrt{P_y}} \end{aligned} \right\} \quad (207)$$

9.6-rasm

$$\left. \begin{aligned} P_x &= \frac{D}{[BB]} \\ P_y &= \frac{D}{[AA]} \end{aligned} \right\} \quad (208)$$

$$D = [AA][BB] - [AB][AB] \quad 11.$$

$$\left. \begin{aligned} A_i &= a_{i+1} - a_1 \\ a_i &= -\frac{(a)_i}{S_{KM}} \\ (a_x)_i &= -\frac{\sin \alpha}{10000} \rho'' \end{aligned} \right\} \quad \left. \begin{aligned} B_i &= b_{i+1} - b_1 \\ b_i &= -\frac{(b)_i}{S_{KM}} \\ (b)_i &= \frac{\cos \alpha}{10000} \rho'' \end{aligned} \right\}$$

9.2-jadval

No	$\alpha$	(a)	(v)	$S_{km}$	a	v	A	V	AA	AV	VV
1.											
2.											
3.											
4.											
									[AA]	[AB]	[BB]



1:10000 va 1:5000 masshtabda topografik plan olish bo'yicha kursatmaga asosan analitik usul bilan o'zni aniqlanadigan opoznak koordinatalarining xato cheki quyidagiga teng

$$m_{P_{chek}} = \pm 1.4M$$

Demak o'rta kvadratik xato  $m_p = \pm 0.7M$  ga teng.

Bu shartni bajarish uchun burchak o'lchash o'rta kvadratik xatosini  $m'_\beta = \pm 30''$  deb qabul qilish mumkin. Agar nuqta o'rnini aniqlashdagi o'rta kvadratik xato chekidan katta bo'lsa, u vaqtda  $m_\beta$  uchun kamroq qiymat olish zarur va hisoblashni qaytadan bajarish kerak. Oldindan belgilangan qiymatga ( $m_\beta$  ga) erishish uchun burchak o'lchashda priyomlar sonini quyidagi formuladan topiladi:

$$n = \frac{m_v^2 + \frac{m_0^2}{2}}{m_\beta'^2} \quad (209)$$

Burchak o'lchash uchun texnikaviy (T15, T30, TT-5) teodolitlar ishlatiladi.

#### v) teodolit yo'li (aniqligini hisoblash)

Teodolit yo'lini aniqligini hisoblash uchun eng uzun teodolit yo'li tanlab olinadi. Hisoblash ishini bajarishda quyidagilar etiborga olinadi:

- Yo'lning aniqligi eng kam joyda olingan nuqta o'rnini aniqlashda xato cheki  $\pm 1.4M$  dan oshmasligi kerak.
- Teodolit yo'llari tomonlari qo'sh tasvirli optik Dal'nomer (OTD, DNR-06 va boshqalar) bilan 1:2000 gacha aniqlikda o'lchanishi maqsadga muvofiq deb qabul qilinadi.

Aniqlanadigan teodolit yo'lining nisbiy xato cheki

$$\frac{\mu_{\text{ef}}}{[S]} = \frac{1}{T} \quad (210)$$

O'rta kvadratik xato

$$M = \frac{\mu_{\text{ef}}}{2} \quad (211)$$

formulalar orqali aniqlanadi.

bu yerda  $[S]$ – yo‘l perimetri,  $T = 2000$

36-formula orqali teodolit yo‘lining chekli uzunligini topish mumkin.

Teodolit yo‘li tomonlarining uzunligi 20 m dan kichik 350 m dan katta bo‘lmasligi kerak. Tomonlarning optimal uzunligi – 150 – 200 m.

Teodolit yo‘lining aniqligi eng kam joydagi punkt o‘rnining o‘rta kvadratik xatosi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$M^2 = m_s^2 n + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [S]^2 \frac{n+3}{12}$$

Teng ta‘sir qilish prinsipiga asosan, ya‘ni

$$m_s^2 n = \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [S]^2 \frac{n+3}{12}$$

$M^2 = 2m_s^2 n$  bunga asosan masofa o‘lchashning o‘rta kvadratik xatosi quyidagicha bo‘ladi.

$$m_s = \sqrt{\frac{M^2}{2n}};$$

$m_s$  – qiymatidan foydalanib masofa o‘lchash asbobining tipi tanlanadi.

Burchak o‘lchash aniqligini hisoblash uchun teng ta‘sir qilish prinsipiga asosan

$$M^2 = 2 \frac{m_\beta^2}{\rho^2} [S]^2 \frac{n+3}{12}$$

bu yerdan burchak o‘lchashning o‘rta kvadratik xatosi

$$m_\beta'' = \sqrt{\frac{6M^2 \rho^2}{[S]^2 (n+3)}}; 18.$$

$m_\beta''$  – qiymati orqali burchak o‘lchash asbobining tipi tanlanadi.

## Glossariy

<p><b><u>Адилак (ватерпас)</u></b> – текислик ёки чизикнинг горизонталлигини текшириш учун асбоб.</p>	<p><b><u>Уровень (ватерпас) – прибор для проверки горизонтальности плоскости или линии.</u></b></p>	<p><b>Level. Spirit level</b> – the device for checking the horizontal plane.</p>
<p><b>Аэротасвирлов</b> – самолёт, вертолётдан туриб жой тасвирловини аэрофотоаппаратлар ёрдамида бажариш.</p>	<p><b>Аэросъемка</b> – съёмка местности выполняемая с самолетов, вертолетов с помощью аэрофотоаппаратов.</p>	<p><b>Aerial Photo</b> – shooting area performed with cameras aircraft.</p>
<p><b>Базис</b> – ўлчами катта аниқликда топилган жойдаги чизик бўлиб, геодезик тармоқлари томонларининг узунлиги базис узунлигига асосан топилади.</p>	<p><b>Базис</b> – длина линии на местности, которая определена с большой точностью, длины сторон геодезических сетей определяются исходя из длины базисов.</p>	<p><b>Basis</b> – the length of the line on the ground, which is defined with great precision geodetic network side length is determined based on the length of the bases.</p>
<p><b>Бош меридиан</b> – нукта узоклигини аниқлашда ҳисоб бошланадиган меридиан текислиги. Бугун дунё бўйича Гринвич меридиани бош меридиан деб қабул қилинган.</p>	<p><b>Меридиан начальный</b> – плоскость меридиана, от которого ведётся отчёт географической долготы точки. Во всём мире за начальный принят Гринвичский меридиан</p>	<p><b>Initial Meridian</b> – meridian plane, which conducted the report longitude point. Throughout the world, for the initial adopted the Greenwich meridian</p>
<p><b>Геодезик марка</b> – 1) нивелирлаш маркаси – катта бино ва бошқа иншоотлар деворига ер юзидан 1,5 м ва ундан баландроқда ўрнатиладиган баландлик белгиси (Н) маълум чўян диск шаклидаги геодезик пункт; 2) деформация маркаси – иншоот чўкишини аниқлаш мақсадида унинг фундаменти, деворлари ва турли конструкцияларга ўрнатиладиган металл (чўян) дан ишланган яримсфера қалпоқчали мих ёки бурчаклик кўринишдаги геодезик белги.</p>	<p><b>Марка геодезическая</b> – 1) нивелирная марка – геодезический пункт в виде чугунного диска, устанавливаемый в стенах и др. частях сооружений на высоте 1,5 м и более, у которого определена высота относительно уровенной поверхности (Н); 2) деформационная марка – металлический (чугунный) знак в виде металлических болтов со полусферической головкой или угольников, заделываемого в фундаменты, стены сооружений, узловые точки конструкций в целях наблюдения за</p>	<p><b>Mark geodesic</b>-1) leveling – determining points of the earth's surface elevation relative to the reference point ("zero height") or above sea level. N. One of the types of geodetic measurements, which are made to create a high-altitude geodetic network ; 2) iron sign embedded in the frame as a still in the clutch of massive structures (plinths stations and large buildings, bridge abutments, walls gateways</p>

	осадками сооружения	
<b>Геометрик нивелирлаш</b> – горизонтал кўриш ўқи ёрдамида рейкадан олинган саноклар орқали нивелир асбоби ёрдамида икки нукта орасидаги нисбий баландликни аниқлаш.	<b>Геометрическое нивелирование</b> – это определения превышений с помощью нивелирапо двум отсчетам снятым с нивелирных реек.	<b>Geometric leveling</b> – is the most common method for determining the elevation. It is performed by leveling defining a horizontal line of sight. Leveling device is quite simple.
<b>Масофа ўлчагич (далномер)</b> – жойда бевосита ўлчов ишларини олиб бормасдан масофани аниқлаш учун хизмат қилувчи асбоб.	Дальномер– прибор, служащий для определения расстояний без их непосредственного измерения на местности.	Rangefinder – a device that is used to determine distances without direct measurement on the ground.
<b>Масштаб</b> – чизик узунликларини тарх, харита ва кесимларда ифодалашда кичрайтириш даражаси.	<b>Масштаб</b> – степень уменьшения длин линий при нанесении их на планы, карты и профили	<b>Scale</b> – the degree of reduction of the length of lines at drawing them on the map and profiles plans
<b>Мунтазам хатолик</b> – уни сезгирликни нотўғри аниқланиши, тўппадан–тўғри ва қайтарма юришдаги даражаланиш хоссаларининг устма–уст тушмаслиги (гистерезис) ва х.к. лар келтириб чиқаради.	<b>Систематическая погрешность</b> – её вызывает неправильно определенная чувствительность, несовпадение градуировочных характеристик при прямом и обратном ходе (гистерезис) и пр.	<b>Systematic error</b> – it is correctly defined–Retained sensitivity mismatch calibration characteristics for forward and reverse motion (hysteresis) and so forth
<b>Мутлоқ баландлик</b> – ер юзасидаги нуктанинг шовун чизик йўналиши бўйича сатхий юзадан (денгиз сувининг тинч тургандаги юзасидан) баландлиги бўлиб, “Н” билан белгиланади.	<b>Высота абсолютная</b> точки земной поверхности (альтитуда), расстояние по вертикали от этой точки до среднего уровня поверхности моря,обозначается буквой “Н”	<b>The height of the absolute point of the earth's surface</b> (altitude), distance (generally m) vertically from this point to the average level of the surface of the ocean. Designated by the letter "H"
<b>Нивелир</b> – бир нуктани бошқа нуктага нисбатан баландлигини горизонтал кўриш нури ёрдамида аниқлаш учун мўлжалланган асбоб.	<b>Нивелир</b> – прибор, предназначенный для определения превышения одной точки над другой с помощью горизонтального луча визирования.	<b>Leveler</b> – a device designed to determine the excess of one point over another.
<b>Нивелирлаш</b> – нукталар орасидаги нисбий баландликларни ва нукталар баландлик белгиларини аниқлаш максатида	<b>Нивелирование</b> – геодезические измерения, выполняемые в целях определения превышений между точками и их отметок.	<b>Leveling</b> – geodetic measurements carried out in order to identify markers and points of elevation.

бажариладиган геодезик ўлчаш ишлари.		
<b>Нивелир рейкаси</b> – юзасига см ва мм ли бўлақлар туширилган қўштаврли ёки тўғри тўртбурчак кесимли ёғоч тахта.	<b><u>Нивелирная рейка</u></b> – <u>деревянный брус прямоугольного или двутаврового сечения с нанесённой на лицевую поверхность шкалой с см и мм делениями.</u>	<b>Leveling rod</b> – a rectangular wooden beam or I-section length of printed on the front surface of the scale.
<b>Нивелир репери</b> – ер қаърида ёки иншоотларда муқим ўрнатилган сатҳий юзага нисбатан баландлиги (Н) маълум геодезик пункт.	<b><u>Нивелирный репер</u></b> – <u>прочно закрепленный на местности или на сооружениях геодезический знак с известной отметкой (H).</u>	<b>Frame leveling</b> – geodetic sign – point leveling network with well-known mark (H).
<b>Нисбий баландлик</b> – бир нуктанинг иккинчи нуктага нисбатан баландлиги, h билан белгиланади.	<b>Высота относительная</b> – высота одной точки над другой, обозначается буквой h.	<b>Relative height</b> – height above the other one point is designated by the letter h.
<b>Оптик масофа ўлчагич</b> – ишлаш принципи базанинг маълум узунлиги ва ўлчанган қарама-қарши бурчак бўйича тўғри бурчакли ёки тенг ёнли учбурчак масаласини ишлашга асосланган масофа ўлчагич.	Дальномер оптический– дальномер, принцип действия которого основан на решении прямоугольного или равнобедренного треугольника по известной длине базы и измеренному противоположному углу.	<b>Optical rangefinder</b> – rangefinder principle is based on the decision of a rectangular or isosceles triangle from the known length of the base and measured the opposite corner.
<b>Оралик қурилма узунлиги</b> – ўқи бўйлаб ўлчанган оралик қурилма четки конструктив элементлари орасидаги масофа.	<b>Длина пролетного строения</b> – расстояние между крайними конструктивными элементами пролетного строения, измеренное по его оси	<b>The length of the span</b> – the distance between the outer structural elements of the superstructure, as measured in the axis
<b>Отметка</b> – ер юзасидаги нукталарнинг маълум бир бошланғич сатҳий юзага нисбатан баландлигининг сонли ифодаси.	<b>Отметка</b> – числовое выражение расстояния от данной точки по отвесной линии до исходной уровенной поверхности.	<b>Elevation point</b> – the distance from a given point on the vertical line to the original surface level.
<b>Портал (равок)</b> – тоннел ёки қувур (боши) га ўрнатилган кириш конструкцияси.	<b>Портал</b> – конструкция, обрамляющая вход в тоннель или трубу (оголовок).	Portal – construction, framing the entrance to the tunnel or pipe (headroom).
<b>Радиодальномер(радио масофа ўлчагич)</b> – ишлаши радиодиапазон электр магнит тўлқинлари ёрдамида	<b>Радиодальномер</b> – <u>прибор, действие которого основано на измерении расстояний с помощью электромагнитных волны радиодиапазона.</u>	<b>DME</b> – rangefinder, whose action is based on the measurement of the distance by means of electromagnetic

<p>масофаларни ўлчашга асосланган масофа ўлчагич. Иши импулсларнинг радиодальномердан объектга ва орқага қайтиш вақтини, чиқиш ва қайтиш фазалар фаркини ўлчашга асосланган импульсли ва узлуксиз радио масофа ўлчагичлар мавжуд.</p>	<p><u>Различают импульсные радиодальномеры, действие которых основано на измерении времени распространения импульсов от радиодальномера до объекта и обратно, и непрерывные, чье действие основано на определении разности фаз излучаемых и отраженных от объекта волн.</u></p>	<p>waves of the radio. Distinguish electronic telemeter pulse, whose operation is based on measuring the propagation time of the pulses from the DME to the object and back, and continuous, whose action is based on determining the phase difference of emitted and reflected waves from the object.</p>
<p><b>Тахеометр</b> – жойнинг тафсилоти ва рельефи ифодаланган тарҳ тузиш мақсадида бажариладиган тахеометрик тасвирлов учун мўлжалланган геодезик асбоб.</p>	<p><u><b>Тахеометр</b>– прибор, предназначенный для тахеометрической съемки с целью получения плана с изображением ситуации и рельефа.</u></p>	<p><b>Tacheometr</b> – device for tacheometry to obtain a plan with a picture of the situation and relief.</p>
<p><b>Теодолит</b> – горизонтал ва вертикал бурчак, азимутларни ўлчаш учун мўлжалланган геодезик асбоб.</p>	<p><u><b>Теодолит</b>– прибор, предназначенный для измерения горизонтальных, вертикальных углов азимутов.</u></p>	<p><b>Teodolit</b>– instrument designed for measuring horizontal and vertical, azimuth angles.</p>
<p><b>Тригонометрик нивелирлаш</b> – горизонтал кўйилиш <i>d</i> ва вертикал (қиялик) бурчак ворқали тригонометрик формулалар ёрдамида икки нукта орасидаги нисбий баландликни аниқлаш.</p>	<p><b>Нивелирование тригонометрическое</b> – определение превышений между точками с помощью вертикального угла (угла наклона визирного луча) и горизонтального проложения <i>d</i>.</p>	<p><b>Trigonometric leveling</b> – determining points of the earth's surface elevation relative <i>v</i> to the starting point via the angle of sight line <i>d</i> passing through two points of the terrain</p>
<p><b>Тупроқ полотносининг деформациялари</b> – темир йўл изининг эксплуатацион сифатини пасайтирувчи тупроқ полтоноси ва унинг қисмларининг қолдиқ ёки эластик, ш.ж. мавсумий шаклининг ўзгариши.</p>	<p><b>Деформации земляного полотна</b> – остаточные или упругие, в т. ч. сезонные, изменения формы либо размеров земляного полотна или его частей, снижающие эксплуатационные качества железнодорожного пути</p>	<p><b>Warp subgrade</b> – residual or elastic, incl seasonal changes in the shape or size of the subgrade, or portions thereof, reducing the performance of the railway track.</p>

<p><b>Ўлчаш аниқлиги</b> – ўлчаш натижаларининг ҳақиқий қийматга яқинлашув даражаси.</p>	<p><b>Точность измерения</b> – степень приближения результатов измерения к истинному значению.</p>	<p><b>The accuracy of measurements</b> – the degree of approximation of measurement results to the true value.</p>
<p><b>Ўлчаш хатолиги</b> – катталикларнинг ҳақиқий ва ўлчаб олинган ёки ҳисоблаб топилган қийматлари орасидаги фарқ. Ўлчаш хатоликлари ўлчаш ишлари аниқлигини тасифловчи</p>	<p><b>Погрешность измерения</b> — отклонение измеренного значения величины от её истинного (действительного) значения. Погрешность измерения является характеристикой точности измерения.</p>	<p><b>Measurement accuracy</b> – the deviation of the measured value from the value of its real (actual) value. Deviation is a characteristic of the measurement accuracy.</p>
<p><b>Харакатланувчи состав габарити</b> – чегаравий кўндаланг (йўл ўқиға перпендикуляр) контур, унда ўрнатилган тўғри горизонтал йўлда ҳам юкли, ҳам юксиз ҳаракатланувчи состав ташқарига чиқмасдан жойлашиши керак.</p>	<p><b>Габарит подвижного состава</b> – предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу, должен помещаться как груженный, так и порожний подвижной состав, установленный на прямом горизонтальном пути</p>	<p><b>Vehicle loading gauge</b> – limit cross (perpendicular to track axis) outline, in which, not going outside, should be placed both loaded and empty rolling stock, mounted on a straight horizontal path</p>
<p><b>Қатнов баландлиги</b> – ер сатҳи, қатнов қисми усти, релс каллагидан унинг устида жойлашган кўприк элементи остки қиррасигача бўлган йўл ўтказгич остидаги энг қисқа масофа, транспорт воситаларининг ўтиши мумкинлигини ёки уни чеклашни аниқлайди.</p>	<p><b>Высота проезда</b> – наименьшее расстояние под путепроводом от уровня земли, верха проезжей части, головки рельса до нижней грани расположенного над ним элемента моста, что определяет возможность или ограничение проезда транспортных средств.</p>	<p><b>The height of the passage</b> – the shortest distance under the overpass above the ground, the top of the roadway, rail head to the lower edge of the bridge above it the element that determines whether or restricting the passage of vehicles.</p>
<p><b>Қозик (свая)лар</b> – бино ва иншоотларнинг пойдеворига «ўзак» ҳолатида чуқурлаштирилиб қоқиладиган ёғоч, металл ёки темирбетонли “стерженлар”. Қозиклар юкларни пойдевордан зич заминга (материкка) узатадилар.</p>	<p><b>Сваи</b> – <u>деревянные, металлические или железобетонные "стержни", которые заглубляют в основание зданий и сооружений. Сваи передают нагрузку от фундамента на плотные (материковые) грунты.</u></p>	<p><b>Piles</b> – wood, metal or reinforced concrete "pins", which deepened into the base of buildings and structures. Piles transfer the load from the foundation on solid (mainland) soils.</p>

## Adabiyotlar.

1. V.G. Selixanovich. Geodeziya. Ch. II. — M., "Nedra", 1981.
2. Praktikum po geodezii. Pod red. V.G. Selixanovicha. — M., "Nedra", 1983.
3. Spravochnik geodezista. V 2-x knigax. — M., "Nedra", 1991.
4. Yu.K. Neumqvakin, A.C. Smirnov. Praktikum po geodezii. — M., Kartgeotsentr-Geodezizdat, 1995.
5. D.O. Jo'raev. Geodezik o'lchashlarni matematik qayta ishlash nazariyasi. 1-qism:  
O'lchashlar xatoliklari nazariyasi. O'quv qo'llanma. T., TAQI, 2000.
6. D. O. Jo'raev. Geodezik o'lchashlarni matematik qayta ishlash nazariyasi.  
2-qism: Eng kichik kvadratlar usuli. O'quv qo'llanma T., TAQI, 2000.
7. D. O. Jo'raev, D.R. Nosirova. Geodeziya. O'quv qo'llanma. 1- qism. T., TAQI. 2002.
8. Avchiev Sh.K., Toshpulatov S.A. "Injenerlik geodeziyasi". Darslik. ToshTYMI. - T., 2014. –434 b.
9. Muhandislik geodeziyasi. Geodezik o'lchash va qayta ishlashlarda elektron vositalar / To'lyaganov A.X., Ablaqulov A.A., Hakimova R.J., Xudoyqulov R. T.: "Iqtisod-Moliya", 2016.– 86 b.
10. Qayumova H.T. "Temir yo'llar qurilishi va ekspluatatsiyasida geodezik ishlar". O'quv qo'llanma. – T.: ToshTYMI, 2015. –54 b.
11. Qayumova H.T. "Munandislik geodeziyasi". O'quv qo'llanma. – T.: ToshTYMI, 2014. – 60 b.
12. To'laganov A. Geodeziya. I-qism, –T.: "Iqtisod-Moliya", 2013. –104 b.
13. To'laganov A. Geodeziya. II-qism, –T.: "Iqtisod-Moliya", 2013. –96 b.
14. Engineering Surveying textbook. W. Schofield, Mark Breach. Taylor @ Francis 14.02.2007c. -622 pp.
15. [www.leica-geosystems.com](http://www.leica-geosystems.com)



## Mundarija

<b>KIRISH.....</b>	<b>3</b>
<b>1-bob. Barometrik nivelirlash.....</b>	<b>4</b>
1.1. Barometrik nivelirlashning mohiyati va uni bajarish uchun qo‘llaniladigan asboblard.....	4
1.2. Qisqartirilgan barometrik formulalar.....	9
1.3 Barometrik jadvallar.....	12
1.4. Barometrik nivelirlash usullari.....	16
1.5. Barometrik nivelirlashda xatolar manbai.....	17
1.6. Barometrik nivelirlash aniqligi.....	19
<b>2-bob. III va IV klass nivelirlash.....</b>	<b>20</b>
2.1. Davlat balandlik geodezik to‘rlari haqida qisqacha ma’lumot.....	20
2.2. III va IV klass nivelirlashda qo‘llaniladigan asboblard Nivelirlar klassifikasiyasi.....	22
2.3. Aniq nivelirlarning qisqacha texnik karakteristikasi.....	23
2.4. Aniq nivelirlarni va nivelirlash reyklarini tekshirish va kuzatish.....	28
2.5. Lazerli nivelirlar.....	43
2.6. Elektron nivelirlar va ularning turlari.....	44
2.7. Elektron nivelirlar bilan ishlash.....	46
2.8. Elektron nivelirlarni tekshirish va sozlash.....	54
2.9. III va IV klass nivelirlash ishlarini tashqil qilish va bajarish.....	56
2.10. IV klass nivelirlash dala o‘lchash ishlari.....	58
2.11. III klass nivelirlash dala o‘lchash ishlari.....	62
2.12. IV va III klass nivelirlash dala o‘lchash ishlari natijalari bo‘yicha hisoblash ishlari.....	64
2.13. III va IV klass nivelirlashning ayrim usullari. Nivelirlash yo‘lini daryo yoki jar orqali o‘tkazish.....	69
2.14. Nivelirlashdagi xato manbalari va xatolik ta’sirini kamaytirish yo‘llari. ...	73
<b>3-bob. Tenglashtirish hisoblari.....</b>	<b>74</b>
3.1. Yakka nivelir yo‘lini tenglashtirish.....	74

3.2. Yakka nivelir yo‘lini tenglashtirish natijalariga baxo berish.....	76
3.3. Bir bog‘lovchi punktli nivelir to‘rini tenglashtirish.....	81
3.4. Tenglashtirish natijalariga baxo berish. (Dala o‘lchash ish sifatiga baxo berish).....	83
3.5. Nivelir to‘rini ekvivalent almashtirish usulida tenglashtirish.....	86
3.6. Nivelir to‘rini ketma – ket yaqinlashish usulida tenglashtirish.....	101
3.7. Nivelir to‘rini popovning poligonlar usulida tenglashtirish.....	108
3.8. Nivelir to‘rini popovning poligonlar usuli bilan tenglashtirish (normal tenglamalarni tuzish va yechish).....	115
3.9. Nivelir to‘rini popovning tugunlar usuli bilan tenglashtirish.....	117
<b>4-bob. Poligonometriya.....</b>	<b>122</b>
4.1. Davlat planli geodezik shaxobchalar.....	122
4.2. Poligonometriya yo‘llariga va to‘rlariga qo‘yiladigan talablar.....	122
4.3. Shahar poligonometriyasi klassifikatsiyasi.....	124
4.4. Poligonometriya to‘rlari.....	125
4.5. Poligonometrik ishlarni tashqil qilish.....	129
4.6. Poligonometriya yo‘lining bo‘ylama va ko‘ndalang xatoliklari.....	130
4.7. Har qanday formadagi poligonometriya yo‘li oxirgi nuqtasi vaziyatining o‘rta kvadratik xatosi.....	134
<b>5-bob. Poligonometriyada masofa o‘lchash.....</b>	<b>137</b>
5.1. Bazis o‘lchash asbobi.....	137
5.2. Alohida xatoliklar uchun yo‘l qo‘yish chekini hisoblash.....	142
5.3. Optik dal’nomerlar bilan masofa o‘lchash.....	149
5.4. Optik dal’nomerlarda masofa o‘lchashda xatolar manbaii.....	151
5.5. Svetodal’nomerlar bilan masofa o‘lchash.....	152
<b>6-bob. Poligonometriyada burchak o‘lchash.....</b>	<b>161</b>
6.1. Teodalitlar klassifikatsiyasi. T2 teodaliti .....	161
6.2. T2 teodalitini tekshirish.....	166
6.3. Vizir markasini tekshirish.....	168
6.4. Burchak o‘lchashning uch shtativ usuli.....	169

6.5. Gorizontol burchaklarni o'lash usullari.....	170
6.6. Burchak o'lashda xatolar manbalari.....	175
6.7. Xatolar manbaining chekini hisoblash.....	177
<b>7-bob. Poligonometriya punktlarini tayanch punktlariga bog'lash.....</b>	<b>184</b>
7.1. Yuqoridagi punktning koordinatalarini yerga tushirish metodida bog'lash.....	186
7.2. Uzoqdagi tayanch (triangulyatsiya) punktlarga poligonometriya yo'lini boglash. Teskari bir karrali kesishtirish.....	188
7.3. Direksion burchakning diferentsial formulalari.....	191
7.4. Teskari ko'p karrali kesishtirish.....	193
7.5. To'g'ri bir yo'nalishli kesishtirishlar.....	195
7.6. To'g'ri ko'p yo'nalishli kesishtirish.....	198
<b>8-bob. Poligonometriya yo'llari va to'rlarini tenglashtirish.....</b>	<b>200</b>
8.1. poligonometriya yo'llari va to'rlarini tenglashtirish usullari.....	200
8.2. Yakka poligonometrik yo'lini korrelat usuli bilan tenglashtirish.....	202
8.3. Chebotarev usuli bilan cho'zilgan poligonometriya yo'lini tenglashtirish.....	207
8.4. Bir tugun punktli poligonometriya to'rini tenglashtirish.....	211
8.5. Bir necha tugun nuqtali poligonometriya to'rini ketma-ket yaqinlashish usulida tenglashtirish.....	212
8.6. Poligonometriya to'rini Popovning poligonlar usulida tenglashtirish (Normal tenglamalarni yechish).....	217
8.7. Poligonometriya to'rini Popovning tugunlar usuli bilan tenglashtirish.....	222
<b>9-bob . Yirik masshtabli topografik plan olish.....</b>	<b>224</b>
9.1. Topografik plan olish usullari.....	224
9.2. Stereotopografik usulda yirik masshtabli plan olish. ....	224
9.3. Aerofotosyomka.....	229
9.4 Planli va balanlik opaznaklar.....	230
Glossariy.....	236
Adabiyotlar.....	242

