

## Giriş

Ýeriň formasyny, ölçeglerini hem-de daşky grawitasiýa meýdanyny öwrenýän ylma geodeziýa diýilýär.

Öňde goýlan problemalary çözmek üçin ýeriň üstünde we ýan golaýynda dürli ölçemeler geçirmeli bolýar. Şeýle ölçmeleri amala aşyrmakda ulanylýan ölçeme gurallaryny we metodlaryny ýokary kämillikde döretmek zerur bolýar.

Geçirilýän ölçemeleriň netijeleriniň takyk san bolmaýandygy sebäpli olary belli bir matematiki usullar arkaly hasaplama problemasy hem ýüze çykýar.

Ýokardakylar geodeziýanyň hususy meselesini çözmek üçin geçirýärler.

Bu kämil ölçeme gurallaryny we ölçeyiş usullaryny ulanmak bilen gurluşykda, geologiýa-gözleg işlerinde, harby işde we ş.m. ýüze çykýan geometriki meseleler çözülýär. Geodeziýanyň şeýle meseleler bilen meşgullanýan bölegine amaly geodeziýa diýilýär. Amaly geodeziýanyň metodlaryny ulanmak bilen gurluşyk meýdanýnda gurluşykçy inženerleriň çözüýän meselelerini öz içine alýan geodeziýanyň bölegine inženerler üçin geodeziýa kursunda seredilýär.

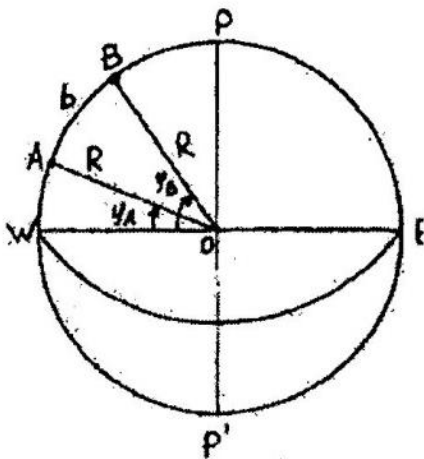
Topografiki ölçmeleriň netijelerini topografiki karta we plan görnüşinde çyzgyda şekillendirmegiň problemalary bilen kartografiýa meşgullanýar.

Häzirki zaman topografiýasy we kartografiýasy ýer üstüni howadan we kosmos giňişliginden surata düşürmegiň netijelerini giňden ulanýar. Uçuş apparatlaryň kömegi bilen geçirilýän topografiki işler aerofototopografiýa degişlidir.

Geodeziýanyň hususy meselelerini çözmekde astronomiýanyň, grawimetriýanyň, geofizikanyň we beýleki Ýeri öwrenýän ylym pudaklarynyň gazananlary giňden ulanylýar.

## Ýeriň formasy we ölçegleri

Ýeri planetar jisim hökmünde kabul etsek, onda onuň formasynyň nähilidigine, onuň ölçeglerine göz ýetirmek adamzadyň gadym eýýämlerden bäri gyzyklanylýan meseleleriniň biri bolup gelýär.



1-nji surat

Ýer şarynyň ölçegleriniň kesgitlemesine degişli. Emma ylmyň, tehnikaýyň ösmegi netijesinde Ýeriň geometriýasyny has takyk öwrenmek meselesi öňe sürülýär.

Ilki Ýeriň şar şekillidigini subut etmek üçin bir meridianda ýatan A we B nokatlaryň giňişliklerini ( $\varphi_a, \varphi_b$ ) astronomiýanyň kömegi bilen kesgitlep, meridianyň ölçenen b dugasy arkaly şaryň radiusy R kesgitleýär:

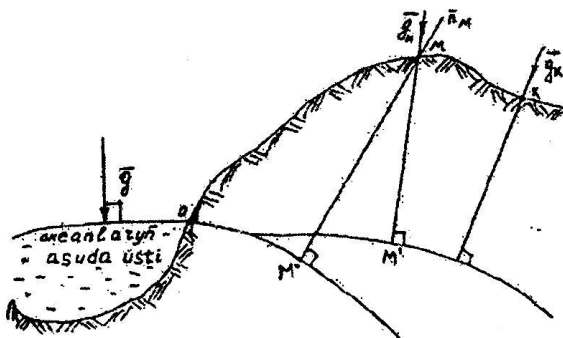
$$b/2\pi R = (\varphi_b - \varphi_a)^0 / 360^0; \quad R = b \cdot 360^0 / (\varphi_b - \varphi_a)^0 \cdot 2\pi;$$

$$R = b\rho / (\varphi_b - \varphi_a)^0, \quad (1)$$

bu ýerde

$$\rho = 180^0 / \pi . \quad (2)$$

Şeýlelikde Ýeriň şar şekilli modeli dürli ýurtlarda geçirilen ölçemeleriň netijesinde subut edildi. Ýöne, elbetde, "şar şekilli Ýer" emeli düşünje bolup Ýeriň hakyky formasyny häsiýetlendirmekden has daşda durýar.



2-nji surat

Geliň bu meselä birneme içgin seredeliň.

Dünýä okeanyňyň asuda, dinamiki deňagramlylykdaky ýagdaýyny (tolgunma, akym we ş.m. ýok) göz önüne getireliň. Bu üste agyrlýk güýjüniň wektory  $d$  elmydam perpendikulýardyr. Oňa deňagramlylyk (ýa-da ekwipotensial) üsti diýilýär. Ol agyrlýk güýjüniň potensialy  $W$  arkaly häsiýetlendirilýär. Deňagramlylyk (ekwipotensial) üstde  $W = \text{const}$ . Şeýle üstler, elbetde, tükeniksizdir. mümkin bolan deňagramlylyk üstlerden okeanyň asuda üsti bilen gabat gelýänini alalyň. Goý, şeýle üst  $W_0 = \text{const}$  bolsun.

$W_0 = \text{const}$  üst bilen çäklenen geometrik jisime geoid diýilýär.

Ýeriň formasy hökmünde adatda geoidiň formasyny göz önünde tutýarlar.

Şeýlelikde, geoid deňagramlylyk üst bilen çäklenen. Ýeriň iüki gurluşynyň çylşyrymlydygy zerarly onuň dürli bölekleri dürli grawitasion täsirlidir, ýagny dürli nokatlarda d wektoryň ugry kada boýunça üýtgemeyär we köplenç kesgitsizdir. Şeýlelikde geoidiň üsti hem geometriki nukdaý nazarynda has çylşyrymly bolýar, we ýönekeý funksiýalar arkaly aňladylmagy mümkin bolmadyk näbelli üste öwrülýär.

Geoidiň kesgitsiz üstüni oňa golaý bolan ellipsoidiň üstüne göre otnositel öwrenmek maksada laýykdyr. Eýsem, ýerüstünde geçirlen inňäp köp ölçemeleriň netijelerini, astronomiýa we grawimetriýa ölçemelerini bilelikde ulanmagyň esasynda geoide golaý ellipsoidler kesgitlenildi. Şeýle ellipsoide ýerumumy ellipsoid diýilýär. Ýerumumy ellipsoidi kesgitlemek üçin şu aşakdaky gipotezany kabul edeli: ýer şara golaý ellipsoidal geometrik jisim. Ellipsoid ýukajyk ellipsoidal gatlaklardan düzülen. Gatlaklarda jisimleriň dykyzlygy hemişelik. Gatlakara dykyzlygyň üýtgame kanunyny bilmek hökman däl. Gatlaklaryň esasy inersiýa oklary we merkezleri ähliumumdyr.

Meşhur fransuz alymy Klero kabul edilen gipoteza bilen laýyklykda ýerumumy ellipsoidiň gysylmasyny kesgitledi:

$$\alpha = 3\mu / 2M + q/2 \quad (3)$$

bu ýerde:

$\alpha = (a-b)/a$  - ýerumumy ellipsoidiň polýar gysylmasy, a, b - ellipsoidiň ekwatorial we polýar aýlanma ýarymoklary, M - şaryň (Ýeriň) massasy

$$q = \omega^2 a / g_0, \quad (4)$$

w – Ýeriň burç tizligi ( $w^2 \times a$  – merkezden daşlaşma güýç),  $g_0$  – agyrlýk güýžüniň ellipsoidiň üstündäki nokatlar üçin

bahasy,  $\mu$  – ekwatoryň ugruna ýerleşen hyýaly goşmaça massa  
 OX,OY we OZ oklara görä kesgitlenýän inersiýalar  
 hasaplananda ellipsoidiň gysylmasyny göz önüne tutýar.  
 Ellipsoidiň üsti

$$r/a=1-(3\mu / 2M+q/2) \sin^2\Phi \quad (5)$$

deňleme arkaly kesgitlenýär. Bu ýerde:  $r, \Phi$  / nokadyň geosentriki koordinatalary.

Kleronyň teoremasyna görä islendik ellipsoidiň üstünde ýatmaýan nokat üçin:

$$g = g_0(1 + \beta \sin^2 \varphi), \quad (6)$$

$$\beta=5/2 \quad q-\alpha \quad (7)$$

agyrlyk güýjüniň tizlenmesi ellipsoidiň üstüne ýatmaýan nokadyň geografiki (astronomiki) giňligine bagly. Oňa adatça agyrlyk güýjüniň normal bahasy

$$\begin{aligned} g_1 &= g_0 + (g_{90}^0 - g_0) \sin^2 \varphi_1 \\ g_2 &= g_0 + (g_{90}^0 - g_0) \sin^2 \varphi_2 \\ g_3 &= g_0 + (g_{90}^0 - g_0) \sin^2 \varphi_3 \\ &\dots\dots\dots \\ g_n &= g_0 + (g_{90}^0 - g_0) \sin^2 \varphi_n \end{aligned} \quad (8)$$

Diýmek, egerde degişli nokatlarda ( $\phi_1, \phi_2 \dots \phi_n$ ) agyrlýk güýjüni

$g_1, g_2, \dots, g_n$  ölçsək, bu sistemadan  $g_0$  və  $g_{90}^0$  kəsəgiləris. Soñra

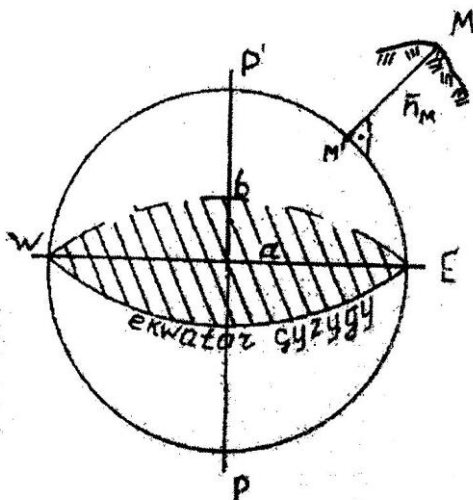
$$\beta = 5/2q - \alpha \quad (9)$$

deñlemeden  $\alpha$ -ny aňsatlyk bilen taparys. Geçirilýän ölçemeler Ýerüstini näçe doly örtýän bolsa şonça  $\partial_0$ ,  $\alpha$  takyk kesgitlener, ýagny ýerumumy ellipsoid geoide golaý bolar. Ölçemelerin Ýerüstini doly örtmeýändigini sebäpli ýerumumy ellipsoidi doly kesgitlemek tehniki taýdan mümkin

däl.Şu sebäpli her ýurtda ýerumumy ellipsoida golaý referens-ellipsoid kabul edilýär.

Kabul edilýän referens-ellipsoid agyrylyk güýjüniň normal bahasyna ( $g_0$ ) görä ekwipotensial üstdür. Adatda bu üst  $\varphi_0 = \text{const}$  belleniýär we geodeziýada belentlik sistemalaryň başlangyç ( $H=0$ ) üsti hökmünde kabul edilýär.

Meşhur rus geodezisti professor Krasowskiý F.N. 1930-nji ýyllarda ýerumumy ellipsoidiň ölçeglerini hasaplady:



3-nji surat

-ellipsoidiň uly ýarym okunyň uzynlygy  $a=6378245\text{m}$ ;

-ellipsoidiň polýar gysylmasy:

$$\alpha = (a-b)/a = 1/298,3,$$

b-ellipsoidiň kiçi aýlanma ýarym okunyň uzynlygy.

Bu ellipsoide professor Krasowskiniň F.N. ady dakylady.

Kesgitleýän ellipsoid Ýere görä oriýentirlenýär, ýagny ellipsoidiň polýar oky we Ýeriň aýlanma oky, olaryň ekwatorial tekizlikleri gabat gelmelidirler ýa-da parallel tekizliklerde ýatmalydyrlar. Mundan başgada, adatda, ellipsoid we geoid

kabul edilen ortaça deňiz derejesinde kesişýärler ýa-da galtaşýarlar. GDA ýurtlary üçin Baltika deňiziň ortaça derejesini görkezýän futştok ellipsoidiň üsti we  $W_0 = \text{const}$  üst galtaşýarlar.

Şeýle oriýentirlenen ellipsoide referens-ellipsoid diýilýär. Ýeriň fisiki üstünde ýerleşen ähli nokatlar ellipsoide normal (perpendikulýar) arkaly proyektirlenýär.

Referens-ellipsoid hökmünde kabul edilen F.N.Krasowskiniň ekwipotensial ýerumumy ellipsoidini häsiýetlendirýän käbir ululyklary getireliň:

-massasy  $-6 \cdot 10^{27} g$

-ýeri düzýän maddalaryň orta dykzlygy  $- 5,52 g/sm^3$

-inersiýa momenti  $- 0,331 Ma^2$

-göwrümi  $- 1083\,320 mln.km^3$

-ekwatorynyň uzynlygy  $- 40\,076 km$

-meridianynyň uzynlygy  $- 40\,008 km$

-ýerüstiniň meýdany  $- 510 mln km^2$ , şol sanda: gury  
ýeriň tutýan

meýdany  $- 149 mln km^2$ ;

-dünýä ummanynyň tutýan meýdany  $- 361 mln km^2$

-agyrlýk güýjüniň ekwatordaky tizlenmesi  $- 978\,500 mgal$ .

-Ýeriň orbitasynyň uzynlygy  $939\,120\,000 km$ .

-Ýeriň öz orbitasyndaky hereketiniň tizligi  $- 29,75 km/s$

-Ýeriň ekwatorynda ýerleşen nokadyň ýer okunyň daşyndaky çyzykly tizligi  $- 465 m/s$

-Ýeriň günden ortaça daşlygy  $149\,509\,000 km$ .

-Ýerden Aýa çenli ortaça uzaklyk  $384\,395 km$ .

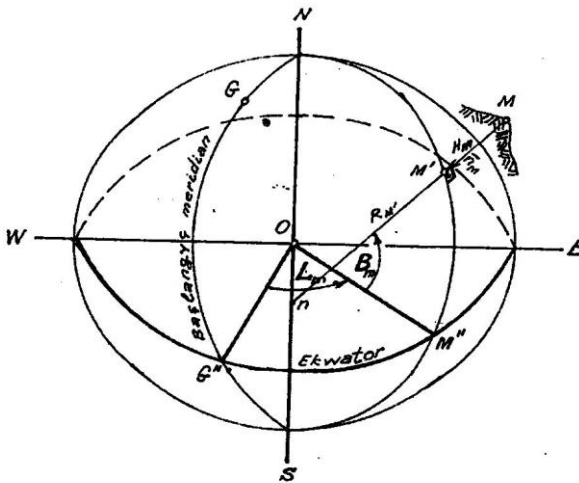
Geodeziýada ýerüsti hökmünde referens-ellipsoidiň üsti göz önünde tutulýar we ähli geodeziki meseleler şol ellipsoidiň üstünde çözülýär.

Käwagtlar Ýeriň üstüni takmynan bilmek ýeterlik bolýar. Şeýle halatlarda ellipsoid deňölçegli şar bilen çalşyrylýar. Deňölçegli şaryň radiusy  $R = 6371 km$ , onuň üstüniň meýdany referens-ellipsoidiň üstüniň meýdanyna deňdir. Ýeriň

şar şekili modeli ine şeýle ýüze çekýar.Bu model köplenç geografiýada we käbir geofiziki meseleler çözlende ulanylýar.

### Ulanylýan esasy koordinatalar ulgamlary

Geodeziki koordinatalar (B,L) nokady referens-ellipsoidiň üstüne kesgitleýär.



4-nji surat

Ýeriň fiziki (topografiki) üstünde berlen M nokady ellipsoide  $n_m$  normalyň ugry bilen proyektirläp,  $M'$  nokat NPWS we  $NM'M'S$  tekizlikleriň emele getiren ikigranly burçuň  $WOM''$  çyzykly burçy  $L_m$  we M nokadyň normalynyň ekwator tekizligi bilen emele getiren  $B_m$  burç bilen ýeke-täk kesgitleňýär. Olara M nokadyň uzaklygy ( $L_m$ ) we giňişligi ( $B_m$ ) diýilýär. Elbetde  $n_m$ -de ýatýan ähli nokatlar ellipsoide  $M'$  nokat hökmünde proyektirlenerler. Şol sebäpli Ýeriň



topografiki üstündäki nokady (B,L) bilen birlikde onuň belentligi ( $H_m$ ) bilen häsiýetlendirmeli

$$H_m = M \cdot M' = - /n_m/$$

Deň ölçegli şaryň üstünde nokady geografiki koordinatalar sistemasynda kesgitleýärler.

Bu sistemada geografiki meridianlar göz önünde tutulýär. Geografiki giňişlik  $\varphi_m = \angle M'OM'$  geografiki uzaklyk  $\lambda_m = \angle MOM'$ . Nokadyň belentligi  $H_m$  näbelli ululyga öwrülýär. Sebäbi

$n_m \notin R_m$  we  $H'_m \neq H_m$ . Bu ýagdaýlarda köplenç deňiz derejesine görä kesgitlenýän normal belentlik sistemasy ( $H^b$ ) ulanylýär.

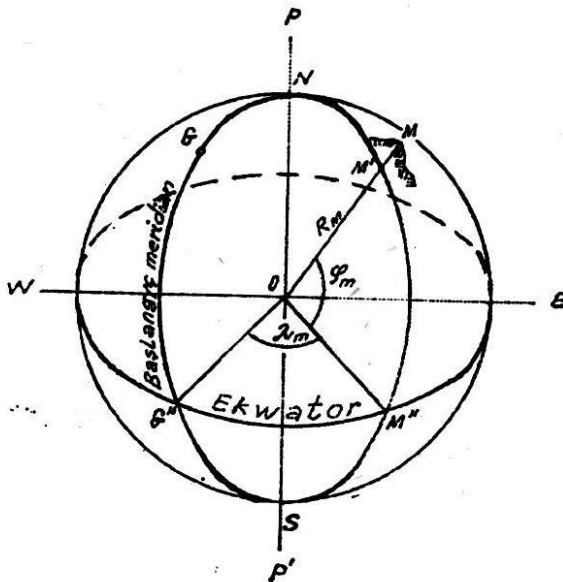
Adatda:

$$-90^\circ \leq B \leq 90^\circ,$$

$$-90^\circ \leq \varphi \leq 90^\circ$$

$$-180^\circ \leq L \leq 180^\circ$$

$$-180^\circ \leq \lambda \leq 180^\circ$$

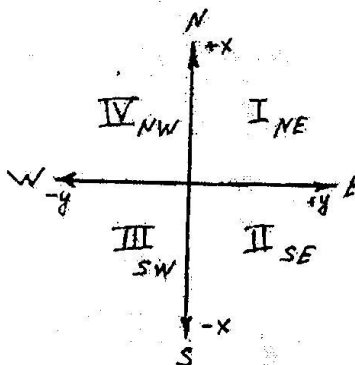


5-nji surat

Kabul edilişine görä demirgazyk ýarymşarda  $0 \leq B \leq 90^\circ$   
 $0 \leq \varphi \leq 90^\circ$ , günorta ýarymşarda  $0 \geq B \geq -90^\circ$ ,  $0 \leq \varphi \leq -90^\circ$ . Giňişlikleriň absolýut ululyklary ekwator tekizliginden polýuslara tarap artýar.

Uzaklaryň absolýut ululyklary başlangyç (Grinwiç) meridianyndan gündogara ( $0 \leq L \leq 180^\circ$ ,  $0 \leq \lambda \leq 180^\circ$ ) we günbatara ( $0 \leq L \leq -180^\circ$ ,  $0 \leq \lambda \leq -180^\circ$ ) tarap artýar.

Ýer üstüniň çäklenen bölegi göz önünde tutulsa, käwagtlar ony tekizlige ortogonal proyektirleýärler. Bu tekizlikde Dekartyň sag göniburçly XOY koordinatalar sistemasy ulanylýar.



6-nji surat

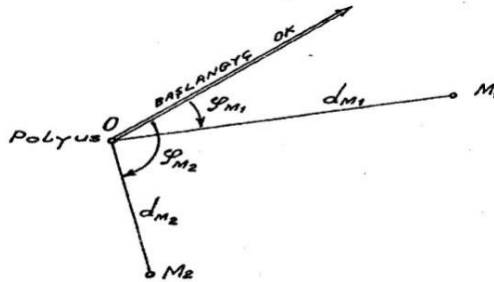
I, II, III, IV-çäryekler

NE-demirgazyk-gundogar (DGGD) çäryek

SE-günorta-günbatar (GOGB) çäryek

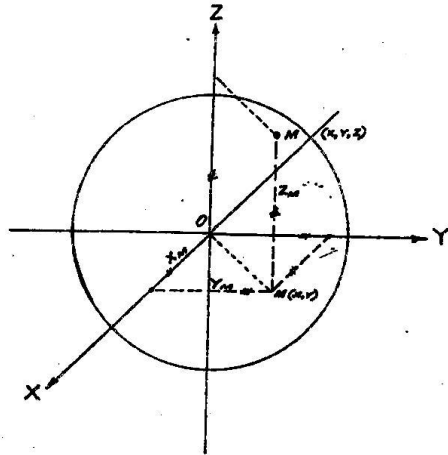
NW-demirgazyk-günbatar çäryek

Nokatlary tekizlikde kesgitlemek üçin polýar koordinatalary ( $\varphi, d$ ) hem giňden ulanylýar.



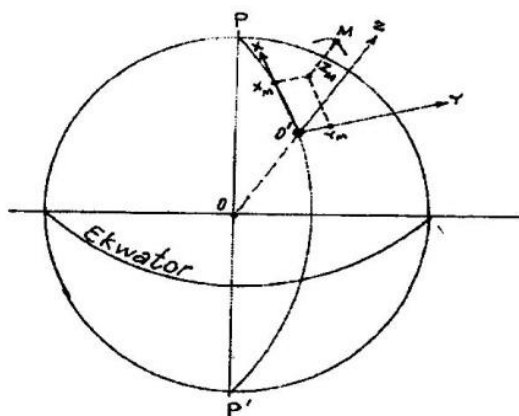
7-nji surat

Elbetde, geodeziki we geografiki koordinatalar sistemalary Ýerüsti üçin ähliumumdyr. Göniburçly we polýar koordinatalar bolsa otnositel (ýerli) koordinat sistemalaryna girýär.



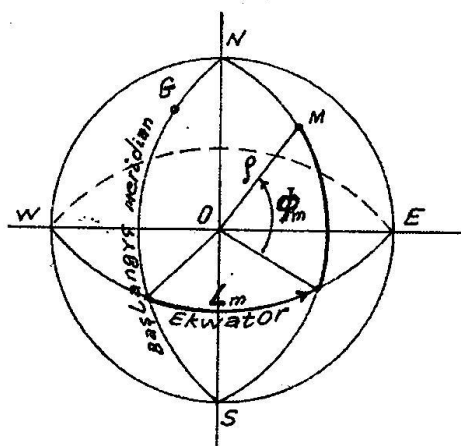
8-nji surat

Ýerüstinden daşarda ýerleşen nokatlary (mysal üçin Ýeriň emeli hemrasyny) XYZ giňişlik (surat 8) ýa-da toposentrik (şekil 9) koordinatalar sistemalarynda kesgitlep bolar.



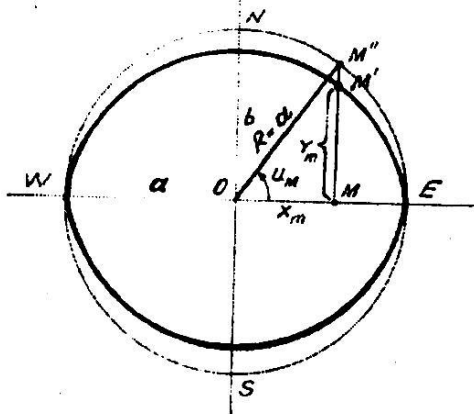
9-nji surat

Geosentriki koordinatalar  $(L, \theta)$  berlen  $M$  nokady ellipsoidiň üstünde geodeziki uzaklyk  $(L_m)$  we geosentriki giňişlik  $(\theta_m)$  arkaly kesgitleýärler.



9-nji surat

Kähalatlarda berlen nokady ellipsoidiň üstünde getirilen giňişlik ( $U_m$ ) we geodeziki uzaklyk ( $L_m$ ) bilen kesgitlemek amatly bolýar. Merkezi  $O$  nokada görä  $R=a$  radiusly kömekçi töwerek çyzalyň;  $M$  nokadyň ordinatyny ( $Y_m=M'M$ ) geçirilen goşmaça töwerek bilen kesişýänçe dowam etdirip  $M''$  nokady alarys.  $M$  nokady  $O$  nokat bilen birleşdirsek, onda emele gelen  $\angle EOM'' = U_m$  burça  $M$  nokadyň getirilen giňişligi diýilýär.



11-nji surat

Nazarýetde we amalyýetde ýene-de birnäçe koordinatalar sistemasy ulanylýar. Olardan iň möhümi Gauss-Krýugeryň proyeksiýasy bilen baglanyşykly göniburçly koordinatalar sistemasydyr. Oňa topokartalary öwrenemizde serederis.

### Belentlik sistemalary

$O$  we  $M$  nokatlardan geçýän deňagramlyk üstlere degişli agyrlýk güýjüniň potensiallaryny  $W_o$  we  $W_m$  bilen belläp alarys:

$$\int_{OM} dw = W_o - W_m = \Delta m = \int_{OM} g dh \quad (10)$$



Şeýlelikde nokadyň geopotensialy mysal üçin haýsy hem bolsa bir M nokady futştoga (başlangyç nokada) görä häsiýetlendirýän esasy ululyk bolýar:

$$-(W_m - W_o) = \int_{OM} g dh \quad (13)$$

Potensialyň kesgitlemesine görä

$$H_o = (W_o - W_m) / \bar{g} = 1 / \bar{g} \int_{OM} g dh, \quad (14)$$

$\bar{g}$ -agyrlyk güýjüniň kabul edilen entäk näbelli ululygy. Diýmek, berlen nokadyň belentligini (H) kesgitlemek üçin onuň geopotensialyny bilmeli we käbir  $\bar{g}$  kabul etmeli.

Iki nokadyň belentlikleriniň tapawudyna beýgelme diýilýär.

$$H_{AM} = H_M - H_A = (W_A - W_M) / \bar{g}_{AM} = 1 / \bar{g}_{AM} \int_{AM} g dh \quad (15)$$

Geopotensialyň we  $\bar{g}$ -niň kesgitlenişi bilen baglansykly ortometriki, normal we dinamiki belentlikleri tawawutlandyrylar.

Ortometriki belentlik  $H_m^g$  geoidiň üstünden berlen nokada (M)

çenli asma çyzygyň ugruna ölçenen ( $M'M$ ) kesimiň uzynlygyna deňdir (surat 12)

$$W_O - W_M = W_{M'} - W_M = - \int_O^M g dh = \int_{M'}^M g dh \quad (16)$$

Lagranžyň funksiýanyň orta bahasy baradaky teoremasyny esasynda alarys:

$$W_O - W_M = W_{M'} - W_M = - \int_{M'}^M g dh = g_m^M \int_{M'}^M g dh = g_m^M H_m^g \quad (17)$$

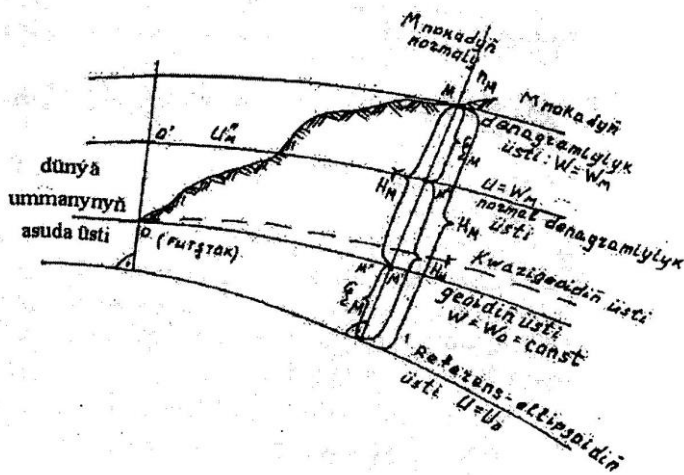
Bu ýerde:

$g^M_m$ -agyrlyk güýjüniň asma çyzygyň  $M'$  nokatdan  $M$  nokada çenli kesimine deňişli ortaça ululygy.

$$H^g_m = (W_o - W_m) / g^M_m = 1 / g^M_m \int g dh \quad (18)$$

bu deňlikden görnüşi ýaly  $H^g_M$  niwelirlemegiň ugruna bagly däldir. Şunuň bilen birlikde bir deňagramlylyk üstde ( $W = \text{const}$ ) ýatan nokatlaryň belentlikleri tapawutlydyrlar, sebäbi dürli nokatlar üçin  $g_m$  dürli ululykdyr. Diýmek,  $H^g$  kesgitlemek üçin  $g_m$  kesgitlemeli,  $g_m$  kesgitlemek üçin bolsa Ýeriň içki gurluşyny tapyp bilmeli. Şu sebäpli  $H^g$  kesgitlemek we gös-göni geoidiň üstüni takyk öwrenmek mümkin däldir. GDA-da  $H^g$  häzirki wagtlarda ulanylmaýar.

Meşhur alym-geodezist Molodenskiý M.S., normal belentlik sistemasyny teklipt etdi we praktika girizdi.



13-nji surat

Suratyň gurluşyna görä:

$$W_o - W_m = U_o - U_M \quad (19)$$



ýa-da

$$W_o - W_m = \int_{OM} g dh, \quad (20)$$

$$U_o - U_m = \int_{M_o M} \partial dh^{\partial} \quad (21)$$

$$\int_{OM} g dh = \int_{M_o M} \partial dh^{\partial} = \partial_m H_m^{\partial} \quad (22)$$

we

$$H_M^{\partial} = (W_o - W_m) / \partial_m^M = 1 / \partial_m^M \int_{OM} g dh \quad (23)$$

Bu ýerde:

$dH^{\partial}$ -normal deňagramlylyk üstleriň ( $u = \text{const}$ ) arasyndaky  $M_o M$ -iň ugruna ölçenen elementar beýgelme;

$\partial_m^M = \partial_o^M - 0,154 H_{\text{ölçenen}} - M_o M$  aralykda normal agyrlyk güýjüniň ortaça bahasy.

$\partial_o^M$ -normal agyrlyk güýjüniň  $M_o$  nokatdaky bahasy;

$H_{\text{ölçenen}}^M = \int_{OM} M$  nokadyň ölçenen niwelirlemeden nan belentligi.

GDA-da normal ( $U_o = \text{const}$ ) referens-ellipsoidiň üstünde (normal deňagramlylyk üstde) berlen nokada tösir edýän normal agyrlyk güýjüniň bahasy şu aşakdaky deňlemeden kesgitlenilýär. (Krasowskiniň ellipsoidinde):

$\partial_o, \partial_{90^0}$ -ekwatorda we polýusda normal agyrlyk güýjüniň bahasy ( $H=O$ )  $\partial_o$ -ellipsoidiň üstünde berlen nokadyň normal agyrlyk güýjüniň bahasy ( $H=O$ ).

$H^{\partial}$ -nyň ýokardaky kesgitlenişiniň praktiki ähmiýeti ýok. Ony birneme üýtgedeliň:

$$H_M^{\partial} = 1 / \partial_m^M \int g dh = 1 / \partial_m^M \int (g - \partial_m^M \partial^+ \partial) dh = \int dh + 1 / \partial_m^M \int (\partial - \partial_m^M) + \quad (24)$$

$(g - \partial) dh$ .

Şeýlelikde:

$$H^{\partial}_M = H_{\text{ölçenen}} + 1/\partial^M_m \int (\partial_0 - \partial_o^M) dh + 1/\partial^M_m (g - \partial) dh \quad (25)$$

Bu deňlemäniň ikinji agzasy normal deňagramlylyk üstleriň parallel döldigi üçünji agzasy bolsa  $g$  we  $\partial$  tapawudyny hasaba alýarlar.

Şekil 13-den görnüşi ýaly,  $M$  nokady referens-ellipsoide görä kesgitlemek üçin

$$H_m = H^{\partial}_M + \Sigma_M$$

Bilmeli:  $H_M = \overline{M_o M}$  -nokadyň geodeziki belentligi;

$$\Sigma_M = \overline{M'' M} \text{ -belentligiň anomaliýasy;}$$

$$H^{\partial}_M = \overline{M_o M'''} \text{ -nokadyň normal belentligi.}$$

$\Sigma$  - ýerüstiinde geçirilýän dürli ölçemeler esasynda kesgitleýär.

Eger-de referens-ellipsoidden  $-(n)$  ugra ähli nokatlaryň  $\Sigma$  ölçäp goýsak, bu kesimleriň emele getiren üstüne kwazigeoidiň üsti diýilýär. Diýmek, normal beýiklik  $H^{\partial}_M$  normalyň kwazigeoidden  $M$  nokada çenli aralykdaky kesimine  $M'' M$  deňdir.

Dünöä okeanyňyň asuda üstünde ( $W = \text{const}$ )

$$H_M = \Sigma,$$

Ýagny kwazigeoid we geoid ýeke-täk üst emele getirýärler,  $\Sigma$  bolsa kwazigeoidiň we geoidiň referens-ellipsoide görä beýikligini aňladýar.

Hasaplamalara görä  $\Sigma_{\max} = 2m$  we köplenç  $\Sigma \leq 10$  sm. Şu sebäpli  $H$  ulanylyp kwazigeoidi kesgitleýärler we oňa görä geoidiň üstüni häsiýetlendirýärler.

$H^{\partial}$  we  $\Sigma$  takyk kesgitlenýädikleri sebäpli nokatlaryň geodeziki belentlikleri ulanylýar.

Dinamiki belentlik

$$H_M^{\text{din}} = \partial^M_m / \partial_{BM} H^{\partial}_M, \quad (26)$$

$\partial_{Bm} = g_{\text{öz}}$  önünde tutulýan orta giňişlikli orta nokadyň normal agyrlýk güýjüniň san bahasy.

Bu sistemada  $H^g$  we  $H^o$  tapawutlylykda  $W=\text{const}$  ekwipotensial üstde ýatýan nokatlaryň belentlikleri birdendir.Şu sebäpli  $H^{\text{din}}$  godrotehniki işler geçirilende ulanylýar.Mysal üçin,suw howdanynyň kenar çyzygy  $H^{\text{din}}=\text{const}$  görä kesgitlenýär.

### Bellik.

Geoidiň we kwazigeoidiň üstleri futştokda galtaşýarlar.Biziň ýurdumyzda futştok Baltika deňziniň orta belentligine görä kesgitlenýär.Şu sebäpli GDA-da ulanylýan belentliklere köplenç Baltika sistemasyndaky belentlikler diýilýär.

Geodeziýanyň hususy meselelerinden başga halatlarda normal ( $H^o$ ) belentlik sistemasy ulanylýar.Topografiki kartalarda hemişe normal belentlik görkezilýär.

### **Topografiki kartalaryň bölünişi we belgilenişi**

Gurluşyk inženerleri aglaba desgalary Ýeriň fiziki (topografiki) üstünde ýörite düzülen proyektlere görä bina edýärler.Desgalary proyektirmek üçin seçilip alynan gurluşyk meýdanynyň topografiki üstüni geometriki nukdaý nazarda jikme-jik öwrenmeli.Şu maksat bilen iri masştably topografiki kartalar düzülýär.

Topografiki kartalar (topokartalar ýa-da yöne kartalar ) ýeriň fiziki (hakyky) üstüniň ýörite matematiki düzgünlere görä tekizlikdäki çyzgy görnüşindäki kiçeldilen şekilinden ybaratdyr.Adatda topokartalar I:100 000,I:50 000,I:25 000,I:10 000 masştablarda düzülýär.Ýeriň fiziki üstünden tekizlige geçmek üçin ilki kabul edilen referens-ellipsoidiň üstüne geçilýär we soňra ellipsoidiň üstüni Gauss-Krügeriň konform (deňburçly) proyeksiýasyna laýyklykda bölekleyin tekizlige "ýazarlar".Ellipsoidiň üstüni bölekler bölmegiň tertibine topokartalaryň bölünmesi ýa-da razgrafkasy diýilýär.Emele gelýän köp bölekli topokartalaryň her bir tagtasyny ýörite düzgün boýunça belgileýärler.Topokartalaryň belgileniş

sistemasyna káte olaryň nomenklaturasy diýilýär.

Topokartalaryň halkara bölünme sistemasy ellipsoidiň üstüni  $B=6^0K, K=0,1,2,\dots,60$ , meridianlar bilen zolaklary  $B=180^0$  meridiandan başlap sagat diliniň ugruna bellesek  $1,2,\dots,60$  kolonna ýa-da dik düzüm alarys.

Çyzgydan görnüşi ýaly, her zolak özbaşdak tekizlikde şekilendirýär we mese-mälim ýoýulma ýol berýär. Ýoýulmanyň mukdary şu aşakdakýdan aýan bolar:

$$m=(ds)/(ds) \approx 1 + (l'')^2 / (2\rho''^2) \cos^2 B \quad (27)$$

Bu ýerde:

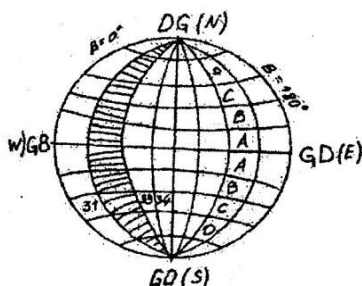
$ds$ - ellipsoidiň üstündäki elementar uzynlyk;

$ds$ - $ds$ -iň tekizlikdäki şekili;

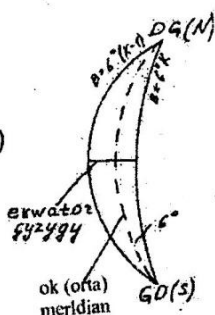
$l=B-(6K-3^0)$ -nokadyň orta meridiandan daşlygy;

$$\rho''=206265$$

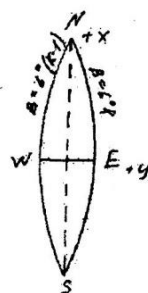
$B$ - nokadyň geodeziki giňişligi.



14-nji surat



15-nji surat



16-nji surat

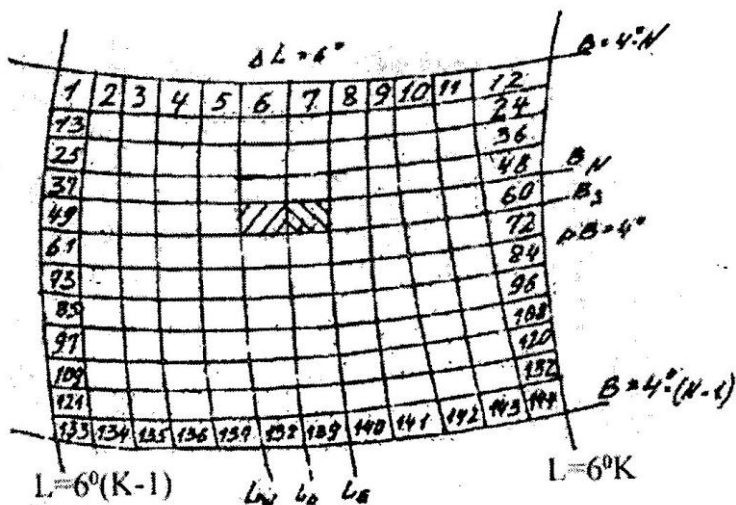
Elbetde  $l=0$  ýa-da  $B=0$  ýagdaýda  $=I$  we  $ds=ds$ , diýmek, zolagyň orta meridiany we ekwator çyzygy tekizlikde ýoýulman şekillendirilýärler. Şu sebäpli olary zolagyň göniburçly koordinat oklary hökmünde kabul edýärler.

Ellipsoidiň üstüni  $B=4^0N, N=0,1,\dots$  paralleller bilen setirlerlere böleliň we olary  $A,B,C,\dots$  latyn elipbiýiniň baş harplary bilen belläliň. Setirleriň demirgazyk we günorta harplary bilen tapawutlandyrylýar. Mysal üçin:  $NA, N, SA, SH$  we ş.m.

$L=6^0K, K=0,1,\dots$  we  $B=4^0N, N=0,1,\dots$  meridianlar we paralleller ellipsoidiň üstüni  $\Delta L=6^0 \times \Delta B=4^0$  ölçegli sferoidiki trapesiýalara bölýär. Şeýle trapesiýalar bilen çäklenen ellipsoidiň üstüni Gauss-Krýugeryň proyeksiýasynda 1 000 000 esse kiçeldip tekizlikde şekillendirsek  $I:I$  000 000 masştably ýasy trapesiýa bilen çäklenen bir tagta topokarta alarys. Onydegişli setiriň harpy we dik düzülen (kolonnanyň) tertip sany bilen belgileýärler. Mysal:  $N-51$

Beýleki topokartalar ýokardaky beýan edilşi ýaly emele getirilýän  $I:I$  000 000 masştably topokartalaryň çäklerinde düzülýärler.

$I:100\ 000$  masştably karta.  $I:I$  000 000 masştably bir tagta topokarta degişli sferoidiki trapesiýany meridianlaryň ( $\Delta L=30'$ ) we paralleleriň ( $\Delta B=20'$ ) kömegi bilen 144 bölege bölüp, emele gelen her trapesiýany Gauss-Krýugeryň proyeksiýasynda 10 esse ulaldyp tekizlikde şekillendirýäris we  $I:100\ 000$  masştably bir tagta topokarta alýarys. Onuň belgilenşi:  $N-51-1; N-51-2, \dots, N-51-144$ . Diýmek,  $I:I$  000 000 masştably bir tagta topokartalarda şekillendirýän ellipsoidiň üsti 144 tagta  $I:100\ 000$  masştably kartada şekillendirilýär (17-nji surat).



17-nji surat

1:50 000 masşably karta. 1:100 000 masşably bir tagta topokarta degişli sferoidiki trapesiýany meridian ( $\Delta L=15'$ ) we paralleliň ( $\Delta B=10$ ) kömegi bilen 4 bölege bölüp,emele gelen her trapesiýany Gauss-Krýugeryň proyeksiýasynda 2 esse ulaldyp tekizlikde şekillendirýäris we 1:50 000 masşably bir topokarta alýarys.Onuň belgilenşi: N-51-144-A, N-51-144-B, N-51-144-C, N-51-144-Γ.

1:25 000 masşably karta.1:50 000 masşably bir tagta topokarta degişli sferoidiki trapesiýany meridianyň ( $\Delta L=7'30''$ ) we paralleliň ( $\Delta B=5$ ) kömegi bilen 4 bölege bölüp,2 esse ulaldyp tekizlikde şekillendirýäris we 1:25 000 masşably bir tagta topokarta alýarys.Onuň belgilenşi:N-51-144-Γa, N-51-144-Γ-6, N-51-144-Γ-b, N-51-144-Γ-r.

1:10 000 masşably karta 1:25 masşably bir tagta topokarta degişli sferoidiki proyeksiýany meridianyň ( $\Delta L=3'45''$ ) we paralleliň ( $\Delta B=2'30''$ ) kömegi bilen 4 bölege

bölüp,emele gelen trapesiýany Gauss-Krýugeryň proyeksiýasynda 2.5 esse ulaldyp tekizlikde şekillendirýäris we 1:10 000 masştably bir tagta topokarta alýarys.Onuň belgilenşi:N-51-144-Г-2-1, N-51-144-Г-г-2, N-51-144-Г- г -3, N-51-144-Г-г-4.

1:5 000 masştably topokarta 1:100 000 masştably bir tagta topokarta degişli sferoidiki trapesiýany meridianlaryň we parallelereň ( $\Delta B=1'15''$ ) kömegi bilen 256 bölege bölüp,emele gelen her sferoidiki trapesiýany Gauss-Krýugeryň proyeksiýasynda 20 esse ulaldyp tekizlikde şekillendirýäris we 1:5 000 masştably bir tagta topokarta alýarys.Onuň belgilenşi:N-51-144-(г), N-51-144(г),..., N-51-144-(256).

1:2 000 masştably karta 1:5 000 masştably bir tagta topokarta degişli sferoidiki trapesiýany meridianlaryň ( $\Delta L=37''5$ ) we paralleliň ( $\Delta B=25''$ ) kömegi bilen 9 bölege bölýäris we emele gelen her trapesiýany Gauss-Krýugeryň proyeksiýasynda 2.5 esse ulaldyp tekizlikde şekillendirýäris we 1:2 000 masştably bir tagta topokarta alýarys.Onuň belgilenşi:N-51-144-(256-a), N-51-144-(256-b),..., N-51-144-(256-i).

1:25 000 we ondan ownuk masştably topokartalarda göniburçly XOY koordinatalar sistemasynyň okuna parallel çyzyklar zolagyň orta meýdanyndan we ekwatorдан başlap her 4 sm geçirilýär 1:10 000 we ondan iri masştably kartalarda we planlarda bolsa koordinatalar her 10 sm geçirilýär.

20 km-e çenli meýdan göz önünde tutulýan halatlarda topografiki kartalara derek topografiki planlar ýerüstüniň göniburçökligini hasaba alamyzdan ortogonal proyeksiýada düzülýär.Şeýle halatlarda topokartalaryň göniburçly bölünme sistemasy ulanylýar.

1:5 000 masştably topoplan (40x40) sm ölçegli kagyзда düzülýär.1:5 000 masştably bir tagta planda

şekillendirilýän göniburçluk deň 4 bölege bölünip her bölegini 2.5 esse tekizlikde ortogonal şekillendirýäris 1:2 000 masştably bir tagta plan alýarys.Ol I-A,I-B,1-B,1-Г ýaly belgilenýär.

1:1 000 masştably plan 1:2 000 masştably bir tagta plana degişli göniburçlugy deň 4 bölege bölüp,her bölegini 2 esse ulaldyp tekizlikde ortogonal şekillendirýäris we 1:1 000 masştably bir tagta plan alýarys.Ol I-A-I,I-A-II,I-A-III,I-A-IV ýaly belgilenýär.

1:500 masştably plan 1:2 000 masştably bir tagta plana degişli göniburçlugy deň 16 bölege bölüp,her bölegini 4 esse ulaldyp tekizlikde ortogonal şekillendirýäris we 1:500 masştably bir tagta plan alýarys.Ol I-A-I,I-A-2,I-A-3,..., I-A-16 ýaly belgilenýär.

Graždan we senagat gurluşyk işleri üçin esasan 1:500 masştabdan 1:10 000 masştaba çenli topokartalar we topoplanlar ulanylýar.Topokartalarda ýerüstüniň hususy şekilinden başga-da goşmaça maglumatlar legenda we goşmaça belgiler arkaly berilýär.

Ýumuş 1.1.Berlen A nokadyň geografiki koordinatalaryna görä,şol nokadyň ýerleşen I:M masştably topokartanyň belgisini kesgitlemeli.(A nokadyň geografiki koordinatalary we kartanyň masştaby mugallym tarapyndan berilýär).

Gysgaça düşündiriş.Ýumuşy ýerineetirmek üçin ilki 1:10 000 masştably kartanyň bölünşi we belgilenşi düzgünlerini ýada salalyň:

1:1 000 000 : 144      1: 100 000:4      1:50 000 : 4  
1: 25 000 : 4      1:10 000.

Diýmek,ilki bilen 1:1 000 000 masştably topokartanyň belgisini kesgitlemeli.Mümkin bolan beýleki usullar bilen birlikde bu meselä şu aşakdaky ýaly çemeleşmek bolar.

a)Setiriň harpyny kesgitleliň:



$$N = \varphi / 4^0 \text{ (artygy bilen alynan bütewi san)}$$

b) dik düzzümiň tertip sany:

$$K = 30 + \lambda / 6^0 \text{ (artygy bilen alynan bütewi san)}$$

Indi 1:1 000 000 masştably kartany çäklendirýän meridianlary we paraleleri kesgitläliň

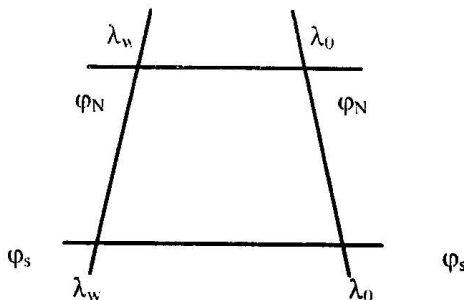
$$\lambda_b = \lambda_{\Gamma D} = \lambda 6^0 (K - 30), \quad (28)$$

$$\lambda_w = \lambda_{\Gamma 6} = \lambda_{\Gamma D} - 6^0 \quad (29)$$

$$\varphi_N = \varphi_{\Gamma T} = 4^0 N \quad (30)$$

$$\varphi_s = \varphi_{\Gamma O} = \varphi_N - 4^0. \quad (31)$$

Ýerine ýetirilen hasaplamalaryň netijesini çyzgyda görkezeliň we hakykatdan-da A nokadyň şu trapesiýada ýerleşendigine göz ýetireliň.



18 -nji surat

Indi şu trapesiýany 144 bölüp A nokadyň dügiýänini alýarys we 1:100 000 masştably kartany kesgitleýäris we gözlegi tä 1:10 000 masştably karta alynýança dowam edýäris.

Sanly mysal.

$$\varphi_A = 38^0 11' 25''$$

$$\lambda=129^043'02''$$

A nokadyň ýerleşen 1:10 000 masştably topokartanyň belgisini kesgitlemeli.

Çözülişi I. Ilki bilen 1: 1 000 000 masştably kartany kesgitleýäris.

$$N=(38^011'25'')/4^0=10$$

diýmek setiriň harpy

$$K=30+X/6^0=30+(129^043'02'')/6^0=52$$

Şeýlelikde A nokadyň ýerleşen 1: 1 000 000 masştably topokartanyň belgisi J-52. Indi bu tagta topokartany çäklendirýän meridianlary we parallelere kesgitleliň.

$$X_e=X_{r1}=6^0(J-30)=6^0(52-30)=132^0$$

$$X_w=X_{r6}=132^0-6^0=126^0$$

$$\text{Barlag: } X_w < X_a < X_e$$

$$\varphi_N=\varphi_{r1}=4^0N=4^010=40^0$$

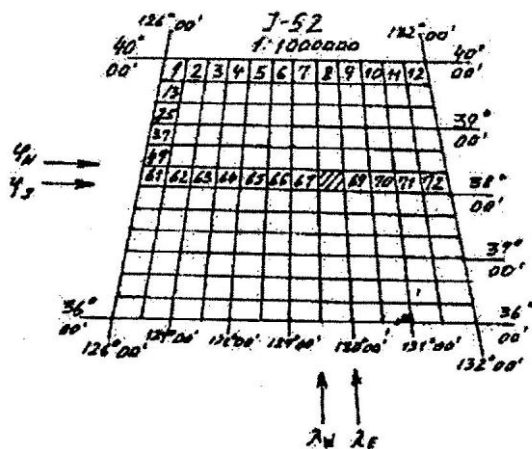
$$\varphi_S=\varphi_{r0}=4^0N-4^0=36^0$$

$$\text{Barlag: } \varphi_S \leq \varphi_A \leq \varphi_N$$

1:1 000 000 masştably trapesiýa.

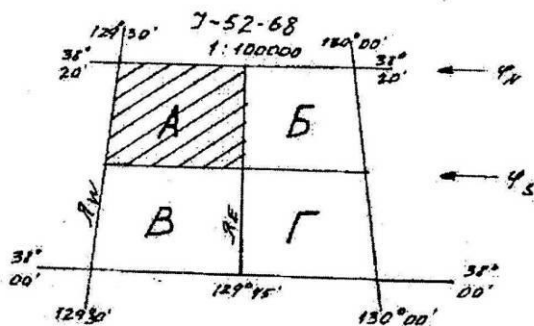
Bellik. Elbetde hakykatda sferoidiki trapesiýa böleklere bölünýän we tekizlikde her trapesiýa aýratyn şekillendirilýär. Biz çyzgylary sadalaşdyrmak maksady bilen ýasy trapesiýalary böleklere bölýäris.

ç) Emele gelen 1: 1 000 000 masştably kartany 144 bölege böleliň we olary A nokadyň düşýänini belläliň : J-52-68



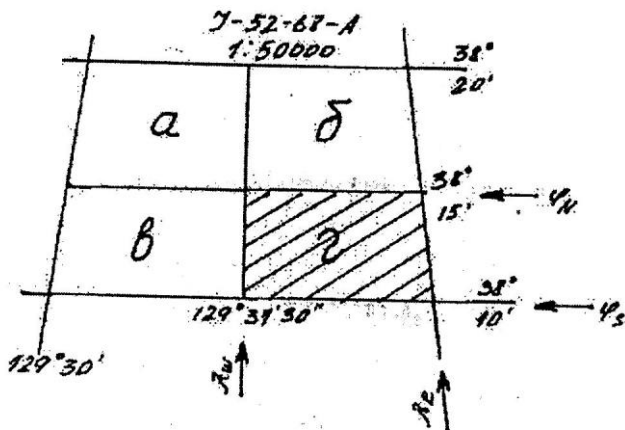
19-nji surat

d)emele gelen J-52-68 1:100 000 mashtably kartany bölek böleliň we olaryň A nokadyň düzyänini belläliň J-52-68-A



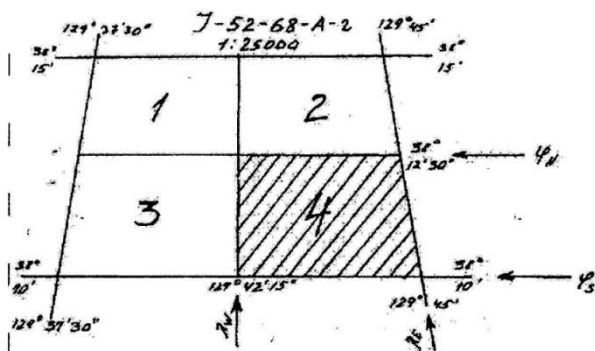
20-nji surat

e)emele gelen J-52-68-A 1:50 000 mashtably kartany 4 bölege böleliň we olaryň A nokadyň düzyänini belläliň 2



21-nji surat

ä)emele gelen J-52-68-A-2 1:25 000 masştably kartany dört bölege böleliň we olaryň A nokadyň dügiýänini belläliň-4.



22-nji surat

Şeýlelik bilen A nokadyň ýerleşen 1:10 000 masştably

### Ölçeg (masştab)

Adatda masştab berlen geometriki figuranyň ýa-da jisimiň hakyky ululygy bilen onuň göz önüne getirilýän ululygyň gatnaşygyny aňladýar. Mysal üçin ýerüstünde (ellipsoidiň üstünde) iki nokadyň aradaşlygy  $L$  bolsa, onuň tekizlikdäki şekiliniň uzynlygyny bilen bellesek, şekillendirmäniň masştaby

$$1/M = l/L \quad (32)$$

Geodeziýada we topografiýada  $l \ll L$ , we şeýlelikde  $M \gg 1$ . Topografiýada şu aşakdaky masştablar ulanylýar: 1:1 000 000; 1:500 000, 1:200 000, 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000, 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500, 1:200, 1:100 .

Köplenç masştabyň maýdalawjysy  $M$ -i göz önüne tutup "10 000-müň", "100 000-müň", we ş.m. masştab diýilýär.

Egerde topokartanyň masştaby, ada islendik masştab  $1:M$  görnüşinde berilse, oňa san masştaby diýilýär. Käte san masştabyň ýerine "1-sm-de 100 m" görnüşinde düşündirilşi masştab berilýär. Topokartadan ölçenen uzynlygyň hakyky (ýerüstündäki) ululygyny san masştaby boýunça kesgitlemek üçin –m  $M$  esse ulaltmaly:

$$L = l \times M \quad (33)$$

Mysal  $1:M = 25\,000; l = 12\text{ mm};$

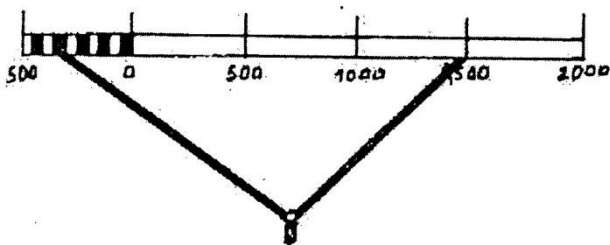
$$L = 12\text{ mm} \times 25\,000 = 300\,000\text{ mm} = 300\text{ m}.$$

Düşündirilşi masştab adatda –de santimetr sanyny talap edýär.

Mysal: 1cm-de 250 m;  $l = 12\text{ mm}.$

$$L = 1,2 \times 250\text{ m} = 300\text{ m}.$$

Gürşümüz ýaly san masşaby ýa-da düşündirilşi masşab bilen topokartalardan ölçenen kesimleriň hakyky ululygyny kesgitlemek üçin hasaplamalary amal etmeli bolýar. Mundan başgada topokartanyň asyl nusgasyndan alynýan göçürme ýoýulup ýasalsa, onda ol göçürmede topokartanyň san düşündirilşi masşablary öz ähmiýetini ýitirýärler. Şu sebäplere görä topokartalarda san we düşündirilşi masşablar bilen birlikde çyzykly masşab hem hökman suratda berilýär. Çyzykly masşaby görkezmek üçin köplenç 4-5 deň ölçegli kesim berilýär we olara degişli ýerüstündäki uzynlyklary görkezýärler.



23-nji surat

Mysal üçin 2 sm-e bäli kesimi tirkäp çyzalyň we iň çetki kesimi on deň böleklerä böleliň. Egerde  $1:M=1:25\ 000$  bolsa, bir kesimi ýerüstünde  $2 \times 250\ m = 500\ m$  deňdir. Diýmek, çyzykly masşabyň esasy  $b=2\ cm$ ,  $B=b \times 250 = 500\ m$ . Göz çaky bilen çyzykly masşabyň esasynyň iň kiçi böleginiň birini tapawutlandyrmak mümkin. Diýmek,

$$(1/5) \times 20mm = 0,4mm\text{-den}$$

kiçi uzynlygy saýgarmak mümkin däl, ýagny çyzykly masşab

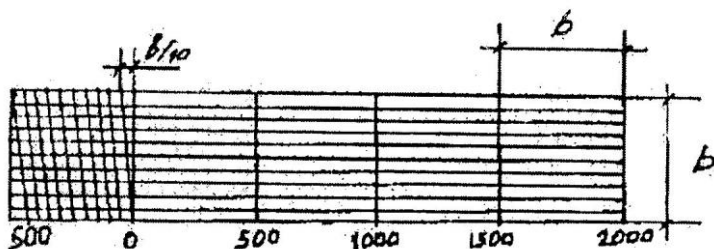
arkaly kesgitlenýän kesimleriniň hakyky ululygy

$$\Delta L = 0,4 \text{ mm} \times M$$

kesimden takyk bolup bilmez.

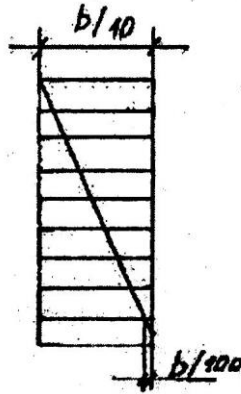
Berlen iki nokadyň aradaşlygyny kesgitlemek üçin topokartadan ölçýän kesimi atanajygyň kömegi bilen çazykly masşabyň diagrammasyna geçirmeli. (Şekil 20).

Topokartalarda ölçemäni has takyk geçirmek üçin köplenç kese masşabyň diagrammasyny ulanýarlar. (surat 21).

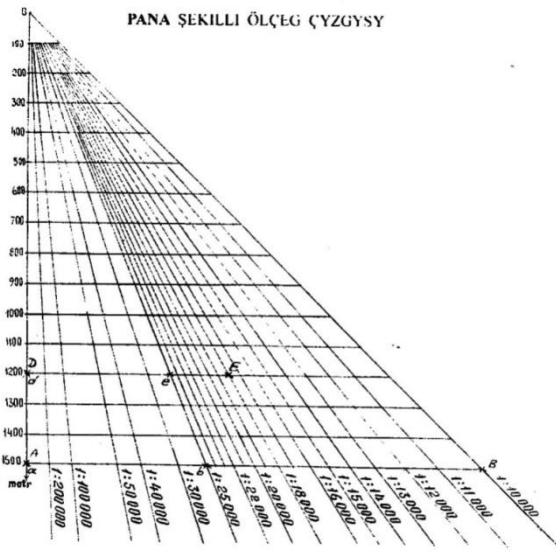


24-nji surat

**Kese masşabyň diagramması** (1:M=1:25 000). Çazykly  $b/10$  masşaby ýaly  $b=2$  sm kesimleri tirnäk bir gönünde ýatar ýaly belläliň we iň çetki  $b=2$  sm kesimi ýene-de 10 deň böleklere böleliň. Alynan iň kiçi bölek  $b/10 \times 25\,000 = 50\text{m}$ . Geometriýadan belli usullaryň birini ulanyp  $b/10$  kesimi ýene-de 10 deň bölege böleliň. Çyzgydan görnüşi ýaly, kese masşabyň iň kiçi bölegi  $b/10 : 25\,000 = 5\text{m}$ . deňdir. Diýmek kese masşabyň kömegi bilen kartada ölçenýän kesimleriniň hakyky ululygy çazykly masşaba görä iki esse takyk kesgitlenýär.



25-nji surat



26-nji surat



Ýerüstünde bolup geçýän özgerişleri wagtynda topokarta geçirmek üçin köplenç "oňaýsyz" san bolýar,mysal üçin 1: 18 000.Şeýle halatlarda aerofotosuratlarda ölçenen ululyklary topokarta gös-göni geçirmegi aňsatlaşdyrmak üçin aralyk kese masştab ulanylýar.(surat 26)

Goý, aerofotosuratyň masştaby 1:18 000 deň diýeliň topokartanyň masştaby 1:25 000 bolsun.

Suratdan görnüşi ýaly,aerosuratdaky  $DE = 1200$  mkesime topokartada  $de = 1200$  m kesim degişli bolar.

## **Topokartalaryň we planlaryň ýüzünde çözülýän meseleler**

**Ýumuş 1.1.2.** Berlen topokartanyň masştaby bilen laýyklykda çyzykly we kese masştablaryň diagrammalaryny gurmaly.

### **Gysgaça görkezmeler we düşündirişler**

Diagrammalary gurmak üçin gaty çyzgy kagyzy (10x20 sm),çyzgyç (20-25 sm),galam (3t,4t),transportir,pozguç,atanajyk gerek.

Çyzykly we kese masştablar üçin olaryň esasy (b) erkin saýlap almak bolar.Ýöne,köplenç, $b=2$  sm.Diagrammalaryň gurluş tertibi we olaryň ýazgylarynyň ýerleşşi aşakda  $1:M=1:10\ 000$  üçin getirilen mysaldan düşnüklidir.

Şeýle galamda taýýarlanan çyzgylar iş dendigine eliň bilen ýelmenilýär.

**Ýumuş 1.1.3.**Berlen topokartanyň masştabynyň takyklygyny kesgitlemeli.

**Görkeзме.**Masştabyň takyklygyny kesgitlemeden ugur alyp berlen  $1:M$  masştaby tagta topokartanyň takyklygyny

düşündürmeli. Soňra san masştaby, düşündirilşi, çyzykly we kese masştablar arkaly 1:M masştably topokartadan kesgitlenýän ululyklaryň takyklygyny düşündürmeli.

**Ýumuş 1.2.4.** San masştaby we çyzykly, kese masştablary ulanmak bilen topokartada berlen  $ab, c, d, a$ , we  $c, d, a$  kesimlere deňişli ýerüstündäki  $AB, BC, CD, DA$  çyzyklaryň uzynlygyny kesgitlemeli.

**Görkezme.** Topokartada berlen  $a, b, c, d, a$ , nokatlary göniçyzyklar bilen yzygiderli birleşdirip  $a, b, c, d, a$  baş burçluk emele getirýäris we onuň taraplaryna Ýerüstünde deňişli uzynlyklary şu aşakdaky tertipde kesgitleýäris.

#### **a) San masştabyň kömegi bilen ölçeme**

Atanajygyň we çyzgyjyň kömegi bilen  $ab, bc, cd, da$  kesimleriniň uzynlygyny  $mm$  takyklygynda kesgitleýärler we soňra olara deňişli ýerüstündäki uzynlyklary hasaplaýarlar:

$$AB = ab \times M$$

$M$ -masştabyň maýdalawjysy. Adatda  $AB, BC$ , we ş.m. metr hasabynda aňladylýär. Diýmek, eger-de  $ab, bc, \dots$ , santimetrde aňladylsa, onda

$$AB = ab / 100 \times M \quad (34)$$

metrde aňladylýär.

#### **b) Çyzykly masştabyň kömegi bilen ölçeme.**

Uzynly masştabyň diagrammasyndan atanajygyň uzynlygyny  $10 \text{ sm}$  deňleýärler. Soňra, ölçenýän  $ab, bc, \dots$  çyzyklaryň uzynlygyny atanajygyň uzynlygy bilen deňäp  $ab = n \times 10 \text{ sm} + \Delta ab$

alarys. ( $\Delta ab < 10 \text{ sm}$ -galyndy). Indi

$$(AB) = (AB)_{10} + (AB)_4 \quad (35)$$

$$(AB)_{10} = 0,1 \times n \times M \quad (36)$$

$(AB)_k$ -çyzykly masştabdan kesgitlenen galynda degişli ýerüstündäki uzynlyk.

Adatda ölçemeler azyndan iki gezek geçirilýär. Egerde ilki a nokatdan b nokada tarap ölçeme geçiren bolsak, ikinji gezek b-den a nokada ölçeýäris we galyndy b nokadyň ýanynda bolar.

Ölçemeleriň netijesi çyzykly masşabyň takyklygynda kesgitlenilýär.

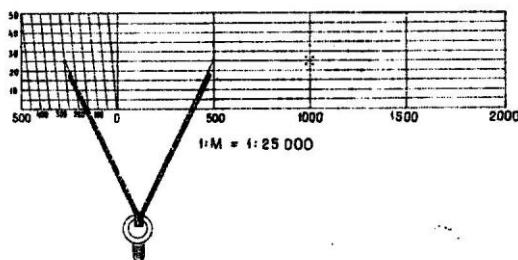
### ç) Kесе masşabyň kömegi bilen ölçeme

Ölçemäniň tertibi ýokardaky ýaly, ýöne atanajygy ulanmak üçin birneme wagt gerek. Ölçenilýän ululyk

$$AB = (AB)_0 + (AB)_k, \quad (37)$$

$$(AB)_0 = 0,1 \times n \times M, \quad (38)$$

$(AB)_k$ -kесе masştabdan kesgitlenen galynda degişli ýerüstündäki uzynlyk.  $(AB)_k$  kesgitlenende atanajygyň çep we sag aljyklary bir gorizontaly çyzyklarda ýerleşen özünde ýapgyt çyzyklaryň (transwersalaryň hökman birine düşmeli).



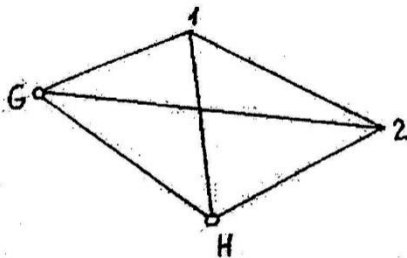
27-nji surat

$$(AB)_k = 500 (5 \times 50) (5 \times 5) = 775$$

Ýerine ötürilen ölçmeleriň netijeleri iş depderindäki ýärite tablisada görkezilýär.

**Ýumuş 1.1.5.** Aerofotosuratda berlen iki nokady topokarta geçirmeli.

**Görkezme.** Adatda ýerüstünde bolup geçýän özgerişleri topokarta geçirmek üçin fotosuraty deşifrirmeli, ýagny fotoşekilden ýerüstündäki obýektleri tanamaly. Şeýlelikde fotosuratda berlen iki nokady (1,2) topokartada we fotosuratda belli azyndan beýleki iki nokady (G,H) görä kesgitlemeli.



28-nji surat

Ýumuşy aşakdaky tertipde ýetirmek maslahat berilýär.

- 1) Topokartadan we fotosuratdan GH uzynlygyny ölçmeli:  
 $(d_{gh})_K, (d_{gh})_F$

we fotosuratyň masştabyny kesgitlemeli:

$$(d_{gh})_F / (d_{gh})_K \times M_k = 1 / M_F = (d_{gh})_F / (D_{GH})_K.$$

- 2)  $M_F$  görä aralyk masştabyň diagrammasyny düzmeli.

- 3) Fotosuratdan aralyk masştabyň kömegi bilen  $g_1, g_2, h_1, h_2, 12$  kesimleriň hakyky ululygyny kesgitlemeli.

- 4) Kese masştabyň kömegi bilen  $G_1, G_2, H_1, H_2$  kesimleri karta

geçirmeli.

Netijede, birinji nokat G we H nokatlara görä  $R_1=G1$  we  $R_2=H1$  radiusly töwerekleriň kesişmeginde emele getirýär.

Gözlenilýän nokatlary kartada bellöp olaryň aradaşlygyny ölçäýäris. Egerde  $(D_{12})_K = (D_{12})_F \pm \Delta D$

bolsa, onda ýumuş ýalňyşsyz ýerine ýetirildi hasap edilýär. Bu ýerde

$$\Delta D \leq 0,5 \text{ mm} \times M_F \quad (39)$$

**Ýumuş 1.2.1.** Berlen marşrut boýunça ýerüstüniň topografiki beýanyny düzmeli.

**Görkezme.** Topografiki üst ýörite (ähliumumy) kadalaşdyrylan tertipde şertli belgiler arkaly topokartada şekillendirilýär. Degişli masştablaryň şertli belgileri ýörite tablisalarda berilýär (sep ( )). Ýumuş

Ýerine ýetirmäge maşlamyzdan ozal topokartalaryň şertli belgilerini özbaşdak öwrenmeli. Soňra berlen marşrut boýunça ýerüstüniň topografiki beýanyny düzmeli we netijäni iş depderine geçirmeli.

**Mysal:** Marşrut: "Garaýak obasyndan "Ýalkym" sowhozyna çenli ýolugry bilen

1) Garaýak obasy, 18 howly, ymaratlar oda çydamly materialdan gurulan, obada metjit bar, obanyň demirgazyk-günbatarynda kyblasynda öwülýä ýerleşen (2km).

2) Derýajyk "Bulanyk, agaç köpri, ýük göterijilik ukyby 4t., köpriniň ini 4 m, uzynlygy 12 m.

3) Äkişgär ýer., "Ýalkym" çollalyk sowhozynyň ýeri we ş.m. Ýumuş marşrudyň inini çäklendirmeyär.

### Ýumuş 1.2.2. Topokarta boýunça:

a) A, B, C, D nokatlaryň geografiki koordinatalaryny ( $0,1$  takyklykda);

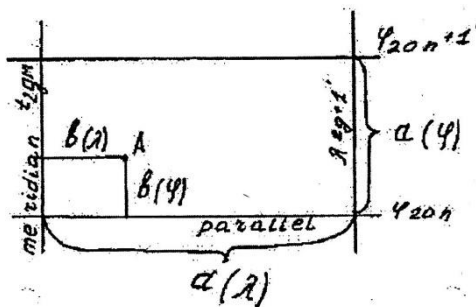
b) Masştabyň takyklygynda A, B, C, D nokatlaryň üýtgedilen we üýtgedilmedik göniburçly koordinatalaryny;

w) Transportir arkaly ABC, BCD, CDA, DAB ýasy burçlary ölçemeli we alynan netijäni barlamaly.

**Görkezme.** Topokartany geografiki meridianlaryň we paralleleriň tekizlikdäki şekilleri çäklendirýär. Diýmek, topokartany çäklendirýän çyzyklary bölekler bölme bilen topokartada geografiki meridianlaryň we paralleleriň toruny emele getirmäge mümkinçilik döredýäris.

Adatda topokartalarda parallel we meridianlarda  $10'$  ýyglykda geçirmäge mümkinçilik bar.

Berlen nokadyň giňişligini ( $\varphi$ ) we uzaklygyny kesgitlemek üçin ol nokadyň gündogarsyndan geçýän  $\varphi_{20n}$  we  $\varphi_{20n}+1'$  paralleleri we onuň gündogaryndan geçýän  $\lambda_{2gm}$  we  $\lambda_{2gm}+1'$  meridianlary guralyň we berlen nokatdan olara perpendikulýar indereliň.



29-nji surat

$$\varphi_A = \varphi_{20n} + x(\varphi) \quad (40)$$

$$\lambda_A = \lambda_{2gm} + x(\lambda) \quad (41)$$

$$x(\varphi) = b(\varphi)/a(\varphi) \times 60'' \quad (42)$$

$$x(\lambda) = b(\lambda)/a(\lambda) \times 60'' \quad (43)$$

**Bellik:** kähälatlarda  $\varphi_{20n}$  we  $\varphi_{20n} + 10''$  paraleleri,  $\lambda_{2gm}$  we  $\lambda_{2gm} + 10''$

meridianlary geçirýärler. Şeýle halatlarda

$$x(\varphi) = b(\varphi)/a(\varphi) \times 10''$$

$$x(\lambda) = b(\lambda)/a(\lambda) \times 10''$$

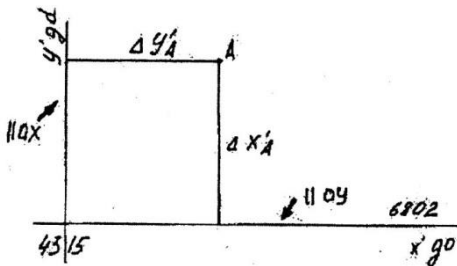
$a(\varphi) \sim 10''$  (parallel boýunça)

$a(\lambda) \sim 10''$  (meridian boýunça).

Hasaplamalary 0,1 takyklykda ýerine ýetirmek hökmandyr.

Göniburçly koordinatalary kesgitlemek üçin topokartada berlen koordinatalar toruny we kese masştaby ulanmaly.

**Mysal.**



30-njy surat





Topokartalarda üýtgedilen (XOY) koordinatalar görkezilýär. Ordinatanyň önünde zolagyň şertin sany görkezilýär. Biziň mysalymyza:  $K-30=4$

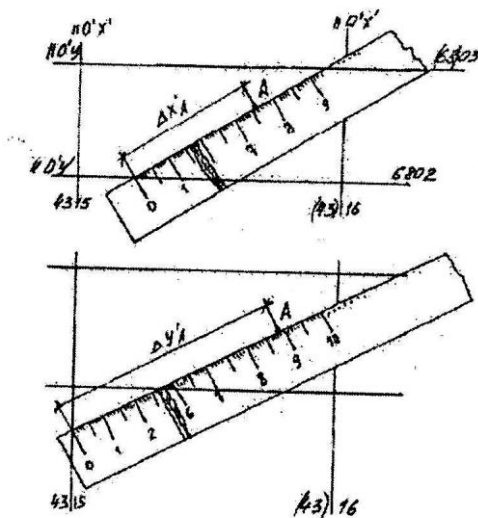
Kähalatlarda berlen nokatlaryň koordinatalaryny kesgitlemegi sadalaşdyrmak üçin adaty çyzygy ulanýarlar (şekil26). Çyzygynyň başlangyç ("0") bölegini "günorta" koordinatalar çyzygyna, onuň 10 sm belligini "demirgazyk" koordinatalar çyzygyna düşer ýaly süşürmek bilen birlikde berlen A nokady çyzygyň alhyna getirmeli. Onda

$$X'_A = 6802000 + 750m + 6802750$$

$$Y'_A = 315000 + 880m = 315880m$$

$$X_A = X'_A$$

$$Y_A = Y'_A - 500\,000 = 315880 - 500\,000 = -184120m.$$

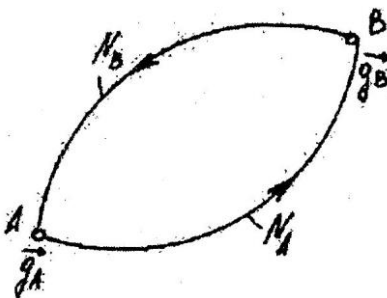


32-nji surat

## Ellipsoidiň üstünde ugrukdyryjy burçlary kesgitlemek

Çyzyklary ugrukdyrmak üçin dürli burçlar ulanylýar.

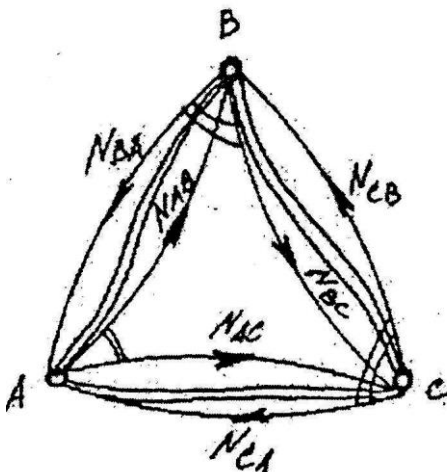
Mälim bolşy ýaly, geodeziýa öz hususy meselelerini ýerüsti hökmünde kabul edilen referens-ellipsoidiň üstünde çözüýär. Goý şol üstde iki nokat ( $A$  we  $B$ ) berlen bolsun. Egerde ölçeme geçirýän gözegçi  $A$  nokatdan  $B$  nokada ugry kesgitlejek bolsa ol  $A$  we  $B$  nokatda wertikal (dik) tekizligi  $N_A$  geçirmeli.  $A$  nokatda wertikal  $N_A$  şol nokadyň asma çyzygyna görä kesgitlenilýär, diýmek  $N_A \in g_A \cup A \cup B$ . Egerde gözegçi  $B$  nokatda ýerleşen bolsa, onda  $BA$  ugry kesgitlemek üçin  $B$  we  $A$  nokatlardan geçýän we  $g_B$  görä geçirilen dik (wertikal) tekizligi  $N_B$  gurmaly  $g_A$  we  $g_B$  bir ýa-da parallel tekizliklerde atmaýandyklaryna görä  $N_A$  we  $N_B$  elmydam tapawutlydyrlar. Olara göni we ters normal tekizlikler diýilýär. Olaryň tapawudy nokatlaryň daşlaşmagy bilen mese-mälim artar.



33-nji surat

Ellipsoidiň üstünde berlen üçburçlyga seredeliň ( $B_c < B_A < B_B$ ). Göni we ters tizlenmeleriniň tapawutlygy sebäpli ellipsoidiň üstünde gurlan üçburçlyk geometrik nukdaý nazarda

kesgitsiz figura öwrülýär. Üçburçlygy kesgitlemek üçin göni we ters normal tekizliklere görä u  $\cos r = \text{const}$  şert bilen kesgitlenilýän ikiýanly egri çyzyk kabul edilýär. Bu çyzga geodeziýa çyzygy diýilýär. Geometriýa nukdaý nazarynda geodeziýa çyzygy ellipsoidiň üstünde iş nokadyň arasyndaky iň gysga çyzykdyr.



34-nji surat

Geodeziýa çyzygynyň ugruny kesgitlemek üçin geometriýada wektoryň ugrunyň kesgitleniş ýaly ony hem koordinatlar sistemasy diýmek geodeziki koordinatalary bilen baglanyşdyrmaly. 1 klasly trianguliýasyýada ölçenen ugurlara onuň bilen geodeziki çyzyklaryň arasyndaky tapawudyny ýok etmek üçin

$$\delta''_{AB} \approx e^2 \cdot \rho'' \cdot \cos^2 B_m \cdot \alpha_{AB} / 12 N_m^2 \quad (44)$$

formula bilen hasaplap, düzediş girizmeli.

Bu ýerde :

$$\rho'' \approx 206265''$$

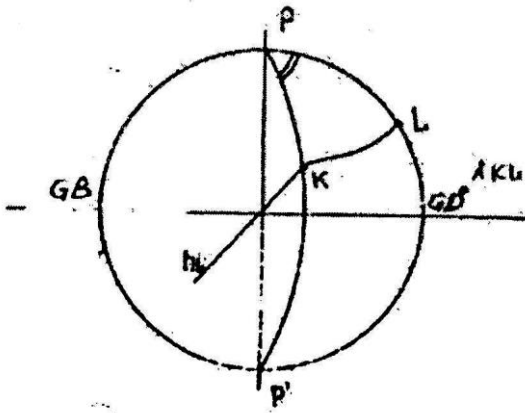
$$e^2 = (a^2 - b^2)/a^2 \approx 0,0066934;$$

$$N_m^2 = a^2/w_m^2;$$

$$w_m^2 = 1 - e_x^2 \sin^2 B_m$$

$B_m$ - çyzygynyň orta geodeziki giňligi

$\alpha$ -çyzygyň (ugruň) azimuty



35-nji surat

K nokadyň meridianynyň demir gazyk ugrundan sagat diliniň hereketiniň ugry bilen KL geodeziýa çyzygyna çenli ölçenen ýasy burç KL çyzygy ugrukdyrmak üçin ulanylýar we oňa KL çyzygyň geodeziki azimuty  $A_{KL}$  diýilýär. K geodeziýa çyzygynyň azimuty L nokadyň meridianyna görä kesgitlenilýär.

Diýmek,

$$A_{KL} \pm 180^\circ + \partial_{KL} - A_{LK} \quad (45)$$

Ýagny ( $A_{KL}$ ) we ters ( $A_{LK}$ ) azimutlar  $180^0 + \partial_{KL}$  bilen tapawutlanýarlar

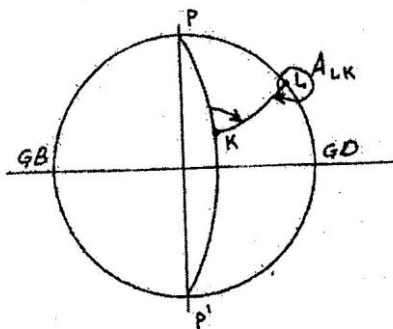
$$\partial_{KL} = L_L - L_K, \quad (46)$$

L-geodeziki uzaklyk,  $\partial_{AP}$ -meridian ara ymtylma burçy.

Elbetde, egerde  $L_L = L_K$  bolsa  $\partial_{KL} = 0$  we  $A_{KL} = \pm 180^0$

Ellipsoidiň we geodeziki meridianlaryň emeli bolandygy sebäpli geodeziki azimut ýerüstünde geçirilýän ölçeme esasynda kesgitlemek bilen tutulýar.

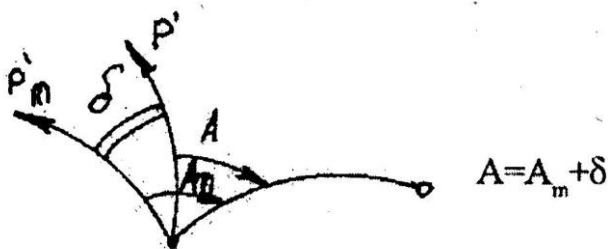
Egerde ýerüstüni deňölçegli Ýer togolagynyň üsti bilen çalyşsak (onda ellipsoidiň ýerine geografiki meridianlar göz önünde tutulýar.



36-njy surat

Geografiki meridianlarda görä kesgitlenilýän ugrukdyryjy burça geografiki (astronomiki) azimut diýilýär. Geografiki meridianynyň ugry ýerüstünde asman ýagtylyklaryna görä ýa-da goroskopyň kömegi bilen kesgitlenip bolar.

Käte ýerüstündäki çyzyklary magnit meridianlara görä ugrukdyrýarlar. Şeýle burça magnit azimuty diýilýär.



37-nji surat

$$A = A_m + \delta, \quad (47)$$

$\delta$ -magnit we geografiki meridianlaryň arasyndaky burç. Oňa köplenç magnit görkezijisiniň (ýöneldijisiniň) gyşarmasy (gyşarma burçy) diýilýär. Günbatar gyşarma burçy otrisatel ( $\delta_{r6} < 0$ ) we gündogar gyşarma burçy položitel ( $\delta_{r6} > 0$ ) hökmünde kabul edilýär.

Magnit azimutyny takyk kesgitlemek mümkin däl diýsek hem bolýar. Şu sebäpli ol köplenç geodeziýada ulanylmaýar.

Ýerüstüni tekizlikde şekilendirmekde ýa-da ýerüstüniň çäkli meýdany ( $60 \text{ km}^2$  çenli) göz önünde tutulanda ýasy çyzyklar (göniçyzyklar) ulanylýar we berlen nokatlar ýasy göniburçly XOY koordinatalar sistemasynda kesgitlenilýär. Diýmek, çyzyklary ugrukdyryjy burçlar hem şol koordinatalar sistemasyna görä kesgitlenilmelidirler.



Ekvator çyzygynyň tekizlikdäki şekil (OY oky).

Zolagy çäklendiriji meridianynyň tekizlikdäki şekili.

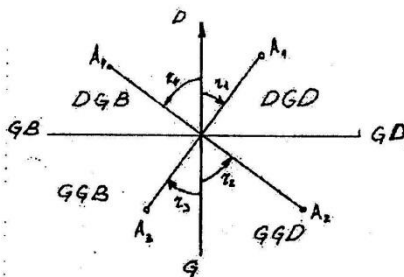
Zolagyň orta meridianyny (silindr bilen ellipsoidiň galtaşma çyzygynyň galtaşma çyzygynyň tekizlikdäki şekil OX oky).

Bu rpoýeksiýada zolagy çäklendiröän we orta meridianlar demirgazyk polýusda peselýärler we ekwatorda biri-birine paralleldirler. Diýmek, demirgazyga ýakynlaşdygyça geodeziýa meridianynyň şekili göniburçly koordinatalar sistemasynyň OX oky bilen dürli burç emele getirýär. Bu burçy bilen belläp oňa Gaussyň proýeksiýasyndaky meridianlara ymtylma burçy diýilýär:

$$\partial_K = (L_0 - L_K) \sin B_K, \quad (48)$$

$L_0$  - zolagyň orta meridianynyň uzynlygyny  $B_K, L_K$  berlen K nokadyň geodeziýa koordinatalary  $\partial_K$  berlen K nokadyň meridianlary ymtylma burçy.

Şeýlelikde, ýerüsti hökmünde kabul edilen üstde çyzyklary ugrukdyrmak üçin azimuth (ellipsoidiň we şaryň üstünde) we gönükdiriji burç (tekizlikde) ulanylýar. Olar meridianlara ýa-da göniburçly koordinatalar sistemasynyň OX okuna görä kesgitlenýärler.



40 – ngy surat

Käwagtlar azimuthlaryň we gönükdiriji burçlaryň deregine ýiti burç, rumb ulanylýar. Rumb haýsy hem bolsa bir



meridianynyň (geodeziki, astronomiki, geografiki ýa-da orta meridianynyň) golaý ugrumdan berlen çyzyga çenli ölçenilýän ýiti burça deňdir. Rumbuň san bahasy bilen birlikde onuň çäreklere görä kesgitlenilýän ady hem görkezilýär. Mysal üçin, egerde  $OA_1, OA_2, OA_3$ , we  $OA_4$  çyzyklaryň gönükdiriji burçlary berlen bolsa, onda:

$$0 \leq \alpha \leq 90^\circ \quad \text{üçin} \quad r: \angle \Gamma \Gamma \Delta = \alpha$$

$$90 \leq \alpha \leq 180^\circ \quad \text{üçin} \quad r: \angle \Gamma \Gamma \Delta = 180^\circ - \alpha$$

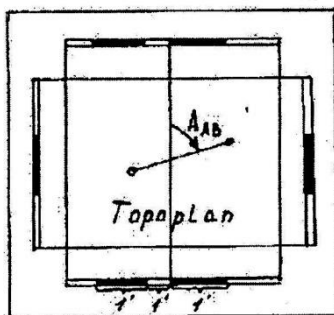
$$180 \leq \alpha \leq 270^\circ \quad \text{üçin} \quad r: \angle \Gamma \Gamma \Delta = \alpha - 180^\circ$$

$$270^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ \quad \text{üçin} \quad r: \angle \Gamma \Gamma \Delta = 360^\circ - \alpha$$

### Topokartadan azimutlary kesgitlemek

Elbetde topokartadan geodeziki meridianlary kesgitlemek mümkin däl. Şeýlelikde, geodeziki azimut gönümel kesgitlenip bilmez..

Topokartalarda geografiki meridianlary geçirmek üçin her tagta topokartany çäklendiröän paraleller her 10 ýa-da 60-dan böleklere bölünen. Diýmek, deňişli böleklere birleşdirmek bilen meridianlary (41-njy surat) geçýäris.



41 – nji surat

Şeýlelikde, ýönekeýje ölçemedən (şekil 34) azimut kesgitlener. Elbetde, şeýle geçirilen meridian mümkin boldugyça A nokadyň aralykda geçmeli.

Magnit azimuty kesgitlemek üçin aşakdaky gatnaşygy ulanyp bolar:

$$A_{\text{mag}} = A - \delta \quad (49)$$

$$\Delta = \delta_0 + \Delta\delta_{\text{xn}}; \quad (50)$$

Bu ýerde:

$\delta_0$ -kartanyň düzülen sepesine degişli magnit gyşarmasy.

$\Delta\delta$ -magnit gyşarmasynyň ýyllyk üýtgemesi

n-nyň kesgitlenen sepesinden soň geçen ýyl sany.

Topokartalaryň rowaýatynda (legendasynda) berilýär.

Goý  $A = 43^0 17'$  (ölçenen)

Topokarta 1979-nji ýylda düzülen.

Rowaýata görä:  $\Delta\delta = -5^0 12'$ ,  $\Delta\delta = 0^0 47'$

Biziň senämiz: 1990 ýyl. Diýmek,

$$N = 1990 - 1979 = 11,$$

$$\delta = \delta_0 + \Delta\delta_{\text{xn}} = -5^0 12' + 0^0 47' \times 11 = -5^0 12' + 5^0 17' = 5^0 12' + 8^0 37' = +3^0 26'$$

Şeýlelikde:

$$A_{\text{mag}} = A - \delta = 43^0 17' + 3^0 26' = 46^0 43'$$

## Topokartadan gönükdiriji burçlary (L) kesgitlemek

Topokartalardaky dik çyzyklar OX okuna paralleldir. Diýmek, berlen çyzygy dik çyzyklar bilen kesgitlenýänçe dowam etmeli we transportir arkaly ölçemeli (seret şekil 30). Şeýlelikde

Topokartadan kesgitlemek aňsatdygy sebäpli A we  $A_{\text{mag}}$  şu aşakdaky ýaly tapmak maslahat berilýär:

$$A = L + \partial, \quad (51)$$

$$A_{\text{mag}} = A - \delta = L + \partial - \delta \quad (52)$$

Rumblary gönükdiriji burçlara görä hasaplamala. Netijeleri iş depderine geçirmeli. Köp burçlugyň içki burçlaryny ölçemek üçin transportir ulanmaly. Ölçemeleriň netijesini barlamaly.

## Topografiki kartadan relýefi öwrenmek

**Ýumuş 1.3.** Berlen 1:M-10 000 ölçegli topokartadan:

a) adaty gorizontallara beýgelmäni  $h_0$ ;

b) belenlik sistemasyny;

w) A, B, C, D nokatlaryň belenliklerini we nokatara beýgelşleri;

g) berlen çyzygyň ugruna in uly we in kiçi inişi (eňňitlik burguny)

Kesgitlemeli we alnan netijeleri barlamaly.

**Görkezme.** Topokartalarda relýefi esasan gorizontallaryň kömegi bilen şekillendirýärler.

Belentlikleri birden nokatlary birleşdirýän ýakyn çyzyklaryň tekizlikdäki şekiline gorizont (izogips) diýilýär.

Adatda relýefi şekillendirmek üçin gorizontallary, belli bir ýygylkda geçirýärler, mysal üçin belentlikleri adaty

gorizontallara beýgelmä:

$$h_0 = 0,2 \text{ mm} \times M$$

proporsional gorizontallary geçirýärler.

Eger-de 1:25 000 alýarys:

$$h_0 = (0,2 \times 25\,000) \text{ mm} = 5 \text{ m.}$$

Diýmek, gorizontallaryň belentlikleri:

$$H_i = (5 \times i) \text{ m}, i = 0, 1, 2, \dots$$

Berlen kartanyň masşaby 1:10 000 bolsa, ondaörite  $h_0$  ulanylýar:

$$h_0 = 1 \text{ m ýa-da } h_0 = 2,5 \text{ m.}$$

Kähalatlarda bir tagta topokartada iki dürli  $h_0$  ulanylýar. Mysal üçin,  $h_0 = 5 \text{ m}$  düzlükde we  $h_0 = 10\text{--}15 \text{ m}$ -daglyk böleginde. Iri masşabyly topokartalarda we topoplanlarda köplenç ýeketäk adaty gorizontallara beýgelmegi ulanylýar.

Topokartalarda gorizontallaryň belentliklerini kesgitlemek üçin ( $h_0$ -belli) olaryň ýazgylaryny ulanmaly (42-nji surat).



42 – nji surat

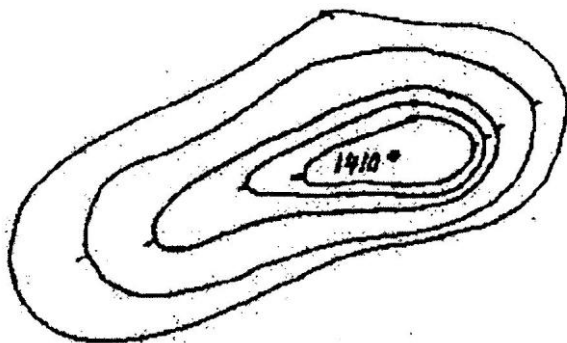
Gorizontalyň ýazgysyny we onuň ugruna görä peselşi ýa-da beýgelşi anyklamaly. Biziň mysalymyzda:  $H = 150 \text{ m}$  gorizontaldan A nokada tarap ýer peselýär we B nokada tarap ýer beýgelýär. Eger-de  $h_0 = 2,5 \text{ m}$

bolsa, onda A nokady gurşaýan gorizontallaryň belentliklerini aňsatlyk bilen kesgitleýis:

$$H_1 = 150,0 - 2,5 \times 3 = 142,5 \text{ m}$$

$$H_2 = 150,0 - 2,5 \times 4 = 140,0 \text{ m}$$

ýazgyly gorizont bolmasa belentligi ýazylyan nokatlary ulanmaly. (43-nji surat)



43 – nji surat

Goý  $h_0 = 2,5$  m bolsun. Berkştrihe  $H_0 = 141,0$  m nokadyň depede ýerleşendigini görkezýär. Diýmek  $H_0 = 141,0$  m nokady gurşaýan gorizontalyň belentligi 141,0 metrden kiçi we  $h_0 = 2,5$  m-e golaý san bolmaly. Ýagny:

$$H = 2,5 \text{ K}, 141,0 - H < 2,5,$$

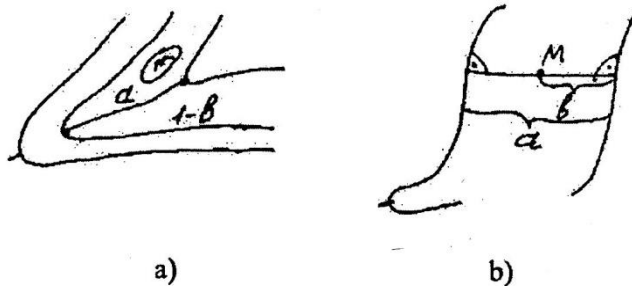
K-käbir bütün san. Biziň mysalymyzda

$$H = 2,5 \times 56 = 140,0$$

$$(141 - H < 2,5)$$

Iki gorizontallaryň arasynda ýerleşen M nokadyň belentligini kesgitlemek üçin şu aşakdaky deňligi ulanyp bolar (şekil 36)

$$H = H_{\text{gor}} + a/bxh_0, \quad (53)$$



44 – ngy surat

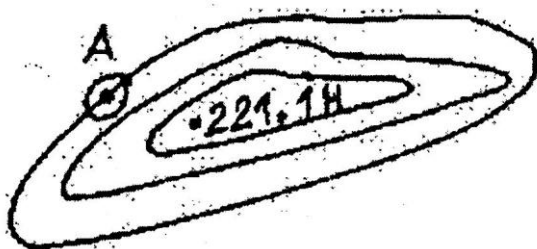
Bu ýerde:

a-iki gorizontalyň arasyndaky iň gysga uzynlyk(mm),

b-berlen M nokatdan kiçi belentlikli ( $H_{\text{gor}}$ ) gorizontala inderilen perpendikulýaryň uzynlygy (mm).

$h_0$ =adaty gorizontlara belentlik (m).

**Mysallar.1.**Goý  $h_0=5$  m., $H_A$ -?

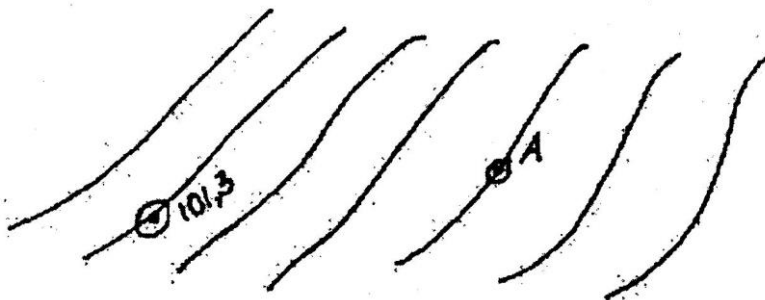


45 – ngy surat

Ilki  $H=221,1$  depäni gurşayan gorizontalyň belentligini kesgitlemäň. Elbetde  $H=h_0 \times K < 221,1$  we  $221,1-H < 5$  m bolmaly.

Şeýlelik bilen alarys:  $H=220\text{m}$ . Indi  $h_0=5\text{ m}$  göz önünde tutup alarys:  $H_a=H-2 \times 5=220-10=210\text{ m}$ .

2. Goý  $h_0=5\text{ m}$ .  $H_A=?$



46 – njy surat

Bugly derýanyň durnukly  $H_{\text{ggg}}=101,3\text{ m}$ . Diýmek, derä iň golaý gorizontalyň beýikligi:  $h_0= h_0 \times K=5 \times K > 101,3$ ,  $H-101,3 < 5$  bolmaly. Diýmek,  $H=105\text{ m}$ . Indi  $h_0=5\text{ m}$  göz önünde tutup,  $H_A=105+5 \times 2=115\text{m}$ .

Gorizontalyň häsiýetlerinden belli boluşy ýaly, topokartalardan ýerüstüniň eňňitmek burguny ( $v$ ) ýa-da inşini ( $i$ ) kesgitläp bolar:

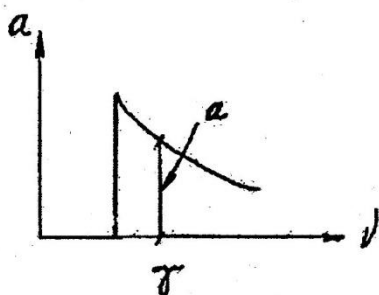
$$\text{tg} v = h_0/a = i, \quad (54)$$

$a$ -gorizontallara uzaklyk (založeniýe gorizontaleý).

Goý, iki gorizontalyň aradaşlygyna degişli uzaklygy (ýerüstünde  $Z$ )  $a$  kartadan ölçenen (mysal üçin, kesemasşabyň kömegi bilen), onda

$$v = \arctg h_0/a \text{ ýa-da } i = h_0/a. \quad (55)$$

Şeýle hasaplamalary aňsatlandyrmak üçin köplenc založeniýeleriň masşabyny ( $v$  ýa-da  $i$  üçin) ulanýarlar .



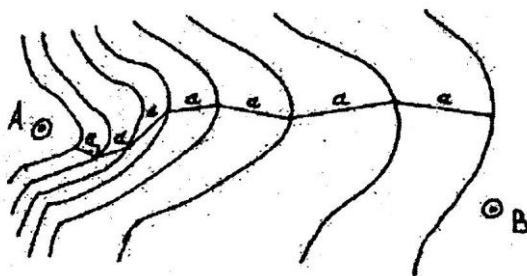
47 – nj' surat

Bu masşaby ulanyp berlen ugur boýunça  $v(i)_{\max}$  we  $v(i)_{\min}$  kesgitlemek bolar:

$$v(i)_{\max} \sim a_{\min} \quad (56)$$

$$v(i)_{\min} \sim a_{\max} \quad (57)$$

Şu usul bilen topokartada deňnişen ( $i=\text{const}$ ) çyzyk geçirip bolar. Munuň üçin berlen  $i=\text{const}$  degişli  $a=\text{const}$  kesgitlemeli we atanajygyň uzynlygyny oňa deňäp gorizontaldan gorizontala bökmeli. (48 – nji surat)



48 – nji surat



Goý  $a=2\text{sm}$ .

Elbetde

A nokatda

B nokatda dürli ýollar bilen gelip bolar. Adatda olaryň iň gysgasyny göz önünde tutýarlar.

Gorizontallar garaşly bir nokadyň beýleki nokatdan görüýändigini ýa-da görünmeýändigini kesgitlep bolar (ýeriň gübergenligini hasaba alynmaýar). Köplenç bu meseläni berlen çyzygyň ugry boýunça ýeriň dik kesimini (profilini) gurmak arkaly çözüýärler.

### Çyzyklary ölçemek

Ölçemeleriň netijesinde uzynlygyň ygtybarly bahasyny kesgitlemek. Takyklygyna baha bermek. Temperatura we komparirleme üçin düzedişleri girizmek. Lenta bilen geçirilen ölçemeleriň netijelerini gorizonta ýagdaýa getirmek. Baryp bolmaýan aralygy ölçemek.

Goý, göni ugur boýunça polat lenta bilen ölçenen uzynlyk  $L_{goni} = 60,15\text{ m}$  deň, yzyna ölçenende

$L_{yza} = 60,12\text{ m}$  deň dolupdyr.

Şeýle ölçemeleriň absolýut ýalňyşlygy

$$\frac{f_{abs}}{L} \leq \frac{1}{2000} \text{ belli bolsa, ölçenen uzynlygyň ugtybarly}$$

bahasyny, absolýut we otnositel ýalňyşlygyny kesgitlemeli.

Çözlüşi. a) Ölçenen ölçegleriň tapawudy absolýut ýalňyşlygy berýär

$$f_{abs} = L_{goni} - L_{yza} = 60,15 - 60,12 = \pm 0,03\text{ m}$$

Otnositel ýalňyşlyk

$$f_{otn} = \frac{f_{abs}}{L}$$

bu ýerde  $L$  ölçenen ululyklaryň orta arifmetik bahasy, özem

$$L = \frac{L_{goni} + L_{yza}}{2} = \frac{60,15 + 60,12}{2} = 60,14 m$$

formula boýunça kesgitlenýär, onda

$$f_{otn} = \frac{f_{abs}}{L} = \frac{0,03}{60,14} = \frac{1}{2004}$$

b) Alynan netije meselede goýulan takyklygy ýerine ýetirýar, ýagny

$$\frac{f_{abs}}{L} \leq \frac{1}{2000} \leq \frac{1}{2004}$$

onda, ölçenen uzynlygyň orta bahasy hökmünde ölçegleriň orta arifmetik bahasyny kabul etmek bolar

$$L_{ort} = L = 60,14 m$$

## Ölçemleriň netijelerini gaýtadan işlemäge mysallar

### Birinji mysal

Ölçemleriň absolýut ýalňyşlygy belli bolsa (1-nji tablisa), ölçenen uzynlygyň ugtybarly bahasyny, absolýut we otnositel ýalňyşlygy kesgitlemeli.

Tablisa 1

| № | Otnositel ýalňyşlygyň ýolbererli bahasy | Ölçegler m |           | №  | Otnositel ýalňyşlygyň ýolbererli bahasy | Ölçegler m |           |
|---|-----------------------------------------|------------|-----------|----|-----------------------------------------|------------|-----------|
|   |                                         | $L_{goni}$ | $L_{yza}$ |    |                                         | $L_{goni}$ | $L_{yza}$ |
| 1 | 1/3000                                  | 70,00      | 70,02     | 6  | 1/2000                                  | 186,02     | 185,94    |
| 2 | 1/2000                                  | 87,16      | 87,18     | 7  | 1/3000                                  | 93,27      | 93,29     |
| 3 | 1/1000                                  | 101,12     | 101,18    | 8  | 1/1000                                  | 101,12     | 101,16    |
| 4 | 1/3000                                  | 66,67      | 66,69     | 9  | 1/3000                                  | 86,88      | 86,90     |
| 5 | 1/3000                                  | 111,11     | 111,13    | 10 | 1/2000                                  | 124,16     | 124,12    |

### **Bellik.**

a) Drobda emele gelyän tegelemekleri aşakdaky dýzgün boýunça geçirilýär:

Eger-de taşlanylýan san 5-den uly bolsa, onda soňky goýulýan san birlik goşulýar ( $0,0987463=0,09875$ ). Eger-de taşlanylýan san 5-den kiçi bolsa, onda soňky goýulýan san üýtgedilmeýär ( $0,78642=0,7864$ ). Eger-de taşlanylýan san 5-e deň, onda soňky goýulýan san täk bolsa goýulýan sana birlik goşulýar ( $0,987545=0,988$ ), goýulýan san jübüt bolsa goýulýan san şol durşuna galdyrylýar.

b) Formulalarda, tablisalarda hasaplamalar gecirilende tegeleklemeleriň netijeleriň tapawutlary  $0,01-0,02$  m çenli bolmaga ygtyýar berilýär.

c) Koordinatalar hasaplananda alnan netijäniň jogabynda tapawut metriň ýüaden bir böleklerine bolmalydyr.

### **Ikinji mysal**

Ölçemeleriň netijeleri degişlilikde

$$L_{goni} = 201,446 \text{ m}, L_{yza} = 201,406 \text{ m}$$

deň dolupdyr.

Ölçemelerde gerek bolan takyklyk  $\frac{1}{5000}$ . Iki ölçegiň

tapawudynda alynan  $f_{abs}$  ýalňyşlyk, ýol bererlimi. Uzynlygyň ähtimal bahasy nähili bolar.

### **Çözlüşi.**

a) Iki ölçegiň tapawudy

$$f_{abs} = 201,446 - 201,406 = \pm 0,040 \text{ m}$$

deň bolýar.

b) Talap edilýän takyklyk boýunça

$$\frac{f_{abs}}{201,00} = \frac{1}{5000}; \quad f_{abs} = \frac{201,00}{5000} = 0,040 \text{ m}$$

ç) Hasaplanyp alynan  $f_{abs} = 0,040 \text{ m}$  baha ýol bererli bahadan uly däl, onda çyzygyň uzynlygynyň ähtimal bahasy hökmünde ölçegleriň orta arifmetik bahasyny almak bolar

$$L = \frac{L_{goni} + L_{yza}}{2} = \frac{201,446 + 201,406}{2} = 201,426 \text{ m}$$

### Üçünji mysal

2-nji tablisada berlenlere görä göni we yza ölçenen çyzygyň tapawudynyň ýalňyşlyklaryny kesgitläp ölçemäniň hiline baha bereliň.

20 metrlik polat ruletk bilen çyzyk ölçenede uzynlyk  $L = 200,000 \text{ m}$ -e deň bolupdyr.

Ruletkanyň pasporty boýunça ol adaty ululykdan  $10 \text{ mm}$  gysga ýa-da  $\Delta l_k = -0,010 \text{ m}$ . Ölçenen uzynlygyň hakyky bahasy näme deň bolar.

#### Çözlüşi.

a) 200 metr aralykda ruletkanyň näçe gezek ulalandygyny kesgitleliň

$$200:20=10$$

b) On gezek ruletk bilen ölçenende goýberilen ýalňyşlyk

$$\Delta = 10 \cdot \Delta l_k = 10 \cdot (-0,010) = - - 0,100 \text{ m}$$

ç) Ýalňyşlygyň alamatyny göz önünde tutup

$$L = 200,000 - 0,100 = 199,900 \text{ m}$$

alarys.

Tablisa 2

| № | Talap edilýän takyklyk | Ölçegler m |           | №  | Talap edilýän takyklyk | Ölçegler m |           |
|---|------------------------|------------|-----------|----|------------------------|------------|-----------|
|   |                        | $L_{goni}$ | $L_{yza}$ |    |                        | $L_{goni}$ | $L_{yza}$ |
| 1 | $\frac{1}{10\,000}$    | 47,000     | 47,006    | 6  | $\frac{1}{10\,000}$    | 45,000     | 45,002    |
| 2 | $\frac{1}{10\,000}$    | 40,962     | 40,964    | 7  | $\frac{1}{10\,000}$    | 60,042     | 60,050    |
| 3 | $\frac{1}{8000}$       | 68,180     | 68,190    | 8  | $\frac{1}{8000}$       | 115,100    | 115,112   |
| 4 | $\frac{1}{15\,000}$    | 77,070     | 77,078    | 9  | $\frac{1}{5000}$       | 678,230    | 678,330   |
| 5 | $\frac{1}{10\,000}$    | 22,042     | 22,048    | 10 | $\frac{1}{5000}$       | 300,460    | 300,500   |

10 metrlik polat ruletka bilen çyzyk ölçenede uzynlyk 107,500m-e deň bolupdyr.

Ruletkanyň pasporty boýunça ol adaty ululykdan 10 mm gysga we  $\Delta l_k = -0,002\,m$ . Ölçenen uzynlygyň hakyky bahasyny kesgitlemek üçin:

c) 107.500 metr aralykda ruletkanyň näçe gezek ulalandygyny kesgitleliň

$$107,500:10=10,75.$$

Diýmek ruletka bilen 10 gezek ölçenipdir, galyndy 7,5 metr. 7,5 metrde näçe ýalňyşlygyň goýberilýändigini kesgitleliň. Onuň üçin proporsiýa düzeliň

$$\begin{array}{rcl} 10 \text{ metrde} & -0,002\text{metr} & \\ 7,5 \text{ metrde} & x & \end{array}$$

onda

$$x = \frac{-0,002 \cdot 7,5}{10} = -0,0015 \approx -0,002 \text{ m}$$

d) On gezek ruletka bilen ölçenende  
goýberilen ýalňyşlyk

$$\Delta = 10 \cdot \Delta l_k = 10 \cdot (-0,002) = -0,020 \text{ m}$$

ç) 10 we 7,5 metrdäki ýalňyşlyklaryň amatyny göz önüde  
tutup

$$L = 107,500 - 0,020 - 0,002 = 107,478 \text{ m}$$

alarys.

### Dördünji mysal

3-nji tablisada getirilen ölçeme netijelerine görä  
çyzyklaryň hakyky uzynlygyny kesgitlemeli .

3-nji tablisa

| № | <i>L (m)</i>             | <i>Lentanyň<br/>ýalňyşlygy</i> | №  | <i>L (m)</i>             | <i>Lentanyň<br/>ýalňyşlygy</i> |
|---|--------------------------|--------------------------------|----|--------------------------|--------------------------------|
|   | 20 metrlik polat ruletka |                                |    | 10 metrlik polat ruletka |                                |
| 1 | 100,000                  | -0,010                         | 6  | 17,000                   | -0,003                         |
| 2 | 300,006                  | -0,005                         | 7  | 21,405                   | +0,002                         |
| 3 | 450,008                  | +0,010                         | 8  | 29,040                   | -0,005                         |
| 4 | 620,010                  | +0,008                         | 9  | 120,160                  | +0,004                         |
| 5 | 101,009                  | -0,007                         | 10 | 37,007                   | -0,003                         |

Gurulýan jaýyň uzynlygy 80,012 metre deň. Jaýyň  
uzynlygyny 20 metrlik polat ruletka bilen ölçenende aşakdaky  
netijeleri berdi

80,015; 80,018; 80,016; 80,011 m

Ruletkanyň deňlemesini ýazmaly we ruletka üçin  
düzedişi kesgitlemeli.

Çözlüşi.

a) Ruletka bilen ölçenen jaýyň orta arifmetiki bahasy

$$\frac{80,015 + 80,018 + 80,016 + 80,011}{4} = 80,015 \text{ m}$$

b) Şeýlelikde, 80,012 uzynlyga ruletka bilen ölçenen 80,015 ululyk degişli boldy, 20 metrlik uzynlyga bolsa  $X$  metr degişli bolýar, onda

$$X = \frac{80,015 \cdot 20}{80,012} = 20,0008 \text{ m}$$

diýmek, ruletka adaty ululykdan 0,0008 metr kiçi, onda ruletka üçin düzediş  $\Delta l_k = -0,0008 \text{ m}$  deň bolýar.

Ruletka üçin deňleme aşakdaky görnüşde ýazylýar  
 $L = 20 \text{ m} - 0.0008 \text{ m}$ .

#### Bäşinji mysal

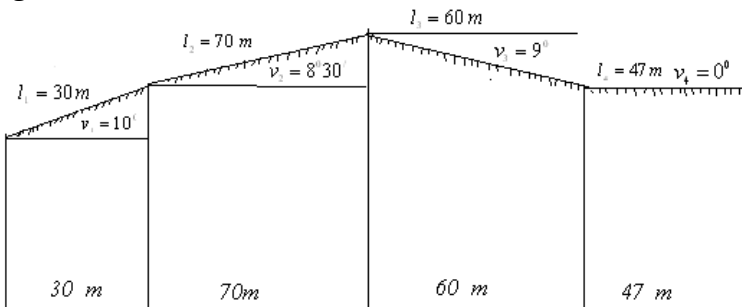
4-nji tablisada berilen maglumatlara görä ruletkanyň deňlemesini ýazmaly we ruletka üçin düzedişi kesgitlemeli.

4-nji tablisa

| <i>Nº</i>                | <i>Çyzygyň uzynlygy</i> | <i>Ölçemeleriň netijeleri (m)</i> |         |         |         |
|--------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------|---------|---------|
| 20 metrlik polat ruletka |                         |                                   |         |         |         |
| 1                        | 100,005                 | 100,000                           | 100,010 | 100,018 | 100,016 |
| 2                        | 100,005                 | 99,990                            | 99,990  | 99,980  | 99,980  |
| 3                        | 80,010                  | 80,015                            | 80,022  | 80,015  | 80,020  |
| 4                        | 60,012                  | 60,000                            | 59,990  | 59,990  | 59,990  |
| 5                        | 80,011                  | 80,990                            | 79,990  | 79,990  | 79,990  |
| 10 metrlik polat ruletka |                         |                                   |         |         |         |
| 6                        | 100,111                 | 100,222                           | 100,218 | 100,215 | 100,200 |
| 7                        | 100,000                 | 100,000                           | 100,110 | 100,110 | 100,111 |
| 8                        | 80,012                  | 80,000                            | 80,000  | 80,002  | 80,002  |
| 9                        | 80,005                  | 80,000                            | 79,995  | 79,990  | 79,990  |
| 10                       | 60,009                  | 59,990                            | 59,990  | 59,995  | 59,994  |

## Altynjy mysal

Meýdanda çyzygyň uzynlygy ölçenen  
 $L = 207,000\text{ m}$ . Şol wagtda ýapgyt  $v$  burçlar ölçenen.  
 Böllekleriň uzynlyklary degişlilikde  
 $l_1 = 30,00\text{ m}$ ,  $v_1 = +10^0 0'$ ;  $l_2 = 70,00\text{ m}$ ,  $v_2 = +8^0 30'$ ;  
 $l_3 = 60,00\text{ m}$ ,  $v_3 = -9^0 0'$ ;  $l_4 = 47,00\text{ m}$ ,  $v_4 = 0^0 0'$ ,  
 (1-nji surat). Ölçenenuzynlygyň gorizontaýy kesgitlemeli.



49-nji surat

### Çözlüşi.

Ýapgyt çyzyk üçin düzediş aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär

$$\Delta l = 2L \sin^2 \frac{v}{2} \quad (58)$$

düzedişleri ýazalyň

Ýapgytlyk burçy  $+10^0 0'$  aralyk 30 metr = 456 mm;

Ýapgytlyk burçy  $+8^0 30'$  aralyk 70 metr = 769 mm;

Ýapgytlyk burçy  $+9^0 0'$  aralyk 60 metr = 739 mm;

Ýapgytlyk burçy  $0^0 0'$  aralyk 47 metr = 0 mm;

Ähli uzynlyklary jemläp



$$\Delta L = \sum \Delta l_i = 456 + 769 + 739 + 0 = 1964 \text{ mm} = 1,96 \text{ m}.$$

Onda

$$L_0 = L - \Delta L \quad (59)$$

Formulada bahalary goýup, gorizental ýagdaýyň užynlygyny taparys

$$L_0 = 207,00 - 1,96 = 205,04 \text{ m}$$

Gorizental ýagdaýy a aşakdaky formula boýunça

$$L_i = l_i \cos v_i, \quad i=1,2,3,4.$$

$$L_0 = \sum l_i$$

kesgitlemek bolýar. Bu formula  $l$  we  $v$ -niň bahalaryny goýup

$$v_1 = 10^0, l_1 = 30 \text{ m} \quad \text{bolanda} \quad L_1 = 29,54 \text{ m};$$

$$v_2 = 8^0 30', l_2 = 70 \text{ m} \quad \text{bolanda} \quad L_2 = 69,23 \text{ m};$$

$$v_3 = 9^0, l_3 = 60 \text{ m} \quad \text{bolanda} \quad L_3 = 59,26 \text{ m};$$

$$v_4 = 0^0, l_4 = 47 \text{ m} \quad \text{bolanda} \quad L_4 = 47,00 \text{ m};$$

Alynan bahalaryň kömegi bilen  $L_0$  kesgitleliň

$$L_0 = \sum l_i = 29,54 + 69,23 + 59,26 + 47,00 = 205,03 \text{ m}.$$

Iki formula bilen kesgitlenen gorizental uzynlyk 0,01 tapawudy berýär, bu tapawut tegelemeklerden gelip çykýar.

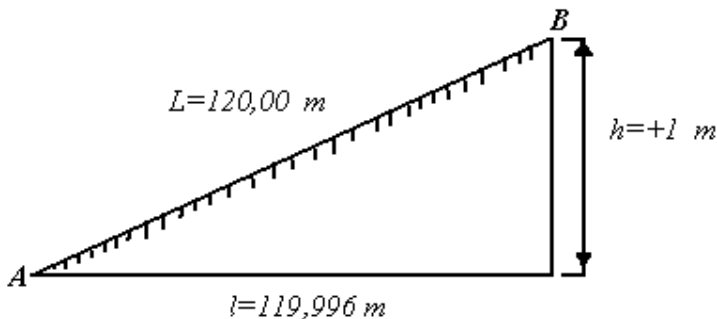
## Ýedinji mysal

5-nji tablisada berlen ýapgyt uzynlyk we ýapgytlyk burçy boýunça gorizonta uzynlygy we beýgelmäni kesgitlemeli.

5-nji tablisa

| №  | $L$ (m) | $v_1$           | $l_1$  | $v_2$           | $l_2$ | $v_3$           | $l_3$ |
|----|---------|-----------------|--------|-----------------|-------|-----------------|-------|
| 1  | 180,00  | $-5^{\circ}30'$ | 27,00  | $-4^{\circ}00'$ | 37,00 | $+3^{\circ}00'$ | 17,00 |
| 2  | 111,10  |                 | 11,00  |                 | 10,00 |                 | 6,00  |
| 3  | 111,10  | +9 00           | 12,00  | -4 00           | 10,00 | +4 00           | 37,50 |
| 4  | 117,00  | -9 00           | 17,00  | +3 30           | 33,00 | -4 30           | 28,00 |
| 5  | 132,05  | -6 30           | 20,00  | -6 30           | 30,00 | -5 00           | 30,00 |
| 6  | 177,77  | +3 00           | 13,00  | -3 00           | 27,00 | -6 00           | 23,00 |
| 7  | 161,33  | -5 00           | 61,00  | +4 00           | 21,00 | -8 00           | 22,00 |
| 8  | 181,15  | +4 00           | 11,00  | +4 00           | 12,00 | +4 00           | 10,00 |
| 9  | 142,10  | -7 00           | 33,00  | +6 00           | 11,00 | +4 00           | 12,00 |
| 10 | 133,33  | +8 00           | 100,00 | +8 00           | 10,00 | +8 00           | 10,00 |
|    |         | +1 30           |        | +9 00           |       | -9 00           |       |

AB çyzygyň  $L_0$  gorizonta ýagdaýyny kesgitlemeli, haçanda ýapgyt çyzygyň uzynlygy  $L_0 = 120$  metre deň, çyzyklaryň gyrasyndaky bellikler bolsa, deňişlilikde  $H_A = 178,444$  m,  $H_B = 179,444$  m (2-nji surat)



50-nji surat

### Çözülşi.

a)  $A$  we  $B$  nokatlaryň  $h$  tapawudyny kesgitleläň

$$h = H_B - H_A = 179,444 - 178,44 = 1 \text{ m}$$

b) Ýapgyt çyzygyň düzedişini aşakdaky formula boýunça kesgitleläň

$$\Delta L_h = \frac{h^2}{2L}, \quad (60)$$

bu ýerde,  $h$ - belentlik,  $L$ - ýapgyt çyzygyň uzynlygy, onda

$$\Delta L_h = \frac{1}{2 \cdot 120} = 0,004 \text{ m.}$$

ç) Gorizonta çyzygyň uzynlygyny ýapgyt çyzygyň uzynlygyna  $\Delta L_h$  düzediş girizip taparys

$$L_0 = 120,00 - 0,004 = 119,996 \text{ m.}$$

### Sekizinji mysal

$AB$  ýapgyt çyzygyň uzynlygy we çyzyklaryň uçlarynyň  $H_A$ ,  $H_B$  beýiklikleri belli bolsa çyzygyň  $L_0$  gorizonta uzynlygyny kesgitlemeli, (6-njy tablisa)

6-njy tablisa

| $N_0$ | $H_A (m)$ | $H_B (m)$ | $L (m)$ | $N_0$ | $H_A (m)$ | $H_B (m)$ | $L (m)$ |
|-------|-----------|-----------|---------|-------|-----------|-----------|---------|
| 1     | 101,000   | 100,000   | 25,00   | 6     | 105,750   | 106,750   | 50,25   |
| 2     | 51,250    | 50,000    | 25,00   | 7     | 82,120    | 85,120    | 42,15   |
| 3     | 88,500    | 85,000    | 40,00   | 8     | 87,220    | 85,220    | 42,15   |
| 4     | 104,000   | 108,000   | 40,00   | 9     | 150,030   | 151,070   | 101,20  |
| 5     | 105,220   | 104,220   | 50,25   | 10    | 150,040   | 151,570   | 101,20  |

Çyzygyň gýralaryndaky bellikleriň tapawudy  $h = 15$  metre deň, Gorizonta çyzygyň uzynlygy bolsa  $L_0 = 121,00 \text{ m}$ .  $L$  ýapgyt çyzygyň uzynlygyny tapmaly.

Çözülişi.

Ýapgyt çyzygyň burçy

$$\operatorname{tg} v = \frac{h}{L_0} \quad (61)$$

formula boýunça kesgitlenýär, onda

$$\operatorname{tg} v = \frac{15}{121} = 0,1239, \quad v = 7^{\circ}04'$$

deň bolýar.

Ýapgyt burç belli bolanda,  $L$  uzynlygy hasaplap bileris

$$L = \frac{h}{\sin v} = \frac{15}{0,1230} = 121,95 \text{ m}.$$

$L$  -a goşmak alamaty bilen  $\Delta l_h$  düzediş girizip, halarys

$$L = L_0 + \Delta l_h,$$

$$\text{bu ýerde } \Delta l_h = \frac{h^2}{2L_0} = \frac{15}{2 \cdot 121} = 0,93 \text{ m},$$

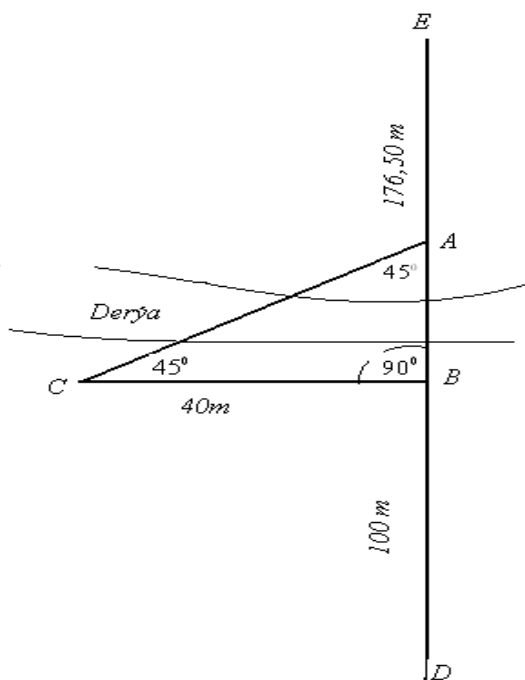
$$L = L_0 + \Delta l_h = 121,00 + 0,93 = 121,93 \dots \text{m}.$$

## Dokuzynjy mysal

7-nji tablisada berlenleri ulanyp ýapgyt uzynlygy kesgitlemeli.

7-nji tablisa

| $N_0$ | $h$ (m) | $L_0$ (m) | $N_0$ | $h$ (m) | $L_0$ (m) |
|-------|---------|-----------|-------|---------|-----------|
| 1     | 10,00   | 120,00    | 6     | 3,75    | 33,00     |
| 2     | 12,00   | 163,00    | 7     | 7,75    | 22,00     |
| 3     | 16,00   | 400,00    | 8     | 5,85    | 25,00     |
| 4     | 6,00    | 200,00    | 9     | 4,70    | 35,00     |
| 5     | 5,00    | 75,00     | 10    | 4,10    | 18,00     |



51-nji surat

$AB$  ölçäp bolmajak aralygy hasaplamaly we  $DE$  aralygy kesgitlemeli, eger-de  $DB=100,00\text{ m}$ ,  $AE=176,50\text{ m}$ ,  $BC=40,00\text{ m}$ , deňleşdirilen burçlar bolsa

$$B = 90^{\circ}00', \quad A = 45^{\circ}00', \quad C = 45^{\circ}00' \text{ deň.}$$

**Çözülişi.**

Sinuslar teoremasy boýunça ölçäp bolmaýan  $BA$  aralygy hasaplalyň

$$\begin{aligned} BA &= \frac{a \sin C}{\sin A} = \frac{40,00 \sin 45^{\circ}00'}{\sin 45^{\circ}00'} = \\ &= \frac{40,00 \cdot 0,7071}{0,7071} = 40,00\text{ m} \end{aligned}$$

**Onynjy mysal**

8-nji tablisada berlenler boýunça ölçäp bolmaýan  $AB$  aralygy we  $DE$  uzynlygy kesgitlemeli.

8-nji tablisa

| $N\acute{o}$ | $DB\text{ (m)}$ | $AE\text{ (m)}$ | $B$             | $A$             | $C$             | $BC\text{ (m)}$ |
|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1            | 111,15          | 188,00          | $88^{\circ}19'$ | $40^{\circ}26'$ | $51^{\circ}15'$ | 45,00           |
| 2            | 177,77          | 191,16          | $87^{\circ}19'$ | $42^{\circ}26'$ | $50^{\circ}15'$ | 50,00           |
| 3            | 130,65          | 101,10          | $90^{\circ}05'$ | $42^{\circ}12'$ | $47^{\circ}43'$ | 60,00           |
| 4            | 312,27          | 300,70          | $78^{\circ}10'$ | $43^{\circ}18'$ | $58^{\circ}32'$ | 60,00           |
| 5            | 105,73          | 177,77          | $89^{\circ}05'$ | $50^{\circ}48'$ | $40^{\circ}07'$ | 70,00           |
| 6            | 360,44          | 262,27          | $89^{\circ}06'$ | $41^{\circ}24'$ | $49^{\circ}30'$ | 55,00           |
| 7            | 275,75          | 303,45          | $78^{\circ}12'$ | $39^{\circ}42'$ | $62^{\circ}06'$ | 40,00           |
| 8            | 20,60           | 181,17          | $91^{\circ}00'$ | $45^{\circ}00'$ | $44^{\circ}00'$ | 50,00           |
| 9            | 30,70           | 199,90          | $88^{\circ}22'$ | $40^{\circ}30'$ | $51^{\circ}08'$ | 60,00           |
| 10           | 29,22           | 287,57          | $80^{\circ}56'$ | $46^{\circ}24'$ | $52^{\circ}40'$ | 30,00           |

$L=200,00$  metr uzynlyk Ab tarapa ölçenen wagtynda  $f_{\beta} = 1'$  ýalňyşlyk goýberilipdir. AB ugurdaky B nokadyň süýşmesini kesgitlemeli. Haçanda  $\Delta_{Ab} = f_{\beta} \cdot L$ .

Çözülişi.

Ýalňyşlygyň ululygyny radian görnüşinde bereliň,

$$tg 1' = \frac{\Delta_{AB}}{L} \text{ onda}$$

$$f_{\beta} = tg 1' = \frac{1}{3438} = \frac{\Delta_{AB}}{L}.$$

Süýşmäniň ululygy

$$\Delta_{AB} = \frac{1' \cdot 200}{3438'} = 0,06 \dots m$$

### Onbirinji mysal

9-njy tablisa berlenler boýunça çyzygyň ahyryndaky süýşmäni kesgitlemeli.

9-njy tablisa

| $N_{\beta}$ | $f_{\beta}$ | $L \text{ (m)}$ | $N_{\beta}$ | $f_{\beta}$ | $L \text{ (m)}$ |
|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|
| 1           | $1'$        | 300,00          | 6           | $3'$        | 150,00          |
| 2           | $2'$        | 300,00          | 7           | $4'$        | 200,00          |
| 3           | $30''$      | 250,00          | 8           | $2'$        | 260,00          |
| 4           | $20''$      | 400,00          | 9           | $1'20''$    | 400,00          |
| 5           | $1'20''$    | 250,00          | 10          | $1'45''$    | 200,00          |

Öçenen uzynlygyň bahasy  $L=212,800$  metre deň bolupdyr. Ýapgyt burç bolsa  $\nu = +4^{\circ}30'$ , polat ruletkanyň uzynlygy  $l = 19,986 \text{ m}$ , ölçeg wagtynda howanyň temperaturasy  $t_{ol} = +38^{\circ}$ . komparirobaniýe bolsa  $t_k = +20^{\circ}$  deň. Öçenen çyzygyň uzynlygyny tapmaly.

### Çözülüşi.

Gorizontaľyzygyň uzynlygy aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär

$$L_0 = L - \Delta L_v \pm \Delta L_k \pm \Delta L_t,$$

bu ýerde  $L_0$  - çyzygyň gorizontaľ ýagdaýy,  $L$  - çyzygyň ölçenen ululygy,  $\Delta L_v$  - gorizonta göreä ýapgyt çyzygyň düzedişi,  $\Delta L_k$  - komparirowaniýe düzedişi,  $\Delta L_t$  - temperaturanyň üýtgemegi we komparirowaniýe wagtyndaky düzedişi.

Ýapgytlygyň gorizontaľ ýagdaýyna düzedişi öňden bilşimiz ýaly aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär

$$\Delta L_v = 2L \sin^2 \frac{\nu}{2} = 2 \cdot 212,800 \sin^2 \frac{4^0 30'}{2} = 0,659 \text{ m.}$$

$$\Delta L_k = -\Delta L_k \cdot n, \quad \Delta L_k = -0,014 \frac{212,80}{20} = 0,148 \text{ m,}$$

bu ýerde,  $n$  – ölçenen uzynlykda polat lentanyň näçe gezek ulanylanlygy.,  $\Delta L_k$  - komparirowaniýe üçin düzedişi, polat ruletkanyň pasportyndan alynýar.

$\Delta L_t$  temperatura üçin düzedişi aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär

$$\Delta L_k = L \cdot r(t_{ol} - t_k) = 212,800 \cdot 0,000012(38 - 20) = 0,046 \text{ m.}$$

bu ýerde,  $r$  - poladyň teperatura  $1^0 C$  baglylykda giňelme koeffisienti,  $0,000012$ ,  $t_{ol}$  - ölçeg wagtynda absalyň

temperaturasy,  $t_k$  abzalyň kompanirowaniýe temperaturasy.

Onda, uzynlygyň gorizontaľ ýagdaýy

$$L_0 = 212,800 - 0,659 - 0,148 + 0,046 = 212,039 \text{ m}$$



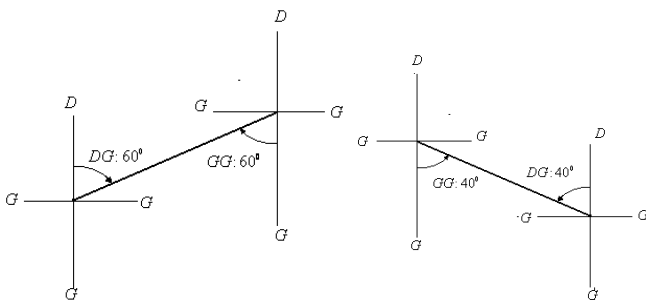
## Ýerde çyzygyň ugryny kesgitlemek

Azimetlar. Direksion (gönükdiriji) burçlar, olaryň arabaglanyşygy. Magnit diliniň gyşarmasy. Meridianlaryň ýakynlaşmasy.

### Birinji mysal

AB göni rumb berilen  $DG:60^0$ . Şol çyzygyň ters rumbyny kesgitlemeli.

**Çözülişi.** 6-njy suratdan görnüşi ýaly AB çyzygyň ters rumby  $GG:60^0$  deň bolýar, diňe rumbyň ady üýtgeýär,



AB çyzygyň ters  $DG:40^0$  berilen, şol çyzygyň ters rubyny kesgitlemeli.

**Çözülişi.**

7-nji suratdan görnüşi ýaly göni rumb  $GG:40^0$  deň bolýar.

## Ikinji mysal

Azimutdan rumba geçmeli. Hasaplamany çyzgynyň üsti bilen ýerine ýetirmeli. (19-njy tablisa)

10-njy tablisa

| <i>Nº</i> | <i>AB çyzygyň azimuty</i> | <i>Nº</i> | <i>AB çyzygyň azimuty</i> |
|-----------|---------------------------|-----------|---------------------------|
| 1         | 161°10'                   | 6         | 10°10'                    |
| 2         | 271 10                    | 7         | 359 16                    |
| 3         | 11 27                     | 8         | 0 00                      |
| 4         | 300 30                    | 9         | 210 10                    |
| 5         | 1 10,5                    | 10        | 177 17                    |

AB çyzygyň DG/GB:60° rumbyndan azimuta geçmeli.

**Çözülişi.** 8-nji çyzga görä azimut 300° deň bolýar, mundan başgada şol çyzyklardan:

- Azimutyň gradus ululygy *I* çetwertde we rumba deňdir ( 8-nji a) surat).
- Azimutyň gradus ululygy *II* çetwertde 180°-dan rumby aýrmalydyr ( 8-nji b) surat).
- Azimutyň gradus ululygy *III* çetwertde ýerleşýär we 180° üstüne rumby goşmalydyr ( 8-nji ç) surat).
- Azimutyň gradus ululygy *IV* çetwertde 360°-dan rumby aýrmalydyr ( 8-nji g) surat).

## Üçünji mysal

### Burçlaryň ölçenilişi

#### Mesele

Teodolidiň alidadasynyň gorizontal tegeleginden alnan sanlar  $L$  ýagdaýda  $120^{\circ}40'$  we  $R$  ýagdaýynda  $300^{\circ}42'$  bolanda onuň eksentrisetini kesgitlemeli.

**Çözülişi.** Eksentrisieti hasaplamak üçin uly hasapdan kiçini aýyrmaly we  $180^{\circ}$  aýyrmaly

$$\begin{aligned} \text{Eksentriset} &= R - L - 180^{\circ} \\ \varepsilon &= 300^{\circ} - 120^{\circ}40' - 180^{\circ} = 2' \end{aligned}$$

## Dördünji mesele

#### Mesele

Teodolitiň dik tegeleginde  $NY$  (nul ýeri) kesgitlemeli, egerde hasap  $AS$   $6^{\circ}20'$  we  $AC$   $357^{\circ}10'$ .

**Çözülişi.**  $NY$  aşakdaky formula boýunça kesgitlenýär.

$$NY = \frac{AS + AC}{2}$$

**Bellik.** Eger-de hasaplaryň biri I-çetwertde, II-bolsa IV çetwertde bolsa onda I-çetwerdäki hasabyň üstüne  $180^{\circ}$  göşmaly.

$$NY = \frac{AS + AC}{2} = \frac{6^{\circ}20' + 360^{\circ} + 357^{\circ}}{2} = 1^{\circ}45'$$

## Geodeziýanyň göni meselesi

### Birinji Mesele

2-nji nokadyň koordinatalaryny kesgitlemeli, eger-de 1-nji nokadyň koordinatalary  $x_1 = +80,00 \text{ m}$ ,  $y_1 = +150,00 \text{ m}$ , 12 aralyk bolsa  $100,50 \text{ m}$  we 1-2 çyzygyň rumby  $DG_{gund} : 50^0 06'$

**Çözülişi.** Koordinatalaryň ardyrmasyyny aşakdaky formulalar boýunça kesgitlemek bolar

$$\Delta x = L \cos r, \quad (62)$$

$$\Delta y = L \sin r, \quad (63)$$

Biziň garaýan mysalymyzda

$$\Delta x_{(1-2)} = 100,50 \cdot 0,64145 = +64,46 \text{ m},$$

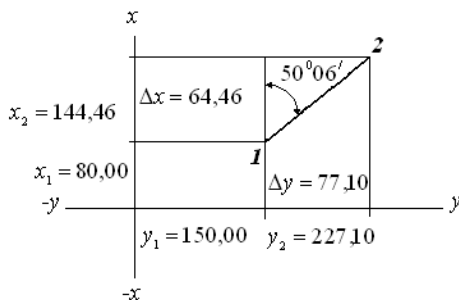
$$\Delta y_{(1-2)} = 100,50 \cdot 0,76716 = +77,10 \text{ m}$$

2-nji nokadyň koordinatalaryny kesgitleliň

$$x_2 = x_1 + \Delta x_{(1-2)} = 80,00 + 64,46 = +144,46 \text{ m},$$

$$y_2 = y_1 + \Delta y_{(1-2)} = 150,00 + 77,10 = +227,10 \text{ m}$$

Geljekki nokadyň koordinatalary önki nokadyň koordinatasynyň üstüne koordinatalaryň artdyrmasyynyň goşulmagyna deňdir.



## Ikinji mesele

Berilen maglumatlar boýunça  $x_2$ ,  $y_2$  koordinatalary kesgitlemeli.

11-nji tablisa

| № | Berilenler    |         |                |               |
|---|---------------|---------|----------------|---------------|
|   | koordinatalar |         | Direksion burç | Çyzygyň öçegi |
|   | $x_2$ ,       | $y_2$   |                |               |
| 1 | +100,00       | -100,00 | 135°00'        | 160,60        |
| 2 | -0,22         | -0,22   |                | 149,40        |
| 3 | -0,31         | 0       | 182 54         | 123,15        |
| 4 | +0,21         | 0       | 0 51           | 241,00        |
| 5 | -100,00       | +100,00 | 109 28         | 262,79        |
|   |               |         | 267 41         |               |

## Geodeziýanyň ters meselesi

### Mesele

1-2 nokatlaryň koordinatalary berilen,  
 $x_1 = +250,60$ ,  $y_1 = +123,48$ ,  $x_2 = +260,86$ ,  
 $y_2 = -119,45$  rumby we çyzygyň uzynlygyny kesgitlemeli.

Çözülişi. Aşakdaky formullalar boýunça

$$\Delta y = y_2 - y_1, \quad (64)$$

$$\Delta x = x_2 - x_1, \quad (65)$$

$$tgr = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{\Delta y}{\Delta x}, \quad (66)$$

barlag üçin bolsa

$$ctgr = \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} = \frac{\Delta x}{\Delta y} \quad (67)$$

peýdalanyp bileris

Formulada bahalary ýerine goýup

$$\Delta y = -119,45 - (+123,48) = -242,93,$$

$$\Delta x = +260,86 - (+250,60) = +10,26,$$

$$\operatorname{tgr} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{-242,93}{+10,26} = -23,6773,$$

$$r = 87^{\circ}35^0$$

Barlag

$$\operatorname{ctgr} = \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} = \frac{(+260,86) - (-250,60)}{(-119,45) - (+123,48)} = \frac{+10,26}{-242,93} = -0,04223.$$

bu ýerden

$$r = 87^{\circ}35^0$$

Rumbyň adyny koordinatalaryňartyrmasynyň alamaty boýunça kesgitleliň, görnüşi ýaly  $\Delta x$  goşmak alamatly,  $\Delta y$  bolsa aýyrmak alamatly. Şeýlelikde rumb *IV* çetwertde ýerleşýär, 1-2 çyzygyň rumby  $r_{1-2} = DG_{gunb} : 87^{\circ}35'$  deň bolar.

1-2 çyzygyň gorizonta ýagdaýy aşakdaky üç formulanyň haýsy-da bolsa biri bilen kesgitlenýär

$$L = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}, \quad (68)$$

$$L = \frac{\Delta x}{\cos r}, \quad (69)$$

$$L = \frac{\Delta y}{\sin r} \quad (70)$$

Onda

$$L = \sqrt{(10,26)^2 + (242,93)^2} = 243,13 \text{ m},$$

$$L = \frac{10,26}{0,04217} = 243,13 \text{ m},$$

$$L = \frac{242,93}{0,99911} = 243,11 \text{ m}$$

### Üçünji mesele

12-nji tablisa

| № | $x_1$    | $y_1$   | $x_2$    | $y_2$    |
|---|----------|---------|----------|----------|
| 1 | -20,19   | -19,19  | -19,05   | -19,05   |
| 2 | 106,20   | 106,93  | 111,11   | 111,11   |
| 3 | -1354,16 | 1001,53 | -1345,55 | -1001,10 |
| 4 | 736,23   | -68,34  | 707,70   | -70,70   |
| 5 | 1675,26  | 438,50  | 1675,25  | 405,17   |

### Poligonyň koordinatasynyň depesine görä koordinat torunyň çägin kesgitlemek

**Mesele** Poligonyň depeleriniň koordinatalarynyň in kiçi we in uly bahalary berlende zerur bolan meýilnamany gurmak üçin kagyzyň ölçegini kesgitlemeli.  $x_1 = +840,42$ ;  $y_1 = +220,15$ ;  $x_2 = -240,00$ ;  $y_2 = -20,00$  1:1000 masştab.

**Çözülişi.**  $x$  oky boýunça poligonyň uzynlygy  
 $+840,42 - (-240,00) =$

$$= +840,42 + 240,00 = 1080,42 \text{ m}$$

$$y \text{ oky boýunça poligonyň uzynlygy} \\ + 220,15 - (-20,00) = 240,15 \text{ m.}$$

Meýilnamanyň masştabyny 1:1000 göz önünde tutup alarys  $1080,42\text{m} : 10 = 108 \text{ sm}$  we  $240,15\text{m} : 10 = 24 \text{ sm}$ . Şeýlelik bilen doly kwadrat toruny gurmak üçin  $110\text{sm} \times 30\text{sm}$  kagyzy gerek.

## Dördünji mesele

Meýilnamanyň koordinatasy boýunça kagyzyň ölçegini kesgitlemeli

13-nji tablisa

| №  | Berilenler |         |         |         |         |
|----|------------|---------|---------|---------|---------|
|    | $x_1$      | $y_1$   | $x_2$   | $y_2$   | masştab |
| 1  | -350,10    | 475,05  | 275,03  | -332,07 | 1:2000  |
| 2  | 0          | 284,99  | -342,12 | 0       | 1:500   |
| 3  | 0          | 0       | 342,00  | -285,00 | 1:500   |
| 4  | -56,10     | 86,10   | 0       | -10,00  | 1:200   |
| 5  | 0          | 30,00   | -26,00  | -5,00   | 1:100   |
| 6  | 0          | 0       | -42,71  | 38,77   | 1:100   |
| 7  | -39,11     | 0       | -1,00   | -12,66  | 1:100   |
| 8  | 240,71     | 0       | -240,12 | 360,08  | 1:1000  |
| 9  | -31,05     | -100,64 | 600,07  | 370,02  | 1:1000  |
| 10 | 0          | -571,05 | 571,00  | 0       | 1:1000  |

## Meýdanyň kesgitlenişi

### Birirnji mesele

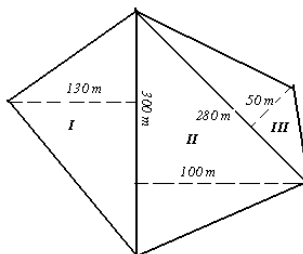
Köpburçlyk üç sany üçburçlykdan durýar. Köpburçlygyň meýdanyny kesgitlemeli.

**Çözülişi.** Meýdany formula

$$P = \frac{ab}{2} \quad (71)$$

boýunça kesgitläp bolýar. Bu ýerde  $a$ -üçburçlygyň esasy,  $n$ -beýiklik.

Suratdan görnüşi ýali  
 $I$  üçburçlygyň meýdany





$$P_1 = \frac{300 \cdot 130}{2} = 19500 \text{ m}^2 = 1,9 \text{ ga},$$

*II üçburçlygyň meýdany*

$$P_2 = \frac{300 \cdot 100}{2} = 15000 \text{ m}^2 = 1,50 \text{ ga},$$

*III üçburçlygyň meýdany*

$$P_3 = \frac{280 \cdot 50}{2} = 7000 \text{ m}^2 = 0,70 \text{ ga},$$

*Köpburçlygyň umumy meýdany*

$$S = P_1 + P_2 + P_3 = 1,95 + 1,5 + 0,7 = 4,15 \text{ ga}$$

deň bolýar.

## Ikinji mesele

Köpburçlygyň meýdanyny kesgitlemeli. Takyklygy *0,01 ga*

14-nji tablisa

| <i>Nº</i>               | <i>Esasy<br/>a (m)</i> | <i>Beýikligi<br/>h (m)</i> | <i>Üçburç<br/>Nº</i>    | <i>Esasy<br/>a (m)</i> | <i>Beýikligi<br/>h (m)</i> |
|-------------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------------|
| <i>1-nji kopburçlyk</i> |                        |                            | <i>2-nji kopburçlyk</i> |                        |                            |
| 1                       | 276,7                  | 103,7                      | 1                       | 402,2                  | 127,4                      |
| 2                       | 364,0                  | 273,0                      | 2                       | 317,1                  | 199,2                      |
| 3                       | 159,3                  | 69,7                       | 3                       | 302,5                  | 86,4                       |
| 4                       | 186,6                  | 90,0                       | 4                       | 210,0                  | 110,0                      |
|                         |                        |                            | 5                       | 642,0                  | 311,0                      |
|                         |                        |                            | 6                       | 133,3                  | 10,7                       |

## Mesele.

Berilen koordinatalaryň depeleri boýunça, öpburçlygyň meýdanyny kesgitlemeli.

## Çözülişi.

Koordinatalaryň depeleri boýunça köpburçlygyň meýdany

$$2P = \sum X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1}), \quad (72)$$

barlag üçin bolsa

$$2P = \sum Y_i (X_{i+1} - X_{i-1}) \quad (73)$$

formulalar ulanylýarlar.

Beýiklikleriň koordinatalary boýunça berilen maglumatlary we çözülişi aşakdaky tablisada ýerleşdirilen.

## Bir nokadyň beýleki nokada görä beýikligini kesgitlemek

### Birinji mesele

A nokadyň B nokatdan  $h$  beýikligini kesgitlemeli, egerde reýkaň arka ýüzi boýunça hasap  $A = 1000 \text{ mm}$ , oň ýüzi bolsa  $P = 1000 \text{ mm}$ ,

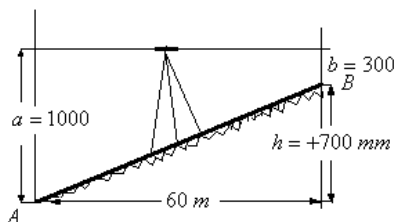
**Çözülişi.** Formula

$$h = A - P$$

ýa-da

$$h = 1000 - 300 = +700 \text{ mm}$$

Iki nokadyň arasyndaky tapawudy kesgitleýär. Bu ýede  $h$ -ikinokadyň arasyndaky tapawut, A-reýkanyň arka ýüzündäki hasap, P-reýkanyň oň tarapyndaky hasap.



52-nji surat

## Ikinji mesele

Iki nokadyň arasyndaky tapawudy kesgitlemeli, eger-de iki gözýetimde niwelir bilen  $A_1 = 1000 \text{ mm}$ ,  $A_2 = 800 \text{ mm}$  öň tarapy boýunça hasap  $P_1 = 700 \text{ mm}$ ,  $P_2 = 502 \text{ mm}$  yz tarap boýunça hasaba deň.

Çözülişi.

Eger-de iki gözýetimde niwelir bilen  $A_1$   $A_2$  öň tarapy boýunça hasap  $P_1$   $P_2$  yz tarap boýunça hasaba deň bolanda

$$h_{\text{ort}} = \frac{(A_1 - P_1) + (A_2 - P_2)}{2} \quad (74)$$

formula boýunça hasaplanýar.

Suratdan görnüşi ýaly I gözýetim boýunça beýiklik

$$h_1 = A_1 - P_1 = 1000 - 700 = +300 \text{ mm},$$

II gözýetim boýunça beýiklik

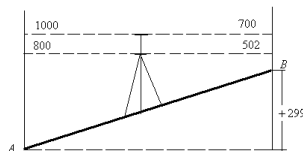
$$h_2 = A_2 - P_2 = 800 - 502 = +298 \text{ mm}, \text{ bu ýerden}$$

$$h_{\text{ort}} = \frac{(+300) + (298)}{2} = +299 \text{ mm}.$$

deň bolýar.

$$\text{Barlag. } h_{\text{ort}} = \frac{\sum A + \sum P}{2};$$

$$h_{\text{ort}} = \frac{(+1800) + (1202)}{2} = +299 \text{ mm}.$$

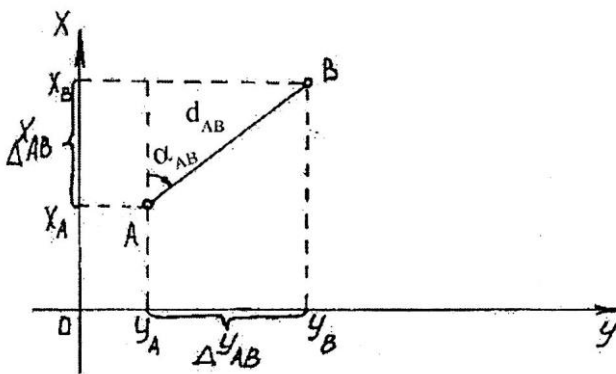


53-nji surat

## Asyl we ters geodeziki meseleler

Göniburçly koordinatalary belgi bolan  $a(x_a, y_a)$  nokatdan B nokada tarap  $\alpha_{AB}$  gönükdiriji burçy we  $d_{AB}$  gorizontalaralygy ölçäp, şolar arkaly B nokadyň  $x_B$  we  $y_B$  koordinatalaryny kesgitlemeklige asyl geodeziki mesele diýilýär.

54-nji suratda görnüşine görä:



54 – nji surat

$$x_B = x_A + \Delta x_{AB} \quad (75)$$

$$y_B = y_A + \Delta y_{AB}$$

Bu ýerde:

$$\Delta x_{AB} = d_{AB} \times \cos \alpha_{AB}$$

$$\Delta y_{AB} = d_{AB} \times \sin \alpha_{AB} \quad (76)$$

deň

bolup, koordinat

artdyrmalary

diýilýär. Şeýlelikde, hasaplanyp çykarylan  $X_B$  we  $Y_B$  koordinatalary boýunça B nokady planyň ýa-da kartanyň ýüzüne geçirmek mümkin bolýar. Ters geodeziki meselede koordinatalary belli bolan A( $X_A, Y_A$ ) we B ( $X_B, Y_B$ ) iki nokadyň arasyndaky  $d_{AB}$  gorizonta uzaklyk we olaryň birinden beýlekisine  $d_{AB}$  gönükdiriji burç kesgitlenilýär. Gorizonta uzaklygy

$$d_{AB} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2} \quad (77)$$

formuladan, gönükdiriji burça derek AB ugruň rumbyny

$$\begin{aligned} \arccos r_{AB} &= (X_B - X_A) / d_{AB} \\ \arccos r_{AB} &= (Y_B - Y_A) / d_{AB} \end{aligned} \quad (78)$$

formuladan hasaplaýarlar 4-i üýtgedip

$$\begin{aligned} \Delta X_{AB} &= (X_B - X_A) \\ \Delta Y_{AB} &= (Y_B - Y_A) \end{aligned} \quad (79)$$

Formulalary alsak, ondaky  $\Delta X_{AB}$  we  $\Delta Y_{AB}$  aňlatmalara koordinat artdyrmalary diýilýär.

Rumlardan gönükdiriji burçlara geçmek üçin koordinat artdyrmalaryň alamatlary arkaly şol ugruň haýsy çärege degişiligi aýdyňlaşdyrýarlar we soňa laýyklykda her çärege degişli formulalar arkaly gönükdiriji burçlary hasaplap çykararlar. Munuň üçin aşakdaky tablisadan peýdalanmak amatly bolar:

| Çärýekler | Koordinat artyrmalaryň<br>alamatlary |   | Rumblardan gönükdiriji<br>burçlara geçmegiň |
|-----------|--------------------------------------|---|---------------------------------------------|
|           |                                      |   |                                             |
| 1         | +                                    | + | $\alpha_{AB} = \Gamma_{AB}$                 |
| 2         | -                                    | + | $\alpha_{AB} = 180^0 - \Gamma_{AB}$         |
| 3         | -                                    | - | $\alpha_{AB} = \Gamma_{AB} + 180^0$         |
| 4         | +                                    | - | $\alpha_{AB} = 360^0 - \Gamma_{AB}$         |

### Teodolit kartalaşdyrmasy

Teodolitiň we uzynlyk ölçeme enjamlarynyň kömegi bilen 1:500,..., 1:2 000 ölçeglerde Ýer üstüniň relýefsiz planyny düzmek maksady bilen geçirilýän işleriň toplumyna *teodolit kartalaşdyrma*. *sudurly* Ýa-da *horizontal kartalaşdyrma* diýilýär.

Teodolit kartalaşdyrma üçin teodolit ýörelgeleri planly esas bolup hyzmat edýärler.

Teodolit kartalaşdyrmasyň meýdan işleriniň esasy bölegi nokatlaryň tekizlikde ýerleşiş ýagdaýyny kesgitlemekdir. Bu kartalaşdyrmada ýer üstünde geçirilýän ölçemeleriň netijelerini aýdyňlaşdyryp görkezmek maksady bilen shematiki çyzgy - abris düzülýär.

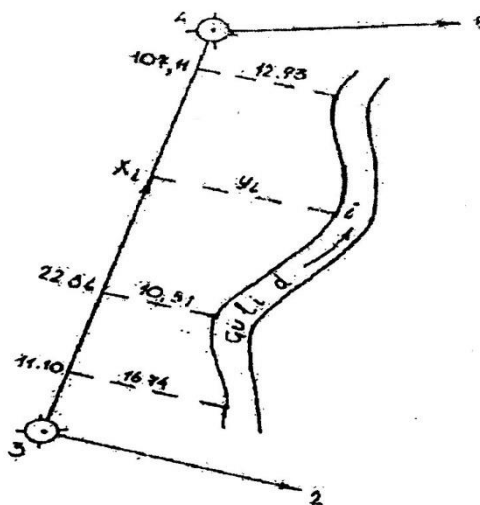
Kartalaşdyrmanyň ölçegine, obýektleriň we ýer üstüniň teodolit ýörelgeleriniň depelerine we taraplaryna görä ýerleşişlerine laýyklykda ýagdaýyny kesgitlemegiň:

- perpendik'ulýarlar (gönüburçly koordinatalar);
- polýar koordinatalar;
- burç we uzynlyk çelgileme;
- berlen ugur bilen kesip ölçeme;
- daşky suduryny ölçeme usullary ulanylýar.

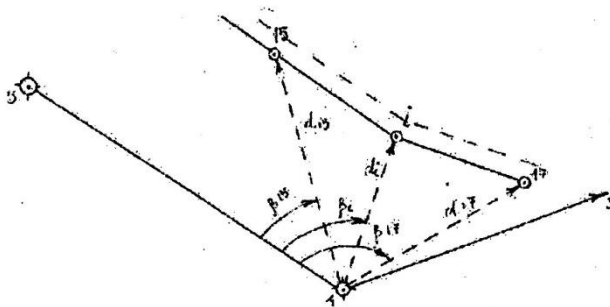
1. Perpendikulýar usul köplenç teodolit ýörelgesiniň tarapyna ýakyn ýerleşen sudurlary kartalaşdyrmada ulanylýar.

Bu usulda kesgitlenýän / nokatdan teodolit ýörelgesiniň tarapyna inderilen perpendikulýaryň  $y_i$  uzynlygy we şol tarapyň başlangyç nokadyndan perpendikulýaryň esasyňa çenli bolan  $x_i$  uzynlyk ölçenýär.

2. Polýar koordinatalar usulynda / nokadyň gorizonta tekiziidäki orny teodolit ýörelgesiniň tarapyndan şol nokada çenli  $\alpha_j$  gorizonta burç we ölçenen burçuň depesinden nokada çenli  $d_j$  uzynlyk bilen kesgitlenýär. Ölçenen  $p$ , we  $d$ , ululyklary abrisiň bir künjeginde jedel görnüşinde ýazmak bolar:



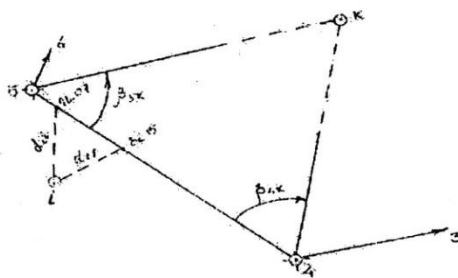
55 – nji surat



56 – nji surat

| Nokat | N | Ji       | di    | Bellikler                                   |
|-------|---|----------|-------|---------------------------------------------|
| 15    |   | 41° 30'  | 37.80 | Yoluň bir<br>larapynda<br>Ýerleşen nokatlar |
| 16(i) |   | 60° 13'  | 25.65 |                                             |
| 17    |   | 114° 46' | 29.90 |                                             |

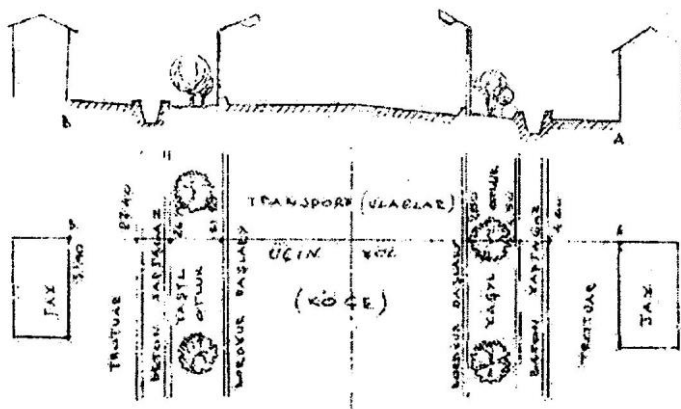
3. Uzynlyk çelgileme usulynda teodolit ýörelgesiniň taraplarynyň üstünde ýatan nokatlardan kesgitlenilýän /nokada çenli  $d_a$ ,  $d_{i2}$  uzynlyklary ölçemek ýeterlikdir. munda  $d_{j1}$  we  $d_{i2}$  ölçeg esbabyňyň uzynlygyndan kiçi bolmaly.



57 – nji surat



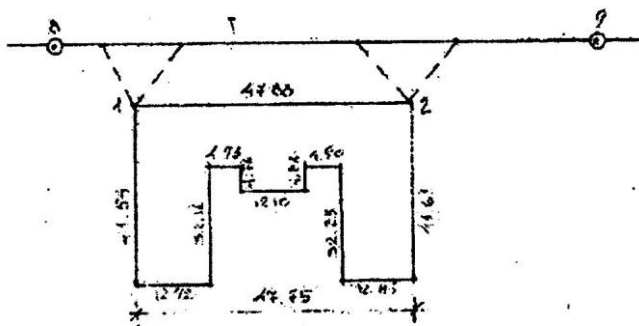
5. Berlen ugur bilen kesip ölçeme usuly ýollaryň, köçeleriň, akabalaryň, derýalaryň we ş.m. obýektleriň kese kesigini kesgitlemek maksady bilen ulanylýar.



58 – nji surat

Berlen *AB* ugur bilen *Ýoluň* (köçäniň) elementleriniň keşişme nokatlaryny kesgitlemek amatly bolýar, ol nokatlary goşmaça niwelirläp, köçäniň kese kesigini (profilini) gurup bolar.

6. Geometriki çyzgylara laÝyk obýektleriň, meselem, jaÝlaryň 2 sany nokadyny (burçlaryny) teodolit Ýörelgesinden ölçeme geçirmek arkaly kesgitlep, galan nokatlaryny daşky suduryň Ýa-da daşyndan aÝlanyp ölçeme usuly bilen alyp bolar.



59 – nýj surat

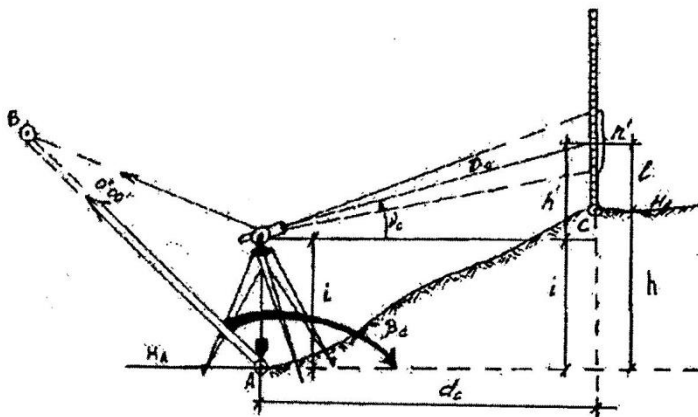
Bu ýerde goşmaça 47,88 m we 47,75 m ölçegler bölek ölçemelerde gödek ýalňyşlyklara ýol bermezlik üçin geçirilýär.

### Taheometriki kartalaşdyrma

Taheometriýa sözi grekçe *taçheos* - tiz, çalt we *metre* - ölçeýäriň diýen sözlerden durýar.

Taheometriki kartalaşdyrma teodolit-taheometr arkaly 1:500,..., 1:5 000 ölçeglerde ýerine ýetirilýär. Munda polýar usulda ýer üstüniň ýagdaýy we trigonometriki niwelirleme usulynda nokatlaryň belentligi birbada kartalaşdyrma edilýär.

Teodolit-taheometr geodezik esas bolup hyzmat edýän A nokatda (menzilde) oturdylýar we gorizonta tegelekdeki sany 0°00'-a dogrulaý, AB tarapa görä ugrukdyrylýar. Ruler ýa-da san tagtasy (reýka) bilen belentligi ölçelýär. Soňra onuň dürbisi gezekli-gezegine C,E,F,..., we ş.m. şyoma kartalaşdyrylýan üstünde san tagtasyklary gönükdürlýär we her gezek aşakdaky sanlar alynýar:



60 – nji surat

- 1) uzaklyk ölçeýji (dalnomer) boýunça  $n^*$  ýa-da  $d^*$  gorizont uzaklyk;
- 2) gorizont tegelekden  $p$ , polýar burç;
- 3) wertikal tegelekden  $R$  ýa-da  $L$  san (v ýapgytlyk burçuny kesgitlemek üçin) ýa-da  $h'^*$  beýgelme;
- 4) san tagtajygynyň düýbünden onuň nyşana alnan nokadyna çenli bolan  $l$  uzaklyk.

Bu ýerde:  $d^*$  we  $h'^*$  dine nomogrammalý teodolit-taheometrden alynýar. Eger-de taheometriki kartalaşdyrmada häzirki zaman elektron taheometrler ulanylsa, onda  $A$  we  $B$  nokatlaryň koordinatalaryna görä kartalaşdyrylýan nokatlaryň giňişlikdäki  $X, Y, H$  koordinatalary gönümel alynýar.

Alnan sanlar ýörite taheometrik kartalaşdyrmanyň hurnalyna ýazylýar we her bir menzil üçin abris ýöredilýär.

Taheometrik kartalaşdyrma, esasan, 2 tapgyrda ýerine ýetirilýär:

1) meýdanda geçirilýän ölçeme işleriniň netijesi taheometriki ħurnal we abris bilen jemlenýär;

2) jaýda berjaý edilýän hasap-çyzuw işleri taheometriki ħurnaly doly hasaplap, ondaky maglumatlaryň we abrisleriň kömegi bilen taheometriki plany düzmeden ybaratdyr.

Taheometriki kartalaşdyrmanyň is formulalary we olardan peýdalanmagyň tertibi:

1) Teodolit-taheometriň wertikal tegeleginiň "O" ýerini kesgitlemeli. 2T30 teodoliti üçin:

$$O\dot{Y}=(L+R) \quad (80)$$

2) v ýapgytlyk burçuny kesgitlemeli:

$$a) v=(l.-R)/2;$$

$$b) v=L-O\dot{Y};$$

$$c) \varphi v=O\dot{Y}-R.$$

3) A menzilden C nokada çenli uzaklygyň gorizonta proýeksiýasy:

$$d=K \times n' \times \cos^2 v. \quad (81)$$

Bu ýerde: K=100,n'-sm-de alnan san

$$D'=K \times n', \quad d=D' \times \cos^2 v \quad (82)$$

4) Dürbiniň aýlanma okundan nyşana okunyň san tagtajygynyň üstüne gönükdirilen nokadyna çenli hasaplanan beýgelme h':

$$h'=d \times \operatorname{tg} v \quad (83)$$

(3')-den peýdalanyp,

$$h'=(l/2) \times D' \times \sin 2 \alpha. \quad (84)$$

5) A nokada görä, C nokadyň doly beýgelmesini aşakdaky aňlatmadan kesgitleýäris:

$$h+l=h'+i \quad \text{bu Ýerde:} \quad h_{AC}=h'+i-l. \quad (85)$$

6) C nokadyň belentligini kesgitleýäris:

$$H_c=H_A+h_{AC}. \quad (86)$$

### **Menzula kartalaşdyrmasy**

Menzula kartalaşdyrmasy diýip, menzulyň we kipregeliň kömegi bilen meýdanda geçirilýän topografiki işleriň toplumyna aýdylýar. Beýleki kartalaşdyrmalardan tapawutlykda işiň dowamynda topografik plan düzülýär.

Menzula kartalaşdyrmasynda gorizonta burçlar ölçelmeýär, olar planşede berkidilen çyzgy kagyzyň Ýüzünde. Kipregeliň çyzgyjynyň kömegi bilen gurulýar.

Onuň üçin menzula tagtasyna berkidilen (58-nji surat) P planşetiň üst tekizligini K kipregeliň D deňleýjisiň kömegi bilen gorizonta ýagdaýda getirýäris. Soňra kipregeliň dürbisiniň nyşana okunyň üstünden geçýän wertikal tekizlige parallel bolan onuň Ç çyzgyjyny ýerüstündäki O nokadyň planşetdäki o proyeksiýasyna gabatlap, kipregeliň nyşana okuny gezekleşdirip, A we B nokatlarda oturdylan san tagtalyklaryna gönükdirip, oa we ob ugurlary planşediň Ýüzüne geçirýäris. Olaryň arasyndaky p burç Ýerüstündäki P = AOB burçuň proyeksiýasydyr.

Mundan soňra kipregeliň wertikal (dik) tegelegindäki  $\pm 10$ ,  $\pm 20$  beýgelme we D100, D200 uzaklyk ölçeme nomogramalaryndan peýdalanyň duran O nokadymyzda A we B kesgitlenýän nokatlara çenli  $h_{OA}$ ,  $h_{OB}$  beýgelmeler we  $df_A$ ,  $dg_B$  uzaklyklar kesgitlenilýär.

Menzula kartalaşdyrmasy ýerüstüniň kiçi ülüşlerinde aşakdaky ýagdaýda geçirilýär:

1) aerofotokartalaşdyrmanyň maglumatlary ýok bolan halatynda;

2) aerofotokartalaşdyrmany geçirmek ykdysady taýdan gymmat bolanda;

3) beýleki usullar bilen bile.

Menzula kartalaşdyrmasy alÝumin ýa-da awiasiýa fanerine ýelmenen ýokary Hi Hi çyzgy kagyzyň ýüzünde geçirilýär. Işe başlamazdan öň, kagyzyň ýüzünde ştangensirkulyň.

koordinatogratyň ýa-da topografik çyzgyjyň kömegi bilen 1:500, 1:1 000, 1:2 000 ölçegler üçin 50x50 sm. 1:5 000 ölçeg üçin 40x40 sm inedördüleriň içinde taraplary 10 sm bolan inedördüller gurulýar.

Çarçuwadan kagyzyň gyrasyna çenli uzaklyk 1:500, 1:1 000, 1:2 000 ölçegler üçin 5 sm, 1:5 000 üçin - 10 sm bolmaly.

Taýýar edilen planyň ýüzünde geodeziki esas nokatlary bellenilýär we demirgazyk çarçuwasynyň ýokarysynda planyň belgisi ýazylýar.

Bu işler barlag çyzgyjy bilen barlanylýar.

Gönüburçly toruň, inedördülleriniň taraplarynyň jemi nazary bahasyndan 0,2 mm köp tapawut bermeli däl. Geljekki ugrukdyrma işlerini ýeňilleşdirmek üçin meýdanda kömekçi ugrukdyrma gönüleri çekýärler.

Bu gönüler aşakdaky ýagdaýlarda:

- eger menzulany kiçi gönülerde (çyzyklarda) ugiukdyrmak zerur bolsa;

- eger aralyk nokatlar iki sany goňşy plana düşýän bolsa barlanylýar.

Gönüleri geçirmek üçin şol gönüleriň dowamynda ýatýan nokatlaryň koordinatlary hasaplanýar.

Relyefi almak KH, KA-2 we ş.m. kipregelileriň kömegi bilen geçirilýär.

Işe başlamazdan öň ähli ölçeme abzallary derňewden geçirilmeli.

Işiň dowamynda menzulany berlen nokadyň üstünde merkezleşdiriji wilkanyň kömegi bilen merkezleşdirýärler.

In soňunda menzulany is ýagdaýyna getireniňde ýalňyşlyk 1:500, 1:1 000 ölçegler üçin 5 sm-den, 1:2 000 üçin 10 sm-den, 1:5 000 üçin 25 sm-den uly bolmaly däl.

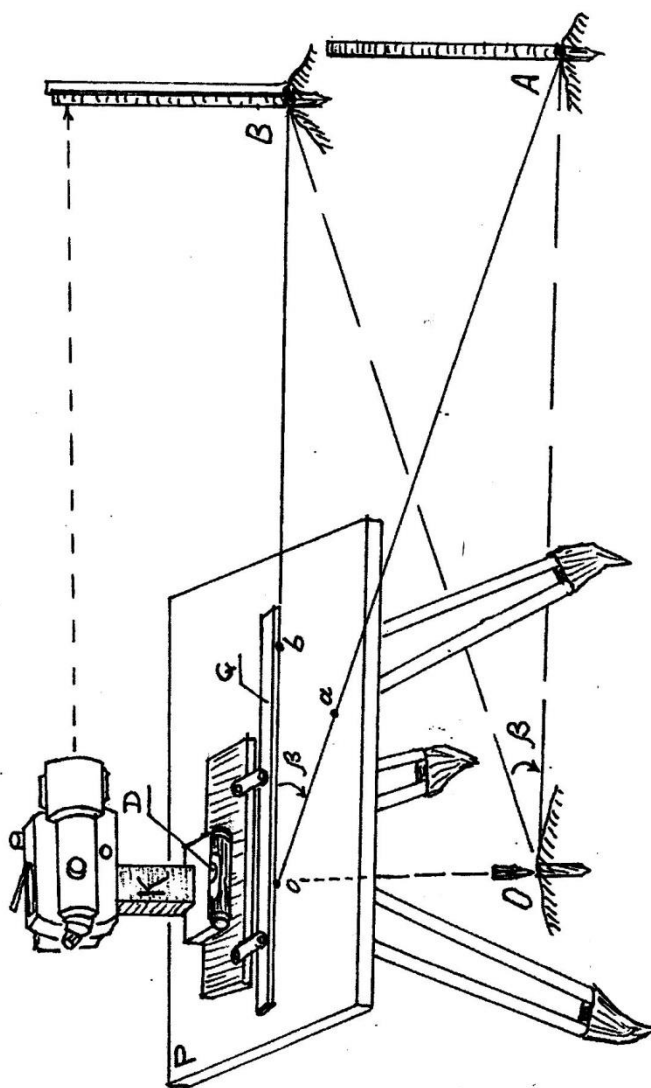
Menzulany in azyndan 2 ugur boýunça ugrukdyrmaly. Ugurlaryň arasyndaky burç  $30^{\circ}$ -dan uly  $120^{\circ}$ -dan kiçi bolmaly.

Kartalaşdyrma esas hökmünde döwlet geodeziki torlarynyň nokatlary alynýar.

Kartalaşdyrmanyň esas nokatlaryny menzula we teodolit Ýörelgeleri görnüşde geometrik torlary gurmak esasynda ýygylandyryýarlar (sguşeniÝe).

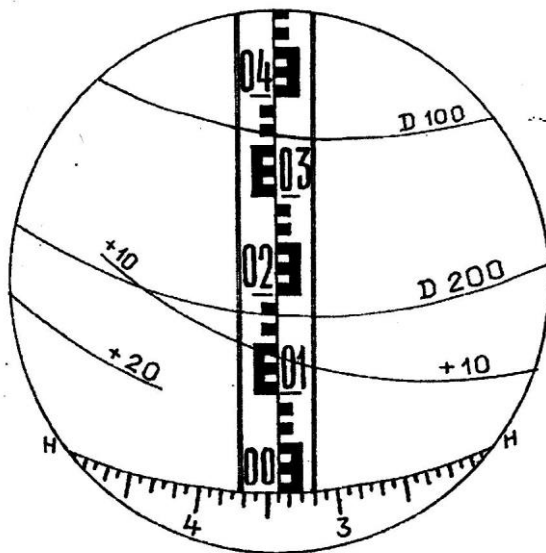
Menzula kartalaşdyrmasyň grafiki gurluşlarynyň esasynda alynýan üçburçluklaryň geometrik tory 1:5 000, 1:10 000 ölçegler üçin gurulýar we koordinatalary boýunça planşede geçirilýär. Menzula ýörelgeleriniň geçiş nokatlaryny göni, ters we kombinirlenen çelgileme usulynda kesgitlemeklige rugsat berilýär. Menzula ýörelgesiniň ilatly ýerlerdäki nokatlary koordinatalaşdyrylmaly.

Kartalaşdyrma üçin esas nokatlaryň gürlügi kartalaşdyrma geçirmäge ýeterlik bolmaly. Menzula ýörelgesiniň bolmaly görkezijileri aşakdaky tablisada berlen:



61-nji surat

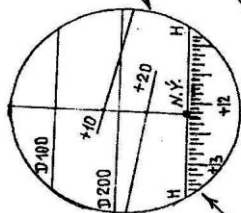




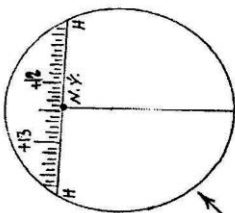
62 –njy surat

| 1(a)Kartalaş-<br>dyrmanyň<br>ölçegleri | Ýörelgäniň<br>uzynlyk çägi | Taraplaryň<br>uzynlyk çägi | Ýörelgäniň<br>tarapalrynyň<br>çägi |
|----------------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| 1:5 000                                | 1 000                      | 250                        | 5                                  |
| 1:2 000                                | 500                        | 200                        | 5                                  |
| 1:1 000                                | 250                        | 100                        | 3                                  |
| 1:500                                  | 200                        | 100                        | 2                                  |

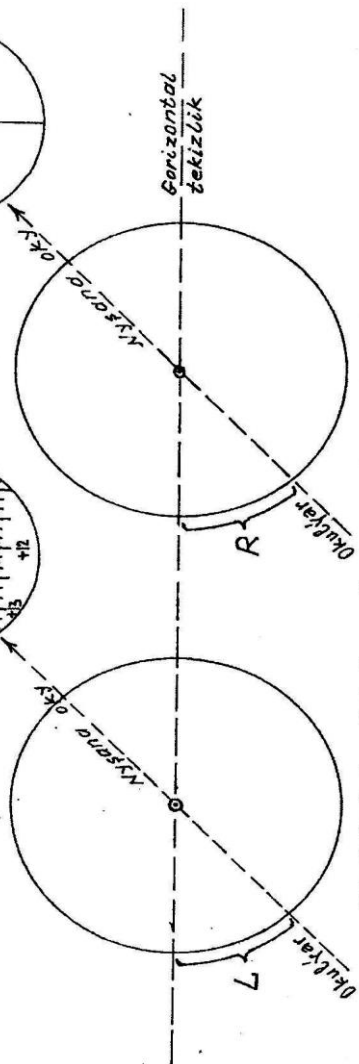
Vertikal tegelek fepde:



Vertikal tegelek sagda:



Dürbiden görünüşü



Vertikal tegelekden alınan sancılar:  $L = +12^{\circ} 13'$ ;  $R = +12^{\circ} 27'$ .

Nomogrammalý kipregeller ulanylanda käbir meýdanlarda menzula Ýörelgesini gurup bolmasa, onda 2-ä çenli kömekçi konsol nokatlara geçmeklige rugsal berilýär. Menzula ýörelgesiniň nokatlarynyň arasyndaky uzaklyk one we yza kipregelin ýüpli (sapakly) uzaklyk ölçeýjisi bilen ölçenilýär. Ondaky Ýalňyslyk 1/200-den uly bolmaly däl.

Eger Ýapgytlyk 3°-dan uly bolsa, onda tarapyň gorizontāl proÝeksiÝasy hasaplanýar.

Menzula Ýörelgesinde otnositel ýalňyslyk umumy uzynlygy boýunça 1/300-den; planda bolsa - 0,8 mm-den uly bolmaly däl. 01 planda parallel gönüler usuly bilen kesgitlenýär. Eger relýefiň gorizontallar bilen kesim belentligi 0,25; 0,5 we 1 m bolsa piket we geçiş nokatlarynyň beýikligini geometrik niwelirleme bilen, eger 2 we 5 m bolsa beýikligini trigonometrik niwelirleme arkaly kesgitlemäge rugsat berilýär. Geometriki toruň nokatlarynyň beýikligi

$$h=dtgv+i-l+f \quad (87)$$

Geometriki toruň üçburçluklarynyň tarapy üçin beýgelmäni 2 gezek (öňe we yza) ölçemeli, olaryň tapawudy her 100 m uzynlygy  $\pm 4$  sm-den köp bolmaly däl..

$$f_h < \pm (0.2s/Vn^{\wedge}) \quad (88)$$

bolmaly.

Bu ýerde S - ýörelgäniň umumy uzynlygy, kilometrde; n - taraplaryň sany.

## **Menzula toplumyny derňemek we sazlamak**

Geodeziki enjamlar bilen işe başlamazdan öň ony derňemek we sazlamak zerurdyr.

Menzula toplumyny aşakdaky tertipde derňemeli:

1) menzula bilen ştatiw oňat berkidilen bolmaly;

2) planşediň üsti tekiz bolmaly (kipregelin çyzgyjy bilen derňelýär);

3) planşediň üst tekizligi menzulanyň aýlanma okuna perpendikulýar bolmaly (kipregelin deňleýjisi bilen derňelýär).

## **KH kipregeli bilen işlemek**

Kipregelin dürbisiniň torjagazynyň dik çyzygyny san tagtajygynyň ortasyna gönülemeli. Kipregelin nomogrammasynyň başiangyç HH çyzygyny, san tagtajygynnda belgilenen abzalyň beýikligi bilen gabat getirmeli.

İşe başlamazdan öňurti kipregelin wertikal tegeleginiň nol Ýerini (OÝ):

$$O\acute{Y} = (R - L) / 2 \quad (89)$$

formula arkaly kesgitlep, soňra alynýan her bir nokada ýapgytlyk burçuny:

$$\begin{aligned} v_1 &= (R + L) / 2; \\ v_2 &= R - O\acute{Y}; \\ v_3 &= L + O\acute{Y}; \end{aligned}$$

formulalaryň biri arkaly hasaplamaly.

Bu Ýerde R - "wertikal tegelek sagda" ýagdaýynda alnan san;

L - "çepde" ýagdaýynda alnan san.

Adatça, kartalaşdyrma "wertikal tegelek çepde" ýagdaýynda geçirilýär.

60-njy suratdaky mysala Ýüz tutsak:

$$\begin{aligned} O\acute{Y} &= (12^{\circ}27' - 12^{\circ}13') / 2 = + 0^{\circ}07''; v, \\ &= (12^{\circ}27' + 12^{\circ}13') / 2 = + 12^{\circ}20'; \\ v_2 &= 12^{\circ}27' - 0^{\circ}07' = + 12^{\circ}20'; \\ v, &= 12^{\circ} 13' + 0^{\circ}07' = + 12^{\circ}20' \end{aligned}$$

bolar.

### **KH ýa-da KA-2 kipregeli derňemek we sazlamak**

Kipregelleri derňemek onuň nurbatlarynyň saz işlemegini, dürbiniň arassa görkezişini barlamakdan başlanýar we soňra aşadaky tertipde dowam etdirilýär:

1) kipregeliň çyzgyjynyň ýapgyt ýylmanan gapyrgasy göni çyzyk bolmaly we onuň aşaky ýüzi tekiz bolmaly;

2) silindrik deňleýjiniň oky çyzgyjyň we onuň aşaky tekizligine parallel bolmaly;

3) kipregeliň dürbisiniň aýlanma oky onuň nyşana okuna perpendikulýar bolmaly;

4) dürbiniň aýlanma oky kipregeliň çyzgyjynyň aşaky tekizligine parallel bolmaly;

5) kipregeliň dürbisiniň nyşana torsynyň dik ýüpjagazy kollimasiýa tekizliginde ýerleşmeli;

6) kipregeldäki goşmaça çyzgyç islendik aralykda esasy çyzgyja parallel bolmaly;

7) kipregeliň dürbisine berkidilen silindrik deňleýjiniň oky dürbiniň nyşana okuna parallel bolmalydyr;

## **KH we KA-2 kipregelleriň nomogrammalarynyň koeffisiýentlerini kesgitlemek**

Kipregeliň uzynlyk ölçeme nomogrammalarynyň  $K_s$  koeffisiýentini aşakdaky formula görä kesgitleýäris:

$$K_s = S_0/S_x K^\circ_s, \quad (90)$$

bu ýerde:

$S_0$  - komparatoryň şu derňew üçin alnan uzynlygy (etalon uzynlygy);

$S$  - san tagtajygyndan santimetrde alnan uzynlyk;

$K^\circ_s$  - 2 sany nomogrämma egri çyzyklary bolup, olaryň biri 100-e deň, beýlekisi - 200-e.

Kipregeliň beýgelme ölçeme nomogrammalarynyň  $K_h$  koeffisiýentlerini aşakdaky formula arkaly kesgitleýäris:

$$K_h = h_0/h \times KV \quad (91)$$

bu ýerde:

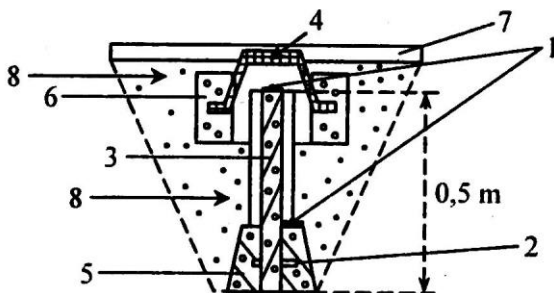
$h_0$  - etalon beýgelme;

$h$  - san tagtajygyndan nomogrämma çyzygy boýunça alnan san;

$K^\circ_h = \pm 10; \pm 20$  - nomogrammalaryň bolmaly koeffisiýentleri.

## Ýerüstünde wagtlaýyn daýanç (kartalaşdyрма üçin esas) nokatlaryny berkitmek

Ýerüstünde kartalaşdyрма üçin (daýanç esas) nokatlaryny 158 görnüşli belgiler bilen berkidip bolar (61 – nji surat)



### ŞERTLI BELGILER

|   |  |                                            |   |  |                            |
|---|--|--------------------------------------------|---|--|----------------------------|
| 1 |  | MARKA                                      | 5 |  | BETON                      |
| 2 |  | HAC GÖRNUŞLI KESİŞME                       | 6 |  | DEMIR BETON                |
| 3 |  | ASBEST TURBA DEMIR BETON BILEN DOLDURYLÝAR | 7 |  | ASFALT                     |
| 4 |  | ÇOÝUN GAPAK                                | 8 |  | TOPRAK DOLDURMANVÝ ÇYZGYSY |

64 –nji surat

## **Beýgelmäni ölçemegiň görnüşleri**

Tehniki meseleleri çözmek üçin topografik kartalarda relýefi ýa-da ýerdäki nokatlaryň belentlik belgisini bilmek zerur. Şu maksat bilen niwelirlenie geçirilýär. ýagny ýerdäki nokatlaryň beýgelmelerini ölçäp, belli bir belentlik ulgamynda nokatlaryň belentlik belgileri hasaplanýar.

Niwelirlmek aşakdaky görnüşlere bölünýär:

a) geometriki niwelirleme - gorizental nyşana oky arkaly ýerine ýetirilýär;

b) trigonometriki niwelirleme - ýapgyly nyşana oky arkaly ýerine ýetirilýär;

ç) barometriki niwelirleme - atmosferanyň basyşyny ölçemek arkaly ýerine ýetirilýär;

d) gidrostatiki niwelirleme - gatnaşykly gaplarda suwuklyklaryň üst derejesiniň deňlik kanuna laýyklykda beýgelmeleri kesgitlenýär;

e) awtomatiki niwelirleme - ýöriteleşdirilen tirkegler arkaly geçilen ýola we ýapgytlyga baglylykda ýer üstüniň berlen ugur boýunça profili awtomatiki usulda çyzylýar;

ä) radioniwelirleme - radiolokasiýa usulynda asmandan ýerüsti nokatlara çenli belentligi kesgitlemekde ulanylýar.



## Geometriki niwelirleme we onuň görnüşleri

Geometriki niwelirlemäniň iki usuly bar: ortadan we öňe niwelirleme.

A nokatdan B nokadyň beýgelmesi kesgitlenende (62-nji surat) geometriki niwelirlemede niweliri iki nokadyň ortasynda oturtmaly, Ýagny R, we R, san alyş tagtajyklaryny niwelirden deň aralykda goýmaly. Niwelii iki nokadyň ortasynda oturdylandan son, tegelek deňleýji arkaly ony is ÝagdaÝyna getirmeli.

Niweliriň dürbisini ilki R, soňra R, hasap tagtajyklaryna gönükdirip. nyşana torjagazynyň ortaky kese çyzygy boýunça millimetr takyklykda, degişlilikde. a we b sanlary almaly. Her gezek, san almazyň öňÝany, dürbiniň gapdalynda oturdylan silindrik deňleýjiniň düwmejisini "terezi" ýagdaýyna getirmeli.

Goý, EF nokatlar umman tekizligi derejesinde Ýerleşen, AB, bolsa A nokadyň dereje tekizligi diÝeliň. Ortadan niwelirlemede A we B nokatlaryň arasyndaky uzaklyk 100-200 metre çenli bolup biler. Niweliri is ÝagdaÝyna getirip, san almaga taÝýarlan wagtymyzda CD nyşana oky AB we EF dereje tekizliklerine parallel bolar. 62-nji suratda yzdaky A, öňdäki B nokatlar, şeýle-de,  $H_A$  A nokadyň absolýut beýikligi bolsa, B nokadyň absolýut beýikligini

$$H_B = H_A + h \quad (92)$$

formula arkaly kesgitläp bileris. Bu ýerde h - beýgelme bolup,

$$h = a - b \quad (93)$$

formula bilen hasaplanýar.

Öňe niwelirleme usulynda (63-nji surat) B nokadyň A nokatdan beýgelmesi

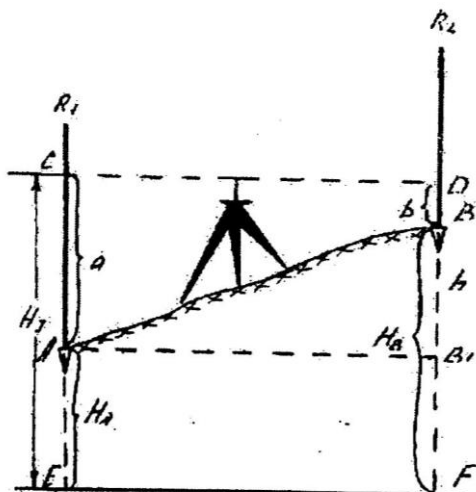
$$h = i - b \quad (94)$$

formula bilen kesgitlenýär.

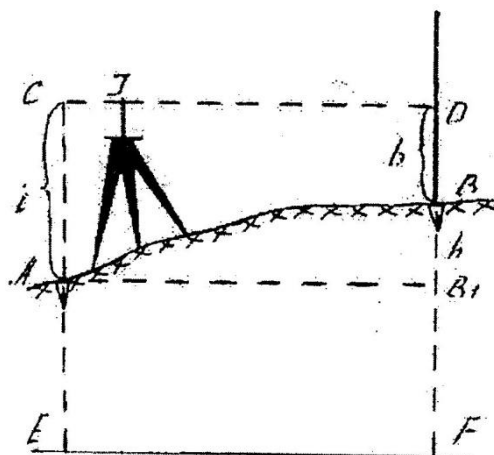
Bu ýerde:

$i$  - niweliriň nyşana okunyň (CD - nyşana okunyň dereje tekizliginiň) A nokatdan belentligi.

Geometriki niwelirleme geçirilende yzdaky A nokadyň beýikligine görä öňdäki B nokatdan başga-da, bimäçe C, aralyk



65 – nji surat



66 – nji surat

nokatlaryň beýikliklerini kesgitlemek aşakdaky formula görä ýerine ýetirilýar:

$$H_c = H_j - C_i \quad (95)$$

bu ýerde:

$C_i$  – aralyk nokatlarda oturdylan tagtajyklardan san;

$$H_i = H_a + a \quad ýa - da \quad H_j = H_a + i \quad (96)$$

bolup, oňa nyşana okunyň beýikligi  $ýa$  – da abzalyň gorizonty diýilýär.

Biri-birinden uzak aralykda ýerleşen A nokatdan D nokada niwelirleme geçirilende, ol aralygy her 100 metrden böleklere (piketlere) bölüp, her birini aýratynlykda niwelirleýäris (64-nji surat) we ol aralyklar üçin elementar beýgelmeleri

$$h_1 = a_1 - b_1$$

$$h_2 = a_2 - b_2$$

.....

$$h_i = a_i - b_i$$

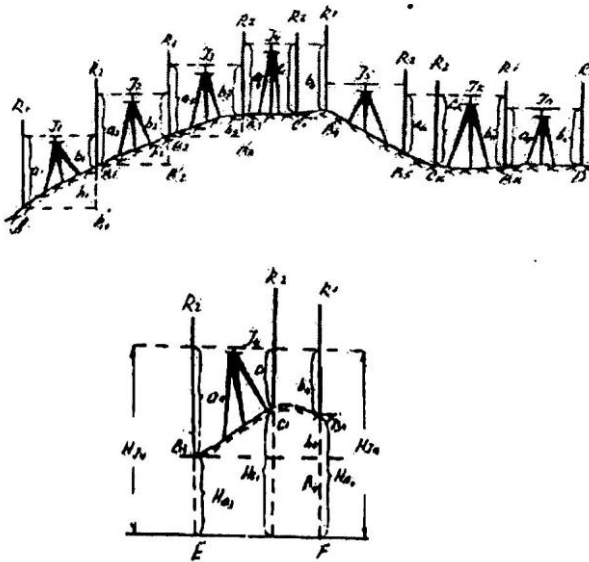
.....

$$h_n = a_n - b_n$$

hasaplap

$$H_D = H_A + \sum_{i=1}^n h_i \quad (97)$$

formula arkaly D nokadyň  $H_D$  beýikligini kesgitlep bilýäris.



67 – nji surat

(7) formuladaky  $\sum_{i=1}^n h_i$  elementar beýgelmeleriň jemiň dogrulygyny

$$\sum_{i=1}^n h_i = \sum_{i=1}^n a_i - \sum_{i=1}^n b_i \quad (98)$$

Formula bilen barlap bileris .

Eger-de A we D nokatlaryň arasy üçin ýerüstüniň uzaboýuna profilini gurmaly bolsa, onda şol iki nokadyň (A we D) arasynda niwelirlenen ähli nokatlaryň, şol sanda  $C_i$  aralyk nokatlaryň hem beýiklikleri kesgitlenip, ol netijeler profilde şekillendirilmäge degişlidir. Bu kesgitlemeler, degişlilikde, aşakdaky formulalar arkaly berjaý edilýär:

$$\begin{array}{ll} H_1 = H_A + h_1, & h_1 = a_1 - b_1 \\ H_2 = H_1 + h_2, & h_2 = a_2 - b_2 \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ H_i = H_{i-1} + h_i, & h_i = a_i - b_i \\ \dots\dots\dots & \dots\dots\dots \\ H_n = H_{n-1} + h_n, & h_n = a_n - b_n \end{array} \quad (99)$$

Aralyk Q nokatlaryň beýiklikleri, mysal üçin, 3-nji we 4-nji piketleriň arasyndaky C, nokatlaryň beýiklikleri

$$H_c = H_3 + a - C_i \quad (100)$$

ýa – da

$$H_c = H_3 - C_i \quad (101)$$

Formulalar bilen kesgitlenilýär.

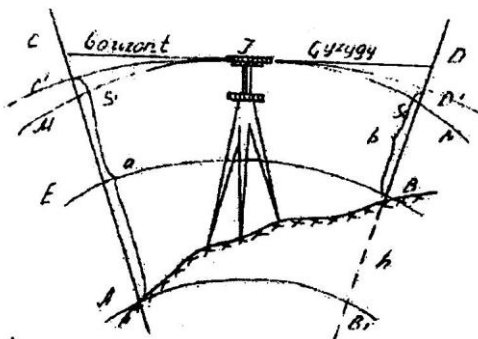
## Yer ellipsoidiniň (togalagynyň) egriliginiň we dik (wertikal) refraksiýanyň niwelirlemäniň netijesine täsiri

Geometriki niwelirlemede biri-birine ýakyn ýerleşen A nokatdan B nokadyň beýgemesini  $h = a - b$  formula bilen kesgitläpdik. Bu Ýerde biz (62-nji surat):

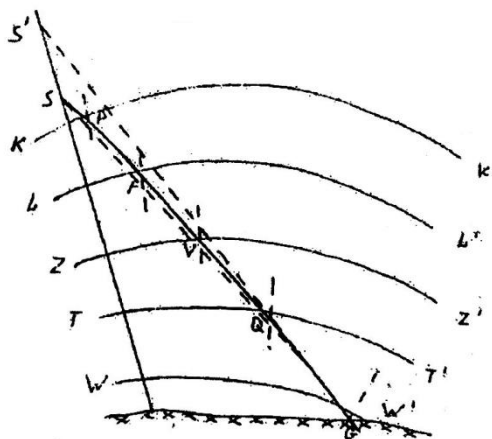
EF - dünýä ummanynyň dereje tekizligini A we B nokatlaryň çäginde gorizont tekizlik;

R, we  $R_2$  - san alyş tagtajyklaryny özara parallel;

CD - niweliriň dürbisiniň nyşana okuny gorizont göni çyzyk hökmünde kabul edipdik. Hakykatda (nazariýetde) bolsa R, we  $R_2$  tagtajyklar A we B nokatlarda egri dereje tekizliklenne perpendikulýardyrlar (65-nji (a) surat).



68 – nji a) surat



68 – nji b) surat

Abzalyň (niweliriň) dereje tekizligini MJN diýip kabul etsek

$$h_{AB} = MA - NB \quad (102)$$

bolar.

Emma niweliriň CD nyşana oky gorizonta göni çyzyk bolanlygy sebäpli R, we R, tagtalyklardan alnan sanlara, deňişlilikde, MC we ND ulylykda düzedişler bermeli, ýagny:

$$\begin{aligned} MA &= CA - MC \\ NB &= DB - ND \end{aligned} \quad (103)$$

bu ýerde MC we ND A we B nokatlaryň beýiklerini kesgitlemeklige Ýeriň egriliginiň täsiriidir:

$$\begin{aligned} MC &= S_1^2 / 2R = e_1 \\ ND &= S_2^2 / 2R = e_2 \end{aligned} \quad (104)$$

Şeýlelikde, (12) formulamyž aşakddcy görnüşe eye bolar:

$$h=(CA-e_1)-(DB-e_2), \quad (105)$$

bu ýerde  $e$ , we  $e_2$  tagtajyklardan alnan sanlara **Ýeriň egriliginiň täsiri** üçin düzedişler.

Belli bolşy ýaly, ýagtylyk şöhesi dine birmeňzeş howa gurşawynda göni çyzykly ugurda ýaýraýar. Emma, ýeriň atmosfera gurşawy ýer üstüne näçe Ýakynlaşdygyça howanyň dykzlygy artýar. Tekiz ýer üstündäki atmosfera deňagramlylyk (şemalsyz we ş.m.) ýagdaýynda ýer üstüniň dereje (egri) tekizligine parallel birmeňzeş dykzlykdaky tükeniksiz Ýuka

gatlaklardan durýar diýip kabul etsek (65-nji (b) surat), SP Ýagtylyk şöhesi atmosferanyň dürli dykzlykdaky goňşy gatlaklarynyň seýrek dykzlykdakysyndan (ýokarda ýerleşen) Ýokary dykzlykdaky (aşakda Ýerleşen) gatлага KK' araçäkden geçende P nokatdaky Ýerc perpendikulýaryň ugruna Ýakynlaşyp, PF ugra göneler. Şeýle ýagdaý F, V, Q nokatlarda hem şöhle LL', ZZ', TT' araçäklerden geçende gaÝtalanar.

Bu elementar ýuka gatlaklardaky şöhläniň ýoluny emay çyzyk bilen geçirsek güberçekligi asmana tarap bolan SPFVQG **refraksiýa egrisini** alarys. Netijede, G nokatda oturdylan abzalyň

dürbisinden seredenimizde S nokady GS ugurda däl-de. GS' ugurda, Ýagny bolmalysyndan Ýokarda görÝäris.

Refraksiýanyň täsiri zerarly (65-nji (a) surat) A nokatda oturdylan tagtajygyň C nokadyna gönükdirilen dürbimiziň nyşana oky C nokady görkezer, ýagny C nokat C nokadyň ýerinde görner.

Şeýlelikde, biziň yzdaky tagtajykdan alan sanymyz C'A = a, öňdäkiden alan sanymyz bolsa D'B = b bolar we:



$$\begin{aligned} CA &= a + C'C \\ DB &= b + D'D \end{aligned} \quad (106)$$

deňlemeden

$$h = (a + C'C - e_1) - (b + D'D - e_2) \quad (107)$$

alarys. Bu Ýerde C'C we D'D refraksiýanyň yzdaky we öňdäki tagtajyklardan alnan sanlara täsiri.

Değişlilikde:

$$\begin{aligned} C'C &= r_1; \quad D'D = r_2, \\ MC &= e_1; \quad ND = e_2, \\ f_1 &= e_1 - r_1 \quad f_2 = e_2 - r_2 \end{aligned} \quad (108)$$

belgiläp, tagtajyklardan alnan sanlara ýeriň egriliginiň we refraksiýanyň bilelikdäki  $f$ , we  $f$ , täsiriniň ululyklaryny alarys.

$$h = (a - f_1) - (b - f_1) \quad (109)$$

ýa-da

$$h = (a - b) - (f_1 - f_2) \quad (110)$$

alarys.

Refraksiýanyň täsirini Yeriň egriliginiň täsiriniň kesgitlenişine görä

$$r = s^2 / 2R_1 \quad (111)$$

formuladan alarys.

Bu Ýerde:

S - niwelirden tagtajyga çenii aralyk;

R, - refraksiýa çyzygynyň egrilik radiusy.

R,-i Yeriň radiusynyň üsti bilen aňladyp,

$$R_1 = R / k \quad (112)$$

we (18.9)-a goýyp,

$$r = k \times s^2 / 2R = ke \quad (113)$$

alarys.

$$k = R / R_1 \quad (114).$$

refraksiýa koeffisiýenti  $R, -6R$  diýip kabul etsek,  $k = 0,16$  bolar.

$$f = s^2 \times (1 - k) / 2R = p(1 - k) \quad (115)$$

we  $k = 0,16$  ýerine goýup,

$$f = 0,42 \times s^2 / R \quad (116)$$

niwelirlemäniň netijesine ýeriň egriliginiň we atmosferanyň refraksiýanyň bilelikdäki täsiriniň formulasyny alarys.

Ortadan niwelirleme usuly ulanylanda ýeriň egriliginiň täsiri doly aýrylýar, refraksiýanyň täsiri hem birnäçe esse azalýar, netijede

$$f_1 \approx f_2$$

bolýar we (19) formula

$$h = a - b \quad (117)$$

görnüşe gelýär, Geometriki niwelirlemäniň netijesine niwelirden nokada çenli  $s$  aralyga görä ýeriň egriliginiň  $e >$ ,

refraksiýanyň  $n_j$  we olaryň bilelikdäki  $f$ , täsiri aşakdaky tablsada görkezilýär.

## Burç ölçeme abzallary

### 1. Teodolitler

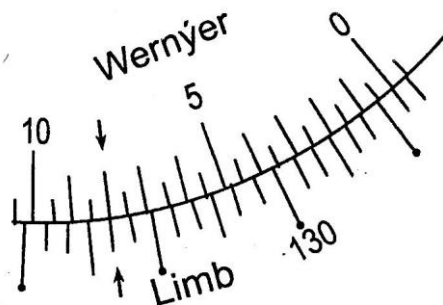
#### 1.1-nji Ýumuş.

Teodolitlerden san alma gurluşlarynyň dürli görnüşlerini öwrenmek.

*Işi ýerine ýetirmek üçin zerur abzallar we enjamlar:* teodolit, 2 T (2 H) gara galam, çyzgyç, is depderi.

Ýumuşy ýerine ýetirmek üçin görkezmeler. Ýumşy ýerine ýetirmek bilen teodolitlerde ulanylýan dürli görnüşli san alyş gurluşlary öwrenilýär.

a) wernýer - abzalyň (teodoliliň) gorizonta we wertikal limbleriniň böleklerinden 10...20 esse takyk san almak üçin ulanylýan goşmaça gurluş. WernÝer metal limbli köne döwrün



69 – njy a) surat

teodolitlerinde ulanylýan Orta we pes takykly teodolitlerde bölümleriniň bahasy 30" Ýa-da 1' bolan göni görkezýän wernýerler ulanylýar. 69-njy (a) suratda TT-5 teodolitiň wernýeriniň bölümleriniň özara ýerleşşi görkezilen. Bu wernÝerden san almak tertibi şeýle:

- 1) aşaky - limb bölüminden (sagdan çepe tarap ugra) ýokarky wernÝer bölüminiň nol ştrihine çenli (doly bölek boýunça) 120° 20' (limbiň her bölegi 10'-a deň) alýarys;
- 2) ýokarky wernýeriň in kiçi böleginiň san bahasy

$$t = \frac{\lambda}{k} = \frac{10'}{20} = 0.5' = 30''$$

bolar. Bu ýerde:

$\lambda = 10'$  – limbiň böleginiň san bahasy ;

$k = 20$  – wernýeriň “0” we “10” bahalanan iki gyrasyndaky ştrihleriň arasyndaky bölekleriň sany.

16-njy ştrihiniň gabat gelýänligi üçin, wernýerden alnan goşmaça san:

$$16 \cdot t = 16 \cdot 30'' = 8'$$

3) şeýlelikde, alnan doly san:

$$120^{\circ} 20' + 8' = 120^{\circ} 28' \text{ bolar.}$$

b) ştrihli mikroskop T30, TM görnüşli optiki tehniki (orta we pes takykly) teodolitlerde ulanylýar. Ştrihli mikroskopyň okulýary teodolitiň dürbüsiniň okulýarynyň ýanynda ýerleşen bolup, onda bir wagtyň özünde gorizonta,

wertikal limbleriň (tegelekleriň) bölekleri we san alyş ştrihli {indeksi} görünýär.

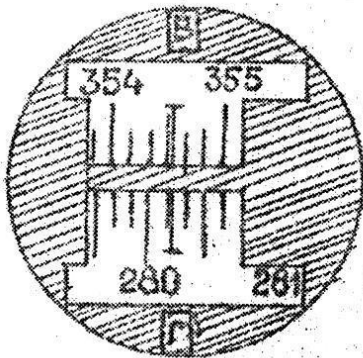
66-njy (b) surata görä alnan sanlar:

- 1) wertikal tegelekden:  $354^{\circ} 32'$ ;
- 2) gorizonttal tegelekden:  $280^{\circ} 16'$  bolar

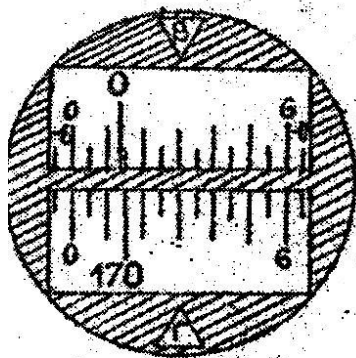
ç) şkalaly mikroskop 2T30, 2T30M, 2T15, 2T5 we şuna meňzeş kämilleşdirilen orta takykly optiki teodolitlerden san almak üçin ulanylýar. Ştrihli mikroskopdan tapawutlylykda, bu ýerde ştrihde derek limbiň  $1^{\circ}$  bölegine deň bolan şkala oturdylan. Şkaladaky ştrihleriň "0"-dan "6"-a çenli san alyş bölekleriniň sany 2T30 görnüşli teodolitde 12, 2T30M, 2T15 Ýaly teodolitlerde bolsa 60 bolup, olaryň in kiçi böleginiň san bahalary, degişlilikde,  $5'$  we  $1'$  bolar. 66-njy (ç) suratdaky şkalaly mikroskopdan alnan sanlar:

- 1) gorizonttal tegelekden:  $170^{\circ} 15'$ ;
- 2) wertikal tegelekden:  $0^{\circ} 13'$ .

Skalaly mikroskoplaryň wertikal tegeleginden şol tegelek çepde (L) ýagdaýynda alnan sanlaryň alamatlary dürbi gorizontdan ýokary gönükdirilende poloňitel, gorizontdan aşak gönükdirilende bolsa otrisatel alamata eye bolýar: şkaladan



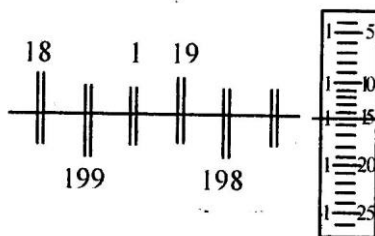
69 –nji b) surat



69 –nny ç) surat

položitel san alnanda "0"-dan "6"-a tarap ngra, **otrisatel** bolanda "-0"-dan "-6"-a tarap ugra sanalýar, ýagny alnan san gönümel ýapgytlyk burçuny berip biler.

d) takyk we ýokary takykly teodolitlerde **optiki mikroskop** ulanylýar. Optiki mikroskoplar wertikal we gorizontal



69 –nny d) surat

Tegelekleriň bölekleri boýunça 1" we ondan-da ýokary takyklykda san almaga mümkinçilik berýär (66-nny (d) surat).

Adatça, mikroskopdan birbada wertikal ýa-da gorizental tegelek boýunça san alyp bolýar: aýdyňlyk üçin gorizental tegelegiň ştrihleriniň 66-njy (d) surat şekili gögümtil, wertikal tegelegiňki - sarymtyl reňkdäki meýdançada görner. 66-njy (d) surata göre san almagyň tertibi:

1) san almak üçin mikrometriň nurbatyny towlap, şekildäki çep gapdaldaky aşaky hem ýokarky goşa dik çyzyklary biri-biriniň dovnamy bolar ýaly görnüşde gabat getirmeli.

2) çep gapdaldaky şekilde ýokarky sanlar boýunça san alyş dik ştrihi  $18^{\circ} 40'$ -y berýär.

3) sag tarapdaky çarçuwanyň içindäki şekilde ortadaky gorizental san alyş ştrihi boýunça  $1' 15''$ -y alyp, umumy Gemleýji):

$$18^{\circ} 40' + 1' 15'' = 18^{\circ} 41' 15''$$

san alarys.

Amaly geodeziýany öwrenýänler dürli görnüşli teodolitleriň gorizental we wertikal tegeleklerinden san almagy özleşdirmeli. Bu ýumuş ýerine ýetirilende onuň netijesini ýörite iş- depderinde mikroskopdan alnan sanlar bilen bilelikde şekilleriň suratlaryny hem galam bilen çyzmaly.

### **1.2-nji Ýumuş.**

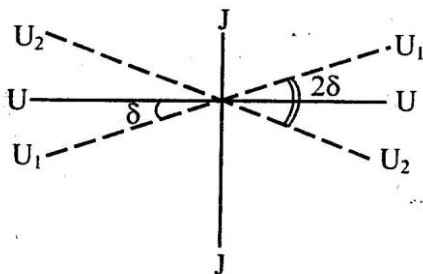
Teodoliti derňemek we sazlamak.

Ýumuş 2T30, 2T15, 2T5 ýa-da 2T2 görnüşli teodolitleriň biri boýunça ýerine ýetirilse maksada laýyk bolar.

***Jşi ýerine ýetirmek üçin zerur abzallar we enjamlar:*** teodolit, çaty (ştatiw), asma (otwes), sazlaýjy ýörite çüýjagaz (şpilka), iş depderi, 1 tagta ak kagyz, 2T (2H) Yönekeý çyzgy galamy, çyzgyç.

***Işi ýerine ýetirmek üçin görkezmeler.*** Teodolitleriň gurluş aýratynlyklaryna esaslanyp, aşakdaky geometriki şertleriň ýerine ýetirilişini derňemeli we ýüze çykan kemçilikleri sazlamaly.

1) gorizontaal tegelegiň alidadasyna oturdylan silindriki deňleýjiniň UU oky abzalyň (teodolitiň) JJ dik aýlanma okuna perpendikulýar bolmaly



70 – nji surat

1) gorizontaal tegelegiň alidadasyna oturdylan silindriki deňleýjiniň UU oky abzalyň (teodolitiň) JJ dik aýlanma okuna perpendikulýar bolmaly (67 – nji surat)

**Derňew:**

a) deňleýjini teodolitiň göterijinurbatlarynyň ikisine parallel görnüşde oturdyp, şol nurbatlar arkaly onuň düwmejjini "0" nokada (deňleýjiniň garşylykly bölüm çyzyklaryna görä simmetriki orta) getirmeli. Deňleýjiniň oky U,U, Ýagdaýy eýelär;

b) alidadany JJ okuň töwereginde  $180^\circ$ -a öwürmeli. Deňleýjiniň oky  $U_2U_2$  ýagdaýda geler, düwmejik "0" nokatdan  $2n$

bölek (burç ululygynda  $2\delta$ ) gyşarar (şüýşer).

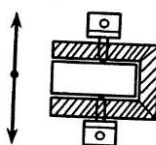
Eger  $n < 1$  bolsa, UU 1 JJ şert ýerine ýetirilýär diýip hasaplanýar. Bu şert ýerine ýetirilmedik halatynda ony (deňleýjiniň oturdylyşyny) sazlamaly.

Sazlama ( $n > 1$ ):



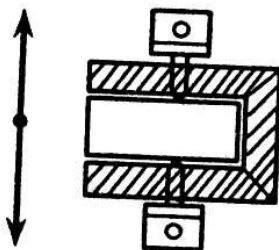
a) UU ok bilen ugurdaş 2 nurbadyň kömegi bilen deňleýjiniň düwmejisini "0" nokada tarap n bölege süýşürmeli; b) deňleýjiniň sazlaýjy nurbatlary (68-nji surat) arkaly onuň düwmejisini 2 n-den galan n bölege süýşürsek düwmejik "0" nokada geler. Derňewi we sazlamany  $n < 1$  şert Ýerine ÝetirilÝänçä (2...4 gezek) gaÝtalamaly bolar.

**Dykgat:** deňleýjiniň sazla garşylyklaýyn ugurlara özara de towlamaly. UU -L JJ şert sazla ýagdaýyna, ýagny JJ okuň asm ýagdaýda getirmeli. Munuň üçin bilen özara perpendikulýar 2 düwmejisini "0" nokada getirmeli.



68-nji surat

ny biri-birine / emayı bilen a teodoliti is gruna parallel laryň kömegi a deňleýjiniň

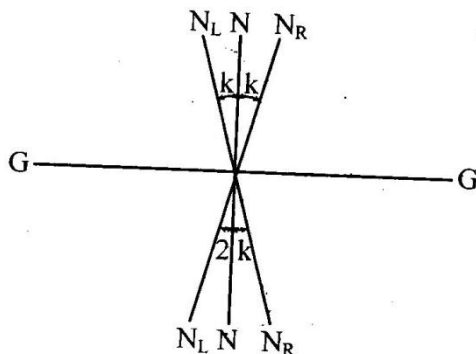


71 – nji surat

1) dürbüniň NN nyşana oky onuň GG gorizontal aýlanma okuna perpendikulýar bolmaly (69-njy surat).

**Derňew :** 1-nji derňew doly ýerine ýetirlenden soňra teodoliti iş ýagdaýyna getirmeli (niwelirlemeli) we :

a) teodolitden uzagrakda. onuň bilen bir deňräk beýiklikde Ýerleşen. aýdyň görünyän nokady seçip almaly;



72-njy surat

b) alidadanyň hem dürbüniň berkidiji nurbatlaryny gowşadyp, dürbüni şol seçilip alnan nokada öwürmeli, ýokarda agzalan nurbatlary berkitmeli, okulýaryň nurbadyny saga-çepe towlap, nyşana torjagazy aýdyň görner ýaly ýagdaýda getirmeli, kremalýera nurbadyny towlap, seredilýän nokadyň şkilini aýdyňlaşdyrmaly we alidadanyň hem dürbüniň mikrometriki nurbatlary bilen dürbüniň NN nyşana okuny nokada anyk gönükdirip, gorizonta tegelekden wertikal tegelegiň iki ýagdaýynda, ýagny TC(L) tegelek çepde we TS(R) tegelek sagda sanlary alýarys. Alnan sanlaryň esasynda teodolitiň kollimasiýa ýalňyşyny hasaplaýarys:

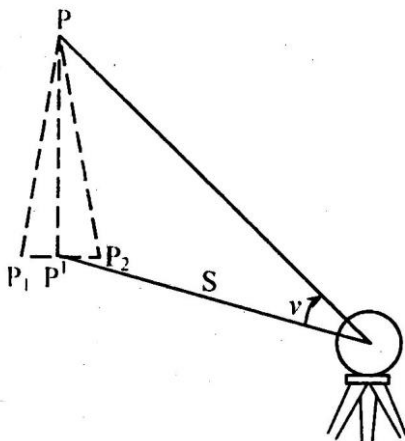
$$k = [L - (R \pm 180^\circ)]/2. \quad (118)$$

Eger  $t$  - teodolitiň takyklygy we  $k < t$  bolsa, kollimasiýa ýalňyş ýok diýip kabul edilýär,  $k > 2t$  bolsa kollimasiýa ýalňyşyny düzetmek üçin nyşana torjagazyň sazlamaly bolýar.

ç) sazlamak üçin nyşana torjagazynyň ýokarky we gowşadyp, alidadanyň mikrometriki nurbady bilen gorizont tegelekde (69-njy surat)  $N_L$  we  $N_R$  Ýagdaýlara görä ortalyk  $N$  sany goýmaly. Şeýle bolanda dürbüniň  $NN$  nyşana oky soňky gezek nokada gönükdirilip alnan  $N_R$  sandan (ugurdan)  $N_L$  ugra tarap,  $k$  ululyga (burça) gyşarar we  $NN$  ugry eýelär. Indi  $NN$  nyşana okuny seçilip alnan nokada anyk gönükdirmeklik torjagazyň çep we sag gapdaldan sazlaýjy nurbatjagazlaryny biribirine ugurdaş towlamak arkaly ýerine ýetirilýar.

Derňewi 2-3 gezek gaýtalamaly bolýar. Bu derňew tejribeli hünärmeniň gözgeçiliginde Ýerine Ýetirilmeli, derňewiň dowamynda alnan sanlar, geçirilen hasaplamalar işi Ýerine Ýetirijiniň is depderinde Ýazylyan bolmaly.

3) dürbüniň  $GG$  uýlanma oky teodolitiň  $JJ$  wortikal aýlanma okuna perpendikulýar bolmaly (70-nji surat).



73 –nji surat

Derňew: teodolitiň 1-nji we 2-nji derňewleri geçirilen.  
Derňewiň tertibi:

a) diwaryň ýüzünde ýerden 10... 15 m belentlikde belli bir nokady seçip almaly. Teodoliti diwardan perpendikulýar ugra, nokadyň belentligine görä 3 esseden gowrak uzaklykda, ýagny ýapgytlyk burçy  $v \ll 20^\circ$  töweregi bolar ýaly oturdyp. is ýagdaýyna getirmeli we dürbüniň nyşana okuny ýokardaky P nokada anyk gönükdirmeli, alidadanyň we limbiň nurbatlaryny berkitmeli;

b) dürbüniň berkidiji nurbadyny gowşadyp, nyşana okuny gorizontal ýagdaýda çenli düşürmeli we diwarda P, (P<sub>2</sub>) nokady dik strih bilen belgilemeli;

ç) dürbüni zenitiň üsti bilen wertikal tegelegiň 2-nji ýagdaýyna geçirip, (a) we (b) hereketleri gaýtalamaly. Diwarda ikinji P<sub>2</sub>(P,) nokady ştrih bilen belgilemeli. Çyzgyç bilen P, P, aralygy takyk ölçemeli we

$$i = \frac{P_1 P_2}{2s} \rho' \cdot ctgv^\circ \quad (119)$$

formula arkaly JJ bilen GO oklaryň perpendikulýarlykdan tapawutly i burçuny hasaplamaly. bu ýerde:

s - teodolitden diwara i P nokada) çenli uzaklyk;

$v^\circ$  - teodolitden ýokardak> P nokada tarap ýapgytlyk

burçy;

$p' = 3438'$  hasaplanan i 0.1' çenli tegeleklenýär.

Eger  $i < 1'$  bolsa (3) şert ýerine ýetirilen bolýar.  $i > 1'$  bolanda-da teodolitde hiç zat dü/.cdilmeýär, emma taslama nokatlaryny dürli belentliklere geçirmeklik (proÝektirmek) TC we TS ýagdaýlarda 2 gezek Ýerine vvtirilip, P, P<sub>2</sub> kesimiň ortasy berkidilÝär. Bu derňew azyndan 3 ge/ek gaÝtalanmaly.

## Gorizontaal (kese) burçy doly usulda ölçemek

Burç aşakdaky tertipde ölçenilýär:

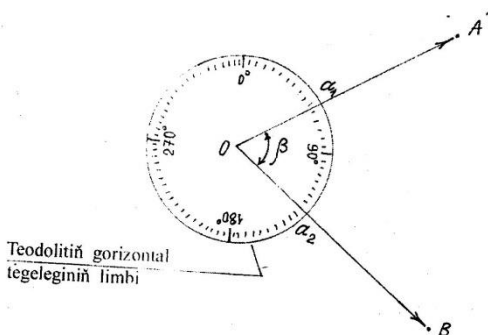
a) doly derňewden geçen (sazlanan) teodolit çata (ştatiwe) berkidilip, asmanyň (otwec) kömegi bilen ölçenýän burçuň depesinde merkezleşdirilip oturdylýar we niwelirlenýär (is ýagdaýyna getirilýär);

b) Ölçemeli burçy emele getirýän taraplaryň aňry ujunda oňat görner ýaly gazyjaklar kakylýar (ýokary takyklykda burç Ölçemek üçin kakylan gazyjaklaryň üstüne ýa-da ýere (betona, asfalta) çüýjagazlar kakylmagy mümkin);

ç) teodolitiň dürbüsiniň nyşana okuny yzygiderlikde A nokada gönükdirip (71-nji surat), gorizontaal tegelekden a, sany, B nokada gönükdirip, a<sub>2</sub> sany alýarlar. Alnan sanlar boýunça

$$\beta_1 = a_2 - a_1 \quad (120)$$

$\beta$  burçy hasaplap. burçy ölçeme usulyň birinji ýarymy ýerine ýetirilýär:



74 – nji surat

d) dürbünü zenitiň üsti bilen geçirip, limbi hem öňki Ýagdaýyndan  $90^\circ$  çemcsi öwriip berkitmeli;

e) (b)-däki hereketleri gaýtalap, aj, a', sanlary almaly we

$$\beta_{11} = a'_2 - a'_1 \quad (121)$$

formula arkaly  $\beta$  burçy ölçeme usulyň ikinji ýarymy boýunça hasaplaýarlar.

f) eger  $|\beta_1 - \beta_{11}| \leq t$  bolsa

$$\beta_{\text{ortaça}} = |\beta_1 - \beta_{11}| / 2 \quad (122)$$

formuladan ölçenilýän burçuň orta ululugy hasaplanylýar.

Alnan  $a_i$ ,  $a'_i$  sanlar, hasaplamalar ýörite "Doly usul bilen burç ölçeme žurnalyna" ýazylýar.

$$|\beta_1 - \beta_{11}| > t \quad (123)$$

bolanda ölçemäni doly gaýtalamaly.

### Vertikal burçlary (ýapgytlyk burçlaryny) ölçemek

Ýapgytlyk burçlaryny ölçemäge başlamazdan ozal vertikal (dik) tegelegiň (limbiň) OY nol ýerini aşakdaky tertipde kesgitlemeli:

a) teodoliti oturdyp, niwelirläp,  $UU \pm JJ$  şertiň ýerine ýetirilýänligini anyklamaly;

b) teodolitden mümkin boldugyça uzakda ýerleşen we aýyk (aýdyň) görünýän nokady seçip almaly;

ç) dürbünüň nyşana okunyň torjagazynyň dik we simmetriki orta kese çyzyklarynyň kesişme nokadyny seçilip

alnan nokada beýiklik boýunça anyk gönükdirmeli-de, wertikal tegelekden onuň duran ýagdaýyna görä TC Ýa-da TS san almaly;

d) dürbüni zenitiň üsti bilen geçirip, Ýene-de şol nokada gönükdirmeli we wertikal tegelekden ikinji sany almaly;

e) 2T30\* görnüşli teodolit üçin:

$$OY = (TC + TS)/2 \quad (124)$$

formula arkaly wertikal tegelegiň (limbiň) "0" Ýeri hasaplanýar. Teodolitleriň wertikal (dik) tegelekleriniň nol ýeri azyndan 3 gezek kesgitlenmeli.

$$OY_{\text{orta}} = (OY_1 + OY_{11} + OY_{111})/3 \quad (125)$$

Ýaly ortaça OY - nol ýerini hasaplamaly.

Eger

$$|OY_{\text{or.}} - OY_i| > t \quad (126)$$

bolsa ony, ýagny OY - nol Ýerini kollimasiýa Ýalňyşlygynyň düzediliş tertibine meňzeş Ýagdaýda, emma torjagazyň Ýokarky we aşaky sazlaýjy nurbatjagazlary arkaly sazlamaly.

g) wertikal (Ýapgytlyk) burçuny berlen ugur boýunça wertikal tegelegiň TC, TS Ýa-da iki ýagdaýynda-da ölçýärler. Şoňa görä-de, ýapgytlyk burçuny hasaplamak 2T30 görnüşli teodolitler üçin:

$$v = (TC - TS) / 2$$

$$v = TC - OY$$

$$v = OY - TS$$

formulalar arkaly ýerine ýetirilýär.

### **Uzynlyk ölçeme abzallary**

Taheometriki, menzula kartalaşdyrmalarynyň "Düzgünnamalaryna" laýyklykda 1:500, 1:1 000 Ýaly ölçegdäki topografiki planlarda nokatlaryň Ýerleşişini kesgitlemegiň grafiki takyklygy, degişlilikde, 0,1; 0,2 metre deňdir.

Diýmek, ol işler Ýerine Ýetirilende abzaldan plana alynýan nokatlara çenli aralygy (uzaklygy) dürbüniň nyşana torjagazyna girýän Ýokarky we aşaky uzaklyk ölçeýji ştrihleriň kömegi bilen nokatlara çenli uzaklyklaýy berlen takyklykda, ýagny 0.1...0.2 m ýalňyşlyk bilen kesgitlep bolýar.

Nyşana torjagazyndaky uzaklyk ölçeme ştrihleriniň kömegi bilen uzynlyk ölçeme tertibi:

a) teodoliti geodeziki esas nokadyň üstünde oturdyp niwelirlmeli we merkezleşdirmeli;

b) ölçenýän çyzygyň aňry ujunda ýönekeýje niwelir san tagtajygyny wertikal ýagdaýda oturtmaly (saklamaly);

ç) dürbüniň nyşana torjagazyňnyň wertikal çyzygyny san tagtajygynyň simmetriýa okuna gabat getirmeli we görünýän şekili boýunça ýokarky uzaklyk ölçeme ştrihini tagtajygyň başlangyç "0" ştrihi bilen gabat getirmeli;

d) torjagazy ortaky we aşaky ştrihleri boýunça tagtajykdan sanlary almaly;

e) teodolitiň wertikal tegeleginden san alyp, ozaldan kesgitlenen OY-ni ulanyp, berlen çyzygyň ýapgytlyk burçuny hasaplamaly.

Alnan netijeler ýörite, meselem, "Taheometriki hurnala" geçirilýär.

Çyzygyň gorizonta uzynlygyny



$$d = D' \cos' v \quad (127)$$

ýa-da

$$d = D - Ad, \quad Ad = D' \sin^2, \quad (128)$$

formulalar arkaly 0,1 m takyklykda hasaplamaly

### Beýgelme ölçeme abzallary

Beýgelmäni, ýagny bir nokadyň beýleki nokada görä beýiklik tapawudyny ölçemeklige ylmy dilde **niwelirmek** diýilýär, ol işi ýerine ýetirmek üçin niýetlenen abzallara bolsa **niwelirler** diýilýär.

Niwelirler özleriniň gurluşy, ölçeme geçirmek üçin düzgün boýunça kabul edilen geometriki we fiziki şertlere görä, esasan, 2 görnüşe bölünýärler:

- 1) fiziki niwelirler;
- 2) geometriki niwelirler.

Öz gezeginde, fiziki niwelirleriň hem beýgelmäni gönümel ölçemäge ýa-da başga fiziki ululyklary ölçeme arkaly kesgitlemäge mümkinçilik berýän görnüşleri bar.

Fiziki niwelirleme ulanylýan abzallaryna görä:

- 1) barometriki niwelirleme;
- 2) gidrostatiki niwelirleme;
- 3) radioniwelirleme;
- 4) mehaniki-awtomatiki niwelirleme

Ýaly görnüşlere bölünýär. Olaryň ilkinji 2-sine seredip geçeliň.

## Barometriki niwelirleme abzallary

Barometriki niwelirleme ýerüstünde beýikligiň artmagy bilen howanyň basyşynyň peselmegine, ýa-da tersine, beýiklik peselse howanyň basyşynyň artmagyna esaslanyp geçirilýär. Şu düzgüne laýyklykda barometriki niwelirlemede beýgelme

$$h_{1,2} = \Delta H (P_i - P_2) \quad (129)$$

formula arkaly kesgitlenilýär. Bu ýerde:

$P_i$  - 1-nji we 2-nji nokatlarda ölçenen atmosfera basyşynyň getirilen, ýagny howanyň temperaturasy. çyglylygy we ş.m. üçin düzedişler girizilen netije;

$\Delta H$  - howanyň basyşynyň tapawudyny beýgelmä öwürmek üçin ulanylýan koeffisiýent, oňa **beýikligiň bariki derejesi** hem diýilýär.

Eger  $P_i$  we  $P_2$  iki nokat üçin hem howanyň birmeňzeş şertlerinde simap sütüniniň mm ululygynda ölçenen bolsa, absolýut beýikligiň deňiz derejesinden 500 metrine çenli 1 mm simap sütüniniň ululygyna  $\Delta H = 11,5$  m, 500 - 1000 metriniň içinde  $\Delta H = 12,0$  m diýip alyp bileris. Beýikligiň bariki derejesiniň has anyk ululygyny ýörite barometriki niwelirleme üçin tablisalardan alyp bolar.

Howanyň basyşyny ölçemek üçin dürli barometrler ulanylýar:

- a) simaply barometrler;
- b) barometr-aneroid;
- ç) differensial barometr.

**Simaply barometrler** topografiki maksatlar üçin ulanmaga amatsyz, olar köplenç bir duran (oturdylan) ýerinde atmosferanyň basyşynyň dürli şertlerde üýtgeме gini ölçemek üçin, ýagny meteorologiki maksatlar üçin ulanylýarlar.

Topografiki-geodeziki maksatlar üçin **barometr-*aneroidler*** ulanylýar. Barometr-aneroid bilen A, B, Ç nokatlar arasynda niwelirleme geçirilende, ony ilki bilen A nokatda gorizonta üstde oturdyp, her 5 minutda 3 gezek san almaly we basyşynyň orta ululygyny

$$P_A = (P_1 + P_2 + P_3) / 3 \quad (130)$$

formula bilen kesgitlemeli.

Soňra B we Ç nokatlara göçüp, şol tertipde  $P_B$  we  $P_Ç$  kesgitlenýär.

Ç nokatdan son ýene-de yza niwelirleme geçirilýär, ýagny B we A nokatlarda howanyň basyşyny ölçemeli. Göni ( $A \rightarrow B \rightarrow Ç$ ) we ters ( $Ç \rightarrow B \rightarrow A$ ) ugra niwelirlenmede birmeň/eş beýgelmeleriň tapawudy 1 m-den az. ýagny:

$$|h_{AB} - h_{BA}| < 1 \text{ m};$$

$$|h_{BÇ} - h_{ÇB}| < 1 \text{ m};$$

$$|h_{AÇ} - h_{ÇA}| < 1 \text{ m}$$

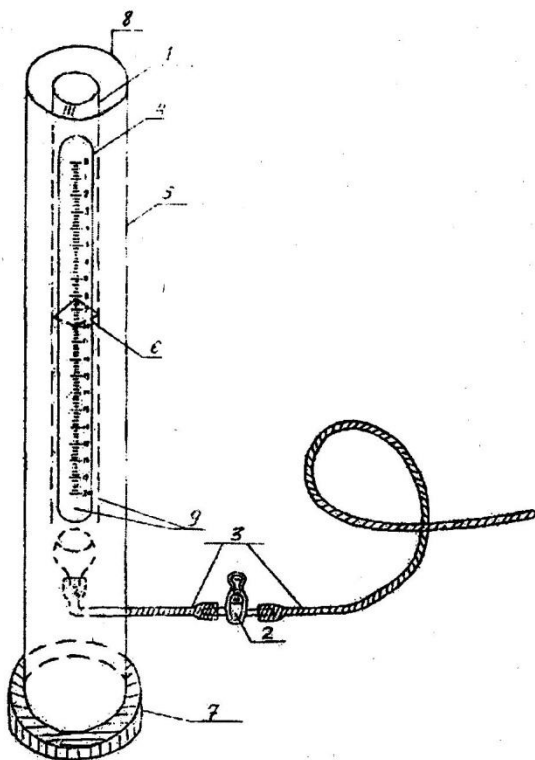
bolmaly.

*Differential harometrler* aerosuralma geçirilende ulanylýar. Aerosuralmada uçaryň goňşy suratlary alan nokatlarndaky uçuş belentlikleriniň tapawudyii) kosgitlemek üçin ulanylyan C-51M kysymly statoskopi differensial barometriň bir görnişi bolup, uçaryň uçuş belentlik tapawudyny  $\pm 0,5$  takyklykda kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

## Gidrostatiki niwelirleme abzallary

Uidrostatiki niwelirleme abzallarynda gatnaşykly gaplarda suwuklyklaryň derejesiniň deňligini saklamak häsiýeti ulanylyar.

Gidrostatiki niweliri türkmen politehniki institutynyň uly mugallymy P.Bäşimowyň döreden "Gidrostatiki niweliriň tejribelik nusgasynda" (GNTN) öwrenip bolar.



75 – nji surat. Hasabat suwukluguň derejesi boýunça;47,7

## Gidrostatiki niweliriň tejribelik nusgasy

GNTN, esasan, iki sany şkalaly, dik silindrik gapdan we olary birleşdirýän şlangadan durýar (72-nji surat). 01 200 mm-e çenli beýgelmäni ölçemek, gurluşykda gorizontala tekizlikleri gurmak üçin niýetlenen.

GNTN (2) açyp-Ýapyjylar we (3) slang arkaly biri-biri bilen birleşdirilen 2 sany şkalaly (1) ölçeg çüýşe turbajyklaryndan durýar. Turbajyklaryň  $t = 2$  mm-den geçirilen umumy beýikligi

200 mm-e deň bolan (4) şkalalary bar. Çüýşe turbajyklar şkala görner ýaly gapdaly oÝulan (5) demir turbajyga ornaşdyrylyp, olaryň arasyndaky (8) boşluk gipsiň ergini bilen doldurylan.

Iki gabyň hem şkalasynyň "0" ştrihinden trubkanyň (7) dabanyňa çenli aralyk biri-birine deňdir.

GNTN gorizental üstde oturdylyp (açyp-ýapyjylaryň açyk halatynda), şkalalarynyň orta beýikligine çenli oňa ýapyşmaýan, doňmaýan, reňklenen suwuklyk - gliserin guýlan.

GNTN-iň şkalalary ýokardan aşaklygyna tarap "0"-dan "10"-a çenli sanlar bilen her 2 sm-den helgilenen.

Gidrostatiki niwelirleriň zawodlarda çykarylýan gömüşleri 1 mm-lik şkala we mm-iň böleklerini anyk ölçemek üçin mikrometrler bilen üpjün edilendir.

GNTN bilen ölçege başlama/dan öň. onuň şkalalarynyň bölekleriniň  $t$ , we  $t_2$  bahalaryny

$$T_i = L_i / 100 \quad (131)$$

formula arkaly kesgitlemeli. Bu ýerde:

$L_i$  - "0" ştrihden "10" ştrihe çenli barlag çyzgyjy arkaly  $m_{L_i} \approx \pm 0,2$  mm takyklykda ölçäp alnan uzynlyk;

$M_i$ -ni kesgitlemegiň takyklygy  $m_u = m_L / 100 = \pm 0,002$  mm-e deň bolar.

$m_{ti} = \pm 0,002 \text{ mm}$  Ýalňyşlygyň tejribede ölçemäniň takyklygyna täsiri bolmaz.

Şkalanyň "0"-yndan suwuklygyň (9) derejesine çenli C, aralyk alnan n, sany her bölejigiň t, bahasyna köpeltmek arkaly kesgitlener:

$$C_i = n_i \cdot t_i. \quad (132)$$

A we B nokatlaryň arasyndaky  $h_{AB}$  beýgelmäni (73-nji surat) aşakdaky tertipde 2 gezek kesgitleýäris:

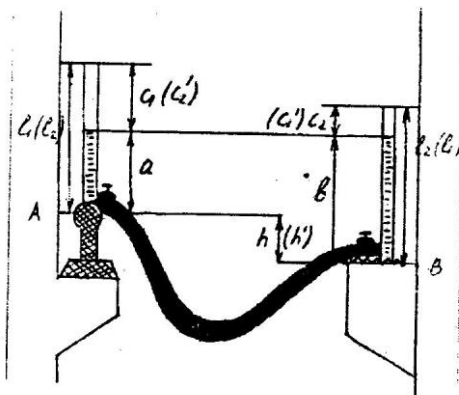
1) 1-nji gaby A nokadyň 2-nji gaby B nokadyň üstünde oturdyp, deňişlilikde n, we  $n_2$  sanlary alýarys we (132) formula goýup,  $C_1$  we  $C_2$ -leri hasaplaýarys;

2) Soňra gaplaryň ýerini çalşyp,  $n_2'$  we  $n_1'$  sanlary alýarys we  $C_2'$ ,  $C_1$ -leri hasaplaýarys;

3)  $h_{AB}$  beýgelmäni

$$h_{AB} = [(C_2 - C_1) + (C_1' - C_2')] / 2 \quad (133)$$

formula arkaly hasaplaýarys.



76-nji surat. Hidrostatiki niwelir bilen beýikligi kesgitlemek

Köp sanly goşa nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri kesgitlemek üçin

$$O\acute{Y} = [(C_2 - C_1) + (C_2' - C_1')]/2 \quad (134)$$

formula arkaly GNTN-yň nol ýerini kesgitläp, soňra bevgelmeleri

$$h - (C_2 - C_1) - MO \quad (135)$$

ýa-da

$$h' = (C_1' - C_2') + MO \quad (136)$$

formulalaryň bin boýunça hasaplap bileris.

GNTN-yň  $O\acute{Y}$  nol ýerini we beýgelmäni formulalar arkaly kesgitlemegiň takyklygy:

$$m_{C_1} = m_{C_2} = m_{C_1'} = m_{C_2'} = m_{h_i} = \pm 0,2 \text{ mm} \quad (137)$$

bolanda

$$m_{O\acute{Y}} = m_h = \pm 0.2 \text{ mm}, \quad (138)$$

beýgelmäni we formulalar bilen kesgitlärimi/de:

$$m_h = m_{h'} = \pm 0,2 \text{ mm} \cdot \sqrt{3} \approx \pm 0,34 \text{ mm} \quad (139)$$

bolar.

## Suwuklygyň gaplardan dökülmezligi üçin:

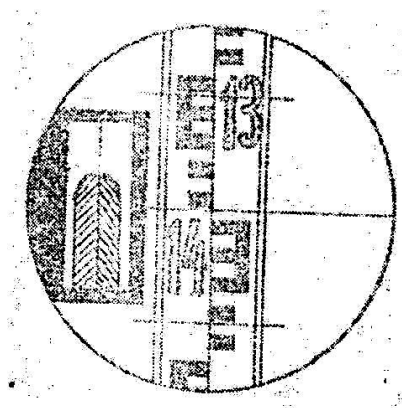
1) uzak ýere göçülende başga gaba guýup. agzyny berk ýapmaly:

2) islendik açyp-ýapyjyny açanymyzda beýleki gapdaky suwuklygyň derejesine-de gözegçilik etmeli;

3) gaplar elmydama wertikal (dik) ýagdaýda bolmaly.

## Geometriki niwelirlme abzallary

Geometriki niwelirlme köplenç halatlarda H3. H3K, 2H10L, 21-11OKL görnüşli niwelirler we iki tarapy hem sm-lik şkalaly. epienÝän, 3 metrlik PH3 görnüşli niwelir tagtajyklarynyň kömegi bilen ýerine ýetirilýär.



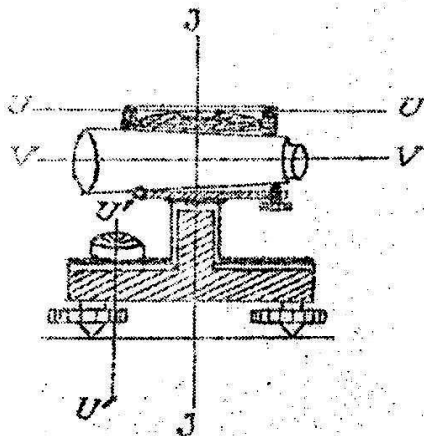
77 – nji surat

Işe başlamazdan ön niweliri derňemeli we sazlamaly. Niweliri gabyndan çykaryp, onuň daşky görnüşini gözden geçirmeli: ýenjilen Ya-da gyşaran (nurbatlaýy) ýeri, optiki böleklerinde (obýektiv, linzalar) cat açan ýa-da çyzylan ýerleri



bolmaly däl, wertikal okuň daşynda säginmän aýlanmaly, göteriji nurbatlary gaty çekdirilmedik bolmaly, okuýardan seredip. torjagazyň aýdyň görnüşini barlamaly, soňra san lagtajygyna gönükdirip (74-nji surat) deňleýjini düzmeli we nurbatynyň kömegi bilen fokuslaýjy kremalýera linzanyň işleýşini derňemeli. Şondan soňra aşakdaky tertipde derňew-sazlama işlerine girişmeli (113 niweliriniň mysalynda):

1. Tegelek deňleýjiniň U2 U2 oky niweliriň JJ dik (baş) aýlanma okuna parallel bolmaly (75-nji surat)

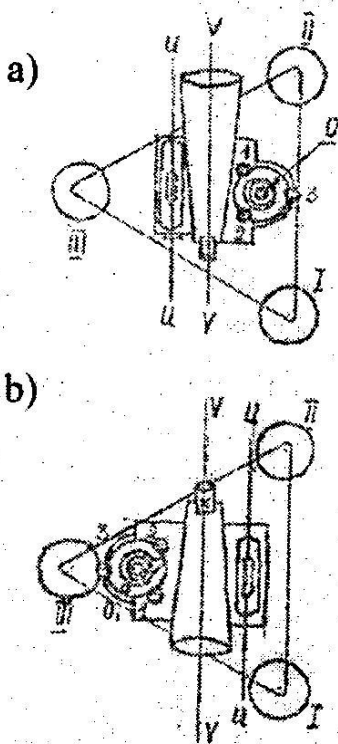


78 – nji surat

### Derňew:

a) niweliriň ýokarky aýlanýan bölegini tegelek deňleýjiniň sazlaýjy nurbatlaryny hyýaly birleşdirýän 1-2, 2-3, 3-1 ugurlaryny. degişlilikde, niweliriň II-I, E—III. 111 -111 galdyryjy nurbatlaryny hyýaly birleşdirýän ugurlaryna parallel görnüşde, ugurlaryna, Ýagny (1-2) // (II-I), (2-3) // (I-

III), (3-1) // (III-II) oturdýarys. Abzalyň galdyryjy nokatlary bilen tegelek deňleýjiniň düwmejigini (howa boşlugyny) onuň nol nokadyna (merkezine) getirýäris



79 –njy surat

b)niweliriň ýokarky bölegini aýlanma okunyň töwereginde  $180^\circ$ -a öwürmeli. Şol ýagdaýda deňleýjiniň düwmejigi nol nokatda galsa (ýa-da nol nokatdan bir bölekden köp süýsmese)

U'U'//JJ şart ýerine ýetirilen bolýar. Deňleýjiniň düwmejigi nol nokatdan  $n>1$  bölek gapdala giden bolsa  $(76-nj> (b)$  surat). ony sazlamaly bolýar;

**Sazlama.** Deňleýjiniň diiwmejiginiň merkezden süýşen ululygynyň ýarymyny merkeze tarap galdyryjy nurbatlar arkaly. galan ýarymyny merkeze barÝanç;t sazlaýjy nurbatlar bilen süÝşürmeli.

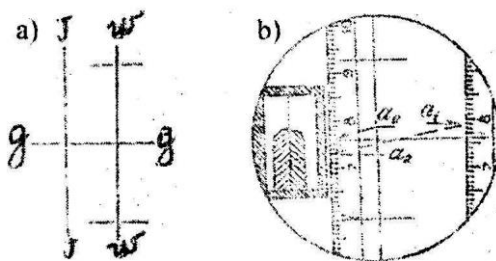
Bu derňew - sazlamany  $n \leq 1$  şart ýerine ýetirýänçä gaýtalamaly.

2. Dürbünüň nyşana torjagazny ortadaky *gg* gorizontal çyzygy niweliriň JJ dik aýlanma okuna perpendikulýar bolmaly (77-nji (a) surat).

Niwelir 1-nji derňew - sazlama ýerine ýetirilenden soňra is Ýagdaýyna getirilýär.

#### **Derňew:**

a) torjagaz aýdyň görünyänçä okulýar tegelegini towlaýarys. Niwelirden **8-10** m uzaklykda dürbünüň görüş meýdanynda mm bölekli çyzyjy asmaly ýa-da wertikal ýagdaýda oturtmaly we oňa düýbünüň torjagazyny gönükdirip, obýektiwiň aşagynda ýerleşen berkidiji nurbat bilen berkiüneli (77-nji surat). Kremalýera nurbatyny towlap, çyzyjyň bölekleriniň aýdyň görünmegini gazanmaly.



80–nji surat

b)niweliriň dürbüsini anyk nyşanlaýjy nurbat bilen öwürüp, çyzgyjy nyşana torjagazynyň ortadaky gorizonta çyzgynyň sag ujuna gabat getirip (77-nji b surat) çyzgyçdan 0,1 mm takyklykda  $a_1$  sany almaly. Soňra çyzgyjyň şekilini torjagazyň çep gyrasyna gabatlap,  $a_2$  sany almaly. Eger sanlaryň tapawudy  $(a_1 - a_2) > \pm 0,2$  mm bolsa torjagazy öwürüp sazlamaly.

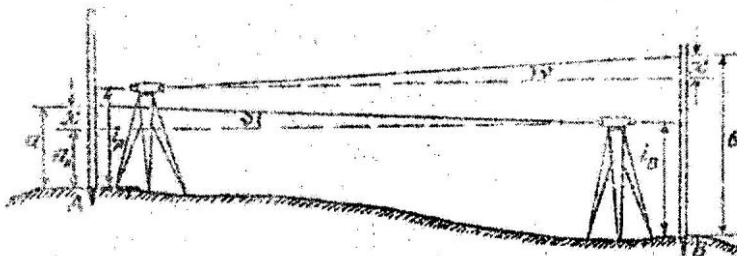
*Sazlanm.* Okulýar turbajygynyň gorag gapagyny towlap açmaly. Okulýar tirsegininiň (turbajygynyň) berkidiji nurbatlaryny çalaja gowşadyp, torjagazyň orta çyzygynyň çep gyrasy boýunça çyzgyçdan san  $a_0 = (a_1 + a_2)/2$  bolýança öwürmeli.  $|a_1 - a_2| < 0,2$  mm şert ýerine ýetirilýänçä, meýdan şertlerinde bolsa çyzgyja derek 50-60 m uzaklykda niwelir tagtajygy oturdylyp,  $|a_1 - a_2| < 2$  mm şert ýerine ýetirilýänçä derňew - sazlamany gaýtalabermeli. Soňra okulýar tirsegininiň nurbatlaryny berkidip, okulýar turbajygynyň gorag gapagyny ýapmaly.

3. *Niweliriň esasy şerhi:* silindriki deňleýjiniň UU oky dürbüniň VV nyşana okuna parallel bolmaly.

Yer üstünde biri-birinden 70-80 m uzaklykda gazyklap, A we B nokatlary berkitmeli. Derňew — sazlamany öňe niwelirmek ýa-da ortadan niwelirmek usullarynyň biri boýunça ýerine ýetirýärler. Ortadan niwelirme usulynda garaşylýan netijä bir gezekde ýetip bolar.

## Öňe niwelirlemek arkaly derňew - sazlama usuly

**Derňew:** niweliri birinji we ikinji derňew sazlamadan geçirip, A nokadyň gapdaljygynda oturtmaly. Onuň nokadyň üstünde  $i_A$  belentligini mm takyklykda ölçemeli we B nokadyň üstünde oturdylan tagtajykdan  $b$  sany almaly (78-nji surat). Soňra niweliri B nokadyň gapdalynda oturdyp, onuň nokadyň üstünden  $i_B$  belentligini ölçemeli we A nokadyň üstünde oturdylan tagtajykdan  $a$  sany almaly.



81-nji surat

Esasy şertiň ýerine bozulmagy sebäpli ýüze çykýan  $x$  ýalňyşlygy

$$x = (a + b)/2 - (i_A + i_B)/2 \quad (140)$$

formula boýunça kesgitleýäris.

Eger  $x < |4 \text{ mm}|$  bolsa, esasy şert berjaý edilen,  $x > |4 \text{ mm}|$  bolsa - sazlamaly.

### Sazlama:

a) niweliri we tagtajygy ýerinden gozgamazdan, tagtajykdan bolmaly dogry sany hasaplaýarys:

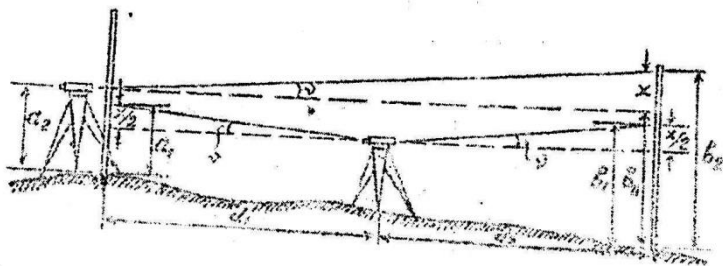
$$a_0 = a - x \quad (141)$$

Dürbiiniň elewasiýa mirbatyny aýlap, nyşana torjagazynyň ortadaky gorizonta çyzygyny A nokatdaky tagtajyga hasaplanan  $a_0$  sana gönükdirmeli. Bu ýagdaýda silindriki deňleýjiniň düwmejiginiň uçlarynyň ön ýarym töwerek ýaşap duran şekili bozular.

b) Silindrik deňleýjiniň sazlaýjy nurbatlarynyň gorag gapagyny açyp, gapdalyndaky gorizonta nurbatlary çalaja gowşatmaly. Wertikal sazlaýjy nurbatlary biri-biri bilen ugurdaşyrak towlap, deňleýjiniň düwmejiginiň uçlarynyň şekili öňki ýaly ýarym töwerek ýasamaly.  $A_0$  sanyň üýtgemänligine göz ýetirip, düwmejigiň sazlaýjy we gapdal nurbatlaryny berkitmeli. Derňewi ýene bir gezek,  $x < |4 \text{ mm}|$  şert ýerine ýetirilýänçä gaýtalamaly we sazlaýjy nurbatlaryň gorag gapagyny ýapmaly.

### **Ortadan niwelirlemek arkaly derňew - sazlama usuly**

**Derňew:** niweliri A we B nokatlardan deň aralykda ortada oturtmaly we is ýagdaýyna getirmeli (79-njy surat), deňleýjiniň düwmejiginiň uçlarynyň şekilini gabat getirip. A we B nokatlaryň üstünde oturdylan tagtajykdan  $a$ , we  $b$ , sanlary almaly. Soňra niweliri A nokadyň yz ýanynda oturdyp, onuň A nokatdan  $i_A = a_2$  beýikligini, ölçemeli we B nokadyň üstünde oturdylan niwelir tagtajygyndan  $b_2$  sany almaly.



82-njy surat

Niweliriň baş şertiniň  $x$  ýalňyslygyny

$$x = (a_1 + b_1) - (a_2 - b_2) \quad (142)$$

formula arkaly kesgitleýäris.

**Sazlama.** Öňki usulclaky ýaly ýerine ýetirilýär. Bu ýerde B nokadyň üstündäki tagtajykdan alynmaly (düzedilmeli) dogry san

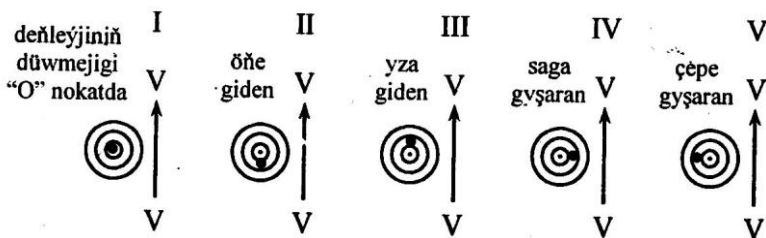
$$b_0 = b_2 - x \quad (143)$$

bolar.

Kompensatorly niwelirleri sazlamakda tagtajykda düzedilen sany (ýa-da ikinji usuldaky  $b_0$ ) nyşana torjagazyny wertikal sazlaýjy nurbatlary bilen süşürmek arkaly ýerine ýetirýärler.

Mundan başga-da, kompensatorly niwelirlerde kompensatoryň işleýşini derňemeli. Onuň üçin niweliri is ýagdaýyna getiriji tegelek deňleýjini sazlap, düwmejigini nol nokada (merkeze) getirmeli (80-nji surat), niwelirden 75-80 m I ýagdaý uzaklykda oturdylan tagtajykdan san almaly. Soňra niweliri çalaja öňe (II ýagdaý), yza (III ýagdaý), çepe (IV

ýagdaý), saga (V ýagdaý) gyşardyp, sanlar alnanda II Ýagdaýda alnan sandan tapawutlanmaly däl.



83-nji surat

Niwelirleriň baş şerti jaýda derňelende tagtajyklara derek mm – lere bölünen çyzgyç ulanylyp, sanlar  $\pm 0.1$  mm takyklygynda alynmaly,  $x \leq |0.4 \text{ mm}|$  bolmaly, niwelirden çyzgyja çenli uzaklyk 8 – 10 m bolmaly.



## Edebiýatlar

1. Türkmenistanyň Konstitusiyasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr . Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan-sagdynlygyň we ruhubelentliginiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň “Obalaryň, şäherleriniň, etrapdaky şäherçeleriniň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin” Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. „Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry“ Milli maksatnamasy. „Türkmenistan“ gazeti, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. „Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy“ Aşgabat, 2006.
10. Багратуниин Г.В., Ганышин В.Н. и др., Инженерная геодезия, М., Недра, 1984.
11. Федоров В.Н., Шилов П.Н. Инженерная геодезия, М., Недра, 1982
12. Левчик Л.П., Новак В.Е., Лебедев Н.Н. Прикладная геодезия, М., Недра, 1983
13. Гинзбург М.А., Геодезия, М., Недра, 1976.

## Mazmuny

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Sözbaşy .....                                                                      | 7   |
| Giriş.....                                                                         | 9   |
| Ýeriň formasy we ölçegleri.....                                                    | 10  |
| Ulanylýan esasy koordinatalar ulgamlary.....                                       | 16  |
| Belentlik sistemalary.....                                                         | 21  |
| Topografiki kartalaryň bölünişi we belgilenişi.....                                | 27  |
| Ölçeg (masştab).....                                                               | 37  |
| Topokartalaryň we planlaryň ýüzünde çözülýän meseleler.....                        | 41  |
| Ellipsoidiň üstünde ugrukdyryjy burçlary kesgitlemek.....                          | 50  |
| Topokartadan azimutlary kesgitlemek.....                                           | 57  |
| Topokartadan gönükdiriji burçlary (L) kesgitlemek.....                             | 59  |
| Çyzyklary ölçemek.....                                                             | 65  |
| Ölçemleriň netijelerini gaýtadan işlemäge mysallar.....                            | 66  |
| Ýerde çyzygyň ugryny kesgitlemek.....                                              | 81  |
| Geodeziýanyň göni meselesi.....                                                    | 84  |
| Geodeziýanyň ters meselesi.....                                                    | 85  |
| Poligonyň koordinatasynyň depesine görä koordinat torunyň çäginde kesgitlemek..... | 87  |
| Meýdanyň kesgitlenilişi.....                                                       | 88  |
| Bir nokadyň beýleki nokada görä beýikligini kesgitlemek.....                       | 90  |
| Asyl we ters geodeziki meseleler.....                                              | 92  |
| Teodolit kartalaşdyrmasy.....                                                      | 94  |
| Taheometriki kartalaşdyrma.....                                                    | 98  |
| Menzula kartalaşdyrmasy.....                                                       | 101 |
| Menzula toplumyny derňemek we sazlamak.....                                        | 108 |
| KH kipregeli bilen işlemek.....                                                    | 108 |
| Ýerüstünde wagtlaýyn daýanç (kartalaşdyrma üçin esas) nokatlaryny berkitmek.....   | 111 |
| Beýgelmäni ölçemegiň görnüşleri.....                                               | 112 |
| Geometriki niwelirlleme we onuň görnüşleri.....                                    | 113 |

|                                                                                                                        |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Ýer ellipsoidiniň (togalagnyň) egriliginiň we dik<br>(wertikal) refraksiýanyň niwelirlemäniň<br>netijesine täsiri..... | 118 |
| Burç ölçeme abzallary.....                                                                                             | 123 |
| Gorizonta (kese) burçy doly usulda ölçemek.....                                                                        | 133 |
| Wertikal burçlary (ýapgytlyk burçlaryny) ölçemek.....                                                                  | 134 |
| Uzynlyk ölçeme abzallary.....                                                                                          | 136 |
| Beýgelme ölçeme abzallary.....                                                                                         | 137 |
| Barometriki niwelirleme abzallary.....                                                                                 | 138 |
| Gidrostatiki niwelirleme abzallary.....                                                                                | 140 |
| Gidrostatiki niweliriň tejribelik nusgasy.....                                                                         | 141 |
| Edebiýatlar.....                                                                                                       | 153 |