

## Giriş

Beýik Galkynyşlar eýýamynda Garaşsyz hemişelik Bitarap Türkmenistanyň Hormatly Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň baştutanlygynda Türkmen halky, halk hojalygynda we medeniýetde ägirt uly üstünlikler gazandy. Hormatly Prezidentimiziň yzygiderli edýän aladasy netijesinde döwletimiziň beýleki ugurlary bilen bir hatarda oba hojalyk ulgamyny mundan beýläk hem ösdürmäge uly üns berilýär. Häzirki dowürde oba hojalygyny düýpli özgertmek, bu pudagy täze tehnikalar we tehnologiýalar bilen üpjün edip ekinleriň hasyllylygyny ýokarlandyrmak, ekologiýa taýdan arassa önümleri bilen halkymyzy doly üpjün etmek meseleleri öňde goýulýar.

Oba hojalyk önümleriniň mukdaryny artdyrmak, ekinleriň hasyllylygyny we ekin ýerleriň ulanylyşynyň netijeliligini ýokarlandyrmak wajyp meseleleriň biridir. Ulanylýan ekin ýerleriň melioratiw ýagdaýlaryny gowulandyrmak we täze ekin ýerlerini özleşdirmek işleri inženerçilik geodeziýasy bilen baglanyşykly köp işleri geçirilmegini talap edýär. Bu işleri göwnejaý we üstünlikli ýerine ýetirmek, ýurdumyzyň agrosenagat pudagyny mundan beýläkde ösdürmek we bellenen sepgitlere ýetmek üçin oba hojalygyna degişli ýokary derejeli hünärmenleri taýýarlamak talap edilýär.

Inženerçilik geodeziýasy kitaby talyplara we ýaş hünärmenlere ýerlerde plan-karta materiallary bilen işlemekde, topografiki şekillendirmeleri geçirmekde, akaba ulgamlaryny gurmakda we beýleki inženerçilik işlerinde gollanma bolup hyzmat eder.

# **I Bap. Geodeziýa hakynda umumy düşünje**

## **1.1 Geogdeziýa hakynda düşünje we onuň beýleki ylymlar bilen arabaglanşygy.**

**Geodeziýa**-ýer üstüniň görnüşini we möçberlerini öwrenýän, ylymdyr ýa-da başgaça aýtsak ähli ýeri ýa-da onuň käbir böleklerini kartalarda, planlarda, profillerde şekillendirmek we onuň ulanyş usullaryny kesgitlemek üçin, şeýle hem ýerlerde dürli inženerçilik meseleleri çözmek üçin, ýer üstünde geçirilýän ölçegler hakyndaky ylymdyr.

Geodeziýa - gadymy ylymlaryň biri bolup, onuň ady grek sözünden gelip çykýar «geo»-(de) «ýer»-(dazomiýa) «bölýärin» diýmekdir we özüniň ösüş döwründe birnäçe özbaşdak derslere bölünýändir:

**1.Ýokary geodeziýa**—ýeriň görnüşini we möçberini öwrenýär, şeýle hem ýer üstündäki nokatlaryň koordinatalaryny ýokary takyklykda kesgitlemegiň usullaryny we ýokary tizlikli şekillendirmegi öwrenýär.

**2.Topografiýa** – topografiýa hem grek sözi bolup - topos «ýer» - grapho «ýazýaryn» diýmekdir we ýer üstüniň uly bolmadyk bölegini planda aňlatmak maksady bilen ýer üstüni şekillendirmegiň usullary hakyndaky ylymdyr. Topografiýa ýer üstüniň koordinatlary arkaly planda we profilde şekillendirmek üçin ýer üstüniň görnüşini we möçberini öwrenýär.

**3.Kosmos geodeziýasy**—ýeriň emeli hemralarynyň kömegi bilen ýer üstündäki nokatlaryň arasyndaky geometriki gatnaşyklary öwrenýär.

**4.Aerofotogeodeziýa** – ýer üstüni uçardan ýa-da ýerden fotosurlara düşürilip alnan suratlar boýunça kartalary we planlary düzmegiň usullaryny öwrenýär.

**5.Inženerçilik geodeziýasy** – ölçeg, taslama, gurlusyk işlerinde we dürli desgalary ulanmak üçin geçirilýän geodeziki işleriň toplumyny öwrenýär.

**6.Kartografiya**—geodeziki ölçegleriň netijesini ulanmak bilen dürli kartalaryň düzüliş, usullaryny, döredilişini we olaryň ulanylyşyny öwrenýär.

**Inženerçilik geodeziýasy** - geodeziýanyň bir goşmaça ugry bolup inženerçilik gözleg, taslama, gurluşyk işlerini we inženerçilik desgalary ulanmak döwründe geçirilýän işlerde geodeziýanyň teoriýasyny we praktikasyny, topografiýasyny we kartografiýasyny öwrenýär.

Inženerçilik geodeziýasy dersi geodeziýa we gurluşyk ylmylarynyň sepgidinde ýerleşen we geodeziýanyň ähli bölümlerinde ýeriň üstünde, astynda we asmanda ýerleşen dürli fiziki obýektleriň birek - biregine görä ýerleşişini kesgitlemegiň usullaryny öwrenýär. Şol fiziki obýektleriň hereketde we biri-birine otnositellikde dynç ýagdaýda bolmagy hem mümkindir.

Inženerçilik gurluşyk işlerinde geodeziýa isleri inženerçilik gözleg, taslama, gurluşyk we inžener desgalary ulanmak üçin gerek bolan geodeziki, topografiki we kartografiki maglumatlary döretmek üçin gönükdirlendir.

Inženerçilik geodeziýa gözleg işleriniň maksady-inženerçilik desgalaryň guruljak ýerlerinde topografiki şertleri öwrenýär, gözleg işleri (ýagny inžener-ykdysady, inžener-geologiki, inžener-gidrologiki) üçin topografiki esaslary döredýär, ýerleriň şekili geçirilen kartalar düzülýär, ýerleri geodeziki daýanç nokatlara baglaýar, topografiki esasyda obýektiň giňligine, ulylygyna görä ýerleşişini şekillendirýär.

**a) Inženerçilik geodeziýa gözleg işleri** - gurluşygyň görnüşine we desganyň häsiýetine baglylykda esasy iki görnüşe bölünýär:

1.Çyzykly desgalaryň (ýollaryň, akabalaryň, ýaplaryň, elektrik gaz we suw geçirijileriň, lagym suwyny geçirijileriň). gurluşygy üçin inženerçilik geodeziýa – gözleg işleri.

2.Belli bir meýdanda guruljak desgalar (zawodlar, fabrikler, ilatly ýerler, medeni durmuş desgalary) üçin inženerçilik geodeziki gözleg işleri.

Mundan başgada inženerçilik geodeziýa gözleg işlerine şu aşakdakylar degişlidir:

- geodeziki - markşeyder işleri;
- gidrografiýa - geodeziki işleri;
- ölçeg işleri;
- ýer asty desgalary we kommunikasiýalary karta düşürmek işleri;
- akabalary, derýalary niwelirmek we başgalar.

Inženerçilik–gözleg işlerinde, esasanam ulgamda geçirilýän geodeziýa işleriniň orny ulydyr.

**b) Inženerçilik geodeziki taslama işleri** - birnäçe geodeziki usullar bilen inženerçilik taslamagyň çözgüdini öz içine alýar. Olardan:

- gorizontal we wertikal tekizlemäniň geodeziki taslamasy;
- meýdanlary hasaplama we bölme;
- gurluşykda ýer işleriniň göwrümini, möçberini hasaplama we paýlap ýerleşdirmе;
- relýefi taslama boýunça barlamak;
- obýektleri ýerlerde daýanç nokatlaryna baglamak;
- inžener desganyň taslamasyny ýerinde oturtmak we ýerinde gurmak üçin geodeziki taýýarlamak;

**w) Inženerçilik geodeziki bölüşdirmе işleri**–birnäçe geodeziki ölçegleri öz içine alýar. Bu ölçegler obýektiň guryljak ýerlerini inženerçilik tarapyndan taýýarlap, desgany doly gurup ulanmaga berilýänçe dowam edýär.

Inženerçilik geodeziki bölüşdirmе işleriniň düzümi esasanam şu aşakdakylardan ybaratdyr:

- geodeziki esaslary (plan, karta) döretmek.;
- desgany esasy oklary we bölekleriniň oklary boýunça bölüp ýerleşdirmek;
- gurnama işlerini ölçäp geodeziki barlag geçirmek;
- gurluşyk ölçeglerini geçirmek;
- gurulýan desgalaryň takyklygyny barlamak;

Esasy inženerçilik geodeziki bölüşdirmе işleri desganyň baş we esasy oklaryny ýere geçirmekden ybaratdyr. Desganyň

baş okunyň ýa-da simmetriki okynyň gorizontal, wertikal we ýapgyt, göni çyzykly we döwür bolmagy hem mümkindir.

Desganyň esasy oklary ýere geçirilende esasanam geodeziki esasa geçirilen desganyň-baş okundan ölçenip gaýdylýar.

Inženerçilik geodeziki bölüşdirme işleriniň ýerine ýetirijilik şekilleri 1:2000; 1:1000; 1:500; 1:200 we 1:100 masştablarda geçirilýär.

**g)Inženerçilik-dinamiki gözegçilik işleri-** öz içine inžener desgalarynyň ýagdaýyny guruluş we ulanyş döwründe bilmek üçin geçirilýär. Geologiýa we gidrologiýa hadysalary, suw we beýleki obýektleriň ýagdaýyny öwrenmek üçin geçirilýär.

Inženerçilik geodeziki gözegçilik işlerinde desganyň gorizontal we wertikal üýtgemegi, çökmegi, deformasiýasy, döwürmegi, jaýrylmagy hakynda maglumatlar düzülýär. Onuň üçin obýektleriň ýanynda ýokary takykly berk duryjy reperleriň plan-belgili geodeziki esaslary düzülýär Inženerçilik geodeziki gözegçiligiň netijeleri matematiki we statistiki işlenilýär.

Inženerçilik geodeziýasy inžener ylymy hökmünde öz ösüş döwründe matematika, fizika, astranomiýa, geofizika, geografiýa, geologiýa, geomorfologiýa we toprak öwreniş, geobotanika, ýer gurluşygy, ykdysady, meliorasiýa, ýol gurluşygy we beýleki ylymlara esaslanýandyr.

## **1.2.Halk hojalygynda geodeziýanyň ähmiýeti.**

**Inženerçilik** geodeziýasy halk hojalygynyň ähli pudaklarynda, şeýle-de Watan gorag hajatlary üçin hem giňden ulanylýar. Oba hojalygynda ýer baýlyklaryny goramagy we olary peýdaly ulanmagy gurmaga gönükdirilen döwlet ýer kadastryny alyp barmakda, halk hojalygyny meýilleşdirmekde, oba hojalyk önümçiligini ýöriteleşdirilen ugurlar boýunça ýerleşdirmekde, ýerlerde meliorasiýa işlerini geçirmekde, oba hojalygynda himiýa işlerini geçirmekde, şeýle hem halk hojalygyna degişli birnäçe çäreleri geçirmekde inženerçilik geodeziýasynyň ähmiýeti ulydyr. Inženerçilik

geodeziýasy oba hojalygynda esasan şu aşakdaky işler geçirilende ulanylýar:

- ýerden peýdalanyjy täze hojalyklar döredilende;
- öňden bar bolan köne ýerden peýdalanyjy hojalyklaryň ýerlerini tertipleşdirmekde;
- etap - şäher taslamalary esasynda ýerden peýdalanjy hojalyklaryň araçäkleri üýtgedilende ýa-da takykklananda;
- oba hojalyk kärhanalarynyň, daýhan birleşikleriniň sürümli ýerlerinde ykdysady taýdan esaslandyrylan ekin dolanyşyklary girizilende, şeýle hem beýleki oba hojalyk ugodiýalary ýerleşdirilip içeri hojalyk ýerleriniň-territoriýalary gurnalanda;
- topraklaryň erroziýasyna garşy göreş çäreleri işläp düzülende;
- oba hojalygynda ulanmak üçin täze ýerler açylanda;
- ýer parçalary bölünip berlende ýa-da yzyna alynanda;
- ilatly ýerleriň araçäkleri kesgitlenende ýa-da üýtgedilende;
- topografiýa-geodeziki, toprak- geobotaniki we başga gözleg-barlag işleri geçirilende.

Iženerçilik geodeziýa işleriniň geçiriliş tertibi we usullary gurluşykçylar, melioratorlar, agronomlar, topragy öwrenjiler, geobotanikler, ykdysadyýetçiler we beýleki oba hojalyk hünärmenleri tarapyndan saýlanyp alynýar.

### **1.3. Geodeziýanyň ösüş taryhy.**

Geodeziýa-ýer hakyndaky ylymlaryň iň gadymylarynyň biridir. Geodeziýa ylmy adamlara ýaşayyş jaýlaryny gurmak, ýer bölegini parçalara we atyzlara bölmek, ekerançylyk ýerleri suwarmak, ýaplary gazmak, ýollary gurmak zerurlygynyň ösüşi bilen bir hatarda ösüpdür.

Jemgyýetiň ösüş taryhyndan belli bolşy ýaly ölçegler we hasaplamalar hakynda düşüňjeler gadym zamanlarda döräpdir.

Ýegipitde biziň eramyzdan 4 müň ýyl ozal Nil derýasynyň ýanynda ýer ölçegleri geçirilipdir. Nil derýasy bilen Gyzył deňizi birikdirýän kanalyň gurluşygy biziň

eramyzdan VI asyr ozal geçirilipdir. Diýmek şol wagtlar ýerleri karta düşürmegiň birnäçe usullary döräpdir.

Gresiýada biziň eramyzdan 230 ýyl ozal grek alymy Eratosfen ýer şarynyň möçberini kesgitleýdi we godeziýa boýunça kitap ýazypdyr hem-de meridianly we parallelli karta düzüpdir.

Ptolomeý biziň eramyzyň 87-150 ýyllarynda Ýewropanyň we Aziýanyň kartalaryny düzmek boýunça we proyeksiýa usulyny ulanmak boýunça uly işler geçiripdir. Ilkinji gezek Ptolomeý töweregi  $360^0$  bölmek barada tekliplir.

Russiýada geodeziýa hakynda ilkinji ýazgylar resminamalar Kiyew Rusyna degişlidir. Biziň eramyzyň 996-njy ýylynyň sene ýazgylarynda ýerleri ulanmagyň düzgünleri hakynda görkezmeler bardyr.

XIII-XV asyrdan ýer ýazgysynda geçirilen geodeziýa işlerinde aralyk tanap bilen ölçenilýär, burçlar bolsa söz bilen ýazylypdyr.

XVI-asyrdan ýer eýeçiliginiň araçäkleri «Zemlemer» ýer ölçeyji tarapyndan kesgitleýlipdir we şol döwürde geodeziýa hakynda ilkinji kitaplar döräpdir.

XVII-asyrdan Moskwa döwletiniň ýer ölçeg ýazgysy we onuň derýalary, ýollary, obalary geçirilen uly çyzgysy düzülipdir.

XVIII-asyrdan Pýotr-I tarapyndan Moskwada «Matematika we nawigasiýa» atly ilkinji geodeziýa mekdebi döredilipdir.

XIX-asyrdan ýer ellipsoidynyň möçberini kesgitlemek üçin belli rus geodezisti we astronomy W.Struweniň ýolbaşçylygynda triangulyýasiýa hatarlary döredilipdir.

XX-asyryň başlarynda geodeziki işler harby topograflar, dag wedomstwalary we gidrotehniki uprawleniýalary tarapyndan geçirilipdir. 1919-njy ýylyň 15-nji martynda Sowetnarkomyň dekreti bilen «Ýokary geodeziýa uprawleniýasy» döredilipdir. Häzirki döwürde geodeziýa işlerinde, aerofotosuratlar, kosmos suratlary, ýokary takykly

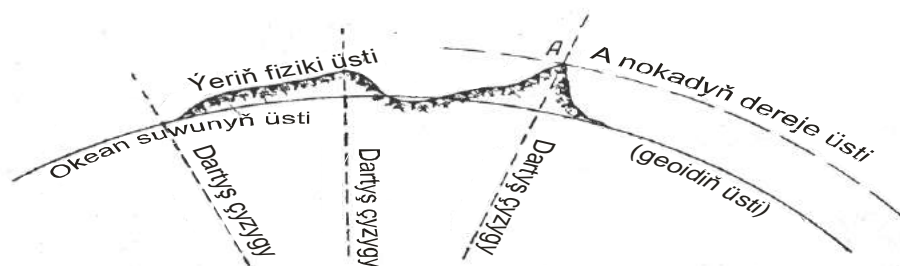
geodeziýa, astranomiýa, radio, ölçeg esbaplary giňden ulanylýar.

#### 1.4. Ýeriň görnüşi we ölçegleri barada düşünje.

Ýeriň fiziki üsti dogry geometriki jisim däldir. Ýeriň üstüniň meýdany  $510 \text{ mln km}^2$  deň bolup, onuň 29% ýa-da  $149 \text{ mln km}^2$  meýdany gury ýerler, 71% ýa-da  $361 \text{ mln km}^2$  okeýanlar, deňizler, derýalar we köller tutýarlar.

Gury ýerleriň üsti ýaly okeýanlaryň, deňizleriň, derýalaryň we kölleriniň düýbi hem çylşyrymly belentlikler, peslikler toplumyndan durýarlar. Emma bu nätekizlikleriň görnüklişi-daglar bolup, olaryň belentligi deňiz derejesinden 8000 m uly däldir. Okeýan suwlarynyň çuňlygy ýeriň umumy gatlagy bilen deňeşdirilende örän ujypsyzjadyr.

Şonuň üçin geodeziýada ýeriň görnüşini jisim hökmünde dünýä okeýanlarynyň (ýuwaş akymy wagtynda ) üsti bilen çäklelen dereje üstüniň görnüşi alynýar. Ýeriň okeýan derejesi bilen örtülen tutuş jisimiň üstüne **geoid** diýilýär (Listingiň teklibi esasynda). **Geoidiň** güberçek üstüniň möhüm häsiýeti bardyr, ýagny islendik nokatda ýapgyt üstüň şol nokadyň üstünden geçýän dartys çyzyga perpendikulýarlygydyr (1.1-njy surat).



1.1-nji surat

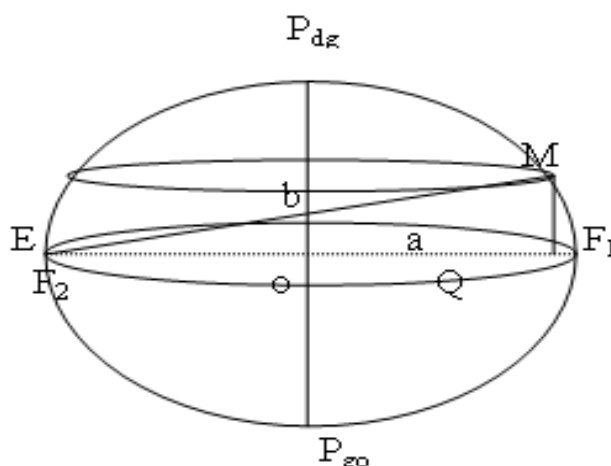
Ýer jisiminde massaň deň ýerleşmändigi üçin **geoidiň** görnüşi çylşyrymly geometriki görnüşi emele getirýär. Bu görnüş heniz doly öwrenilmedikdir we ony matematiki formula bilen aňladyp bolmaýandyr. Şonuň üçin geodeziki meseleleri çözmekde, geoidiň görnüşine ýakyn bolan, matematiki formulalar bilen ýeterlikli öwrenilen,

kömekçi jisimiň görnüşi alynýar. Ol jisim XVIII-XX asyryň alymlarynyň barlagynda kesgitlenen- kiçi okunyň daşynda aýlanan-ellipsoiddir.

Şonuň üçin tejribede ýeriň görnüşi ellipsoid aýlawly diýilip alynýar, ýagny ýer elipsoidi ýa-da sferoidi diýilýär.

Geoid käbir ýerlerde sferoidiň üstünden ýokarda ýerleşýär, käbir ýerlerde bolsa ondan pesde ýerleşýär, ýöne bu tapawutlanma  $\pm 150\text{m}$  uly däldir. Şonuň üçin hasaplamalarda bu tapawuda kän bir üns berilmeýär.

Belli bolşy ýaly ellipsoid ujy deň ölçegli gysylan töweregi göz önüne getirýär we şeýle häsiýete eýe bolýar, ýagny onuň her bir nokadyndan iki sany berilen gymyldamaýan  $F_1$  we  $F_2$  (fokuslara çenli) nokatlara çenli aralygyň jemi hemişelik sana deňdir.



1.2-nji surat

Ýer ellipsoidiniň görnüşi we möçberi, onyň ýarym oklarynyň uzynlygy we polýar gysylmalary bilen kesgitlenýär. Uly ýarym ok **a**-bilen belgilenýär, kiçi ýarym ok **b**-bilen belgilenýär, polýar gysylma  **$\alpha$** -bilen belgilenýär (1.2-nji surat).

Polýar gysylma diýip ýarym oklaryň tapawudynyň uly ýarym oka bolan gatnaşygyna aýdylýar we şeýle formula bilen aňladylýar:

$$\alpha = \frac{a-b}{a} = \frac{6378245m - 6356863m}{6378245m} = \frac{21382m}{6378245m} = \frac{1}{298.3m}; \quad (1.1)$$

Ellipsiň polýar gysylmalary ellipsiň töwerekden tapawutlanma derejesini görkezýär. Tapawutlanma dereje näçe uly bolsa, gysylma dereje hem şonça ulalýar.

Alymlar köp asyrlaryň dowamynda ýer sferoidiň möçberini birnäçe gezek kesgitleýdiler (1.1-njy tablisa). Şol ölçegleriň iň bir takygy diýilip F.N.Krasowskiniň hasaplamalary alynýar we 1946-njy ýylyň 7-nji Aprel aýynda öňki SSSR ministrler sowetiniň karary bilen tassyklanypdyr.

### Ýer sferoidiniň möçberiniň ölçegleri.

1.1-nji tablisa

Awtorlary	Ýyllar	Uly ýarym ok a. metr	Kiçi ýarym ok b. metr	$\alpha$ gysylma derejesi	Ýarym çärykde meridianda duganyň uzynlygy
Delambr	1800	6375653	6356564	1:334	10 000 000
Bessel	1841	6377397	6356079	1:299.2	10 000 856
Klark	1880	6378249	6356515	1:293.5	10 001 868
Heyford	1909	6378388	6356912	1:297.0	10 002 288
Krasowskiý	1940	6378245	6356863	1:298.3	10 002 138

Delambriň alan netijeleriniň taryhy ähmiýeti bardyr. Delambriň ölçän meridianynyň (Parižiň üstünden geçýän) bir çäryeginiň on milliondan bir bölegi metrleme düzgüninde uzynlyk birligi diýip kabul edilendir we ol bir metre deňdir.

Ýer ellipsoidiniň ýarym oklarynyň ( a we b) bahalarynyň şaryň radiusyndan tapawutlylygy 21 km töweregi bolanlygy üçin käbir geodeziýa işlerinde takyklyga seretmezden ýeriň görnüşini şar hökmünde alýarlar we onuň radiusyny 6371 km deň diýip hasap edýärler.

### 1.5. Plan, karta we profil.

Ýeriň ähli üstüni kiçeldilen görnüşde globusda, ýere meňzeş şaryň üstünde ýa-da çyzgyda, plan we karta görnüşinde aňladyp bolar. Globuslar düzgün boýunça diňe

okuw-görkezme esbap hökmünde ulanylýar. Sebäbi kiçijik globusda ýer üstüni we onuň relýefini düşnükli we takyk aňladyp bolmaýar. Ýeriň ölçegleriniň 1 million esse kiçeldilen görnüşini globusda ýerleşdirmek üçin diametri 6,4 m deň bolan globus gerek bolýar. Bu bolsa ulanmak üçin örän amatsyzdyr we esasanam onda inženerçilik meselelerini çözüp bolmaýandyr. Şol sebäpli inženerçilik maksatlary üçin tejribede plan we karta ulanylýar. Kartada esasan ýeriň ähli üsti ýa-da onuň ep-esli bölegi–tutuş materikler, ýurtlar, döwletler, welaýatlar, etraplar şekillendirilýär.

Geometriki nukdaý nazardan kartalaryň aýratynlygyna seredilende kartalar azda-kände ýer üstüniň ýoýulup aňladylan şekilleridir. Sebäbi ýeriň sferiki (güberçek) üstüni, ýagny gaty güberçek üsti kesişdirmän tekizlige ýazyp bolmaýşy ýaly azda-kände ýoýman, üýtgetmän tekizlige, karta kagyzyňa geçirip bolmaýar. Şonuň üçin karta düzülende dürli-dürli kartagrafiki proyeksiýalar (jisimden tekizlige ugradylýan şöhleler) ulanylýar. Kartagrafiki proyeksiýalaryň görnüşleri köpdür, emma bu proyeksiýalaryň her birine obýektiň şekliniň görnüşiniň ýa-da olaryň meýdanlarynyň gatnaşygynyň, ýa-da obýektleriň hem görnüsiniň, hem meýdanynyň ýoýulmagy häsiýetlidir.

Kartografiki proyeksiýalary almak üçin ilki bilen kesgitlenen matematiki kanunlar esasynda ellipsiň meridian we parallel torlaryny ýeňillik bilen tekizlige öwürmegiň netijesinde netijesinde kömekçi üste geçirilýär. Köp halatda kömekçi üsti diýip silindriň, konusyň ýa-da gorizontal tekizligiň üsti alynýar.

Şeýle usul bilen meridianalaryň we paralelleriň şekili alynan tekizlige ýeriň beýleki galan bölekleri geçirilýär.

Şeýlelikde ähli ýerleriň ýa-da onuň ep-esli böleginiň kanuny ýoýulmalar esasynda kiçeldilip tekizlikde görkezilen şekillerine karta diýilýär.

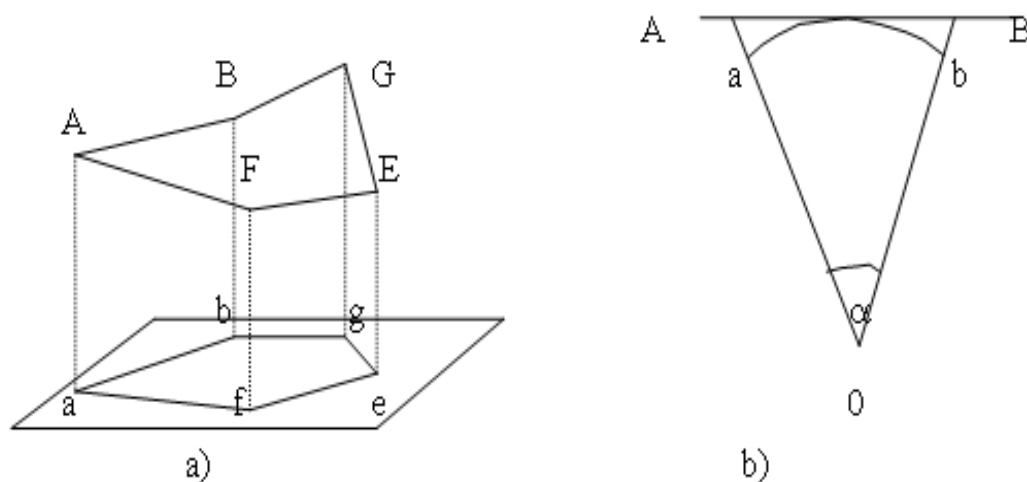
Kartanyň esasy aýratynlygy bir nokatdan başga bir nokada çenli ýa-da nokadyň töwereginde onuň masştabynyň kanuny üýtgemegidir. Bir ýa-da birnäçe çyzygyň uzaboýuna kartadaky masştaby globusyň masştabyna deň bolup,

hemişelik baha eýedir we ol karta düzmekde esas bolup hyzmat edýändir. Bu masştaba baş masştab diýilýär we kartada ýazylýar.

**Plan.** Eger-de karta düzmek üçin ýeriň nokatlary we çyzyklary ellips üste proyektirlenip soňra tekizlikde şekillendirilýän bolsa, onda plan gurmak üçin ýeriň nokatlary we çyzyklary gorizont al üste proyektirlenýär we belli bir san esse kiçeldilýär hem-de şekilleriň meňzeşligi saklanylýar.

Şeýlelikde plan diýip ýer böleginiň üstüniň gorizont proyeksiýasynyň kömegi bilen gorizont tekizlikde kiçeldilip meňzeş şekillendirilmegine aýdylýar.

Ýeriň güberçekligi sebäpli gorizont al üste we ellipsoidiň üstüne bolan proyeksiýalarynyň tapawudy uludyr. Plany uly ýer böleginde düzmek bolmaýar, şonyň üçin ýer üstüniň böleginiň gorizont goýumlarynda ýeriň güberçekligini hasaba almak zerurlygy aradan aýrylýar.



1.3-nji surat

Geçirilen barlaglaryň netijesinde radiusy 20 km bolan ýer bölegini inženerçilik maksatlar üçin ulanylanda güberçek ýer üsti tekizlik diýilip alynsa kân bir uly ýalňyşlyk bolmaýandygy ýüze çykaryldy.

Planda aralyklar, burçlar we sudurlaryň meýdanlary ýoýulmaýarlar we planyň masştaby onuň ähli bölekleri üçin deňdir. Planyň we kartanyň şeýle aratapawutlary bardyr:

1) Plan-ýer üstüniň böleginiň gorizontaý projeksiýasynyň tekizligiň üstündäki şekilleridir.

Karta-ähli ýer üstüniň ýa-da onuň esli böleginiň ýeriň güberçekligi göz önünde tutulyp alynan tekizlikdäki şekilleridir.

2) Planda aralyklar, burçlar we sudurlaryň meýdanlary ýoýulmaýarlar.

Kartada olaryň ýoýulmagy gutulgysyzdyr.

3) Planyň masştaby-hemişelik ululykdyr, kartanyň masştaby diňe bir nokatdan beýleki nokada çenli üýtgemän, eýsem ol bir nokadyň özünde şeýle hem dürli ugurlar boýunça üýtgeýändir.

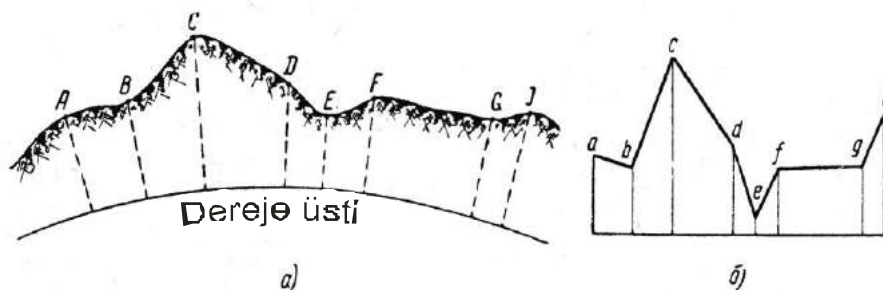
Planlar öz mazmunlary boýunça sudurly planlara, topografiki planlara we ýöriteleşdirilen planlara bölünýärler.

Sudurly planda sudurlaryň araçäkleri, ýerli sudurlar, ýagny derýalar, köller, ýollar, gurluşyk desgalary, oba hojalygyna ýaramly ýerler we ş.m. görkezilýär.

Topografiki planda sudurlardan başgada ýeriň relýefi hem görkezilýär.

Ýöriteleşdirilen planyň esasy mazmunyny sudurly we topografiki planlarda ýeterlikli derejede görkezilmedik maglumatlar düzýär. Mysal üçin ýer gurluşyk plany, toprak plany we ş.m.

**Profil**-bu berlen ugur boýunça ýer üstüniň wertikal kesiminiň kiçeldilen şekilidir (1.4-nji surat). Profiller hem geodeziki materiallara degişlidir.



1.4-nji surat

Ýer böleginiň profilini ýer üstüniň nokatlarynyň belentlik bahalary boýunça düzýärler. Profiller millimetre bölünen kagyzlarda düzülýär. Profiller ýollary, suwaryş ýaplary,

zeýkeşleri, turbaly geçirijileri we şuňa mañzeş ulgamlary gurmak üçin ulanylýar.

### **1.6. Planlary we kartalaryň masştabpary, olaryň görnüşleri we takyklygy.**

Plan we karta düzmek üçin ýerdäki geçirilen uzynlyk ölçegleriň netijelerini, ýer böleginiň ululygyna, olary plan we kartalarda şekillendirmäge edilýän talaplara we olaryň düzülmeginiň haýsy maksatlar üçin niýetlenşine baglylykda birnäçe ýüz esse ýa-da birnäçe mün esse kiçeldýärler. Sebäbi ýerdäki aralygyň gorizonta kesimini bolşy ýaly uzynlykda kagyza-çyzga geçirip bolmaýar. Şeýlelikde plandaky çyzygyň uzynlygynyň, şol çyzygyň ýerdäki gorizonta uzynlygyna bolan gatnaşygyna planyň masştaby diýilýär.

Kartalaryň masştabynyň tapawutlylygy, gorizonta goýuma derek ýerlerdäki aralyklaryň ellipsiň üstüne bolan proyeksiýalary alynýar.

Masştab şeýle formula bilen aňladylýar.

$$\frac{I}{M} = \frac{d(sm)}{D(sm)} \quad (1.2)$$

$d$  – plandaky çyzygyň uzynlygy(sm).

$D$  – şol çyzygyň ýerdäki gorizonta kesiminiň uzynlygy (sm).

$M$  – san masştabynyň maýdalawjysy

Başgaça aýdanymyzda masştab - ýerdäki çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygynyň kartada ýa-da planda näçe esse kiçeldilendigini görkezýän ululykdyr. Masştablaryň iki görnüşleri bardyr.

1. San masştaby.

2. Çyzykly masştab, ol hem öz gezeginde ikä bölünýär:

a) göni çyzykly masştab.

b) kese çyzykly masştab.

**San masştablary** drob görnüşinde aňladylýar. Onuň sanawjysy 1 deň bolup, maýdalawjysy bolsa bitin sanlar bolup, gorizonta kesimleriň kagyza näçe esse

kiçeldilendigini görkezýär. Ýa-da planda 1 santimetrde (sanawjyda) onuň ýeriň üstünde näçe santimetre deňdigini aňladýar (maýdalowjyda).

**Meselem:** 1:10, 1:100, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000 we s.m. ýa-da şeýle hem ýazylýar:

$$\frac{1}{10}; \frac{1}{100}; \frac{1}{500}; \frac{1}{1000}; \frac{1}{2000}; \frac{1}{10000};$$

Geodeziýada standart masştablar ulanylýar. Onuň maýdalawjysy adatça yzy nullar bilen tamamlanýan bütewi sanlardan durýar. San masştablary öz içinde şeýle bölünýär.

- |                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| a) Iri masştablar   | 1:10 - 1:10000     |
| b) Orta masştablar  | 1:10000–1:200000   |
| c) Ownuk masştablar | 1:200000–1:1000000 |

San masştablary planyň, profiliň, kartanyň ýüzünde görközilýär..

Köp halatda kartalaryň ýa-da planlaryň düşündiriş ýazgylarynda planyň 1 sm çyzgynyň ýerde näçe metre deňdigi görkezilýär. Mysal üçin: 1:10000 masştabda “1 santimetrde 100 metr bar” ýa-da 1:25000 masştabda “1 santimetrde 250 metr bar” diýen ýazgylar bilen görközilýär.

Bize belli bolan san masştablaryň kömegi bilen planda, kartada şeýle meseläni çözüp bolýar:

Kartanyň masştaby we onda D–harpy bilen bellenen ýerdäki çyzygyň uzynlygy belli bolsa, onda şol çyzygyň kartadaky d–uzunlygynyň bahasyny kesgitlep bolýar.

Mysal üçin: D=367 m; Masştab:1:5000; d-?

$$d = \frac{D}{M} \times 100 = \frac{367}{5000} \times 100 = 7,34 \text{ sm.}$$

2.Kartadaky, plandaky d–çyzygyň ölçenen bahasy boýunça, şol çyzygyň ýerdäki D–bahasyny kesgitlep bolýar.

Mysal üçin: d=4,6 sm; Masştab:1:10000; D-?

$$D = \frac{d \times M}{100} = \frac{4,6 \times 10000}{100} = 460 \text{ m.}$$

3.Planda, kartada we ýerde ölçenilýän çyzygyň uzynlygy belli bolsa, onda planyň , kartanyň masştabyny kesgitlep bolýar.

Mysal üçin: Ýerde çyzygyň uzynlygy 82,6 m, şol çyzyk planda 4,13sm., M-?

$$M = \frac{D}{d} \times 100 = \frac{82,6}{4,13} \times 100 = 2000$$

Şeýlelikde planyň masştaby 1:2000 deňdir.

4.Planda we ýerde ölçenilýän ýer böleginiň meýdany belli bolsa planyň masştabyny şu aşakdaky formula boýunça kesgitlep bolýar.

$$M = \sqrt{\frac{Sm^2}{Ssm^2}} \times 100 \quad (1.3)$$

**Bu ýerde:**

M- gözlenýän masştabyň maýdalawjysy.

S m<sup>2</sup> – ýer böleginiň belli bolan meýdany.

Ssm<sup>2</sup> – şol ýer böleginiň plandaky meýdany.

Mysal üçin: Planda ölçenilen meýdan s= 6 sm<sup>2</sup>, şol meýdan ýerde S=37.5 ga. Ýerdäki meýdan m<sup>2</sup> geçirilýär, ol S=37.5x10 000 = 375000 m<sup>2</sup> barabar bolsa, M-?

$$M = \sqrt{\frac{Sm^2}{Ssm^2}} \times 100 = \sqrt{\frac{375000}{6}} \times 100 = 25000$$

Şeýlelikde planyň masştaby 1:25000 deňdir.

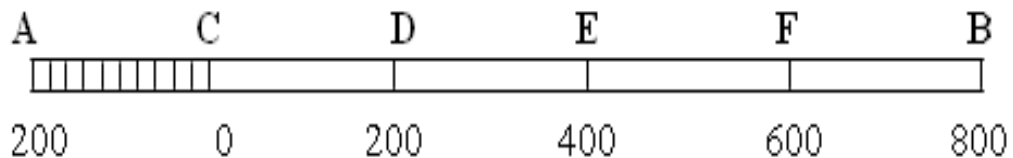
San masştablary ulanmak çylşyrymly däldir, emma tejribede masştabyň takyklygyny ýokarlandyrmak üçin çyzykly masştablara uly üns berilýär.

**Göni çyzykly masştablar** diagramma görnüşinde bolup onyň kömegi bilen mehaniki usulda ýerdäki uzynlygy karta ýa-da plana geçirip bolýar we tersine, kartadaky ýa-da plandaky uzynlygy ýere geçirip bolýar.

Çyzykly masştab şeýle gurylýar (1.5-nji surat): Göni çyzykdan 5-6 sany kesim 1 sm; 2 sm; ýa-da 2,5 sm ululykda

ýerleşdirilýär – oňa masşabyň esasy diýilýär. Şol kesimleriň uýy kese çyzyklar bilen belgilenýär. Ahyrky çep kesim 10 sany deň böleklere bölünýär, oňa çyzykly masşabyň kiçi bölekleri diýilýär we tutyş masşabyň degişli sanlary talaba laýyk ýazylýar.

Eger masşabyň esasy edilip 1 sm deň bolan kesimler alynan bolsa, onda 1:20000 masşabda her kesimiň bahasy 200 m. deň bolar.

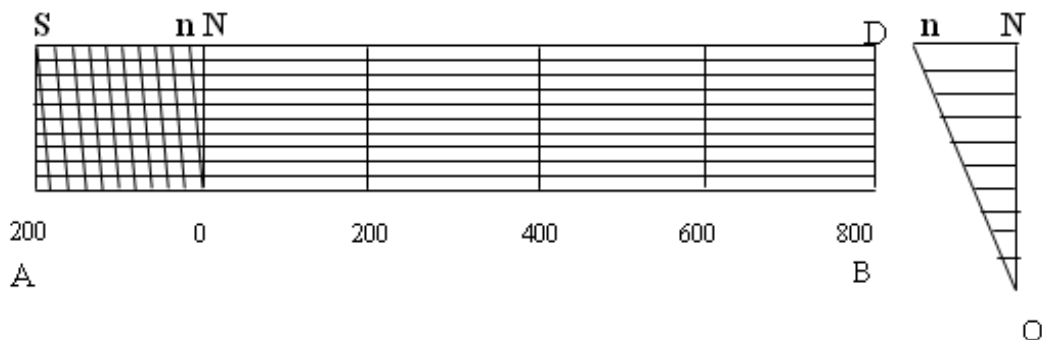


1.5-nji surat. Çyzykly masşab.

**Kese masşab diýip**—san masşablary we çyzykly masşablaryň grafiki görnüşde aňladylmagyna aýdylýar. Kese masşabyň takyklygy ýokarydyr.

Kese masşabda işlemek üçin ilki kese masşaby guramaly (1.6-njy surat).

Bir bölek çyzuw kagyzynda ölçegi 12x2,5 santimetr bolan göniburuçlygy gurmaly. Göniburuçlygyň AB we SD uzyn taraplary boýunça 2 santimetrlik bölekleri goýmaly. Soňra ahyrky çepde ýerleşen esasy AO we SN bölegi deň 10 bölege bölmeli we ýokarky hem-de aşaky nokatlar biri-biri bilen ýapgyt çyzyklar bilen birikdirilýär. Ol çyzyklara transwersal diýilýär.



1.6-njy surat (a.b). Kese masşab.

Transversalyň we parallel gorizontaň çyzyklaryň kömegi bilen masstäbyň iň bir kiçi derejesini, ýagny 1/100 böleginiň bahasyny kesgitlep bolar we onuň şeýle formulasy bardyr.

$$q = \frac{l}{mn} = \frac{l}{100} \quad (1.4)$$

**Bu ýerde:**

q - masstäbyň kiçi bahasy;

l - esasy bahasy;

n – esasyň gorizontaň kesimleriniň sany (10);

m - esasyň wertikaň kesimleriniň sany (10);

Mysal üçin 1:5000 masstäbda 284,5 metri aralygy goýmaly.

Bu masstäbda çyzgynyň ýüzündäki 1 santimetr ýerde 50 metre deň bolýar. Masstäbyň esasyň 2 santimetrik bölekleri bölünenligi sebäpli esasyň bir bölegi 100 metre deň bolýar. Keseligine kiçi bölekleriň her biri 10 metre, dikligine bolsa iň kiçi bölekler 1 metre deňdir. Masstäbyň takyklygy bolsa 0,5 metre deňdir. Şol sebäli 1:5000 masstäbda aralyklar goýulanda ähli ölçegleri 0,5 metre çenli tegelemek bolýar. Ilki ölçegiç (izmeritel) kese masstäbyň 2 esasyň alýarys. (200 metr), soňra çep tarapky iňňäni 8 kiçi bölege süýşirýäris (80 metr) we ölçegiji ýokarlygyna 4,5 bölek süýşürmeli (4,5 metr), bu ýagdaýda ölçegijiň çep iňňesi gyýalygyna sag iňňe dikligine süýşürmeli we iki iňňe hem bir ugurda ýatmaly.

2-nji mysal . 1:2000 masstäbda 96,80 metri goýmaly. Bu ýagdaýda çyzgydaky 1 santimetr ýerde 20 metre deň kese masstäbyň esasyň 1 bölegi 40 metre, kiçi bölekler-4 metre deň. Ölçegiji 1 bölek ýokary süýşirsek aralyk 0,4-metr ulalýar. Masstäbyň takyklygy 0,2 metr, ýagny aralyklar bu masstäbda goýulanda hemme ölçegleri onda dörde çenli tegelemek bolar. (0,2;0,4;0,6;0,8). Ölçegiç bilen kese masstäbyň 2 esasyň alýarys, (40x2) ol 80 metr bolýar. Ýene-de 16,80 metr galýar. Ölçegijiň çep iňňesini 4 kiçi bölek çep tarap süýşürýäris, ol (4x4) 16 metr bolýar. Ýene-de 0,80 metr galýar.ölçegijiň iki

iňnesi hem ýokarlygyna 2 bölek süýşürýäris (0,4x2) 0,80 metr; Şeýlelikde  $80+16+0,80=96,80$  metr alýarys.

Kese masştab özünüň belli bir artykmaçlyklaryna seretmezden adamyň gözünüň görüş mümkinçiliginiň çäginde ýokary takyklygy üpjün edip bilmeýär. Adamynyň gözünüň sirkulynyň ýiti ujyny planyň ýüzünde nokat bilen nokady, çyzyk bilen çyzygy birikdirende takmynan 0.1 mm takyklyk bilen gabatlamaga mümkinçiligi bardyr. Şol sebäpli hem planyň ýüzünde görkezilýän. Ýer üstünüň ownuk elementlerini (öwrümi, çykyndyny) 0.1 mm-den takyk görkezip bolýan däl. Şeýlelikde ýer üstünüň şekilleri plana geçirilende planda 0.1 mm gabat gelýän ýerdäki uzynlygyny görkezýän masştabyň takyklygyndan ugr alýarlar. Mysal üçin: 1:10000 masştabyň takyklygy 1 m, 1:50000 masştabyň takyklygy 5 m we ş.m.

### **Masştablaryň takyklygy**

1.2-nji tablisa

<b>San masşta blary</b>	<b>Masştab yň takyklygy, m</b>	<b>San masştab lary</b>	<b>Masştab yň takyklyg y, m</b>
1:1000	0.1	1:25000	2.5
1:2000	0.2	1:50000	5.0
1:5000	0.5	1:100000	10.0
1:10000	1.0	1:200000	20.0

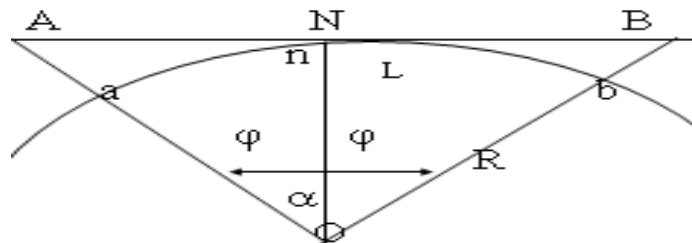
### **1.7 Ýeriň güberçekliginiň ölçeglere ýetirýän täsiri.**

Ýeriň güberçekliginiň ölçeglere ýetirýän täsirini kesgitlemek üçin, ilki bilen ýeriň görnüşi we onuň möçberleri hakyndaky maglumatlary bilmek zerurdyr. Ondan soňra ýer ellipsoidyny tekizlige, ýagny kartalara, planlara geçirmek üçin ulanylýan kartografiki proyeksiýalaryň dürli usullary bilen tanyş bolynmalydyr.

Kartografiki proyeksiýalaryň görnüşleri köpdür, emma bu proyeksiýalaryň her birinde obýektiň şekiliniň görnüşi ýa-da

onuň meýdanlarynyň gatnaşygy ýa-da obýektiň görnüşi we meýdany bilelikde ýoýulmaga häsiýetlidir.

Haýsy möçberdäki ýer böleginde ýeriň güberçekligini hasaba almagyň zerurlygynyň ýokdygyny anyklamak üçin  $R$  – radiusly  $aNb = L$  duganyň, güberçege degýän  $ANB$  tekizlik bilen tapawudyny kesgitleýäris (1.7-nji surat).



1.7-nji surat.

Getirilen 1.7-nji surata laýyklykda tapawut şeýle aňladylýar:

$$L - ANB = L - 2R \operatorname{tg} \varphi \quad (1.5)$$

Radiýan ölçeginde  $\varphi$  burçyň bahasy şeýle aňladylýar:

$$\varphi = \frac{L}{2R} \quad (1.6)$$

Matematikadan belli bolşy ýaly ony hatara dagydýarys.

$$\operatorname{Tg} \varphi = \varphi + \frac{1}{3} \varphi^3 + \dots \quad (1.7)$$

**onda:**

$$L - ANB = L - 2R \left\{ \frac{L}{2R} + \frac{1}{3} \left( \frac{L}{2R} \right)^3 + \dots \right\} \quad (1.8)$$

**ýa-da:**

$$L - ANB = \nabla = -\frac{L^3}{12R^2} \quad (1.9)$$

### Mysal üçin:

Eger-de ANB nokatlaryň uzynlygy 20 km deň bolsa onda alýarys:

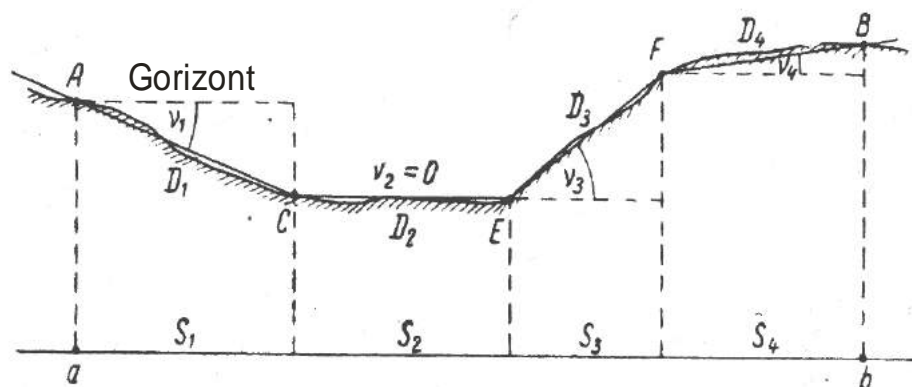
$$L - ANB = \nabla = -\frac{1}{12} \cdot 20000 \left( \frac{20}{6400} \right)^2 = -0.016m$$

ýagny 1.6 sm.

Şeýlelikde ýer üstüniň 20 kmx20 km=400 km<sup>2</sup>=40000 ga bölegi planda şekillendirilende ýeriň güberçekligini hasaba alman, ony tekizlik diýip hasapklamak mümkindir.

Ýer üstüni, ýeriň güberçekligini hasaba alman şekillendirmek geodeziki işleri has ýeňilleşdirýär. Bu bolsa uly bolmakdyk ýer böleklerini tekizlik görnüşinde kabul edilmeginiň esasy sebäbidir.

Ýeriň umumy güberçekliginden başgada biziň planetamyzyň üstünde nätekizlikler, ýagny beýiklikler we peslikler bardyr. Şol sebäpli hem ölçelýän aralyklary kagyz ýüzünde şekillendirmek üçin olaryň gorizont tekizlikdäki aralyklaryny almaly bolýar (1.8-nji surat).



1.8-nji surat.

AB egriniň gorizont aralygyny, birneme umumylaşdyryp ýerinde birnäçe böleklerden durýan döwürk çyzyklar görnüşinde AS=D<sub>1</sub>, SF=D<sub>2</sub>, FK=D<sub>3</sub>, KB=D<sub>4</sub> getirip bolýar. Bu aralyklary we eňňitlik burçlary ölçäp alarys:

$$ab = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 = D_1 \cdot \cos v_1 + D_2 \cdot \cos v_2 + D_3 \cdot \cos v_3 + D_4 \cdot \cos v_4$$

Her bir kesimiň gorizontaly aralygy şu aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar.

$$S = D \cdot \cos \nu \quad (1.10)$$

Ölçeğiň netijesinde hasaplanan d–derek eňňitlige  $\Delta D$  düzediş hem girizmek bolar, ýagny:

$$S = D - \Delta D \quad (1.11)$$

onda bu ýerden alýarys:

$$\Delta D = D - S \quad (1.12)$$

Bu deňlemä 1.10 formuladan d-nyň bahasyny goýup alýarys:

$$\Delta D = D - D \cdot \cos \nu = D(1 - \cos \nu) \quad (1.13)$$

**ýa–da:**

$$\Delta D = 2D \sin^2 \frac{\nu}{2} \quad (1.14)$$

$\Delta D$ -ni kesgitläp gorizontaly aralygy 1.11 formula boýunça hasaplaýarlar we  $\Delta D$  düzedişleri mydama ölçegiň netijesinden aýyryýarlar.

### **1.8 Oba hojalygy üçin niýetlenen planlarda, kartalarda ulanylýan şertli belgiler we olaryň görnüşleri.**

Kartalar we planlar ýer üstüniň gorizontaly proyeksiýasynyň şekili bolmak bilen, olarda ýerli zatlar we relýef takyk we düşüňikli bolar ýaly şekillendirilmelidir.

Ýerli zatlar diýilende: ýollar, ýaplar, köprüler, tokaýlar, derýalar, köller, batgalyklar, sürümli ýerler, köp ýyllyk agaçlar, öri ýerler, takyrlar, mellek ýerler, obalar we şuna meňzeş sudurlar, desgalar göz önünde tutulýar.

Ýer üstüniň relýefi diýip tebigy taýdan dörän ähli nätekizlikleriň toplumyna aýdylýar. Olara daglar, baýyrlar, peslikler, çöketlikler we şuna meňzeşler degişlidirler. Ýer üstüniň bölegine karta, plan düzülende masştabyna

baglylykda, onuň daşky sudury bir näçe esse kiçelýär we şol ýeri anyklamak kyn bolýar. Şol kartalaryň, planlaryň ýüzünde ähli ýerli zatlary, desgalary ýazmak mümkin däldir. Sebäbi köp desgalar biri-birine örän ýakyn ýerleşýärler. Şonuň üçin olaryň atlaryny kartada ýazyp ýerleşdirip bolmaýar. Kartalarda, planlarda ýerli zatlary, desgalary, we relýefi ýerleşdirmek we aňlatmak üçin kesgitlenen şertli belgiler ulanylýar.

**Şertli belgiler diýip** - ýerli zatlary we relýefi kartalarda we planlarda şekillendirmek üçin ulanylýan grafiki simwollara (belgilere) aýdylýar.

Şertli belgiler ýönekeý, grafiki ýerine ýetirilende owadan we düşnükli bolmalydyrlar. Kartalary we planlary okamak üçin olaryň şertli belgileri gowy öwrenilmelidir.

Ähli şertli belgiler 3 sany esasy toparlara bölünýärler:

1. Sudurly ýa-da masştably şertli belgiler.
2. Masştabsyz şertli belgiler.
3. Düşündiriş ýazgyly şertli belgiler.

**Sudurly şertli belgilerde** ýerli zatlaryň araçäkleri, sudurlary kartalarda, planlarda saklanylýar we berlen masştab boýunça olaryň möçberlerini kesgitlep bolýar. Şonuň üçin bu şertli belgilere - sudurly ýa-da masştably şertli belgiler diýilýär.

**Masştabsyz şertli belgiler** bilen halk hojalygynyň möhüm we gorag ähmiýetli obýektleri aňladylýar. Bu obýektlere: ýollar, elektrik geçiriji ulgamlar, telefon-aragatnaşyk ulgamlary, gaz geçiriji turbalar, geodeziki daýanç nokatlary, radio maýaklar, guýular, aýratyn duran bag agaçlary, araçäk belgileri, desgalary we ş.m. degişlidir. Bu belgiler şekillendirilýän zatlaryň meňzeşligini saklamaýar, ýöne onuň möçberini, ýerleşişini kesgitlemäge mümkinçilik döredýär. Haýsy obýektleri masştably, haýsybirini masştabsyz şertli belgiler bilen ýerleşdirmelidigini kartalaryň, planlaryň masştablaryna görä kesgitleýärler.

Düşündiriş ýazygyly şertli belgiler kartalarda we planlarda ýerli zatlara goşmaça häsiýetnama berýän höküminde hyzmat edýärler. Mysal üçin: «Kerp» - kerpiç

önümçiligini aňladýär, «çes» - çesmäni aňladýär we ş.m. Bu şertli belgiler hem 3 topara bölünýär: belgili, çyzykly we san görnüşli.

Mysal üçin belgiler bilen, tokaýyň sudury - tegelek çyzyklar bilen aňladylýar. Ýöne, ol tegelekler tokaý agaçlarynyň san bahalaryny aňlatmaýar. Şonuň üçin onuň ýanynda ýazgylar bilen – sorty (ýapraklylar, pürlüler), sanlar bilen – agaçlaryň ýaşy we beýikligi görkezilýär.

**Çyzykly** şertli belgiler bilen çyzyklar görnüşinde batgalyklar, zeýlän ýerler we ş.m. görküzilýär.

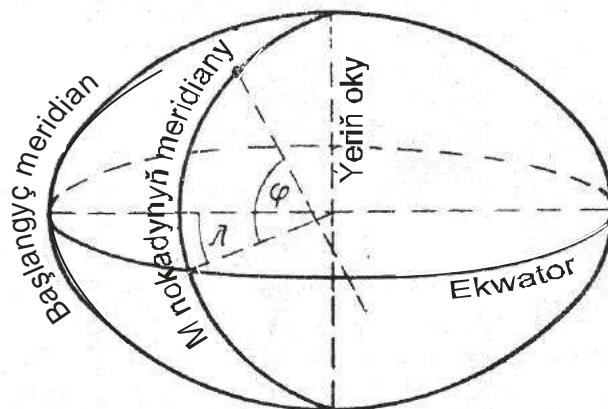
Şertli belgiler we düşündiriş ýazgylary kesgitlenen standartlar boýunça kartalarda ýerleşdirilýär.

### **1.9 Inženerçilik geodeziýasynda ulanylýan koordinatalar we olaryň görnüşleri.**

Koordinata diýip-ýer üstündäki ýa-da giňişlikdäki nokadyň ýagdaýyny anyklaýan ululyklara aýdylýar. Inženerçilik geodeziýasynda esasanam koordinatalaryň dört görnüşü ulanylýar.

1. Geografiki koordinatalary.
2. Polýar koordinatalary.
3. Tekiz göniburçly koordinatalary.
4. Zolakly koordinatalary.

**Geografiki koordinatalarda** ýeriň üstündäki nokatlaryň ýagdaýy burç ululyklary bilen, ýagny geografiki giňlik (şirota) we geografiki uzaklyk (dolgota) bilen anyklanylýar (1.9-njy surat).



1.9-njy surat.

$P_{dg}P_{go}$ -göni çyzyga polýuslar oky diýilýär. Ýer ellipsoidiniň merkezinden geçýän parallele **ekwotarial tekizlik** diýilýär, onuň ýer ellipsoidiniň üsti bilen kesişmecinden alnan çyzyga **ekwator** diýilýär.

**Geografiki giňlik** - diýip berlen nokadyň orta asma çyzygy bilen ekwatoryň arasyndaky  $\varphi$  (fi) burça aýdylýar. Geografiki giňlik ekwatoran demirgazyga we ekwatoran günorta tarapa hasaplanyp, ol  $0-90^0$  çenli üýtgeýär.

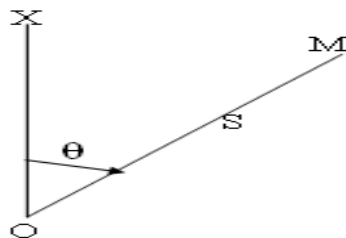
Demirgazyga (+) polojitel alamaty, günorta tarapa (-) otrisatel alamaty bilen alynýar.

**Geografiki uzaklyk** - diýip başlangyç meridian bilen berilen nokadyň üstünden geçýän meridianyň arasyndaky emele gelyän burça aýdylýar we ol ( $\lambda$ ) (lýamda) harpy bilen belgilenýär. Başlangyç meridian bolup Beýik Britaniýanyň London şäheriniň ýanynda ýerleşen Grinwiç obserwatoriýasynyň üstünden geçýän, **grinwiç meridiany** hyzmat edýär. Geografiki uzaklyk ekwatoryň radiusy boýunça ýa-da paralleliň dugasy boýunça gündogara we günbatara hasaplanýar. Olaryň bahalary  $0^0 - 180^0$  aralykda üýtgeýär. Gündogara (+) polojitel alamaty, günbatara bolsa (- otrisatel alamaty bilen alynýar).

Geografiki koordinatalar astronomiki garaýşyň netijesi boýunça kesgitlenýär hem-de graduslarda, minutlarda we sekuntlarda aňladylýar.

**Polýar koordinatalary** kiçiräk ýer böleginiň planlaryny we kartalaryny düzmek üçin ulanylýar.

Ýer üstündäki M nokadyň ýagdaýy (1.10-njy surat), baslangyç O polýus nokadyň we OX polýar okyna otnositellikde kesgitlenilýär. M nokat bilen O polýus nokady birikdirilip, wektoryň radiusy diýilýän S aralygy alynýar we OX polýar oky bilen OM çyzygyň arasyndaky  $\theta$ (tötte) burçy alynýar. Ol burça bolsa, nokadyň burç ýagdaýy diýilýär. Wektoryň radiusy we onuň burç bahasy polýar koordinatalardyr.

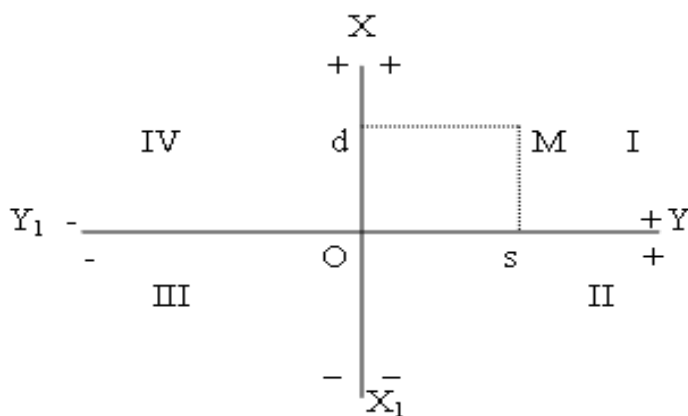


1.10-njy surat.

Bu iki bahalar ýer üstündäki nokadyň ýagdaýyny kesgitlemäge ýeterlikdir. Wektoryň radiusy metrde ölçenilýär, wektoryň ýagdaýynyň burç bahasy sagat diliniň ýörelgesi boýunça gradusda ( $0-360^0$ ) ölçenilýär.

Tekiz göniburçly koordinatalar diýip tekizlikde M nokadyň ýagdaýyny kesgitleýän absissa we ordinata çyzykly ululyklara aýdylýar (1.11-nji surat). Bu koordinatalar toplumyny, iki sany özara perpendikulýar çyzyklar düzýärler.

Olaryň kesişme (O) nokadyna koordinatanyň baslangyjy, göni çyzyklara bolsa koordinatalaryň oklary diýilýär.



1.11-nji surat.

Göniburçly koordinatalar düzgüninde meridian üçin absissa oky, ekwatoryň ugry bolsa ordinata oky hökmünde kabul edilendir.

Bu okalryň kesişme (O) nokady bolsa koordinatalaryň merkezi hökmünde kabul edilendir.

Absissa oky  $XX_1$  bilen, ordinata oky  $YY_1$  bilen belgilenýär.

Göniburçly koordinatalar düzgüninde tekizlikde islendik nokadyň ýagdaýy, koordinatalaryň başlangyç nokadyna

otnositellikde, koordinat oklaryndan gözlenýän nokada çenli bolan ýakyn aralyk boýunça kesgitlenýär.

Şeýlelikde M nokadyň ýagdaýy şu nokatdan koordinatalar okyna goýberilen  $M_s$  we  $M_d$  perpendikulýarlaryň - degislilikde  $O_s$  we  $O_d$  kesimlere deň bolan ululyklary bilen kesgitlenýär.

Koordinata oklary tekizligi dört bölege bölýärler, olara çäryekler diýilýär. Çäryekler I, II, III, IV sanlar bilen belgilenip, burçlaryň hasabaty bu düzgünde sagat ýörelgesiniň ugry boýunça alnyp barylýar.

Islendik nokadyň ýagdaýy (mysal üçin M) şu koordinatalarda olaryň  $+X_m$  we  $+Y_m$  koordinat bahalary boýunça kesgitlenýär.

**Absissa** oky (X) boýunça hasaplama ekwatordan polýuslara tarap ýöredilýär. Demirgazyk ugry polojitel (+), günorta ugry bolsa otrisatel (-) bahalary alýarlar.

**Ordinata** oky (Y) boýunça hasaplama merdiandan günbatara we gündogara tarap alnyp barylýar. Ol gündogar ugurda polojitel (+), günbatar ugurda otrisatel (-) bahalary alýarlar.

Nokadyň göniburçly koordinatalary şeýle formula boýunça hasaplanýar:

$$X_m = X_0 + \frac{L_x \cdot M}{100} \quad Y_m = Y_0 + \frac{L_y \cdot M}{100} \quad (1.15)$$

**Bu ýerde:**

$I_x; I_y$  - çyzgyjyň kömegi bilen plandan, kartadan alynýan aralyklar (sm.)

M - masştabyň maýdalawjysy.

$X_0; Y_0$  - başlangyç koordinatalar (m).

Mysal üçin: Masştaby 1:10000 planda başlangyç koordinatlar  $X_0 = 6000$  m.;  $Y_0 = 8000$  m.; Başlangyç koordinatalardan berilen M nokada çenli plandan ölçelip alynan aralyklar  $I_x = 3.6$  sm;  $I_y = 4.2$  sm. Onda berilen M nokadyň koordinatlary şu bahalary alar:

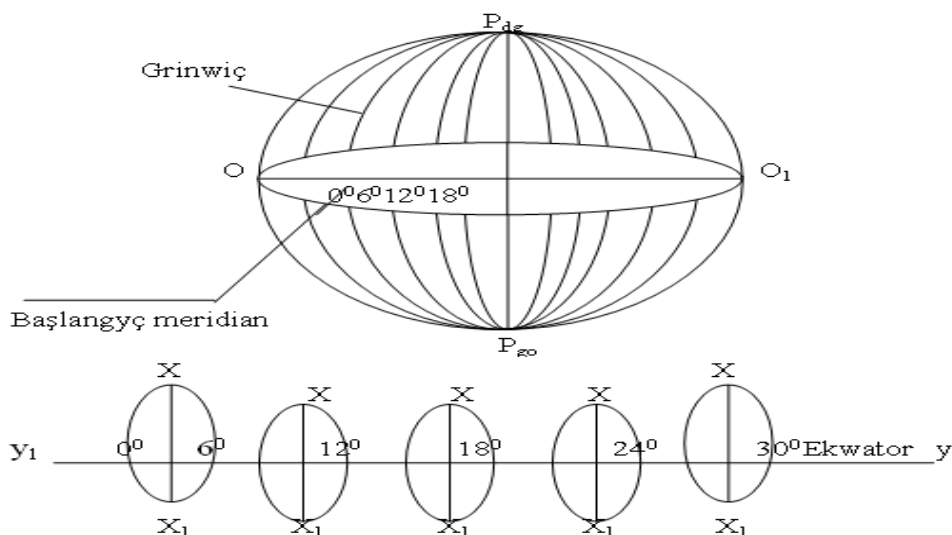
$$X_m = X_0 + \frac{L_x \cdot M}{100} = 6000 + \frac{3,6 \cdot 10000}{100} = 6000 + 360 = 6360m$$

$$Y_m = Y_0 + \frac{L_y \cdot M}{100} = 8000 + \frac{4,2 \cdot 10000}{100} = 8000 + 420 = 8420m$$

Ýokarda öwrenilip geçilen koordinatalar toplumynda diňe geografiki koordinatalar toplumy ýeriň ähli üstüne ýaýrandyr. Emma käbir tehniki meseleleri ýer güberçeginiň üstünde çözmegiň çylşyrymlylygy we ýer üstünde aralygy metrde kesgitlemek zerurlygy, geografiki koordinatalary bolsa gradus ölçeglerinde aňladylýandygy üçin bu koordinat toplumyny ulanmak kyn bolýär.

Geodeziki meseleleri tekiz göniburçly koordinatlarda has amatly çözüp bolýar. Emma bu düzgün kiçi ýer bölegi üçin niýetlenendir.

Ýer şarynda islendik nokadyň geografiki koordinatalary bilen şol nokadyň göniburçly koordinatalarynyň arabaglanşygyny kesgitlemek üçin **koordinatalaryň zolaklaýyn düzgünü** ulanylýar.



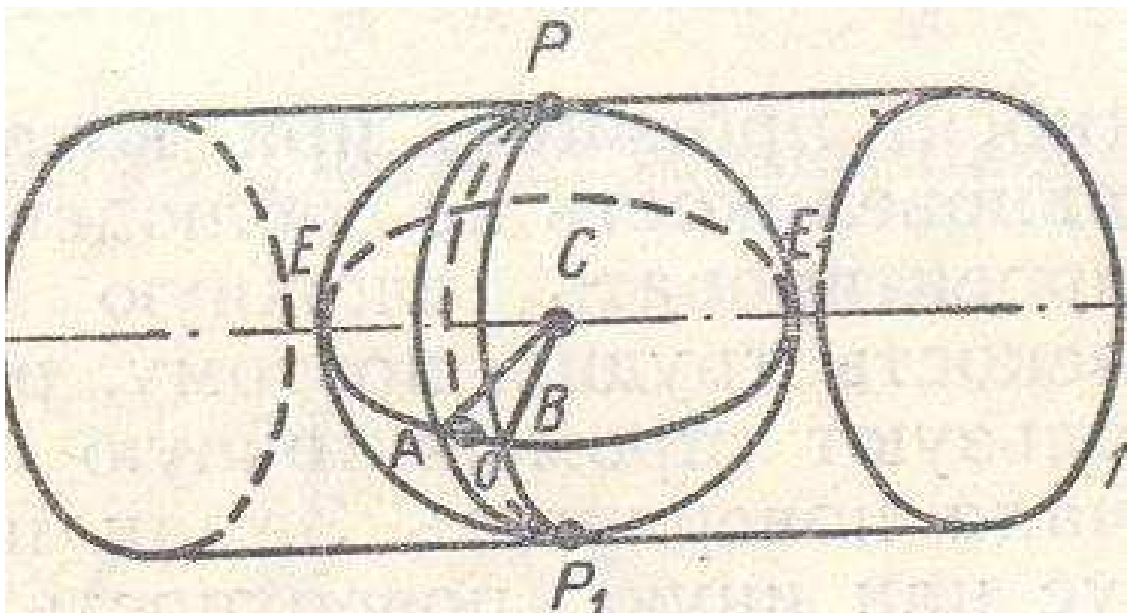
1.12-nji surat.

Koordinatalaryň zolaklaýyn düzgüninde (1.12-nji surat) ýer şarynyň üsti iki gyrasy meridianlar bilen çäklenen,

geografiki uzaklygy  $6^0$  deň bolan zolaklara bölünýär. Bu zolaklaryň ekwator boýunça giňligi takmynan 670 km deňdir. Ýer şaryny zolaklara bölmek başlangyç Grinwiç meridianyndan başlanýar.

Bu zolakly koordinatlary geodeziýa işlerinde ulanmak üçin kesgitli kanun esasynda, bu zolagyň üsti silindiriň gapdal üstüne proyektirlenýär we ýazylýar. Koordinatalaryň bu düzgüninde aralyk ýoýulmalary geodeziýa işlerinde rugsat berilýän ýoýulmalardan uly däldir. Her bir tekiz ýazgyn žolaklarda orta meridian we ekwator çyzyklary biri-birine perpendikulýar çyzyklar görnüşinde şekillendirilýär we olar şu zolakda göni burçly koordinatlaryň oklary hasaplanýar ( $X$   $X_1$  we  $Y$   $Y_1$ ). Bu oklaryň kesişme nokatlaryna koordinatlaryň başlangyjy diýilýär.

Koordinatalaryň  $X$  we  $Y$  alamatlary göniburçly koordinatalardaky ýaly, **absissa** demirgazyk tarapa (+) položitel, günorta tarapa (-) otrisatel, **ordinata** - gündogar tarapa (+) položitel, günbatar tarapa (-) otrisatel bahalara eýe bolýar.



1.13-nji surat.

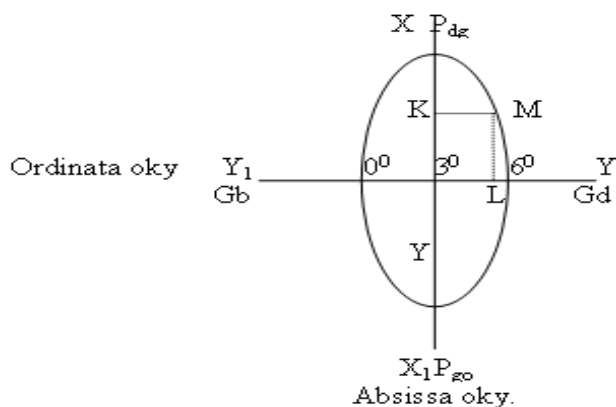
Bu koordinatalar düzgüninde islendik nokadyň ýerleşiş ýagdaýy şeýle kesgitlenýär:

Berilen nokatdan zolagyň orta meridianyna (okuna) goýberilen perpendikulýaryň ululygy şol nokadyň Y bahasydyr.

Berlen nokatdan merkezi meridianyň ugry boýunça ekwatora goýberilen perpendikulýaryň ululygy şol nokadyň (X) bahasydyr.

Suratda MK kesim M nokadyň ordinatasynyň bahasydyr (Y)

ML – kesim M nokadyň absissasynyň bahasydyr (X)



1.14-nji surat.

Bu düzgünde her bir zolagyň hususy koordinatalar oky we baslangyç koordinatalary bardyr.

Şeýle hem bu koordinata oklarynyň we koordinata başlangyçlarynyň özleriniň geografiki koordinatalary bardyr.

Ony şeýle formula bilen kesgitlep bolýar.

$$L_0 = 6^0 N - 3^0 \quad (1.16)$$

**Bu ýerde:**

$L_0$  - merkezi meridianyň geografiki uzaklygy.

$N$  - zolagyň tertip belgisi.

Bu formula esasynda geografiki koordinatalar bilen göni burçly koordinatalaryň arasyndaky arabaglanyşygy zolaklar boýunça kesgitlep bolýar.

Koordinatlaryň zolaklaýyn düzgüninde M nokadyň geografiki koordinatalary şeýle formula esasynda kesgитlenýär.

$$\varphi_m = \varphi_0 + (\varphi' : \xi) L_\varphi \quad (1.17)$$

$$\lambda_m = \lambda_0 + (\lambda' : d) L_\lambda$$

**Bu ýerde:**

$\varphi_0; \lambda_0$  – başlangyç geografiki koordinatalar.

$\varphi', \lambda'$  – başlangyç geografiki koordinatalaryň kiçi bölekleri.

$\varphi, d$  – geografiki koordinatalaryň kiçi bölekleriniň kartadaky aralyklary  $L_\varphi; L_\lambda$  – başlangyç koordinatlardan berilen nokada çenli kartadan ölçelip alynýan aralyklar (sm.).

**Mysal üçin:**  $\varphi_0=54^0 41'; \lambda_0=18^0 01'; \varphi'=60''; \lambda'=60'';$   
 $\varphi=3.6$  sm;  $d=2$  sm;  $L_\varphi=2.5$  sm;  $L_\lambda=0.3$  sm.

$$\varphi_m = 54^0 41' + (60'' : 3,6) 2,5 = 54^0 41' 41''$$

$$\lambda_m = 18^0 01' + (60'' : 2) 0,3 = 18^0 01' 09''$$

Koordinatalaryň zolaklaýyn düzgüniniň wajyp aýratynlygy, bu koordinatalar düzgünü halkara koordinatalar düzgünine öwrüldi we biziň ýurdumyzda 1932-nji ýyldan bäri ulanylyp gelinýär.

Türkmenistanyň territoriýasy demirgazyk ýarym şarda ýerlesenligi sebäpli, absissa oklarynyň bahasy položitelidir. Zolaklarda ordinatalaryň bahasy bolsa položitel we otrisatel bahalara deňdir. Bu ýagdaý hasaplama işlerini belli bir derejede kynlaşdyrýar. Şu kynçylygy aradan aýyrmak üçin ordinatalar okunyň zolak bahasy 0-nul diýip alynman 500 km deň diýip alynýar. Ýagny onuň bahasy hakykysyndan 500 km şertli gündogara süýşürilýär. Muňa şertli ordinata bahasy diýilýär.

### 1.10. Geodeziýada ulanylýan ölçeg birlikleri.

Geodeziýada uzynlyk ölçeg birligi höküminde metr kabul edilendir.  $0^0$  temperaturada uzynlygy 1 metre deň bolup, iridi platinadan 1889-njy ýylda ýasalan hasanyň birinji nusgasy Fransiýada, ölçegleriň Halkara býurosynda saklanýar. Soňrak onuň 34 sany takyk nusgasy şol metaldan ýasalyp, döwletleriň arasynda bije atylyp paýlanypdyr.

Burçlaryň ölçeg birligi hökmünde göni burçuň 90-dan bir bölegini (1:90) tutýan gradus kabul edilendir. 1 gradus 60 minuta deňdir ( $1^0 = 60'$ ); 1 minut öz gezeginde 60 sekunda deňdir ( $1' = 60''$ ). Daşary döwletleriň käbirlerinde burçlaryň ölçeg birligi hökmünde göni burçuň 100-den bir bölegine deň bolan (1:100) grad hem ulanylýandyr. 1 grad 100 grad minutyna deňdir. 1 grad minuty 100 grad sekuntyna bölünýändir.

Meýdan ölçeginiň birligi bolup, gektar hyzmat edýändigini we ol  $10000 \text{ m}^2$  deňdir. Kiçiräk ýer bölekleriniň meýdanyny metr kwadratlarda, örän ulularyny bolsa, kilometr kwadratlarda ölçeglyär ( $1 \text{ km}^2 = 100 \text{ ga}$ ).

## II Bap. Geodeziýa ölçegleri.

### 2.1 Geodeziýa ölçegleri barada umumy düşünje.

Geodeziýa, ylmy we amaly meseleleri çözmekde ölçegleri geçirmek we ýer üstünde ýa-da plan, karta materiallarda dürli geometriki görnüşleri gurmak bilen baglydyr.

Ölçeglerde aýratyn fiziki ululyklaryň möçberleri kesgitlenilýär (çyzygyň uzynlygy, ugurlaryň arasyndaky burçlar we başgalar), we olar kabul edilen birlikde sanlar görnüşinde aňladylýar, olara fiziki ululyklaryň bahasy ýa-da **ölçeğiň netijesi** diýilýär.

Dürli ýerlerde, dürli ölçeg serişdeleri bilen geçirilen geodeziýa ölçegleri, talap edilýän takyklygy berjaý etmelidir.

Geodeziýa ölçeg esbaplary bilen ölçegler geçirilende, ölçeg birlikleriň etalony maksimal derejede takyklygy saklamalydyr.

Inženerçilik- geodeziýa işlerde esasan iki fiziki ululyk ulanylýar. Olar **burçlary we uzaklygy** ölçemektir. Şu iki fiziki ululygyň üsti bilen soňra beýleki ölçegler we hasaplamalar geçirilýär. Olar meýdanlary ölçemek, belentligi ölçemek, göwrümi we möçberi ölçemek we ş.m.

Geodeziýada-**uzunlyk diýip** gorizonta ýa-da ýapgyt bolan göni aralyga, şeýle hem belentlige ýa-da beýiklige aýdylýar.

Desgalaryň ölçegleri geometriki görnüşi boýunça uzynlygy, giňligi, beýikligi, radiýusy, diametri we ş.m. fiziki ölçegler bilen tapawutlandyrylýar.

**Burç diýip**-nokadyň depesinden çykýan başlangyç we ahyrky söhleleriň arasyndaky öwrüme aýdylýar.

Möçberi bire deň diýip kabul edilen fiziki ululyga, şol ululygyň ölçeg birligi diýilýär.

Uzunlyk ölçeg birligi höküminde metr (M) kabul edilendir.

Tekiz burçuň ölçeg birligi diýip radian kabul edilýär. Radian diýip uzynlygy töweregiň radiýusyna deň bolan

dugadan gaýdýan iki radiýusyň arasyndaky burça aýdylýar ( $1 \text{ radian} = 57^0,3 = 3438' = 206265''$ ).

Ölçeg esbaplary ölçeg serişdeleri bolup fiziki ululygy berilen möçberde almaga niýetlenendir. Bu ölçeg serişdelere çyzgyçlar, ölçeg lentalary, planimetrler, dalnomerler, niwelirler, teodolitler we s.m. degişlidirler.

**Ölçegleriň bir bitewiligini üpjün etmek** üçin döwlet tarapyndan standart boýunça biri-biri bilen baglanyşykly düzgünnamalar, normatiwler (çäknamalar), talaplar toplumy işläp düzülýär. Bu düzgünnamalar boýunça ölçegleriň geçiriliş usullary we ölçeg takyklygyny üpjün etmegiň ýollary kesgitlenýär, we ölçeg serişdeleriniň takyklygyna gözegçilik edilýär. Bu barlaglary ýerine ýetiriji gurama döwletiň metrologiýa merkezi diýilýär.

## **2.2 Geodeziki ölçegleriň görnüşleri we guralyşy.**

Geodeziki ölçegler tehniki serişdeleriň kömegi bilen gerek bolan fiziki ululyklary tapmakdan durýandyr. Belli bolşy ýaly geodeziýada ölçenilen obýektiň ölçenişine baglylykda ölçegler esasanam çyzyklary we burçlary, şeýle hem fiziki ululyklary ölçemek ýaly toparlara bölünýärler.

**Çyzykly ölçeglere:** trangulýasiýa torlarynda bazisiň uzynlygyny, poligonometriýada çyzygyň uzynlygyny we başga çyzykly elementleriň uzynlygynyň ölçegleri degişlidir.

**Burç ölçeglerine-**gorizontal we wertikal burçlary ölçemek degişlidir.

**Fiziki ululyklaryň ölçeglerine-**howanyň temperaturasyny, basyşyny, çyglylygyny ölçemek degişlidir.

Islendik ululygy ölçemek şu aşakdakylardan ybaratdyr:

1. Ölçenilýän lulygyň ölçeniş usulyna baglylykda gönüden – göni we gytaklaýyn ölçegi bolýar.

2. Şol bir ululygyň ölçeniş sanyna baglylykda zerur we artykmaç ölçegleri bolýar.

3. Ölçemegiň şertiniň hemişelikligine baglylykda ölçegiň takyklygy- deň takykly we deň däl takykly bolýar.

**Göni ölçemek.** Geodeziki ölçegleriň ýönekeý görnüşi ýerinde göni ölçemek (Mysal üçin ölçeg lentasy bilen ýerde çyzygyň uzunlygyny ölçemek; teodolit bilen burçyň ululygyny ölçemek; niwelir bilen belentligi ölçemek) we ölçenilýän ululygy ölçegiň kabul edilen birliginde birmeňzeş ululyklar bilen göniden-göni deňeşdirmekdir. (Mysal üçin berilen aralygy, burçy ýerinde ölçeg lentasy we teodolit bilen ölçemek; berilen aralygy, burçy planda millimetrlere bölünen çyzgyç bilen ölçemek, kartada çyzylan ugurlaryň arasyndaky burçy transportiriň kömegi bilen ölçemek we ş.m).

Emma ýerinde göni ölçemek ähli halatda mümkin bolmaýar we maksada laýyk gelmeýär. Şonuň üçin aýratyn geodeziki meseleleri çözmekde kesgitlenilýän ululyklar we göni ölçeg ululyklaryň arabaglanşyklaryna esaslanan daşky (gytaklaýyn) ölçegler geçirilýär.

**Gytaklaýyn** ölçegler haýsy hem bolsa bir ululygy, başga bir ululygy ölçemek we formulalar boýunça hasaplamak ýoly bilen alynan ölçeglerdir. Meselem: üçburçlygyň iki A we B gorizonta burçlary ölçenen (2.1-nji surat), ýöne üçünji S burçy formula boýunça hasaplanyp alynýar.  $S = 180^0 - (A + B)$  Onda S burçuň hasaplanyp tapylan bahasy gytaklaýyn ölçege degişlidir.

Nokadyň beýikliginiň, ýanyna baryp bolmaýan çyzyklaryň uzunlygynyň trigonometriki usulda gönüden-göni ölçegler geçirilip tapylyşy gytaklaýyn ölçegleriň ýene-de bir mysalydyr.

Tekiz üçburçlygyň alty sany elementini tapmak üçin onuň üç sany elementini, ýagny iki sany burçynyň bahasyny we bir tarapynyň uzynlygyny, ýa-da iki tarapynyň uzynlygyny we olaryň arasyndaky burçyň bahasyny bilmek ýeterlikdir. Gerek bolan elementler esasy zerur bolan ölçegleriň sanlaryna degişlidir.

## 2.3 Ölçegleriň takyklygyna baha bermek we olardaky ýalňyşlyk.

Ölçegleriň haýsy bir şertlerde geçirilýändigine seretmezden, olarda ýalňyşlyk gutulgysyzdyr. Ýagny ölçenilýän ululygyň hakyky bahasyndan, ölçegiň netijesiniň tapawutlanmasy bardyr.

Ýalňyşmalar tapawudynyň esasy sebäpleri tehniki serişdeleriň kämilleşilmesi, ölçegiň görnüşine, daşky gurşawyň üýtgemesine, ölçenilýän obýektiň sanyna, ýerine ýetirijiniň hususy aýratynlygyna we бүтін ölçegi kesgitleýän beýleki şertlere baglydyr.

Ölçegleriň netijeleri, düzgün boýunça ölçegiň hakyky (x) bahasyndan tapawutlanýar. Ölçegleriň netijesiniň (a) we ölçenilýän ululygyň hakyky bahalarynyň arasyndaky tapawudyna hakyky ýalňyşlyk ýa-da absalýut ýalňyşlyk ( $\Delta$ ) diýilýär. Absalýut ýalňyşlyk, ölçenilýän ululygyň birliginde aňladylýar we şeýle formula bilen kesgitlenilýär.

$$\Delta = a - x \quad (2.2)$$

### **Bu ýer-de:**

a-ölçenip alynan baha,

x- ölçenilen ululygyň hakyky bahasy

Otnositel ýalňyşlyk absalýut ýalňyşlygyň ölçenilýän ululygyň hakyky bahasyna bolan gatnaşygy bilen aňladylýar.

$$C = \frac{\Delta}{x} \quad (2.3)$$

Otnositel ýalňyşlyk drob ýa-da % görnüşinde aňladylýar.

Mysal üçin:  $X = 400$  m, aralykda absalýut ýalňyşlyk  $\Delta = 0,20$  m bolsa otnositel ýalňyşlyk

$$C = \frac{0,20}{400} = \frac{1}{2000} \text{ da } 0,05 \%$$

Absalýut ýalňyslyk  $\Delta$  köp faktorlaryň bilelikdäki täsiriniň netijesi bolup, olaryň her biri ululygy we ugry boýunça ölçegiň ahyrky netijesine, şeýle hem onuň ýalňyslygyna täsir edýär. Şonuň üçin ölçegiň umumy ýalňyslygy aýratyn elementleriň bilelikdäki ýalňyslyklary, ýagny ýalňyslyklaryň gelip çykyşy boýunça **gural, hususy, dasky we metodiki** ýaly toparlary düzýär we şeýle formula bilen aňladylýar.

$$\Delta = \Delta_{um} + \Delta_{gur} + \Delta_{met} + \Delta_{hus} + \Delta_{teb} \quad (2.4)$$

### **Bu ýerde:**

$\Delta_{um}$ -umumy ýalňyslygyň bölegi bolup, ölçenilýän obýektiň aýratynlygyna baglydyr.

$\Delta_{gur}$ - gural ýalňyslygy bolup, tehniki serişdeleriň kämil bolmanlygy sebäpli döreýär. Gural ýalňyslygy-gurallaryň konstruksiýasyna we şkala gradurowkasynyň täsirleri netijesinde ýüze çykýar. Bu ýalňyslyklar gurallaryň näsazlygy ýa-da könelmegi netijesinde hem ýüze çykyp biler.

$\Delta_{met}$ - Metodiki ýalňyslyk teoriýa esasynda ölçegi amaly görnüşde ýerne ýetirmegiň netijesinde döreýär. Metodiki ýalňyslyklar - ölçeg sertleriniň üýtgemeleriniň kanuna laýyklygyny we birnäçe formulalaryň takmynandygyny göz önünde tutmazlykdan ýüze çykýar

$\Delta_{hus}$ - Hususy ýalňyslyk ýerne ýetirijiniň hususy aýratynlygyna we bilimine bagly bolup durýar. Meselem: gözegçiniň duýgy organlarynyň (göz we s.m.) pes bolmagy sebäp bolup biler.

$\Delta_{teb}$ - Ölçeg geçirilen döwründe tebigy gurşawyň täsiri netijesinde, dasky sredanyň üýtgäp durmagynda ýüze çykýar. Mysal üçin: howanyň temperaturasynyň, çyglylygyň, basyşyň üýtgemegi bilen baglanyşyklydyr.

Bu ýalňyslyklaryň her biri birnäçe sebäplere görä döreýär we ýüze çykys kanuna laýyklygy hem-de häsiýetleri boýunça üç topara bölünýärler.

1. Gödek ýalňyslyklar;
2. Yzygider ýalňyslyklar;
3. Tötenleýin ýalňyslyklar.

**Gödek ýalňyşlyklar** - köp ýagdaýlarda ýerine ýetirijiniň hüsgär dældiginiň netijesinde ýüze çykýar. Gödek ýalňyşlyklar diýip berilen ölçeg şertlerde garaşylýan ýalňyşlykdan has köp ýalňyşlyk goýberilen ýagdaýynda aýdylýar. Ol ýalňyşlyk ýerne ýetirijiniň, tehnik serişdeleriň nädogrylygyna we beýleki näsazlyklara üns berilmezligi ýa-da ýeterlik bilim derejesiniň bolmazlygy sebäbi döreýär. Gödek ýalňyşlyklar ölçegiň barlagynda ýüze çykarylýar we soňky hasaplamalardan aýrylýar. Şol maksat bilen ähli geodeziýa ölçegeleri barlag esasynda ýerne ýetirilýär. Bu ýalňyşlyklar gaýtadan ölçemek bilen ýüze çykarylýar we olar hakyky bahalary bilen çalşyrylýar.

Meselem: ölçegleriň içinde 107,60 m ýa-da 147,45 m bahalar bar - olar gödek ýalňyşlygyň bardygyny aňladýar, sebäbi ol ölçegleriň dowamynda çyzygyň üstünde goýulan lentanyň sanynyň ýalňyşmagyndan gelip çykýar we gaýtadan ölçemek bilen düzedilýär. Bu ýalňyşlyk, ýalňyşlyklar teoriýasynda öwrenilmeýär.

**Yzygider ýalňyşlyklar** - her ölçegiň netijesine kesgitlenen kanunlar boýunça girýär. Olar köplenç ölçeg gurallaryň nädogry görkezmesinden ýa-da birmeňzeş daşky sredanyň täsiri netijesinde ýüze çykýar.

Meselem: polat lentanyň kömegi bilen oň AB göni çyzygyň uzynlygy ölçenen, ol 123.53m deň. Ony ýene-de ýasama 10 metrlik ýüpiň kömegi bilen ölçäpdiler. Alnan netijeleri dürli bolupdyr.  $l(1)=125.4$  m;  $l(2)=125.8$  m;  $l(3)=125.6$  m we  $l(\text{orta})=125.8$  m.

Bu ölçegler boýunça gödek ýalňyşlyk ýok. Ýöne takmynan  $l(\text{orta})=125.8$  m ölçeg lentasynyň netijesi bilen 2m. tapawudy bar, bu bolsa hemişelik ýalňysyň bardygyny görkezýär.

Polat ölçeg lenta etalon diýip alynanda we ölçeg ýüpi bilen deňeşdirilende ýüpüň uzynlygy çyglylygyň netijesinde 0.15m artyk ölçäpdir. Ýüp bilen ölçenen göni çyzygyň uzynlygy seýle formula bilen hasaplanylýar.

$$l=l(\text{ölç})-0.15\frac{l}{h}=l_{\text{olc}}-0.15\frac{l_{\text{olc}}}{10}=125.8-0.15\frac{125.8}{10}=123.91 \text{ m}$$

T-30 teodalidiň dalnomeri bilen aralyk ölçegi  $d=100 \times L$  formula bilen kesgitlenilýär. Bu ýerde 100 dalnomeriň koýefisienti, L-reýkada dalnomeriň hasabaty. Eger-de dalnomeriň koýefisienti hakykatda 100-deň bolman 99,7 deň bolsa onda her ölçegiň nerijesinde  $\Delta=0,3 \times L$  ululykda azalýar. Eger-de  $L_1=50$  sm deň bolsa, ýalňyşlyk  $\Delta_1=15$  sm barabar bolýar. Eger-de  $L_2=150$  sm deň bolsa,  $\Delta_2=45$  sm barabar bolýar.

Eger-de ýalňyşlygyň döremeginiň tebigaty öwrenilen bolsa onda onuň täsirini ölçegiň netijesinden degişli düzediş berip aýryp bolýar. Muňa garamazdan yzygider ýalňyşlygy doly aýryp bolmaýar.

**Tötänleýin ýalňyşlyklar** tötänleýin häsiýete eýe bolýarlar we kesgitlenen matematiki kanunlara boýun egmezden ýüze çykýarlar.

Tötänleýin ýalňyşlyklar näçe uly bolsa olar hatarda şonçada azdyr.

Tötänleýin ýalňyşlyklar elmydama gutarnykly kiçi sanlardyr.

Tötänleýin ýalňyşlyklar položitel we otrisatel ýalňyşlyklar ýaly tiz -tiz duşýandyrlar.

Tötänleýin ýalňyşlyklar umumy ýalňyşlygyň bölümi bolup şol bir ululyk gaýtalanyp ölçenende, tötänleýin üýtgeýär. Mysal üçin ölçeg serişdesiniň görkezijileri hasaplananda temperaturanyň üýtgemegi sebäpli ölçegiň netijesini tegelemekde döreýär.

Tötänleýin ýalňyşlyklar öz häsiýetini şol bir ululyk yzygider ölçelende ýüze çykarýar we statistikanyň kanunlaryna boýun bolýar. Şonuň üçin bir ölçegde ýeketäk netije ( $l$ ) we onuň ( $\Delta$ ) gyşarmasy hakyky ( $X$ ) bahasy barada doly maglumat bermeýär. Tötänleýin ýalňyşlygyň möçberi hakynda ähli ölçegleriň gyşarmasynyň bitewiligi häsiýetnama berýär.

Tötänleýin ýalňyşlyk şeýle formula bilen kesgitlenilýär.

$$\Delta = X - L_{\text{ölç}} \quad \Delta_1 = X - l_1 \quad \Delta_2 = X - l_2 \quad \Delta_n = X - l_n \quad (2.5)$$

**Bu ýerde:**

X -hakyky baha

$l_1$ - ölçenen baha.

Ölçegleriň ähtimal bahasy şeýle fomula bilen hasaplanylýar.

$$L_o = \frac{l_1 + l_2 + l_3 + \dots + l_n}{\sum n} \quad (2.6)$$

**Bu ýerde:**

$l_1, l_n$ - ölçegleriň hatarlary;

n- ölçegiň sany.

Bir ölçegiň orta kwadrat ýalňyşlygy şu formula arkaly kesgitlenilýär.

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} \quad (2.7)$$

$$m = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}} \quad (2.8)$$

**Bu ýerde:**

n- ölçegleriň sany.

$$[\Delta^2] = \Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \dots + \Delta_n^2 \quad (2.9)$$

$\Delta_{1,2,n}$  -ölçeglerde ýalňyşlyklaryň görnüşleri boýunça goýberilen ýalňyşlyklar.

Ölçegiň netijesiniň ähtimal ulylykdan gyşarmasy.

$$V = L - L_0 \quad (2.10)$$

Ähtimal bahanyň orta kwadrat ýalňyşlygy.

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}} \quad (2.11)$$

Geodeziki ölçegleriň netijesiniň takyklygyna bir mysalyň üsti bilen seredip geçýäris.

20 metrlik polat lenta bilen aralyk 3 gezek ölçelipdir. Kesgitlemeli:

Aralygyň ähtimal bahasyny  
 Bir ölçgeiň orta kw. ýalňyşlygy.  
 Ähtimal bahanyň or7ta kw. ýalňyşlygy.  
 Ahyrky netijäniň otnositel ýalňyşlygy.  
 Tejribe işinde öň geçirilen ölçegleriň maglumatlary  
 ulanylýar.

**Mysal aşakdaky düzgün boýunça işlenilýär.**

2.1-nji tablisa

Ölçegler belgisi	Ölçegleriň netijesi L (m)	$V=L- L_o$	$V^2$
<b>1</b>	149,16	-3	9
<b>2</b>	149,23	+4	16
<b>3</b>	149,18	-1	1
<b><math>L_o</math></b>	149,19	$(v)=0$	$(v^2)=26$

Dogry alynan  $L_o$  jemi  $(v)=0$  ýa-da nola 0 ýakyn bolmaly.

$$L_o = 149,00 + \frac{0,16 + 0,23 + 0,18}{3} = 149,19m$$

3. Bir ölçgeiň orta kwadrat ýalňyşlygy.

$$m = \frac{\sqrt{(V^2)}}{n-1} = \frac{\sqrt{26}}{3-1} = \pm 3,6m$$

Ähtimal bahanyň orta kwadrat ýalňyşlygy.

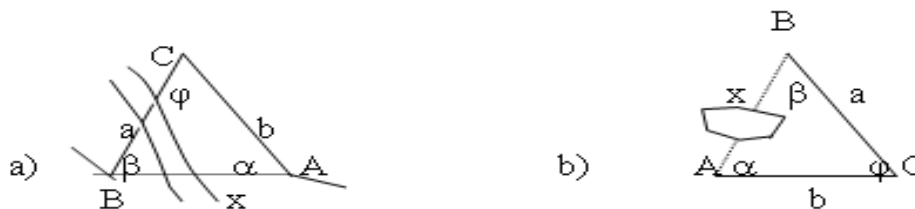
$$M = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{3,6}{\sqrt{3}} = \pm 2sm.$$

Ahyrky netijäniň otnositel ýalňyşlygy.

$$\frac{1}{N} = \frac{M}{L_o} = \frac{0,02}{149,19} = \frac{1}{7460}$$

## 2.4 Baryp bolmaýan aralyklary ölçemek.

Teodolit ýörelgesiniň ugrunda haýsy hem bolsa bir tarapy kä-bir sebäplere görä göniden-göni ýnyna baryp ölçäp bolmaýar ýa-da ýnyna baryp bolsada ýerli şertlere görä soralyan takyklykda ölçegi ýerine ýetirmek mümkin bolmaýar. Mysal üçin



2.2-nji surat.

BA= x tarapyň derýanyň üstünden geçýän bölegini kesgitlemeli bolsa, onda derýanyň kenarynda ölçemäge amatly bolan BC=a kömekçi aralyk saýlanyp alynýar. Saýlanyp alynan kömekçi aralygyň ahyrky nokatlary berk gazyjaklar bilen erde berkidilýär we ölçeg lentasy bilen ölçenýär. Kömekçi aralyga bazis aralygy hem diýilýär. Bazisiň uzynlygyndan başga üçburçlugyň ähli içki burçlary hem ölçenýär we şol maglumatlar boýunça ýanyna baryp bolmaýan aralyk sinuslar tereomasy esasynda kesgitlenýär.

Onuň üçin BC=a aralygy ( $a=120.45m.$ )  $\alpha$  we  $\varphi$  ( $74^{\circ}57'$ ,  $42^{\circ}02'$ ) burçlary ölçemeli, üçburçlugyň üçünji  $\beta$  burçy şeýle formula bilen kesgitläp bolýar.

$$\beta = 180^{\circ}00' - (\alpha - \varphi) \quad (2.12)$$

$$\beta = 180^{\circ}00' - (\alpha - \varphi) = 180^{\circ}00' - (74^{\circ}57' - 42^{\circ}02') = 63^{\circ}01'$$

Geçip bolmaýan X aralyk şeýle formulalar bilen kesgitlenýär:

$$X = \frac{a \sin \varphi}{\sin \alpha} \quad X = \frac{b \sin \varphi}{\sin \beta} \quad (2.13)$$

$$X = \frac{a \sin \varphi}{\sin \alpha} = \frac{120,45 \sin 42^{\circ}02'}{\sin 74^{\circ}57'} = 83,52m.$$

$$X = \frac{b \sin \varphi}{\sin \beta} = \frac{111,18 \sin 42^{\circ}02'}{\sin 63^{\circ}01'} = 83,52m. \quad (\text{barlagy})$$

Barlaglaryň netijesinden belli bolşy ýaly, ýanyna baryp ölçäp bolmaýan aralyk hasaplanyp çykarylanda, bazisiň (a) garşysynda ýatýan ( $\alpha$ ) burçyň ululygy  $90^0$  golaý bolanynda gowy netijäni berýär. Şonuň üçin, bazis saýlanyp alynanda, onuň garşysynda ýatýan burçyň mümkin boldugyça göni burça ýakyn bolmagyna çalyşmaly, ýöne onuň ululygynyň  $30^0$  kiçi bolmagyna ýol bermeli däl. Ölçeğiň netijesini barlamak we anyklamak üçin ýanyna baryp bolmaýan aralyk iki sapar, iki dürli bazisden kesgitlenýär.

Egerde ýerli şertler öňdäki päsgelçiliklerden aýlanyp geçmäge mümkinçilik berýän bolsa, mysal üçin C- nokadyň üstünden (a)we (b) ugrlar boýunça geçip bolsa, onda ol ugrlary (a,b), burçlary ( $\alpha, \beta$ ) we barlag üçin üçünji ( $\varphi$ ) burçy hem ölçäp bolar. Baryp bolmaýan  $AB=X$  aralyk şeýle formulalar bilen kesgitlenýär.

$$AB = X = a\cos\beta + b\cos\alpha \quad (2.14)$$

$$AB = X = a\cos\beta + b\cos\alpha = 120,45\cos 63^0 01' + 111,18\cos 74^0 57' = 83,52m$$

Barlag üçin hasaplamalary kosinuslar teoriýasy boýunça hem ýerine ýetirip bolýar.

$$AB = X = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab\cos\varphi} \quad (2.15)$$

$$\begin{aligned} AB = X &= \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab\cos\varphi} = \sqrt{120,45^2 + 111,18^2 - 2 \times 120,45 \times 111,18 \cos 42^0 02'} = \\ &= \sqrt{26869,19 - 19893,41} = \sqrt{6975,78} = 83,52m \end{aligned}$$

Baryp bolmaýan ugryň garşysyndaky ( $\varphi$ ) burça galtaşýan a we b taraplar biribirine deňçer bolanynda kosinuslar teoriýasy boýunça has takyk netijäni alyp bolýar.

### III Bap. Ýerde we planda ugurlary kesgitlemek

#### 3.1 Ýerde we planda ugurlary kesgitlemek.

Ýer üstünde şekili düşürilýän ýer böleginiň ýerleşiş ýagdaýyny kesgitlemek üçin, onuň gün ýagtylygy (demirgazyk, günorta, gündogar, günbatar) boýunça ýerleşişini kesgitlemeli.

Adatça planlaryň we kartalaryň gündogar we günbatar taraplaryny meridianlara paralellikde ýerleşdirýarler, şeýlelikde kartalaryň we planlaryň depesi demirgazyga ugrykdyrylandyr.

Şekili düşürilýän ýer bölegindäki çyzyklar biri-biri bilen özara baglydyr. Şol sebäpli ýer böleginiň umumy ýerleşiş ugryny kesgitlemek üçin şol çyzyklaryň iň bolmanda biriniň ugry meridiýan çyzyklaryna otnositellikde kesgitlenen burç boýunça ugrukdyrylmalydyr.

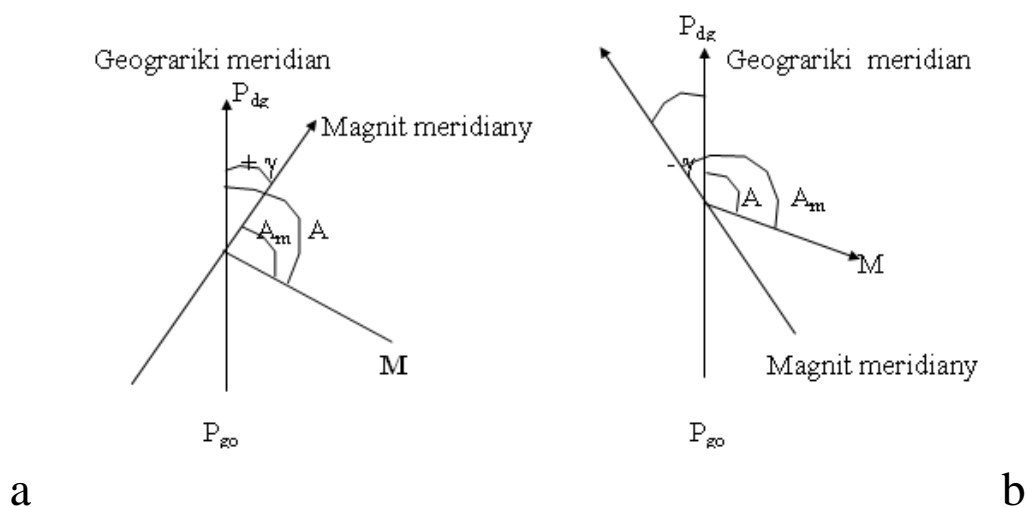
Şeýlelikde ugurlary kesgitlemek diýip, şol ugryň ýerdäki ýa-da kartardaky ýagdaýynyň başlangyç ugra baglylykdaky kesgitlenmegine aýdylýar.

Geodeziýada başlangyç ugur diýip - geografiki ugur (hakyky ugur) we magnit merdianyň ugry alynýar. Ýer üstünde berlen nokadyň, ýeriň aýlanma nokadynyň, demirgazyk polýusynyň we günorta polýusynyň üstünden geçýän tekizlik bilen kesişmeginde emele gelýän çyzyga geografiki ugur, başgaça aýdylanda hakyky merdianyň ugry diýilýär.

Berlen nokatdan geçýän hakyky meridianyň ugry astronomiki garaýşyň netijesi esasynda kesgitlenýär.

**Magnit meridiany diýip** - magnit peýkamlarynyň polýusyndan geçýän asma tekizligiň gorizonta tekizlik bilen kesismeginde emele gelýän çyzygna aýdylýar (3.1-nji surat). Hakyky (geografiki) meridian bilen magnit meridiany bir çyzykda ýatmaýarlar. Olaryň arasynda döreýän ( $\gamma$ ) burça magnit gyşarmasy diýilýar we ol gamma ( $\gamma$ ) harpy bilen belgilenýär. Eger-de magnit meridianyň demirgazyk ugry gündogar tarapa gyşarsa onda bu gyşarma,  $(+\gamma)$  položitel baha

bilen ýazylyp, gündogar gyşarma eýe bolýar. Eger-de şol berlen magnit meridianyň demirgazyk ugry günbatar tarapa gyşarsa onda  $(-\gamma)$  otrisatel baha bilen ýazylyp, günbatar gyşarma eýe bolýar.



3.1-nji surat.

Magnit peýkamynyň gyşarmasy her ýylda, hatda bir sutkanyň dowamynda hem üýtgäp bilýär. Barlagyň netijesinde - asyr boýunça, ýyl boýunça we sutka boýunça magnit gyşarmalar tapawutlandyrylýar. Magnit gyşarmalar her bir territoriýada gowy öwrenilendir we ol baradaky maglumatlar topografiki kartalarda görkezilýändir. Baslangyç ugra otnositellikde berilen ugryň ýagdaýy baslangyç ugru bilen berilen ugryň arasynda döreýän gorizonta burç bilen kesgitlenýär. Bu gorizonta burça ugry kesgitleýji burç ýa-da ugrukdyryjy burç diýilýär. Ugrukdyryjy burçlar öz gezeginde azimuta we rumba bölünýär.

### 3.2 Azimutlar.

Azimut diýip - meridianyň demirgazyk tarapyndan başlap sagat diliniň ýörelgesi boýunça ugrukdyrylýan çyzyga çenli bolan gorizonta burça aýdylýar. Azimut burçy  $0^0-360^0$  aralykda bolup bilýär. Eger-de ugrukdyrylýan çyzyk geografiki meridian baglylykda ugrukdyrylýan bolsa onda ol azimuta geografiki azimut ýa-da hakyky azimut diýilýär we  $A$  harpy bilen belgilenýär. Eger-de ugrukdyrylýan çyzyk magnit meridiany baglylykda ugrukdyrylýan bolsa onda oňa magnit

azimuty diýilýär we  $A_m$  harpy bilen belgilenýär. Çyzyklary ugrukdyrmak köp halatlarda geografiki (hakyky) meridiana baglylykda ýerine ýetirilýär, sebäbi magnit meridiany boýunça ugrukdyrylan ýer böleginiň plany wagtyň geçmegi bilen magnit gyşarmanyň üýtgemegi netijesinde, nädogry ugry görközmegi mümkindir. Emma geografiki meridianyň ugryny kesgitlemek köp çykdaýjylary we köp ölçeg usullary talap edýär. Şonuň üçin köp halatlarda inžener maksatlary üçin ýerler şekillendirilende ugrukdyrmalar magnit peýkamynyň kömegi bilen magnit meridiany boýunça ugrukdyrylýar.

Magnit gyşarmanyň ululygyny bilip we magnit azimuty kesgitlep hakyky azimuty şeýle formula bilen kesgitlep bolar:

$$\begin{aligned} A &= A_m + \gamma && (\text{günbatar gyşarma}) \\ A &= A_m - \gamma && (\text{gündogar gyşarma}) \end{aligned} \quad (3.1)$$

**Bu ýerde:**

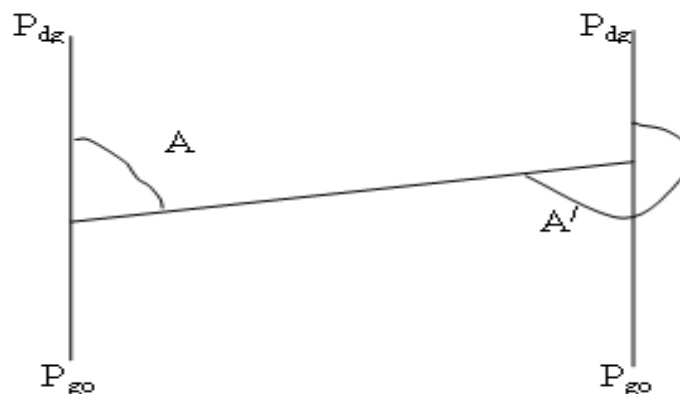
$\gamma$ -magnit gyşarma;

$A$ -hakyky azimut;

$A_m$ -magnit azimuty;

Geodeziýada göni we ters azimutlary apawutlandyrýarlar we olar şeýle formula bilen kesgitlenilýär (3.2-nji surat):

$$A' = A \pm 180^\circ \quad (3.2)$$

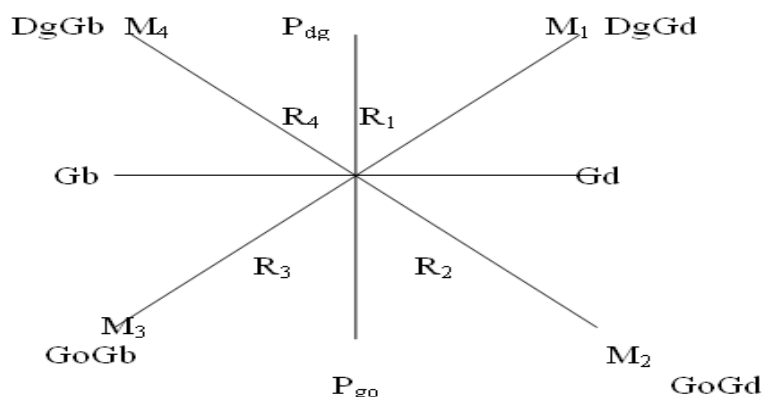


3.2-nji surat.

### 3.3 Rumblar.

**Rumb** diýip meridianyň ýakyn ugry bilen ugrukdyrylýan çyzygyň arasyndaky gorizonta burça aýdylýar (3.3-nji surat).

Rumbyň haýsy meridiana deguslidigine baglylykda olar hem hakyky rumb ýa-da magnit rumby bolyp bilýärler.



3.3-nji surat

Rumblar azimutlardan tapawutlylykda, olaryň burç hasplary demirgazyk we günorta ugurlardan alnyp barylýar we  $0^0$ - $90^0$  aralykda bolýarlar.

Rumblaryň burç bahalary ugurlar barada doly maglumaty bermeýärler. Çyzygyň ugruny doly kesgitlemek üçin, onuň burç bahasynyň ýanynda ýagtylygyň taraplary hem görkezilýär. Mysal üçin DgGd: $27^030'$

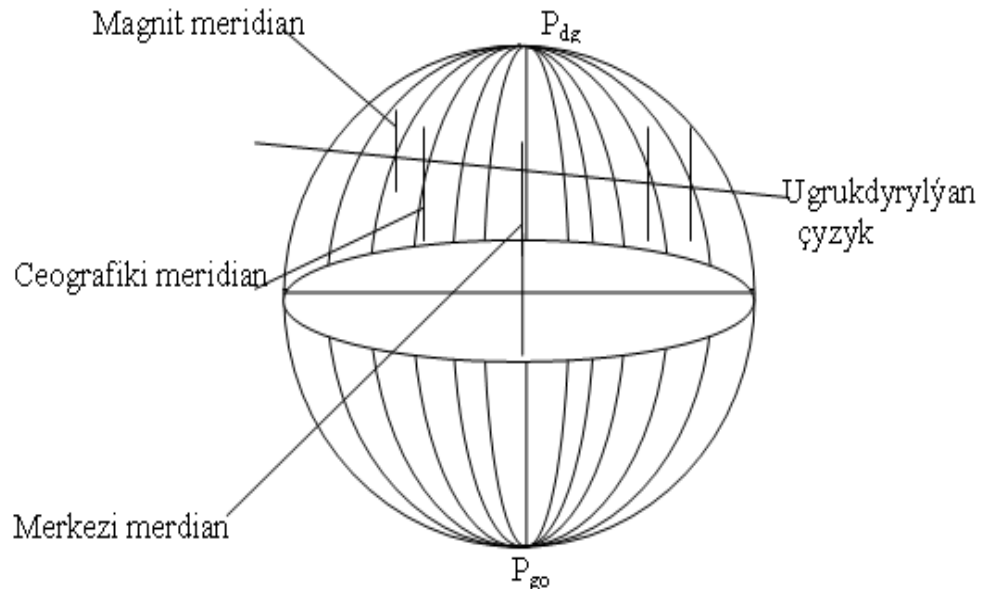
Rumblaryň we azimutlaryň arasyndaky ýönekeý geometriki arabaglanyşyklary kesgitlemek çylşyrymly däl.

Azimutlaryň belli bolan bahalarynyň üsti bilen rumblary kesgitlep bolýar we tersine rumblaryň belli bolan bahalary bilen azimutlaryň bahalaryny kesgitlep bolýar.

3.1-nji tablisa

Çärýek ler	Rumblaryň ugrlary	Azimutlar boýunça rumblary hasaplamak	Rumblar boýunça azimutlary hasaplamak
I	DgGd	$R_1 = A_1$	$A_1 = R_1$
II	GoGd	$R_2 = 180^0 - A_2$	$A_2 = 180^0 - R_2$
III	GoGb	$R_3 = A_3 - 180^0$	$A_3 = 180^0 + R_3$
IV	DgGb	$R_4 = 360^0 - A_4$	$A_4 = 360^0 - R_4$

**Direksion burçlar (ugrukdyryjy burçlar).** Zolaklaýyn koordinatalar düzgüni boýunça ýer şary  $3^0$  ýa-da  $6^0$  zolaklara bölünendir. Olaryň merkezi meridianlary, ýagny merkezi oklary boýunça şol zolaklara degişli islendik çyzgyň ugrukdyryjy burçlary kesgitlenilýär (3.4-nji surat).



3.4-nji surat

Magnit meridiany bilen geografiki meridianyň parallel bolmaýandygy üçin, ugrukdyrylýan çyzygyň ugrukdyryjy burçlary çyzygyň dürli nokatlarynda birmeňzeş däldir.

Şonuň üçin ugrukdyryjy burçy çyzygyň ähli nokatlary üçin bir meridiandan kesgitlense ýeňil boljak.

Merkezi meridian okunyň ýa-da oňa parallel bolan çyzygyň demirgazyk tarapyndan sagat diliniň ýörelgesi boýunça ugrukdyrylýan çyzyga çenli bolan gorizonta burça direksion burç diýilýär.

Direksion burçlar ugrukdyrylýan çyzygyň islendik nokatlarynda birmeňzeşdir. Şonuň üçin ähli mümkin bolan ýagdaýlarda çyzyklary ugrukdyrmak direksion burç bilen geçirilse amatly bolýar. Hakyky azimutyň we meridianlaryň ýakynlaşmasynyň üsti bilen direksion burçyň bahasy şu formula boýunça kesgitlenýär.

$$\alpha = A - \gamma \quad (3.3)$$

**Bu ýerde:**

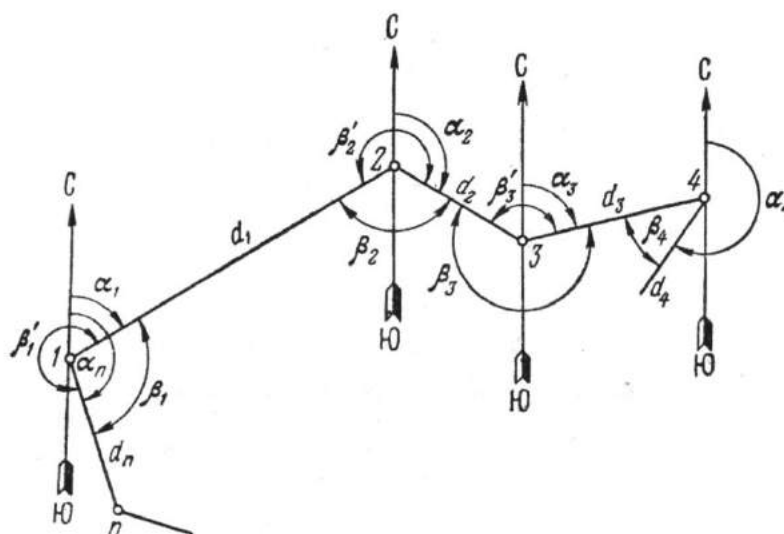
$\alpha$  -direksion burç.

A- azimut.

$\gamma$  - meridianlaryň ýakynlaşmasy.

Ugrukdyrylan ugryň azimutynyň, direksion burçynyň we rumbynyň arasynda arabaglanyşyklar bardyr (3.5-nji surat).

Eger-de ugrlaryň haýsy hem bolsa biriniň direksion burçy we şol ugrlardaky gorizonta burçlar belli bolsa, soňky ugrlaryň direksion burçlary şu aşakdaky formula bilen kesgitlenýär.



3.5-nji surat

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n \quad (3.4)$$

Ýagny, indiki çyzygyň direksion burçy  $\alpha_n$ , öňdäki çyzygyň direksion  $\alpha_{n-1}$  burçyna  $180^\circ$  goşulmagyna we ugruň sag tarapynda ýatan gorizonta burçyň aýrylmagyna deňdir.

Mysal üçin birinji nokatdan ikinji nokada gidýän çyzygyň direksion burçy belli bolsa, onda ikinji nokatdan üçünji nokada gidýän çyzygyň direksion burçy şeýle hasaplanylýar:

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_2;$$

Eger öňdäki direksion burçyň bahasynyň we  $180^\circ$  goşulmagynyň jemi, ugruň sag tarapynda ýatan aýrylmaly

burçyň bahasyndan kiçi bolsa, onda ol jemi  $360^0$  goşulýar. Ýokarda getirilen (3.4) formuladan kesgitlep bolýar.

$$\beta_n = \alpha_{n-1} + 180^0 - \alpha_n \quad (3.5)$$

Ýagny, bir ugurda ýatan iki çyzygyň arasynda ýatan gorizonta burç, bu çyzyklaryň direksion burçlarynyň tapawudyna  $180^0$  goşulmagyna deňdir.

Eger-de  $\alpha_{n-1} + 180^0$  jemi  $\alpha_n$  burçyň bahasyndan kiçi bolsa, onda  $360^0$  goşýarlar we soňunda  $\alpha_n$  burçuň bahasyny aýyryrlar.

Eger-de bir nokatdan çykýan iki çyzyklaryň direksion burçlary deňişlilikde  $\alpha_1$ -e we  $\alpha_n$ -e deň bolsa, onda bu çyzyklaryň arasyndaky gorizonta burç çyzyklaryň direksion burçlarynyň tapawudyna deňdir.

$$\beta_1 = \alpha_n - \alpha_1 \quad (3.6)$$

Eger-de berlen ugruň sag tarapyndaky dälde, çep tarapyndaky gorizonta burçlar ölçenen bolsa, ýagny  $\beta'_1, \beta'_2, \beta'_3$ , onda bu ýagdaýda:

$$\alpha_2 = \alpha_1 - 180^0 + \beta'_2$$

$$\alpha_3 = \alpha_2 - 180^0 + \beta'_3$$

**Şeýlelikde:**

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} - 180^0 + \beta'_n \quad (3.7)$$

Ýagny, indiki çyzygyň direksion burçy  $\alpha_n$ , öňdäki çyzygyň direksion burçyndan  $180^0$  aýyryp we oňa ugruň çep tarapyndaky gorizonta burçyň goşulmagyna deňdir.

Eger-de  $\alpha_{n-1} + \beta'_n$  burçlaryň jemi  $180^0$  -dan kiçi bolsa, onda oňa  $360^0$  goşýarlar.

Ýokarda getirilen (3.7) formula laýyklykda:

$$\beta'_n = (\alpha_n + 180^0) - \alpha_{n-1} \quad (3.8)$$

Eger-de  $\alpha_n + 180^\circ$  burçlaryň jemi,  $\alpha_{n-1}$  burçyň bahasynda kiçi bolsa, onda oňa  $360^\circ$  goşup, soňundan  $\alpha_{n-1}$  burçyň bahasyny aýyrýarlar.

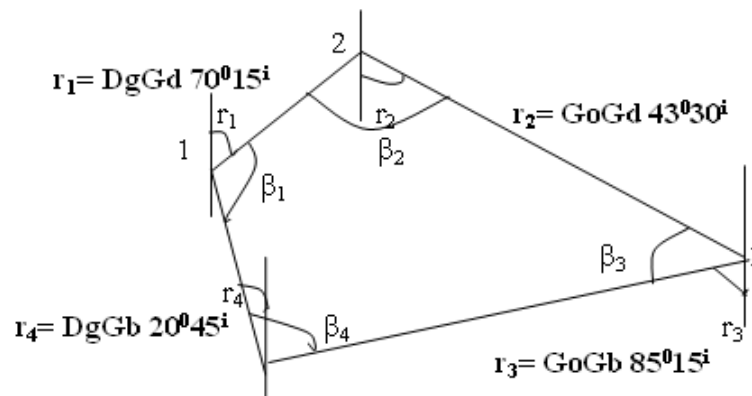
Ugurlaryň rumblary belli bolan ýagdaýynda içki gorizont burçlaryň kesgitlenilşi getirilen 3.6-njy surata laýyklykda aşakdaky mysalda görkezilýär.

$$B_1 = 180^\circ - (r_1 + r_4) = 180^\circ - (70^\circ 15' + 20^\circ 45') = 89^\circ 00'$$

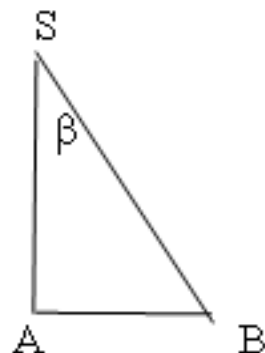
$$B_2 = r_1 + r_2 = 70^\circ 15' + 43^\circ 30' = 113^\circ 45'$$

$$B_3 = 180^\circ - (r_2 + r_3) = 180^\circ - (43^\circ 30' + 85^\circ 15') = 51^\circ 15'$$

$$B_4 = 180^\circ - (r_3 - r_4) = 180^\circ - (85^\circ 15' - 20^\circ 45') = 106^\circ 00'$$



3.6-njy surat



$$AB = AS \operatorname{tg} \beta \quad (2.1)$$

2.1-nji surat.

Islendik üçburçlygyň içki burçlaryny ölçemek üçin onuň iki burçyny anyklamak ýeterlikdir, üçünji burçy ölçemek bolsa artykmaçdyr. Ýöne artykmaç ölçegleriň bolmagy ölçegiň takyklygyny ýokarlandyrýandyr.

**Geodeziki ölçegleriň takyklygy** ulanylýan geodeziki gurallaryň takyklygyna, ölçemegiň usulyna, olaryň sanyna, ölçegiň geçirilişine we hünärmeniň tejribesine baglydyr.

Takyklygy boýunça ölçegler: deň we deň däl takykyklara bölünýärler.

Den takyky ölçegler birmeňzeş takykykdaky gurallar bilen, ýada takykygy boýunça deň, basga bir gurallar bilen, deň şertlerde alynan bahalardyr.

Eger-de bu şertleriň iň bolmanda biri üýtgeşe, onda ölçegiň netijesi deň takyky däl.

Ölçeg geçirmek şeýle hökmany elementleri öz içine alýar:

- ölçegiň netijesini häsiýetlendirýän obýektiň özboluşlylygyny (Mysal üçin möçberini);

- berilen birlikde ölçegiň netijesini almaga ukyply tehniki serişdeleri;

- Teoriýa taýdan esaslandyrylan amaly ýerine ýetirmek toplumyny we tehniki serişdeleriň usullaryny öz içine alýan ölçegiň görnüşlerini.

- ölçegi ýerine ýetirijini ýa-da guralyň hasabatyny alýany we netijesini kabul edýäni,

- ölçeg serişdeleriniň daşky gurşawyny.

Ýokardaky şertleriň toplumu, özara täsir edip **ölçeg şertlerini** döredýärler we olar ölçegiň ahyrky netijesini we takykygyny kesgitleýärler. Ölçegiň takykygyna onuň netijesiniň, ölçenilýän ululygyň hakyky bahasyna ýakynlaşma derejesi diýip düşünilýär. Ölçegiň netijesiniň hakyky bahadan gyşarmasyna ölçegiň ýalňyşlygy diýilýär. Ölçegiň netijesi ýokary takykykda bolanda, gyşarma kiçi bolýar we tersine, gyşarma uly bolsa takykyk pes bolýar.

**Gönüden-göni** ölçegleriň takykygy - ulanylýan geodeziki gurala, ölçegleriň usuly, daşky şertleriň ýagdaýyna we ýerine ýetirijiniň tejribesine baglydyr.

**Gytaklaýyn ölçegiň** takykygy, gönüden-göni ölçegleriň ululygynyň bahasyna hem-de kesgitlenýän ölçeg ululygynyň arasyndaky baglanyşygy kesgitleýän funksiýanyň görnüşine baglydyr.

Inženerçilik geodeziýada we topografiýada ulanylýan ölçeg gurallaryň takykygy esasy üç topara, ýagny ýokary takyky, takyky we tehniki takyky toparlara bölünýärler.

## **IV Bap. Topografiki kartalar.**

### **4.1 Topografiki kartalar barada düşünje.**

Topografiki kartalar ýer üstüni öwrenmäge, onda ugrlary kesgitlemäge, inženerçilik desgalary meýilleşdirilende we taslananda ölçeg işlerini geçirmäge halk hojalygy we goranmak ähmiýetli dürli çäreleri geçirmekde peýdalanmaga, hem-de ylmy-barlag häsiýetli meseleleri çözmäge niýetlenendir.

Topografiki kartalarda ýer üstüni esasy häsiýetlendirýän görnüşler we zatlar, ýagny: derýalar, köller, batgalyklar, gidrografiýa, ýollar, topraklaryň aýratyn görnüşleri (çägelikler, şor ýerler, takyrlar) ösümlük gatlaklary (tokaýçylyk, çöllik, sürümli ýerler), ilatly ýerler, ýerleriň nätekizlikleri (relýef, topografiýa), şeýle hem özüniň ähmiýeti boýunça möhüm zatlar, ýagny ýadygärlikler, kilometrleri görkezýän sütünler, köprüler, guýular, aýratyn duran agaçlar we ş.m. degişlidir.

Topografiki kartalardan edilýän esasy talap: kartalaryň masştabyna baglylykda ýerleriň häsiýetnamasyny dogry we takyk aňlatmakdyr.

Döwlet ähmiýetli topografiki kartalary 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000 we 1:100 000 masştablarda düzýärler.

Şeýle kartalary düzmek üçin ýerlerde 1:10 000-den 1:20 000 masştaba çenli şekillendirme geçirilýär.

Masştablary 1:200-den 1:10000-çenli bolan topografiki şekillendirmelere iri masştably şekillendirmeler diýilýärler we bu şekillendirmeler dürli kärhanalar, guramalar we edaralar tarapyndan özleriniň ýörite niýetlenen maksatlary üçin geçirilýär.

Masştaby 1:1 000 000- dan ownuk bolan topografiki kartalar geogarfiki ýa-da ýörite kartalar toparyna degişlidir.

Geografiki kartalar ähli ýer üstüniň ýa-da onyň bir böleginiň saýlanyp alynan proyeksiýalar boýunça kiçeldilip we umumylaşdyryp tekizlige geçirilen şekilidir.

Islendik masştably topokartalar birnäçe territoriýany öz içine alyp köp sanly list-kartalardan durýarlar.

Şonuň ýaly hem ähli listlerde şol bir masştab, şol bir aňladylýan relýefler we zatlar görkezilýär. Bu düzgün diňe geografiki topokartalarda saklanylýar.

#### **4.2 Topografiki kartalaryň düzümi bölekleri.**

Umumy geografiki kartalarda territoriýanyň fiziko-geografiki we sosiýal- ykdysady babatynda umumy häsiýetnamasy berilýär.

Umumy geografiki topokartalar üç böleklerden durýar: Matematiki esaslary, fiziki -geografiki we sosial - ykdysady bölekleri.

**Matematiki esaslaryna** kartografiki we kilometr torlary, kartanyň masştaby, kartanyň ramkasy, nomenklaturasy we daýanç nokatlary degişlidir.

Ellipsoidyň üstini trapesiýalara bölüp, biri-birine seplenilmedik ýagdaýynda bir tekizlige ýazyp bolmaýar. Bir tekizlikde ýeriň yzygider şekillerini kän üýtgetmän almak üçin kartografiýda aýratyn kartografiki proyeksiýalar ulanylýar.

Bu proyeksiýalaryň düýp mazmuny ellipsoidyň esasy çyzyklaryny kesgitlenen matematiki kanunlar esasynda tekizlige geçirmekdir, soňra beýleki nokatlary we sudurlary şol esasy çyzyklara baglylykda geçirmekdir.

**Fiziki -geografiki böleklere** gidrografiýa, ýer üstüniň relýefi, ösümlük we toprak gatlaklary, buzluklar, wulkanlar we ş.m. degişlidir.

**Sosial - ykdysady böleklere** ilatly ýerler, aragatnaşyk ýollary, aragatnaşyk we elektirik ulgamlary, senagat görkezijileri, administratiw merkezleri, araçäkler we ş.m. degişlidir.

### 4.3 Ýer üstüniň relýefi we onyň görnüşleri.

Ýer üstüniň relýefi diýip-tebigy tarapdan dörän nätekizlikleriň toplumyna aýdylýar. Bu nätekizliklere peslikler, tekiz daglar, daglar, baýyrlar, depeler, jarlar, käller we şuňa meňzeş ýerler degişlidir. Peslikler we tekiz daglar tekiz üsti göz önüne getirýär; daglar, baýyrlar we depeler güberçek üstden durýar; jarlar we käller uzalyp gidýän oý ýerlerdir.

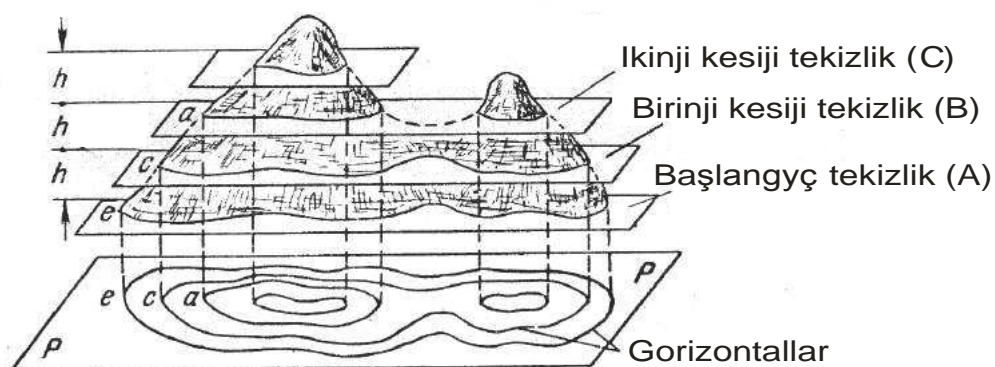
Ýer üstüniň dürli görnüşli relýefi bardyr. Relýefiň iň ýokary nokatlaryndan geçýän çyzykdan garşy taraplara ýagyş we ergin suwlaryň akmagyna suw bölüji çyzyk diýilýär.

Taraplary suw bölüji çyzyklar bilen çäklenen meýdana suw ýygnaýjy meýdanlar diýilýär.

Suw bölüji çyzyklary taslama işlerinde dogry kesgitlemek üçin kartadaky relýefleri dogry okamalydyr.

Topografiki kartalarda we planlarda ýer üstüniň relýefi gorizontallar bilen ýa-da belentlik derejesiniň san bahalary bilen aňladylýar.

Ýer üstüniň bir meňzeş belentlikdäki nokatlaryndan geçýän çyzyklara gorizontallar diýilýär (4.1-nji surat).



4.1-nji surat

Eger-de ýer üstüni parallel gorizont tekizliklere, beýikligi 10 m aralyk bilen bölüp, şol kesimleriň proyeksiýasyny gorizont tekizlige geçirsek, onda planda ýer üstüniň relýefiniň gorizontallar görnüşinde şekilini alarys. Gorizontallar beýikligi boýunça 10m. geçirilen. Şol geçirilen gorizontallara relýefiň kesiminiň beýikligi diýilýär ýa-da

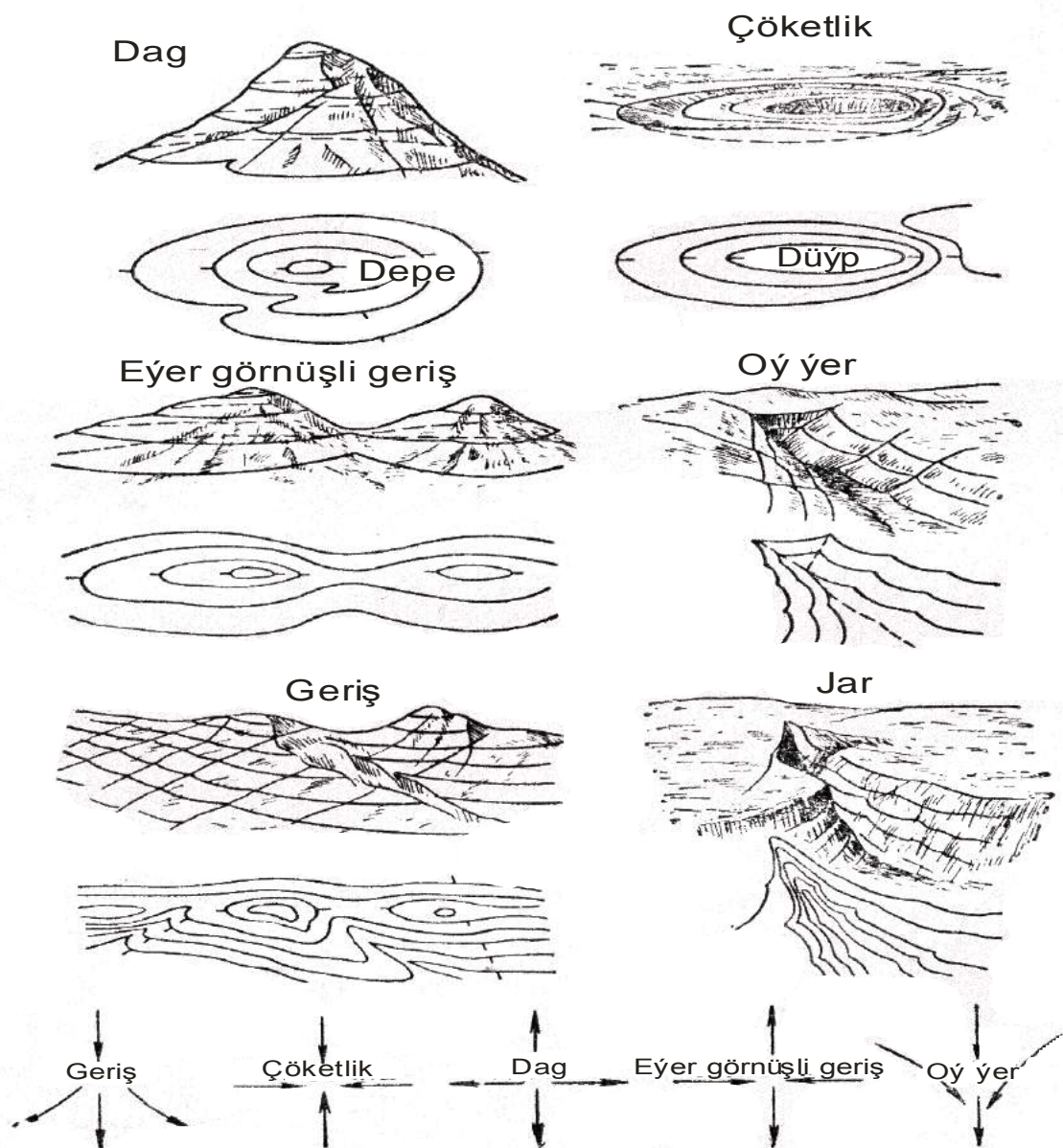
reljefiň kesimi diýilýär. Ýer üstüniň reljefiniň kesiminiň beýikligi (10m, 5m, 2.5m, 1m, 0.5m.) dine bir geçirilýän şekillendirmäniň masşabyna bagly bolman, eýsem ýer üstüniň reljefiniň çylşyrymlylygyna hem baglydyr.

Şonyň üçin hem ýer üstüniň häsiýetli görnüşdäki ýerlerini gorizontallaryň esasy kesimleri boýunça doly aňladyp bolmaýan bolsa, onda şeýle ýagdaýlarda beýikligi esasy kesimiň ýarysyna deň bolan ýarym gorizontallary geçirýärler. Käbir ýagdaýlarda esasy gorizontallaryň arasy kartada üç dört santimetr bolan ýagdaýlarynda kartanyň has gowy okalmagy üçin ýarym gorizontallary geçirýärler. Tekiz bolup ýatan tarp ýerli ýaýlalarda ýer üstüniň mikroreljefini (çukurjuklar, kiçiräk çöketlikler we aýratyn duran baýyrjyklar) kartalarda aňlatmak üçin ýarym gorizontallardan başga-da reljefiň bu aýratynlyklaryny görkezere ýaly kömekçi gorizontallary hem ulanýarlar.

Gorizontallar kartalara ýa-da planlara geçirilende reljef hakynda doly maglumaty bermelidir we sonuň bilen bir wagtda kartanyň ýa-da planyň ýüzüni gorizontallar bilen bulaşdyrmaly hem däl. Kartada ýa-da planda iki goňsy gorizontallaryň arasyndaky uzaklyga gorizontallaryň goýumy diýilýär. Gorizontallaryň belentlik bahalary reljefiň beýiklik kesiminiň ölçegi ýaly uýtgeýär.

Mysal üçin: Gorizontallaryň kesiminiň beýikligi  $h=2m$ . geçirilen bolsa, onda gorizontallaryň belentlik bahalary  $H=30m, 32m, 34m$ , we ş.m. Eger-de  $h=10m$ . bolsa onda  $H=30m, 40m, 50m, 60m$ , we ş.m.

Gorizontallaryň goýumy ýapgytlygyň uçutlygyna häsiýetnama berýär. Uçut ýapgytlyklarda gorizontallaryň goýumy biri birine ýakynlaşýarlar. Diýmek gorizontallaryň goýumy näçe golaý bolsa ýapgytlyklaryň şonça uçutdygyny aňladýandyr. Gorizontallar biri –biri bilen hiç wagt kesişmeýärler, sebäbi olar dürli belentliklerdäki tekizliklerde ýatýarlar. Gorizontallary ýeňil okamak, düşünmek we belentlikleri pesliklerden aňsat tapawutlandyrmak üçin gorizontallarda ýapgytlyklaryň ugryny aňladýan bergştrihler goýulýar. Bergştrihler ýapgytlygyň ugryny görkezýär.



4.2-nji surat

Gorizontallaryň san ýazgysynyň ýokarysy beýikligiň ugruna tarap goýulup ýazylýar. Gorizontallary, olaryň belentlik bahalaryny we bergstrihlerini goňur reňkli tuşgalam bilen geçirýärler.

Okamak ýeňil bolar ýaly belentlik bahalary tegelek sanlary bolan gorizontallary iki esse ýogun çyzyklar bilen geçirýärler. Relyefiň beýik görnüşlerine-daglar, baýyrlar, gerişler degişlidir. Töweregi gurşap alýan ýerlerde 200m çenli bolan belentliklere depeler, baýyrlar diýilýär, eger-de belentlikler 200 m uly bolsa, onda olara daglar diýilýär.

Daglaryň ýa-da baýyrlaryň iň belent bölegine, olaryň depesi diýilýär (4.2-nji surat).

Daglaryň, baýyrlaryň depesinden pese garşy ýapgytlyklar gaýdýarlar. Ýapgytlyklaryň gutarýan ýerlerine ýolaryň etegi ýa-da düýbi diýilýär. Ýapyk gorizontallarda bergstrihler dasyna, ýagny ýapgytlygyň düýbüne ugrukdyrylsa, onda olar daglary we baýyrlary aňladýarlar. Belentligiň süýndirilen görnüşine giň diýilýär.

Daglaryň, baýyrlaryň depesinden uzaboýuna gidýän çyzyga suw bölüji gerş diýilýär. Gerşden pese garşy eňňitlikler gaýdýarlar.

Içi oýuk görnüşli relýefe gazan görnüşli oýlyklar, pes yap görnüşli oýuklara -jarlar, jülgeler degişlidir.

Içi oýuk görnüşli relýefde gorizontallardaky bergstrihleriň ugry gorizontallaryň içine, oýuk tarapyna gönükdirlendir.

Ýer üstünde çuňluklarda ýerleşýän peslige oýlar ýa-da çukurlar diýilýär, olaryň iň çuň ýerine düýbi diýilýär. Oýlugyň ýokarky gyrasyna gaşy diýilýär. Oýluklar hem daglar ýaly ýapyk gorizontallar bilen aňladylýar.

Jülgeler, köwler, jarlar, depeler ýeriň relýefiniň süýndirilen we ahyr soňy açyk bolan peslik, oýluk, çuňlaşdyrylan görnüsleridir. Bu oýluk ýerler häsiýetnamasyna we ölçeglerine laýyklykda ýokarda agzalan atlaryň birine eýe bolýarlar. Mysal üçin: dar bolan, kenarlary opurylan pesliklere-jarlar diýilýär.

Ähli peslik ýerleriň ýapgytlygy, eňňitligi, düýbi biri-birinden tapawutlydyr. Planlarda, kartalarda köwler, jarlar, jülgeler açyk gorizontallar bilen aňladylýandyr we bergstrihleriň ugry gorizontallaryň içine gönükdirilýändir.

Kartalarda jarlaryň iki gyralary mele reňkli, dis görnüşli strihler bilen aňladylýar.

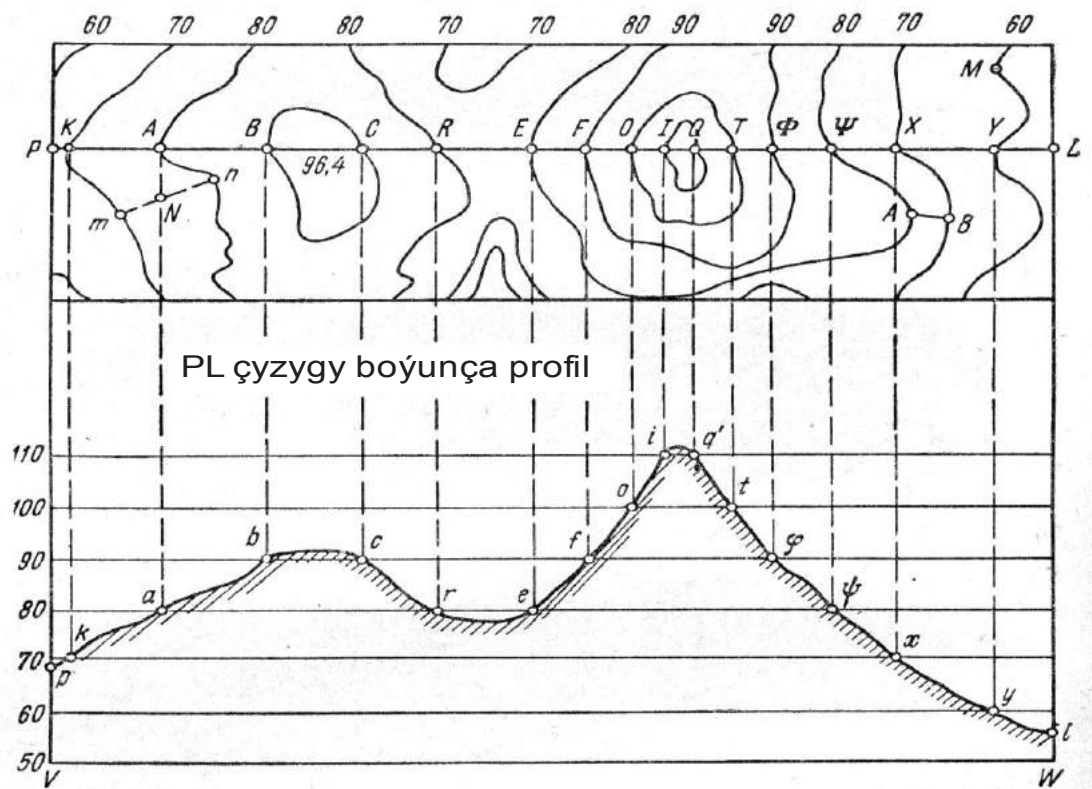
Eýer görnüşli gerşler iki goňşy beýik depeleriň arasyndaky meýdançalardyr. Ol meýdançalar haýsy hem bolsa bir gerşde oturýarlar. Eýer görnüşli gerşden iki kese gapdala pes köwler gidýär.

## 4.4 Gorizontallar boýunça planda, kartada çözülýän meseleler.

### 4.4.1 Nokatlaryň belentlik bahalaryny kesgitlemek.

Ýerleriň relýefi şekillendirilen planlar, meliorativ desgalaryň gurluşygynda we taslamasynda ýüze çykýan meseleleri çözmäge, topragyň erroziýasyna garşy çäreleri geçirmäge we ýerleri tygşytly ulanmakda ýüze çykýan köp meseleleri çözmäge ýardam berýär (4.3-nji surat).

Mysal üçin M nokadyň belentlik bahasyny  $H_m$  kesgitlemek üçin (4.3-nji surat) bu nokadyň üstünden geçýän gorizontalyň bahasyny kesgitlemek zerurdyr (mysalda onyň bahasy 60 metr deňdir).



4.3-nji surat

Egerde, N nokat gorizontallaryň arasynda ýatan bolsa, onda onyň belentlik bahasyny  $H_N$  kesgitlemek üçin onuň üstünden iki goňşy gorizontallara mn perpendikulýary geçirýärler we N nokadyň m nokatdan näçe beýikdigini  $\Delta h$  kesgitleýärler.

$$\Delta h = h (d^1:d) \quad (4.1)$$

Bu gatnaşykda :

h- relýefiň kesiminiň bahasy,

$d^1$ - mN aralyk,

d – mn aralyk,

Onda N nokadyň belentlik bahasy şeýle görnüşde kesgitlner:

$$H_N = H_m + \Delta h \quad (4.2)$$

**Bu ýerde:**

$H_m$  – m nokadyň belentlik bahasy.

#### **4.4.2. Berilen ugr boýunça profil gurmak.**

PL çyzyk boýunça profil gurmak üçin (4.3-nji surat) ondan belli bir daşlykda oňa parallel bolan VW göni çyzygy geçirýärler we ondan ýokorda biri birinden deň aralykda ýene-de birnäçe parallel çyzyklary geçirýärler. Bu aralyklary profil düzülýän plandaky, kartadaky relýefiň kesimine deň diýip alýarlar. Soňra plandan PL göni çyzygyň gorizontallar bilen kesişýän hemme nokatlary degişli gönüler bilen ortogonal taslaýarlar. Mysal üçin belentlik bahasy 70m. deň bolan K nokady 70m.belentlik bahasy bilen göni çyzyga taslaýarlar. p, k, a, b, ....., l, nokatlary birikdirip pl ýer üstüniň profilini alarys. Eger-de, profil düzülýän ugr topografiki kartada birnäçe ýakyn ýerleşýän gorizontallary kesip geçýän bolsa (mysal üçin daglyk ýerlerde), onda profile häsiýetlişik nokatlary görközýän gorizontallary ulanyp gysgaldylan profilleri gurulýar.

### 4.4.3. Eňňitligi kesgitlemek.

PL çyzyk boýunça (4.3-nji surat) görközilen profilden alynan 4.4-nji suratdan görnüşi ýaly

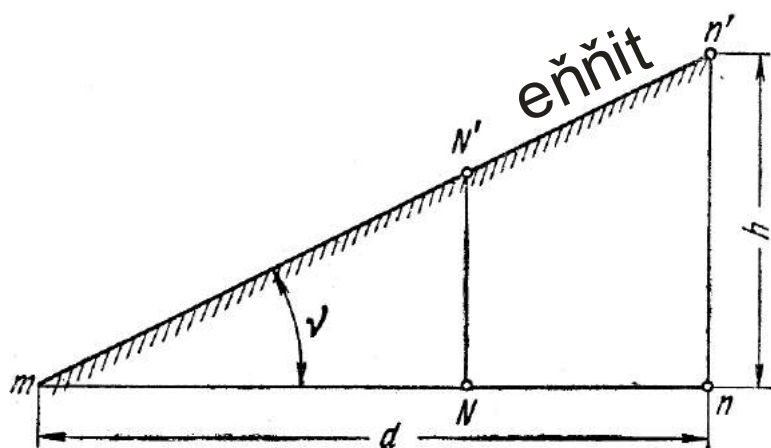
$$Tg \nu = \frac{h}{d} \quad (4.3)$$

**Bu ýerde:**

$\nu$  - eňňitlik diýip atlandyrylýan we  $i$  - iň üstü bilen aňladylýan,  $mn$  göni çyzygyň eňňitlik burçy.

$h$  -  $m$  nokada baglylykda  $n$  nokadyň beýiklik bahasy.

$d$  - şol nokatlaryň gorizont aralygy.



4.4-nji surat

Şeýlelikde, eňňitlik iki nokadyň arasyndaky beýikligiň şol nokatlaryň arasyndaky gorizont uzynlyga bolan gatnaşygydyr, ýagny:

$$i = \frac{h}{d} \quad (4.4)$$

Eňňitlik burçy kesgitlemegiň birinji formulasy (4.3) boýunça eňňitligiň burç bahasy, ikinji formula boýunça (4.4) bolsa uzynlyk birliginiň müňden bir böleginde ýa-da görterimde aňladylýan uzynlygyň bir birligine düşýän eňňitlik kesgitlenilýär.

#### 4.4.4. Goýum masştaby.

Goýum masştabyny gurmak üçin 4.4- nji suratdaky  $mnn^1$  üçburçlykdan tapýarys.

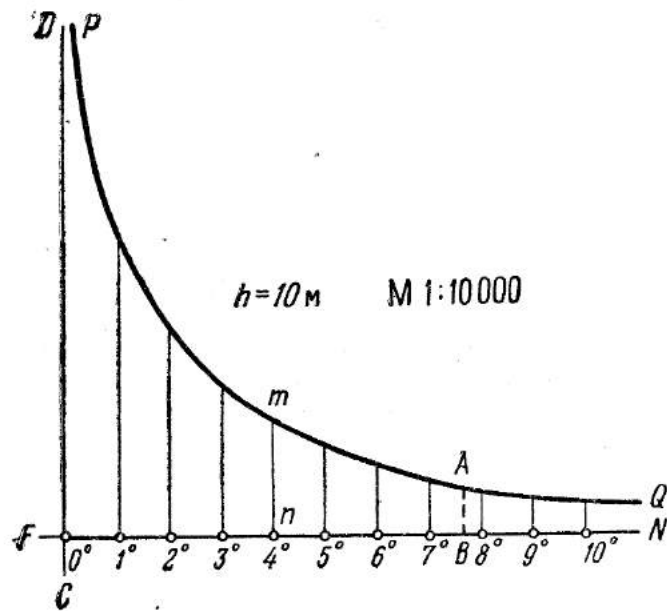
$$d = h\tilde{N}tg \nu$$

(4.5)

Bu formuladaky burça  $\nu$  derek, onuň dürli bahalaryny goýup we üýtgemeyän beýiklik  $h$  boýunça berilen plan, karta üçin gorizont alalygyň  $d$  dürli bahalaryny tapýarys.

Eger-de FN göni çyzyga (4.5-nji surat) CD perpendikulýar bilen kesişän nokadyndan öz aralary deň bolan kesimleri bellesek we olaryň her birini  $1^0$ -deň diýip şertli alsak, bu kesimleriň ahyrlaryndan perpendikulýarlary geçirip, olarda ýokarda getirilen formula boýunça hasaplanan  $d$  goýumlary planyň masştabynda geçirsek we olaryň ahyrlaryny ýuwaş egri çyzyklar bilen birikdirsek goýumyň masştabyny alýarys.

Goýumyň masştabynyň (4.5-nji surat) kömegi bilen mn kesimiň (4.4-nji surat) ýapgytlyk burçyny kesgitlemek üçin, ol kesimiň uzynlygyny sirkul-ölçeýji bilen alýarlar, soňra üýtgetmän sirkul-ölçeýjiniň aýajyklarynyň birini FN, beýlekisini PQ çyzyklarda bolar ýaly ýagdaýda goýumyň masştabyna goýulýar.



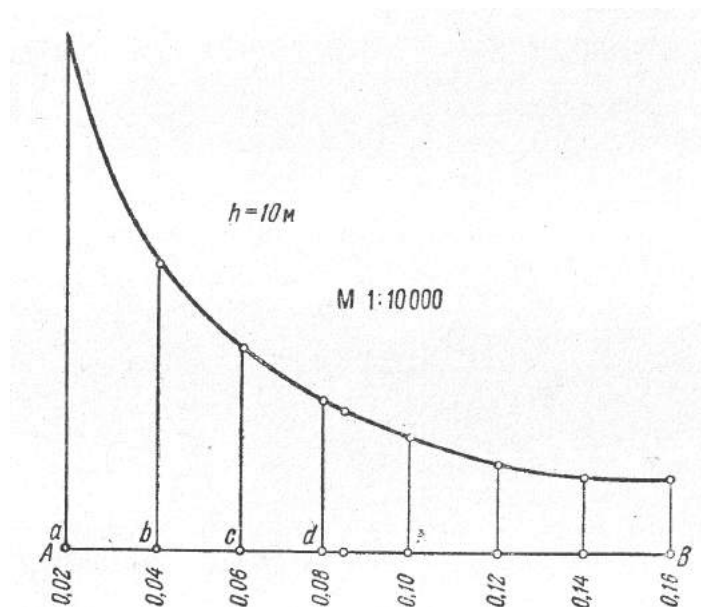
4.5-nji surat

Şol bir wagtda sirkul-ölçeýjiniň aýajyklaryny birikdirýän göni çyzyk CD çyzyga parallel bolmalydyr. Soňra onuň ýapgytlyk burçyny okamak mümkindir: ol takmynan  $4^0$  deňdir, AB göni çyzygyň (4.5-nji surat) ýapgytlyk burçy bolsa takmynan  $7^0 40^1$  deňdir.

Çyzyklaryň eňňitligi köp halatlarda gradus birliginde aňladylman, ýapgytlyk burçyň tangensiniň bahasynda hem aňladylýar (4.3).

Eňňitligiň masştabyny gurmak üçin (4.6-nji surat) (4.4) formulany ulanyp i-iň dürli bahalary (0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05; ş.m) üçin d gorizont aralyklar hasaplanylýar we degişlilikde AB çyzyga perpendikulýarlykda geçirilýär.

$$d = \frac{h}{i} \quad (4.6)$$

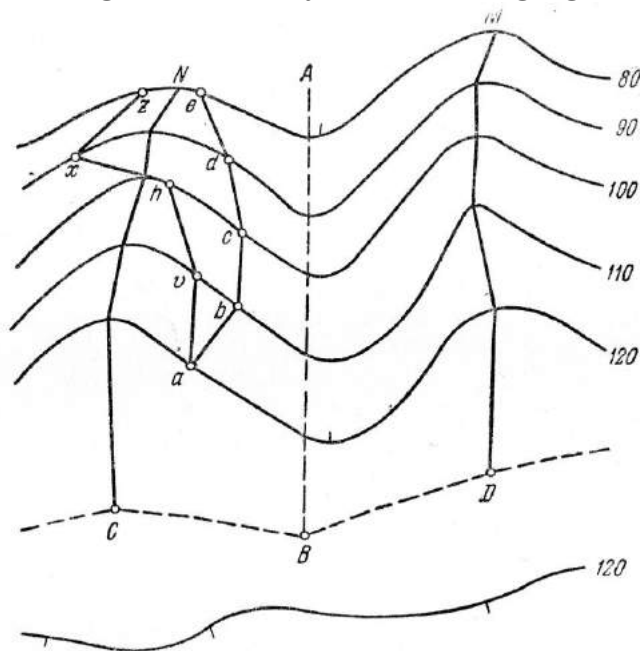


4.6-njy surat

Perpendikulýarlaryň arasyndaky  $ab, bc, \dots$  aralyklar erkin görnüşde, ýöne öz aralarynda deň aralyklardan alnyp biliner. Perpendikulýarlaryň soňy ýuwaş öwrüm çyzyk görnüşde birikdirilýär. Şeýle masştab hem goýumyň masştaby ýaly ulanylýar. Mysal üçin AB çyzygyň (4.5-nji surat) ýapgytlygy  $i = 0,114$ .

#### 4.4.5. Berilen eňňitligiň çyzygyny taslamak.

27-nji suratda  $h = 10$  m kesim boýunça gurulan gorizontally kartadan gorizontallyň bir bölegi görkkezilen.



4.7-nji surat

Eger-de a nokatdan N nokada garşy berilen ugra, öňden berilen  $\nu$  eňňitlik burçy boýunça çyzygy taslamaly bolsa, onda ilki bilen  $d = hCtg\nu$

formula boýunça ýa-da goýumyň masştaby boýunça d gorizont aralygy kesgitleýärler (4.4-nji surat).

Ondan soňra sirkul – ölçeýji bilen a nokatdan her bir goňşy jübüt gorizontallaryň d aralygyny yzygiderlilikde goýýarlar. Şeýle usulda ýapgytlyk byrçy  $\nu = 4^0 41'$  deň bolan 4.7-nji suratdaky a,b,s,d,e çyzygy gurulandyr. Eňňitliklik burçynyň bahasynyň ondan kiçi bolan ýagdaýynda a vxhz çyzygy alynardy.

#### **4.4.6. Suw bölüji çyzyklary geçirmek.**

Suw bölüji çyzyklar diýip iň ýokary belentlik bahalary bolup, ondan iki tarapa suw akyp gaýdýan çyzyklara aýdylýar. 4.7-nji suratda CBD çyzygy suw bölüji hasaplanýar we ol çyzykdan suw CBD çyzygyň belentlik bahalaryndan pes bolan iki goňşy gorizontallara dürli taraplar boýunça akjakdyr. Kartada planda iki gorizontalyň arasynda uly eňňitligi bolan çyzygy mydama geçirip bolýandyr. Ol bu gorizontallara perpendikulýar çyzykdyr.

#### **4.4.7. Suw ýygnaýjy basseýiniň meýdanyny kesgitlemek.**

Gorizontally planda basseýiniň meýdanyny kesgitlemek üçin suw bölüji çyzyklary bellemek zerurdyr. Şol çyzyklaryň içinde bolsa bu basseýiniň meýdany emele gelýändir. 4.7-nji suratda NCBDM suw ýygnaýjy basseýiniň meýdanydyr. AB çyzygy bolsa onuň bilidir.

#### **4.4.8. Nokatlaryň öz arasynda görünýändigini kesgitlemek.**

Ýeriň üstünde bir nokatdan beýleki nokadyň görünjekdigini topografiki kartada kesgitlemek üçin, bu nokatlary, mysal üçin A we B nokatlary karta geçirmek gerekdir we olary göni çyzyk bilen birikdirilmelidir. AB

çyzyk üçin gysgaldylan profil gurmaly. Eger-de şol profilde A we B nokatlary birikdirýän göni çyzyk profiliň çyzygyny kesmese, onda ol A we B nokatlar biri-birine görünýändir we tersine.

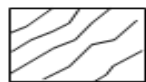
#### 4.4.9. Görünmeýän meýdançany kesgitmek.

Eger-de topografiki kartada berilen A nokatdan görünmeýän meýdançany çäklendirmek talap edilýän bolsa, onda bu ýagdaýda seredilýän A nokatdan kartada öwrenilýän meýdança çenli birnäçe göni ugurlary geçirýärler. Şol göni ugurlaryň her birinde gysgaldylan profilleri gurýarlar we olara A nokatdan görüiş şölelerini geçirýärler hem-de bu profillerde A nokatdan görünmeýän ýer böleklerini belleýärler. Görünmeýän ýer bölekleriniň ahyrkysy hasaplanylýan profillerdäki nokatlary topografiki karta geçirýärler. Şeýle nokatlary ýeriň relýefi bilen baglanşdyryp, ýuwaşja egriler bilen birikdirip A nokatda durjak gözegçä görünmeýän meýdançany alýarlar.

#### Relýefiň görnüşleri boýunça bölünüşi



Relýefi parahat, bölünmedik ýerler, gorizontallar parallel geçirilen, mikrorelýefi gowy,  $i=0,002$  kiçi eňňitlik.



Relýefi az bölünen ýerler, gorizontallar parallel däl hem bolsa meňzeşligi saklanýar,  $i=0,002-0,01$ , orta eňňitlik



Relýefi ýokary (güýçli) bölünen ýerler, gorizontallar egri-egri, arasy dürli-dürli geçirilen,  $i=0,01-0,025$ , ýokary eňňitlik

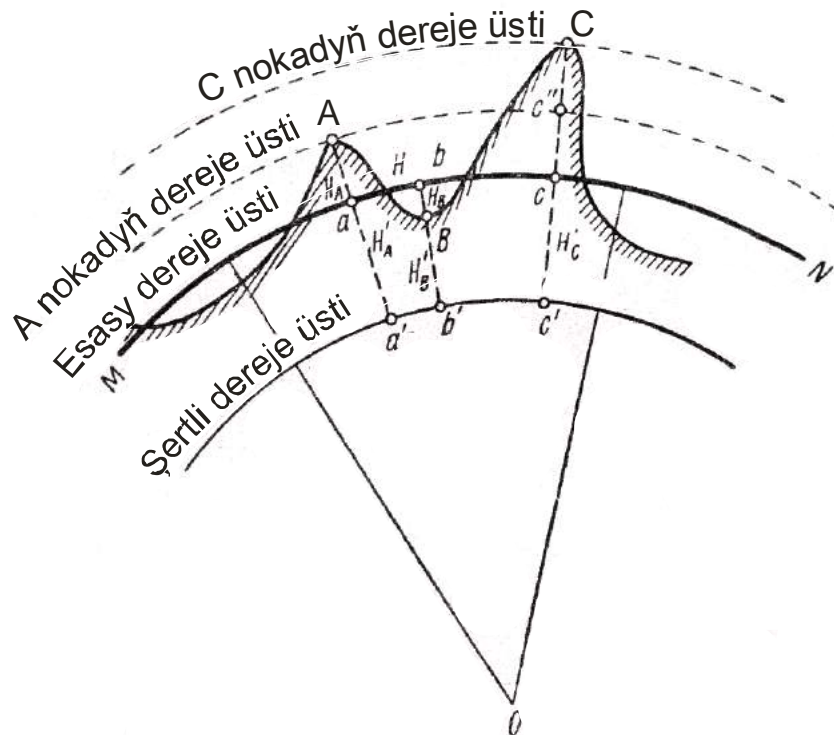


Baýyrlý, dagly relýefli ýerler, gorizontallar çylşyrymly Geçirilen.

#### 4.5 Ýer üstüniň belentlik nokatlary.

Ýeriň fiziki üstündäki nokadyň ýagdaýyny doly kesgitlemek üçin onuň geografiki giňligini we geografiki uzaklygyny bilmek ýeterlik däl. Sebäbi bu geografiki giňlik we uzaklyk, başgaça aýdylanda geografiki koordinatalar, ýer ellipsoidynyň üstünde nokadyň proyeksiýasynyň ýagdaýyny kesgitleýär. Şonuň üçin geodeziýada üçünji ölçeg, ýagny

belentlik koordinaty ulanylýar. Ýeriň fiziki üstünde berilen nokatdan asma ugur boýunça kabul edilen dereje üste çenli bolan aralyga şol nokadyň belentligi diýilýär .



4.8-nji surat

4.8-nji suratda ýer üstüniň wertikal kesimi görközilendir, bu ýerde MN çyzyk esasy dereje üstüdür. Bu esasy dereje üsti, Garaşsyz döwletleriň arkalaşygynyň territoriýasynda Baltika deňziniň suwlarynyň asuda wagtyndaky derejesiniň üsti bilen gabat gelýär. Şonuň üçin Türkmenistanda hem esasy dereje üsti hökmünde Baltika deňziniň suwunyň derejesi Kabul edilendir. Türkmenistandaky geodeziki daýanç nokatlary ol dereje üsti bilen baglanyşdyrlandyr. Şeýlelikde ýeriň fiziki üstündäki islendik nokadyň belentligi diýip, şol nokatdan asma ugr boýunça esasy dereje üste, ýagny Baltika deňziniň suwlarynyň belentlik derejesine çenli bolan aralyga aýdylýar. Ol belentlige **absolýut** belentlik diýilýär. Şekilde Aa, Bb, Cc aralyklar ol nokatlaryň absalýut belentlikleridir. Absalýut belentligiň san bahalaryna absalýut bahalar diýilýär we H harpy bilen belgilenýär.

Eger-de nokatlaryň belentligi esasy dereje üstünden hasaplanman, haýsy hem bolsa başga bir islendik şertli dereje üste degişlilikde hasaplanan bolsa onda, ol belentlige şertli

belentlik diýilýär, ol üste bolsa şertli üst diýilýär. Suratda şertli belentlikler  $Aa'$ ,  $Bb'$ ,  $Cc'$ , kesimleridir. Belentlikler polojitel we otrisatel bahalara eýe bolýarlar. Eger-de berlen nokat esasy dereje üstden ýokarda ýerleşen bolsa, onda ol belentlik polojitel baha eýedir. Mysal üçin A we C nokatlarda  $H_A$  we  $H_C$  belentlikler polojitel bahalara eýedir. Eger-de ýerdäki nokatlar esasy dereje üstden pesde ýerleşen bolsa, onda belentlik otrisatel baha eýedir. Mysal üçin suratda B nokadyň belentligi  $H_b$  otrisatel baha eýedir.

Ýeriň üstündäki bir nokadyň, başga bir nokatdan ululygyna beýiklik ýa-da otnositel belentlik diýilýär we  $h$  harpy bilen belgilenýär.

Mysal üçin C nokadyň A nokatdan beýikligi şeýle formula bilen aňladylýar.

$$H_C - H_A = h_{CA} \quad (4.7)$$

ýa-da C nokadyň belentligini A nokadyň belentlik bahasyna bu nokatlaryň arasyndaky beýikligi goşup tapýarys:

$$H_C = H_A + h_{CA} \quad (4.8)$$

## **V Bap. Meýdanlary kesgitlemek.**

### **5.1 Meýdanlary kesgitlemegiň usullary.**

Ýer üstüniň aýratyn bölekleriniň meýdanlaryny bilmek dürli maksatlar üçin zerur bolup durýar: oba hojalyk ekinleriniň meýdanlaryny kesgitlemekde, suwarymly ýerleriň, suwaryş we zeýkeş akabalarynyň taslama işlerinde, öri meýdanlary suwlylandyrma taslama hasahlamalarynda, suwarymly ýerleriň tekizleme işlerinde we başga maksatlarda ulanylýar. Yer böleginiň daşky görnüşine, möçberine we talap edilýän takyklygyna baglylykda onuň meýdany analitiki, grafiki ýa-da mehaniki usullarda hasaplanyp biliner.

1. Analitiki usulda meýdanlary hasaplamak ýerde geçirilen uzynlyk we burç ölçegleriniň netijelerini geometriýanyň, trigonometriýanyň we analitiki geometriýanyň formulalaryny ulanyp ýerine ýetirilýär.

Mysal üçin ekin ýerleriniň meýdanlary kesgitlenende, olary ýönekeýje geometriki figuralara, ýagny üçbuçlyklara, gönüburçlyklara kähallatlarda bolsa trapesiýa bölýärler we olaryň esaslary hem-de beýiklikleri boýunça belli bolan formulalary ulanyp meýdanlaryny kesgitleýärler.

Has uly ýer bölekleriniň meýdanlaryny ýerinde geçirilen aralyk we burç ölçegleriniň netijesinde trigonometriýanyň formulalarynyň kömegi bilen ýa-da daşky araçäginiň öwrüm nokatlarynyň koordinatalary boýunça kesgitleýärler.

2. Grafiki usulda planda ýa-da kartada şekillendirilen ýer böleklerini ýönekeýje geometriki figuralara bölüp geçirilen ölçegleriň netijesinde olaryň meýdanlaryny kesgitleýärler. Paletkalar bilen medianlary hasaplamak hem grafiki usula degişlidir.

3. Meheniki usulda meýdanlar kesgitlenende ýörite gurallardan peýdalanýarlar. Bu usuly esasan ýerleri hasaba alanlarynda we ýer gurluşyk taslamalarynda hem uly, hem kiçi ýer bölekleriniň meýdanlaryny kesgitlemek üçin ulanýarlar.

## 5.2 Meýdanlary analitiki usulda kesgitlemek.

### 5.2.1 Meýdanlary geometriki figuralara bölüp ölçegiň netijesi boýunça hasaplamak.

Meýdanlar analitiki usulda ýer böleginiň taraplarynyň we olaryň arasyndaky burçlarynyň ýerindäki hususy ölçegleriniň netijesi boýunça kesgitlenilýär. Egerde ýer bölegi nädogry görnüşe eýe bolyp, onuň taraplary cöni çyzyklar bilen çaklenen bolsa onda ony ýönekeýje geometriki figuralara- üçburçluklara bölýärler (5.1-nji a surat).

Suratda görközilen ABCDE suduryň myýdanyny kesgitlemek üçin, ony ýerinde üçburçluklara bölýärler we taraplarynyň uzynlyklaryny, degişli beýikliklerini  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$  ölçeyärler. Suduryň umumy meýdany aýratyn ölçelen üçburçluklaryň meýdanlarynyň jemine deňdir.

Egerde 5.1-njy b suratda görkezilşi ýaly ABC üçburçlukda diňe iki tarapy  $d_1, d_2$ , şeýle hem olaryň arasyndaky  $\beta$  burç ölçelen bolsa, onda onyň meýdany şeýle formula bilen kesgitlenýär:

$$2S = hd_2 \quad (5.1)$$

**Bu ýerde:**

$2S$  – berilen üçburçlygyň ikeldilen meýdany.

$h$  – üçburçlygyň beýikligi.

$d_2$  – üçburçlygyň esasy.

Ölçenilmedik  $h$  şeýle hasaplanylýar

$$h = d_1 \sin \beta. \quad (5.2)$$

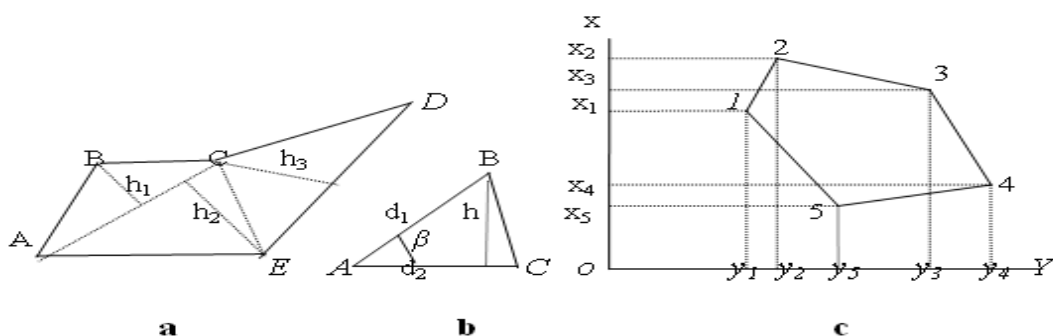
Şeýlelikde üçburçlugyň meýdanyny şeýle formula bilen kescitläp bolar.

$$S = \frac{1}{2} d_1 d_2 \sin \beta; \quad (5.3)$$

## 5.2.2 Meýdanlary koordinatalar boýunça hasaplamak.

Köp burçly 1–2–3–4–5 (29-njy surat) žer böleginiň burç nokatlarynyň koordinatalaryny  $(X_1Y_1)(X_2Y_2)(X_3Y_3)(X_4Y_4)(X_5Y_5)$  grafiki ýa-da analitiki usullar bilen kesgitlenilýär.

Burç nokatlaryň koordinatlary boýunça ýer böleginiň meýdany hasaplanylanda, meýdan S-trapesiýa diýip almaly. Şonuň üçin absissa koordinatalaryny trapesiýanyň esaslary diýip alýarys, ordinatalaryň koordinatalaryny trapesiýanyň beýikligi diýip alýarys (5.1-nji surat).



5.1-nji surat

Ýer böleginiň ikeldilen meýdany şeýle formulada ýazylýar.

$$2S = (x_1 + x_2)(y_2 - y_1) + (x_2 + x_3)(y_3 - y_2) + (x_3 + x_4)(y_4 - y_3) + (x_4 + x_5)(y_5 - y_4) + (x_5 + x_1)(y_1 - y_5); \quad (5.4)$$

Şu formula doly açylyp, X we Y daşyna çykarylanda şeýle görnüşe eýe bolýar:

$$\begin{aligned} 2S &= x_1(y_2 - y_5) + x_2(y_3 - y_1) + x_3(y_4 - y_2) + x_4(y_5 - y_3) + x_5(y_1 - y_4); \\ 2S &= y_1(x_5 - x_2) + y_2(x_1 - x_3) + y_3(x_2 - x_4) + y_4(x_3 - x_5) + y_5(x_4 - x_1); \end{aligned} \quad (5.5)$$

Şu formulalary umumylaşdyrylan we gysgaldylan görnüşde şeýle ýazyp bolýar.

$$2S = \sum X_n (Y_{n+1} - Y_{n-1}); \quad 2S = \sum Y_n (X_{n-1} - X_{n+1}); \quad (5.6)$$

Bu ýerde: n–köpburçlugyň sanyna bagly bolup, 1–den n–çenli yzygider gidýän burçlaryň sandyr.

Ýer böleginiň meýdanyny kesgitlemek üçin şu formulalardan çykan jemi bahany ikä paýlamaly.

X we Y koordinatalaryň iki usuly bilen hasaplananda hem ýer böleginiň meýdany deň bolmalydyr.

Ýer böleginiň meýdanyny onyň daşky araçäginiň öwrüm nokatlarynyň koordinatalary boýunça kesgitlemek şu mysalda görkezilýär.

Ilki bilen meýdany kesgitlenjek ýer böleginiň daşky araçäginiň öwrüm nokatlarynyň tertip belgileri we x, y koordinatalary tablisanyň degişli sütünlerinde ýazylýar.

### Ýer böleginiň meýdanyny onuň daşky araçäginiň öwrüm nokatlarynyň koordinatlary boýunça kesgitlemek

5.1-nji tablisa

	Koord inatlar		$x_n$ $-1-x_{n+1}$	$y$ $_{n+1}-y_{n-1}$	$2S=$ $\sum y_n (x_{n-1}x_{n+1})$	$2S=\sum x_n$ $(y_{n+1}-y_{n-1})$
			4	5	6	7
	77	500	- 72	1 79	-108000	103283
	22	556	1 19	8 0	185164	41760
	58	580	1 30	- 128	205400	-58624
	92	428	8	- 203	11464	-79576
	50	377	- 185	7 2	-254745	32400
$\Sigma$			2 57	3 31	282564	86419
$\Sigma$				3 31	243321	47176
S					+39243	39243

Ýer böleginiň meýdanyny kesgitlemek üçin ýokarda getirilen 5.6 formuladan gelip çykýan 5.7 formula boýunça ösdürilen koordinatlary hasaplamaly;

$$\Delta X_n = X_{n-1} - X_{n+1}; \quad \Delta Y_n = Y_{n+1} - Y_{n-1}; \quad (5.7)$$

**Bu ýerde:**

$\Delta X_n$ ,  $\Delta Y_n$ -yzdaky we öňdäki nokatlaryň arasyndaky ösdürilen koordinatalar.

X, Y- nokatlaryň koordinatalary

n - nokatlaryň tertip belgisi.

Mysal üçin: birinji nokatda ösdürilen koordinatalary şeýle tertipde hasaplaýarlar.

$$\begin{aligned} \Delta X_1 &= X_{n-1} - X_{n+1} = X_5 - X_2 = 450 - 522 = -72 \text{ m}; \\ \Delta Y_1 &= Y_{n+1} - Y_{n-1} = Y_2 - Y_5 = 1556 - 1377 = 179 \text{ m}; \end{aligned}$$

Beýleki nokatlar hem ösdürilen koordinatalar ýokardaky ýaly tertipde hasaplanylýar, netijeleri bolsa tablisada ýazylýar

Ösdürilen koordinatalary we nokatlaryň kordinatalaryny ulanyp, hasaplamalar geçirilýär;

$$\begin{aligned} & x_n(y_{n+1} - y_{n-1}) \\ & y_n(x_{n-1} - x_{n+1}) \end{aligned} \quad (5.8)$$

Mysal üçin: birinji nokatda hasaplamalar şeýle tertipde geçirilýär.

$$\begin{aligned} x_n(y_{n+1} - y_{n-1}) &= x_1(y_2 - y_5) = 577(1556 - 1377) = 103283 \text{ m}^2 \\ y_n(x_{n-1} - x_{n+1}) &= y_1(x_5 - x_2) = 1500(450 - 522) = -108000 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Ýer böleginiň meýdanyny kesgitlemek üçin çykan jemi ikä paýlamaly.

Ýer böleginiň X we Y koordinatalar boýunça hasaplanan meýdany biri birine deň bolmaly. Onda, tablisadan görnüşi ýaly ýer böleginiň ikeldilen meýdany şeýle bahalara deň bolar:

$$2S = 39243 \text{ m}^2 \quad \text{ýa-da} \quad 2S = 3,92 \text{ gektar} \quad S = 1,96 \text{ gektar.}$$

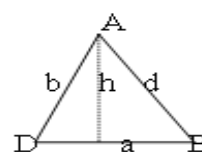
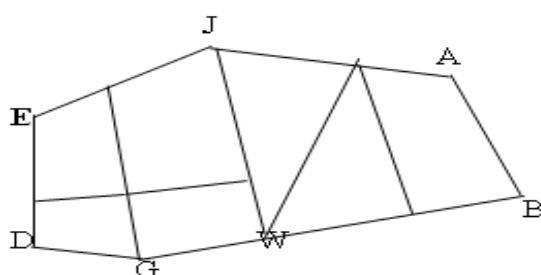
Analitiki usul meýdanlary hasaplamagyň has takyk usulydyr, sebäbi meýdanlary hasaplamakda goýberilýän ýalňyşlyk, diňe ýerinde geçirilen ölçeglerde göýberilen

ýalňyşlyklara bagly bolup durýar. Meýdany kesgitlemekde coýberilen otnositel ýalňyşlyk, ölçegde goýberilen otnositel ýalňyşlygyň ikeldilen bahasyna deňdir. Mysal üçin, adaty şertlerde polat lenta bilen ölçenen aralygyň otnositel ýalňyşlygy  $m_d/d = 1/2000$  deň bolsa, onda meýdan kesgitlemegiň otnositel ýalňyşlygy  $m_d/d = 1/1000$  deňir.

## 5.3 Meýdanlary grafiki usulda hasaplamak.

### 5.3.1 Meýdanlary geometriki figuralara bölüp hasaplamak.

Meýdanlar grafiki usulda planyň ýüzünde hasaplanylýar we ýönekeý geometriki formulalaryň kömegi arkaly ýerine ýetirilýär. Eger-de ýer bölegi köp burçly, çylşyrymly görnüşde bolsa, onda ony planyň ýüzünde inçejik çyzyklar bilen ýönekeýje ýa-da ýakynlaşýan geometriki figuralara bölýärler (köp halatlarda deň taraply üçburçlyklara, käbir ýagdaýlarda bolsa býleki figuralara bölýärler.). Eger-de ýer parçasý geometrik figuralary emele getirýän bolsa, onda üçburçlyga, göniburçlyga, töwerege ýa-da trapesiýa meňzeş figuralary şeýle formulalar bilen hasaplaýarlar.



5.2-nji surat

1.Üçburçlygyň meýdany  $S = \frac{1}{2} ah$  (5.9)

Bu ýerde:

$h$  – üçburçlygyň beýikligi

$a$  – esasy

$$2. \text{ Gönüburçlygyň meýdany: } S = ah; \quad (5.10)$$

$$\text{Trapesiýanyň meýdany: } S = \frac{a+b}{2}h; \quad (5.11)$$

$$4. \text{ Töweregiň meýdany: } S = \pi R^2; \quad (5.12)$$

Köp halatda ýer parçasynyň araçäkleri egri çyzyklar–ýaplar, ýollar bolýarlar. Şol ýagdaýda olaryň öwrüm nokatlaryndan geometriki figuralary ýasamak üçin perpendikulýarlar goýberýärler we olaryň umumy meýdany–geometriki figuralaryň jemine deň bolýar. Grafiki usulda planyň ýüzünde meýdanlary hasaplamagyň takyklygyny ýokarlandyrmak we barlamak üçin şol bir ýeri başgaça ýönekeý figuralara bölüp gaýtadan hasaplamaly, ýa-da başga esasy we beýikligini alyp hasaplamaly. Ölçegleriň ikisi hem biri-birine deň bolmaly. Grafiki usulda planyň ýüzünde meýdanlary hasaplamagyň ýalňyşlygy, planyň öz takyklygyna, aýratyn hem planyň ýüzünde çyzygyň takyk kesgitlenmegine bagly bolup durýar. Planyň ýüzünde çyzyk sirkul-ölçeýji bilen ölçelende goýberilýän ýalňyşlyk 0,1 mm deňdir. Takyklyk ownuk masştably planlarda ýokary bolýar, iri masştably planlarda pes bolýar. Şeýle hem otnositellikde uzyn tarap ölçenende göýberilýän ýalňyşlyk, gysga tarapyňkydan kiçidir. Şonuň üçin planda geometriki figuralara bölünende mümkin boldugyça uly geometriki figuralara bölmeli, esaslary we beýiklikleri mümkin boldugyça deňiräk bolmaly.

Süýri sudyrlaryň (ýol, ýap,zeýkeş we ş.m.) meýdanlary, sirkul-ölçeýjiniň kömegi bilen ölçäp, inini boýuna köpeldip tapylýar.

Planyň uzyn egri çyzykly elementleri, kurwimetr bilen ölçenýär. Kurwimetriň şkalalarynyň bir derejesi (bölümi) 1 sm deňdir. Kurwimetr bilen egri uzynlyk ölçemek üçin kurwimetri ölçeýän çyzygyň başlangyç nokadynda goýup, başlangyç  $n_1$  hasap alynýar. Kurwimetri egri çyzyk boýunça ahyrky nokada çenli tigirläp ýöredýärler, şol ýerde hem soňky (ikinci)  $n_2$  hasap alynýar. Ikinji ölçeg  $n_2$ , bilen birinji ölçegiň  $n_1$  tapawudy kurwimetriň näçe sm aralyk geçendigini

aňladýar. Çykan santimetri masştaba geçirip egri çyzygyň uzynlygy tapylýar.

Goýberilýän ýalňyşlyk  $1/200$  uly bolmaly däl. Grafiki usulda meýdanlary kesgitlemekde aýratyn ýer bölekleriniň jemleri, umumy meýdan bilen deňeşdirilende ýalňyşlygyň rugsat berilýän bahasy şeýly formula bilen hasaplanylýar.

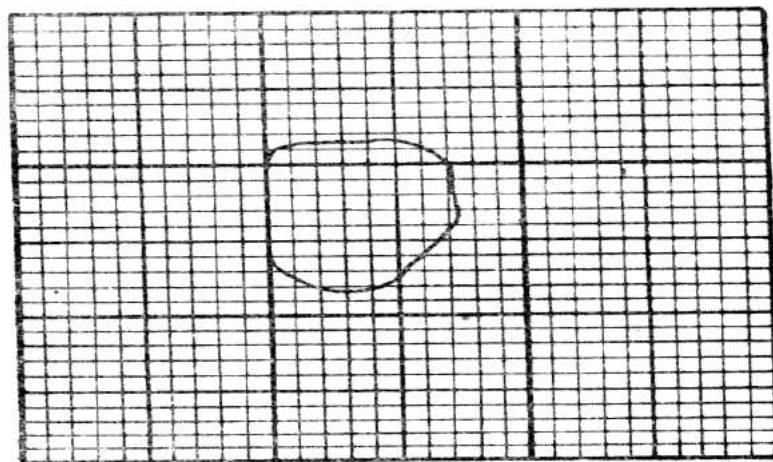
$$\Delta S = 0,03 \frac{M}{10000} \sqrt{S}; \quad (5.13)$$

M – masştabyň maýdalawjysy;

S – umumy meýdany;

### **5.3.2 Meýdanlary paletkalar bilen kesgitlemek. kwadrat torly paletkalar.**

Paletka aňyrsy görünip duran kagyz, selluloid listi bolup ýüzünde taraplary 1–10 mm geçirilen kwadrat torlarydyr ýa-da bir meňzeş aralykdan geçirilen parallel çyzyklydyr. Adatça paletkada araçäkleri aýlawly bolan, möçberi boýunça uly bolmadyk syduryň meýdany kesgitlenýär. Kwadrat torly paletkada planyň ýüzünde  $2\text{sm}^2$  uly bolmadyk we parallel çyzykly paletkada  $10\text{sm}^2$  uly bolmadyk meýdan kesgitlenýär. Kwadrat torly paletkada kwadratyň taraplarynyň uzynlygy we planyň masştaby belli bolsa kwadratyň meýdanyny hasaplap bolýar. Meýdanlary kesgitlemek üçin paletka plandaky suduryň üstüne goýulýar.



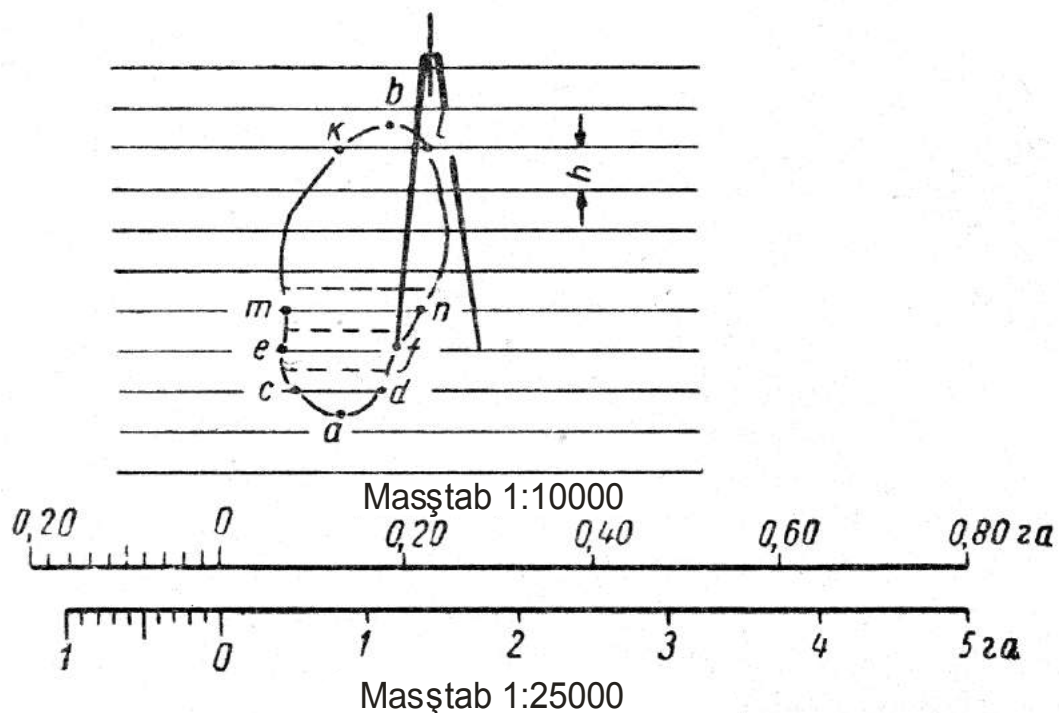
5.3-nji surat

Sudurda ilki bilen doly kwadratlar sanalýar, soňra doly däl kwadratlar göz ölçegleri bilen takmynan näçe sany doly kwadrata deňdigi kesgitlenilýär. Planyň masştabyna baglylykda bir kwadratyň belli bolan meýdanyny kwadratlaryň jemi sanyna köpeldip suduryň gekdarda ýa-da  $m^2$  umumy meýdany tapylýar. Goýberilýän ýalňyşlyk takmynan 1:100 deňdir.

**Parallel çyzykly paletkalar.** Parallel çyzykly paletkalar aňyrsy görüňän kagyz, selliloid listi bolup ýüzünde 2 mm aralykdan parallel çyzyklar geçirilendir. Parallel çyzykly paletkalar bilen meýdanlary kesgitlemek üçin paletka plandaky suduryň ýüzüne goýulýar. Netijede sudur birnäçe trapesiýalara bölünýär. Planyň masştabyna baglylykda parallel çyzykly paletkalaryň çyzyklarynyň arasynyň beýikigi belli bolup, esasynyň orta uzynlygy sirkul bilen ölçenýär we trapesiýanyň formulasyna laýyklykda meýdan hasaplanylýar.

Ähli trapesiýalaryň meýdanlarynyň jemi, suduryň meýdanyna deňdir we şeýle formula bilen kesgitlenýär.

$$S = h(\tilde{n}d + ef + mn + ..... + rl); \quad (5.14)$$



5.4-nji surat

Getirilen suratda cd, ef, mn, rl kesimler trapesiýanyň orta çyzyklarydyr, h- paletkalaryň çyzyklarynyň arasynyň hemişelik beýikligidir.

Meýdanlar paletkalar bilen kesgitlenende onuň takyklygy, grafiki usulda meýdanlary kesgitlemegiň takyklygyndan has pesdir.

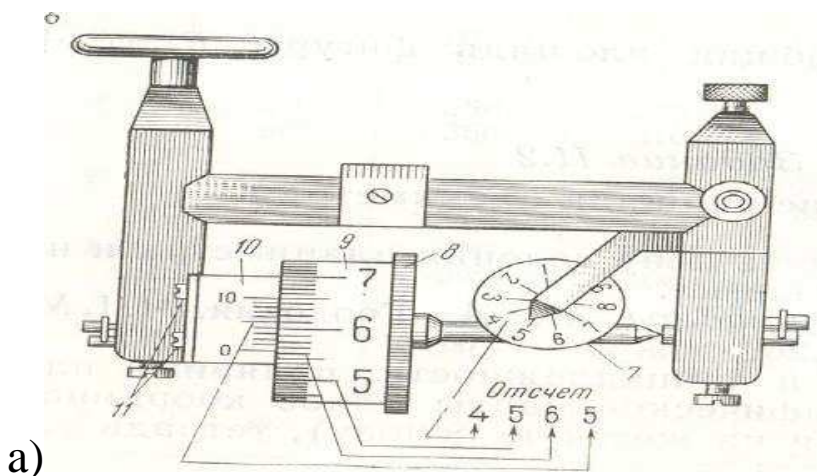
## 5.4 Meýdanlary mehaniki usulda kesgitlemek.

### 5.4.1 Planimetr.

Mehaniki usulda meýdanlar planyň ýa-da kartanyň ýüzünde planimetr guraly bilen kesgitlenilýär. Häzirki wagtda köp ýaýran bir ýa-da iki hasaplaýyş mehanizmli polýar planimetridir.

Planimetr şeýle böleklerden durýar (5.5-nji surat):

Polýus tirseginden, polýus agramlygyndan, birikdiriji öýjikden, aýlanýan tirsekden, tutaýjykdan, aýlanýan tirsegiň aýnaly gümmezinden, hasaplaýyş mehanizminden (hasaplaýyş tigrçeginden, goşmaça direg tigrçeginden, aýlaw hereketi geçirýän waldan, tigiriň aýlawyny hasaplaýan tigrçekden) Hasaplaýyş mehanizminiň wernýerli tigrjiginiň aýlawy 10 we 100-den bir böleklere bölünen. Tigrçegiň oky aýlanyp hasap mehanizimini (diskini) herekete getirýär we doly aýlawyny görkezýär.





5.5-nji surat.

Planimetrden alynýan hasap 4 belgili sandan durýar, mysal üçin, 5467 olardan: birinji alynan hasap (5)– tigriň doly aýlawyny görközýän diskden alynýar, ikinji we üçinji hasaplar (4,6) tigiriň aýlawyndan alynýar we ol sanlar tigiriň aýlawynyň ondan we ýüzden bir bölegini görkezýärler, dördünji alynan hasap (7) wernýerden alynýar we aýlawyň muňden bir bölegini görkezýär.

Planimetr bilen ýer böleginiň meýdanyny kesgitlemek üçin, ony planyň ýüzünde goýýarlar, polýus agramlyk bilen berkidýärler. Ondan soň aýlandyrylýan gummezjigi suduryň belli bir nokadynda goýmaly we birinji  $n_1$  hasaby almaly. Aýlandyrylýan gummezjigi planyň ýüzünde meýdany kesgitlenýän suduryň daşyndan doly aýlamaly, şonda gummezjik başlangyç nokada gelmelidir we ikinji  $n_2$  hasap alynmalydyr.

Hasaplaryň  $(n_2 - n_1)$  tapawudy suduryň meýdanyny planimetriň tigrçekleriniň böleginde berýär. Meýdany geklarda almak üçin hasaplaryň tapawudyny planimetriň tigrçekleriniň dereje bahasyna köpeltmelidir.

Iki hasap mehanizimli planimetriň aýratynlygy, ol hasap mehanizmleriniň ikisinden hem başda we ahyrda hasap alynýar we ol hasaplaryň tapawutlarynyň ortoçasy alynýar. Planimetriň iki mehanizminden alynana hasaplar takykyklygy ýakarlandyrýar.

### 5.4.2 Planimetri barlamak we tigrçekleriniñ dereje bahasny kesgitlemek.

Planimetr bilen işlemezden öň ony barlamaly we tigrçekleriniñ dereje bahasyny kesgitlemeli.

Hasaplaýys tigrçegi herekete getirýän ok, gowy aýlanmalydyr we hiç gapdala yrgyldamaly däldir.

Tigrçek bilen wernýeriň arasy kân bir açyk bolmaly däldir. Okuň yrgyldysy el bilen barlanylýar we düzediji hem-de berkidiji nurbatlar bilen sazlanýlar.

Hasaplaýyş tigrçeginiň oky aýlanýan tirsegiň okuna parallel bolmalydyr.

Planimetriň tigrçeginiň dereje bahasyny kesgitlemek üçin, ony planda meýdany öňden belli bolan ýer böleginiň daşyndan aýlap ölçemeli, we şol meýdanyň möçberini hasaplaryň tapawudyna bölmeli.

$$C = \frac{S}{n_2 - n_1}; \quad (5.15)$$

**Bu ýerde:**

C – Planimetriň tigrçeginiň dereje bahasy (ga);

S – Ýer böleginiň öňden belli bolan meýdany (ga);

$n_1, n_2$  – Planimetriň hasap mehaniziminden başda we ahyrda alnan hasaplar;

Planimetriň tigrçeginiň dereje bahasy kesgitlenenden soň islendik sudurlaryň meýdanlary şeýle formula bilen tapylýar.

$$S = C(n_2 - n_1); \quad (5.16)$$

Hasaplaýyş işlerini ýeňilleşdirmek üçin planimetriň tigrçeginiň dereje bahasy (C) 0,1 ga ýa-da 0,01ga getirilse has amatly bolýar. Planimetriň tigrçeginiň dereje bahasy aýlanýan tirsegiň uzynlygyna bagly bolup durýar. Aýlanýan tirsegiň uzynlygy näçe gysga bolsa, tigrçeginiň hereketiniň aýlaw sany şonça köp bolar. Hasaplamaga amatly bolan 0,1 dereje bahany almak üçin tirsegiň goýulmaly uzynlygy ( $R_2$ ) şu formula bilen hasaplanylýar.

$$R_2 = \frac{C_2}{C_1} R_1; \quad (5.17)$$

**Bu ýerde:**

$R_2$ —amatly bolan 0,1 ga dereje bahany almak üçin tirsegiň goýulmaly uzynlygy.

$C_2$ - amatly bolan derejäniň bahasy (0,1 ga)

$C_1$ - planimetriň tigrçeginiň häzirki kesgitlenen dereje bahasy.

$R_1$ - tirsegiň häzirki uzynlygy (mm).

Mysal üçin, planimetriň tigrçeginiň häzirki kesgitlenen dereje bahasy  $C_1=0,1135$  ga, aýlaw tirsegiň häzirki uzynlygy  $R_1=189.9$  mm we gerek bolan derejäniň bahasy  $C_2=0,1$  ga deň bolsa, onda tirsegiň gerek bolan uzynlygyny  $R_2$  hasaplaýarys.

$$R_2 = \frac{C_2}{C_1} R_1 = \frac{0.1}{0,1135} 189,9 = 167.3mm$$

Täzeden hasaplanan dereje bahany planimetriň ölçegi netijesinde barlap görmeli.  $C_2 = 0,1$  ga üçin goýberilýän ýalnyşlyk  $f=\pm 0.0001$  ga. barabardyr.

Eger-de planimetriň tigrçeginiň dereje bahasy 1:10000 masştabda kesgitlenen bolsa, beýleki masştably planlarda meýdany kesgitlemek üçin ol dereje bahany degişli masştablar üçin üýtgetmeli bolýar we şeýle formula boýunça hasaplanylýar.

$$C_2 = \left(\frac{M_2}{M_1}\right)^2 C_1; \quad (5.18)$$

**Bu ýerde:**

$C_2$ - degişli masştab üçin planimetriň tigrçeginiň dereje bahasy.

$M_2$ - degişli masştabyň maýdalawjysy.

$M_1$ - planimetriň derje bahasy kesgitlenen planyň masştabynyň maýdalawjysy.

$C_1$ - öň kesgitlenen dereje baha.

Mysal üçin 1:10 000 masştably planda planimetriň tigrçeginiň dereje bahasy  $C_1 = 0,1$ ga kesgitlenen bolsa, onda 1:25 000 masştably plan üçin dereje baha  $C_2 = 0,625$ ga deň bolar.

$$C_2 = \left( \frac{25000}{10000} \right)^2 0,1 = 0,625 \text{ ga}$$

### 5.4.3 Planimetr bilen meýdanlary kesgitlemegiň takyklygy.

Planimetr bilen her bir sudur üç gezek ölçenilýär we alynan hasaplaryň tapawydyňyň ortoçasy çykarylýar.

Alynan hasaplaryň aratapawutlary şu aşakda getirilýän sanlardan uly bolmaly däldir.

5.2-nji tablisa

<b>Planda suduryň meýdany (sm<sup>2</sup>)</b>	<b>Alynan hasaplaryň aratapawutlary</b>
20 çenli	2
20 – 100	3
100 – 200	4
200 - <	5

Ölçegleriň takyklygyny ýokarlandyrmak üçin şu aşakdaky talaplar berjaý edilmelidir.

1. Planimetr planda gorizontaly ýagdaýda durmaly.
2. Ölçeg işinde planimetriň agramlyk polýusyny suduryň daşynda goýmaly.
3. Başlangyç nokat üçin amatly ýeri saýlamaly, ýagny sudurlaryň kesişýän ýa-da öwrüm nokady.
4. Kiçiräk meýdanlary birnäçe gezek gaýtalap ölçemeli, soňra ortaçasyny almaly.

5. Ölçenilýän sudur kiçi bolsa, kiçi dereje bahany we kiçi aýlaw tirsegi almaly.

6. Aýlaw tirsegi suduryň daşyndan aýlandyrylanda iki tirsegiň arasyndaky burç  $35^0$  –dan kiçi we  $135^0$  –dan uly bolmaly däldir.

Planimetriň hasaplanyp çykarylan dereje bahasy bilen meýdanlaryň kesgitlenilişi tablisada getirilýär.

### Meýdanlary planimetr bilen hasaplamagyň tablisasy

5.3-nji tablisa

Ilkinji hasap, $n_1$	Soňky hasap, $n_2$	Hasaplaryň Tapawudy $n_2 - n_1$	Tapawutlaryň ortaçasý	1:10000 masştaba derejäniň bahasy, ga	1:10 000 masştabdasuduryň meýdany, ga	1:25000 masştabda derejäniň bahasy, ga	1:25000 masştabda şol suduryň meýdany, ga
1458	1707	249	250	0.1	25.0	0,625	156,25
1700	1950	250					
1948	2199	251					

7. Köplenç halatda kiçi sudurlar plandaky, kartadaky getirilen koordinata torlaryň meýdanyna deň bolýar. Şonuň üçin mümkin bolan ýerde:

a). Teoretiki meýdany ölçemeli.

b). Planimetri barlamaly we C dereje bahany kesgitlemeli.

g). Uly meýdanlar böleklere bölünip ölçenýär. Bölekleriň ortoçasý  $10\text{--}40\text{m}^2$  uly bolmaly däldir. Her bölekde planimetrden iki gezek hasap alynýar (polýusyň iki ýagdaýynda: içki we daşky ýagdaýynda) we hasap wedomostyna ýazylýar.

d). Hemme bölekleriň meýdanlary jemlenýär we teoretiki meýdan bilen deneşdirilýär. Kesgitlenen meýdanyň tapawudy  $f=1:500$  uly bolmaly däldir.

Goýberilen ýalňyşlyklar bölekleriň meýdanyna deňeçer paýlanyp berilýär.

e). Bölekler boýunça rugsat berilýän ýalňyşlyk şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$f_{rug} = 0,05 \frac{M}{10000} \sqrt{S} + 0,7C\sqrt{n};$$

(5.19)

**Bu ýerde:**

M – planyň masştabynyň maýdalawjysy;

S – bölegiň meýdany;

C – planimetriň tigrçeginiň 1:10000 masştab üçin hasaplanan dereje bahasy;

n – planda meýdany ölçenilýän bölekleriň sany;

### **5.5 Planyň deformasiýasyna düzediş koeffisiýentini girizmek.**

Wagtyň geçmegi bilen kagyza çyzylan plan dürli zatlaryň täsiri netijesinde deformasiýa berýar (gysylýar ýa-da giňelýär) we ol deformasiýanyň kagyzy 2% çenli üýtgetmegi mümkindir. Eger-de kagyz planyň esasy gaty zatdan (fanera, alýumin) ýasalan bolsa deformasiýa uly däldir.

Planyň ýüzündäki çyzygyň deformasiýasy şeýle formula bilen hasaplanylýar:

$$K = \frac{d_0 - d}{d};$$

(5.20)

**Bu ýerde:**

K–deformasiýa koeffisiýenti,  $d_0$  – çyzygyň teoretiki uzynlygy;

d–çyzygyň deformirlenen planda grafiki ölçenen uzynlygy;

Çyzygyň düzedilen uzynlygy şeýle formula bilen kesgitlenilýär

$$d_0 = d - Kd;$$

(5.21)

Kesgitlenen deformasiýa koeffisiýentini hasaba alyp deformirlenen planyň ýüzündäki sudurlaryň meýdanlary şeýle formula bilen kesgitlenilýär.

$$S_0 = S - 2KS; \quad (5.22)$$

**Bu ýerde:**

$S$  – deformirlenen meýdan;

$S_0$  – deformirlenmedik planyň meýdany ( $d_0 \times d_0$ );

## **VI Bap.**

### **Ýer üstüni ýönekeý gurallarda ölçemek we şekillendirmek.**

#### **6.1 Uzynlyk ölçeglerinde ulanylýan ýönekeý esbaplar we olaryň takyklygy.**

**Ýer üstünde aralyklary ölçemek üçin dürli ölçeg esbaplary ulanylýar. Olara ölçeg simleri, hada, ölçeg lentalary, ruletkalar we şuňa neňzeş esbaplar degişlidir.**

Ölçeg lentasy: Aralyklary ölçemäge niýetlenen ЛЗ-polatdan ýasalan, giňligi 10-15 mm, galyňlygy - 0,4-0,5 mm lentadyr. Bu lentalar 10 kg güýç bilen dartylanda olaryň uzynlygy degişlilikde 20, 24 ýa-da 50 metre deň bolmalydyr. Lentalaryň başynda we ahyrynda tutyp çekmek üçin aýlanýan tutaýlary bardyr. Lentalaryň ýüzi, her 1 metrden san ýazgylý plastinalar bilen belgilenendir, ýarym metr aralyklary bolsa latun ýa-da alýumin nokatjyklar bilen belgilenendir, dessimetr aralyk bolsa lentanyň oky boýunça deşijekler bilen görkezilendir, santimetr aralyklar göz çeni bilen kesgitlenýändir.

Ştrihli aralyk ölçeýji ЛЗIII lenta takyklygy boýunça ЛЗ lentadan ýokarydyr. Sebäbi ol lentäniň ahyrky dessimetr bölekleri millimetr böleklerе bölünendir.

Ruletka PK-olar uzynlygy boýunça 50, 75, 100, bolyp bilýärler.

Ruletka ПГ-olar uzynlygy boýunça 20, 30, 50, metr bolyp bilýärler.

Ruletkalaryň ahyrky dessimetlik zolaklary santimetrlerе we millimetrlerе bölünendir, galan dessimetrik zolaklar bolsa diňe santimetrlerе bölünendir.

## Ölçeg lentalaryň görnüşleri we takyklygy.

6.1- nji tablisa

	ЛЗ-20	ЛЗ-24	ЛЗ-50	ЛЗШ-20	ЛЗШ-24	ЛЗШ-50
Ahyrky dessimetr zolakda kiçi bölekler, mm	-	-	-	1	1	1
Ähli uzynlygy boýunça rugsat berilýän ýalňyşlyk, mm	2	2	3	1	2	3

Ölçeglerde hakyky ýalňyşlyk şeýle formula bilen hasaplanylýar:

$$\Delta l = \pm \frac{an}{l}, \text{ mm}; \quad (6.1)$$

**Bu ýerde:**

a – lentanyň ähli uzynlygyna berilýän ýalňyşlyk, mm;

n – ölçelen aralyk, m;

l – ölçelen aralygyň hakyky bolmaly bahasy, m;

Aralyk ölçýji lentalaryň hakyky uzynlygyny kesgitlemeklige komparirowaniýa diýilýär. Şu maksat üçin işçi lentany, etalon boýunça nusga bolýan lentanyň uzynlygy bilen deňeşdirilýär.

## 6.2 Polat lentalar bilen aralyklary ölçemegiň düzgünleri.

Aralyk polat lenta bilen ölçenende lentanyň ölçeg sanynyň hasabatyny, ýeňilleşdirer ýaly 11 ýada 6 sany demir çişler ulanylýar. Ölçeg işlerini geçirmezden öň çişleriň sanynyň dogrydygyny we polat lentäniň abatlygyny, gözden geçirmeli.

Aralyk ölçeglerine iki ölçýji adam gatnaşýar, 1-nji adam lentäniň başynda, 2-njisi bolsa onyň ahyrynda durýarlar. Ölçegiň başynda duran 1-nji adamda 1 çis bolýar, soňynda duran 2-nji adamda bolsa 10 çis bolýar.

Her gezek lentäniň doly uzynlygy alynanda bir çis ýere dikilip gidilýär. Haçanda ähli 11 çisiň hemmesi başdaky 1-nji adama geçende, täzedan 10 çis 2-nji ölçýji adama berilýär we diňe şondan soň täzedan ölçeg başlanýar. Ikinji ölçýjä näçe gezek çişler geçirilen bolsa ol jurnalda belleniýär. Egerde polat lentanyň hakyky uzynlygy 20 m. deň bolsa we şonuň

bilen 10 gezek aralyk alynan bolsa onda olaryň jemi ( $L = n \cdot L_0 = 10 \cdot 20$ ) = 200m deňdir.

Çisleriň toplumy birnäçe gezek ikinji ölçeýjä geçirilen bolsa, mysal üçin  $K=6$  gezek, birinji ölçeýjide galan çişleriň sany, mysal üçin  $n=9$  çiş bolsa, şeýle hem soňky çişden ölçenilýän aralygyň soňky nokadyna çenli doly bolmadyk aralygy (mysal üçin,  $a=4.8\text{m}$ ) goşmak bilen ölçenýän aralygyň umumy uzynlygy şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$D = LK \cdot L_0(n-1) + a; \quad (6.2)$$

**Bu ýerde:**

$L$  – çişleriň bir toplumynada geçirilen ölçegleriň jemi;

$K$  – birinji ölçeýjä ikinji ölçeýji tarapyndan geçirilen çişleriň toplumynyň sany;

$L_0$  – polat lentanyň hakyky uzynlygy;

$n$  – ahyrky nokada barylarda birinji ölçeýjide galan çişleriň sany;

$a$  – soňky çişden ölçenilýän aralygyň, ahyrky nokadyna çenli bolan uzynlyk;

Ýokarda görkezilen formula, getirilen bahalar goýulsa onda ölçenilýän aralygyň şeýle uzynlygyny alarys:

$$D = 200 \cdot 6 + 20(9-1) + 4,8 = 1404,8 \text{ m};$$

Aralyklar polat lentalary bilen ölçelende ölçegiň takyklygyna birnäçe zatlar täsir edýärler. Olardan:

1. Ölçeg lentasy deň güýç bilen dartylmadyk ýagdaýynda (10 kg güýç) emele gelyän ýalňyşlyklar;

2. Ölçegleriň geçirilýän wagtynda howanyň temperaturasynyň üýtgäp durmagynda ýüze çykýan ýalňyşlyklar;

3. Ölçeg lentalarynyň uçlarynyň ýerinde takyk bellenilmezligi sebäpli döreýän ýalňyşlyklar;

4. Kelte ýerler ölçelende, ölçeg lentasynyň ahyrky böleginden hasap alynanda goýberilýän ýalňyşlyklar;

5. Otly, çöpli, şemally we ş.m. ýerlerde ölçege geçirilende ölçege lentalarynyň Gyşarmagy netijesinde döreýän ýalňyşlyklar;

6. Ölçege lentalarynyň sallanmaklary, egrelmekleri sebäpli emele gelýän ýalňyşlyklar;

7. Aralyk ölçeçlerinde ölçege lentalarynyň göni çyzykdan gyşarmaklarynyň täsirleri netijesinde döreýän ýalňyşlyklar;

8. Ölçelýän aralyklardaky ýerleriň we topraklaryň häsiýetleriniň täsiri netijesinde ýüze çykýan ýalňyşlyklar;

Polat lenta bilen ölçeğiň takyklygyny ýokarlandyrmak üçin, howanyň temperaturasynyň täsiri netijesinde lentanyň süýnmegine düzedişler girizilýär.

$$l_p = l_o + \Delta l_o; \quad (6.3)$$

$l_p$  – Iş geçirilýän döwürdäki tempreturada lentanyň uzynlygy;

$l_o$  – Polat lentäniň hakyky uzynlygy;

$\Delta l_o$  – howanyň temperaturasy üçin berilýän düzedişler ;

$$\Delta l_o = \Delta l + K (t^1 - t_o) \quad (6.4)$$

**Bu ýerde:**

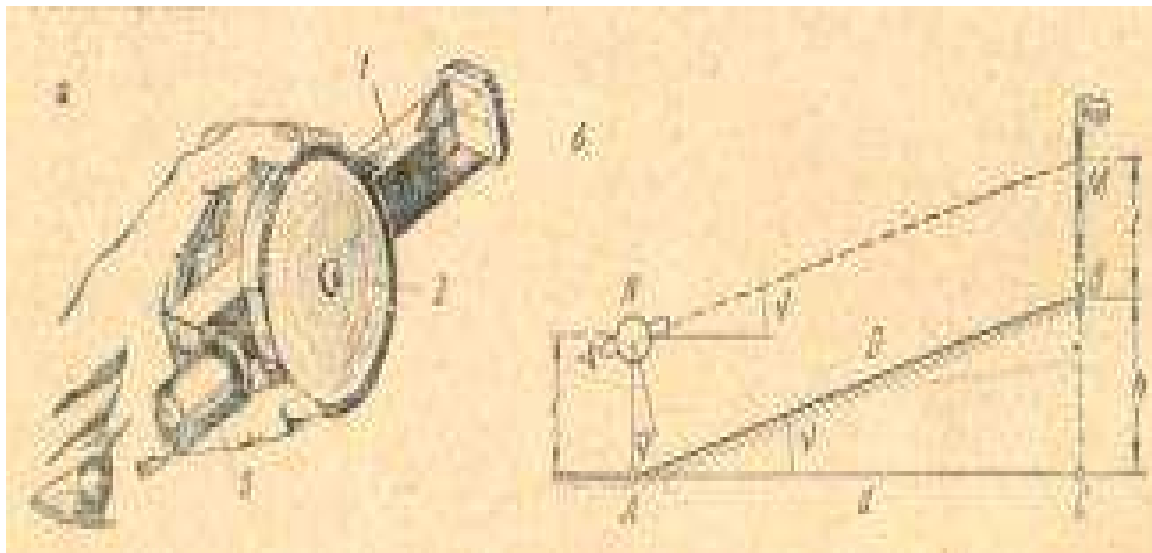
$\Delta l$ -işiň başyndaky we ahyryndaky howanyň tempreturasyna berilýän düzedişleriň jemi ( $\Delta l = \Delta l_{baş.} + \Delta l_{ahyr.}$ ).

K – howanyň tempreturasy 1° üýtgände polat lentalarynyň süýnmeklik koeffisiýenti ( $K = 0,000012$ )

$t^1, t_o$  – Işiň başyndaky we ahyryndaky howanyň tempreturasy.

### 6.3 Gorizontalar aralyklary kesgitlemek.

Ýer üstünde aralyklar ölçelenden soň, ol aralyklaryň gorizontalar uzynlyklary hem kesgitlenilmelidir, ýagny ýeriň ýapgytlylygynyň uzynlyk ölçeglerine ýetirýän täsiri göz önünde tutmalydyr.



6.1-nji surat

D–ýerde lenta bilen ölçenýän aralyk,  $\gamma$ –ýapgytlyk burçy; d – gorizontalar aralyk şeýle formula bilen hasaplanýar.

Ýerde gorizontalar aralyklary kesgitlemek üçin  $d=AC$ . Ýeriň üstündäki  $D=AB$  aralygy we onyň gorizonta baglylykdaky ýapgytlyk burçyny  $\gamma$  ölçeyärler, onda

$$d=D\cos\gamma \quad (6.5)$$

**ýa-da**

$$d=D-\Delta D \quad (6.6)$$

Bu ýerde gorizonta görä berilen ýapgytlyga düzediş deňdir.

$$\Delta D=D-d=D-D\cos\gamma =2D\sin^2\frac{\gamma}{2} \quad (6.7)$$

$\Delta D$ —düzedişi kesgitlemek üçin ýörite tablisalardan peýdalanýarlar.

#### **6.4 Ýer üstüni ýönekeý gurallarda şekillendirmek.**

Ýönekeý gurallarda şekillendirme ölçegleriň we grafiki plan gurmagyň ýönekeý usuly bolup, onuň takyklygy örän pesdir. Bu usul uly bolmadyk takyklykda işi çalt ýeriňe ýetirmek üçin ulanylýar.

Bu şekillendirme esasan täze özlesdirilmäge niýetlenen ýerlerde başlangyç barlag işleri geçirilende, ol ýerleriň shemalaryny tiz wagtda taýýarlamak we bar bolan plan-karta materiallaryna bolyp geçen üýtgeşmeleri girizmek üçin ulanylýar.

Aralyklary ölçemek, burçlary gurmak ýönekeý usullarda ýerine ýetirilýär. Ýönekeý gurallar bilen geçirilýän şekillendirmede esasan papka-planşet, bussol, eklimetr, ekker, barometr we garaýyş çyzgyj ulanylýar.

Plan gurmak üçin papka-plansete bir tagta çyzgy kagyzy berkidilýär. Aralyklar ölçeg lentasy bilen ýa-da käbir halatlarda ädimläp ölçenilýär, gorizont al burçlar garaýyş çyzgyjy bilen gurulýar. Ýer üstüniň ýapgytlyk burçlary eklimetr bilen, häsiýetli nokatlaryň beýiklikleri ýa-da peslikleri barometr bilen, çyzyklaryň ugrlary bussol bilen kesgitlenilýär. Göni burçlar bolsa ekker bilen gurulýar.

Aralygyň, geçilýän tizligi we wagty göz önünde tutulyp ölçenilýän ýagdaýlary hem bolýar.

Aralyk ädim bilen ölçelende, ädim sanlary bir aýakdan jüb ädimleri sanalsa amatly bolýar. Ädimlenen ölçegleriň netijesini bilmek üçin, önden ölçenen belli aralygyň (mysal üçin 100 m) näçe jüb ädime deňdigini kesgitlemeli we bir ädimiň ortaça bahasyny çykarmaly.

Ýönekeý gurallar bilen şekillendirme işleri iki görnüşde ýerine ýetirilip biliner, ýagny berilen ugr boýunça şekillendirmek ýa-da meýdanlary şekillendirmek.

Eger-de ýer böleginiň meýdany şekillendirilýän bolsa, onda ýörelge daşy ýapyk meýdançany döredýär.

Mysal üçin: A nokatdan şekillendirmäni başlamak üçin bussolyň kömegi bilen planşetiň depesi demirgazyga ugrukdyrylýar. Ondan soň planşetde şekillendirilýän meýdan amatly ýerleşer ýaly, A nokadyň planda tutýan ugry kesgitlenilýär. Ýörelgede duralga nokatlaryny bellemek bilen bir wagtda, ol nokatlaryň töweregindäki sudurlar hem şekillendirilýär we relýefiň häsiýetli nokatlary bellenilýär. A nokadyň töweregindäki sudurlaryň burçlary we aralyklary polýar ýa-da kesimler usullary bilen kesgitlenýär we bellenen masştapda plana geçirilýär. Birinji duralgada şekillendirme tamamlanandan soň ikinji duralga geçilýär. Bu duralgada hem öňki alynan nokat boýunça bussol bilen ugr kesgitlenýär we planşet ugrukdyrylýar.

Ahyrky duralga bilen başlangyç duralga birigip, ýapyk ýörelge emele gelenden soň, aralyk ölçeglerde dörän näтактыklygyň, ýörelgäniň perimetrine (P) bolan gatnasygy 1:50 uly bolmasa, onda ol parallel çyzyklar usuly boýunça aralyklara paýlanylýar.

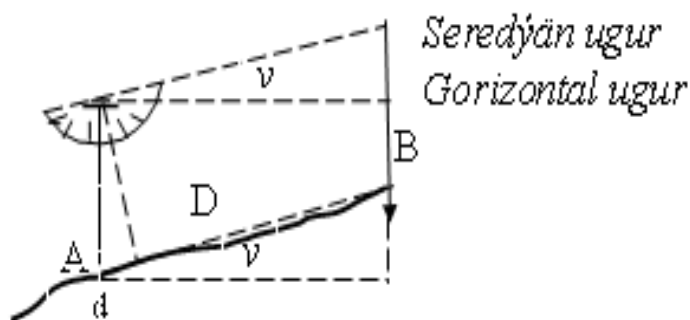
### 6.5 Eklimetr bilen ýer üstüniň ýapgytlyk burçlaryny ölçemek.

Plan düzilende ugryň gorizontal aralygyny kesgitlemeli. Ol ýapgyt aralyk we ýapgytlyk burçy ölçelenden soň, gorizontal aralyk şeýle formula bilen kesgitlenilýär:

$$d = D \cos v \quad (6.8)$$

**Bu ýerde:** D—ýeriň üstünde ölçelen aralyk;

$v$  — ol aralygyň ýapgytlyk burçy;



6.2-nji surat

Ýapgytlyk burçlary uly bolmadyk ýagdaýlarynda, gorizont alaryklary kesgitlemek üçin, burçlaryň takyk bahasyny bilmek hökman däl, sebäbi kiçi burçyň üýtgemegi kosinusyň üýtgemegine az täsir edýär.

**Mysal üçin:**

$$\cos 1^{\circ} = 0,99985$$

$$\cos 2^{\circ} = 0,99939$$

$$\cos 3^{\circ} = 0,99863$$

Şeýlelikde ýapgytlyk burçlary  $1^{\circ}$  den bolan aralyklar ölçelende, ol ýapgytlygy hasaba almak hökman däl, sebäbi gorizont alaryklaryň ölçegleriniň otnositel ýalňyşlygy örän ujypsyzdyr:

$$\cos 0^{\circ} - \cos 1^{\circ} = 1 - 0,99985 = 0,00015 \approx \frac{1}{6700}$$

Eger-de  $2^{\circ}$  ýapgytlyk hasaba alynmadyk ýagdaýynda, gorizont alarygyň ölçeginiň otnositel ýalňyşlygy  $1/1600$  barabardyr.

$$\cos 0^{\circ} - \cos 2^{\circ} = 1 - 0,99939 = 0,00061 \approx \frac{1}{1600}$$

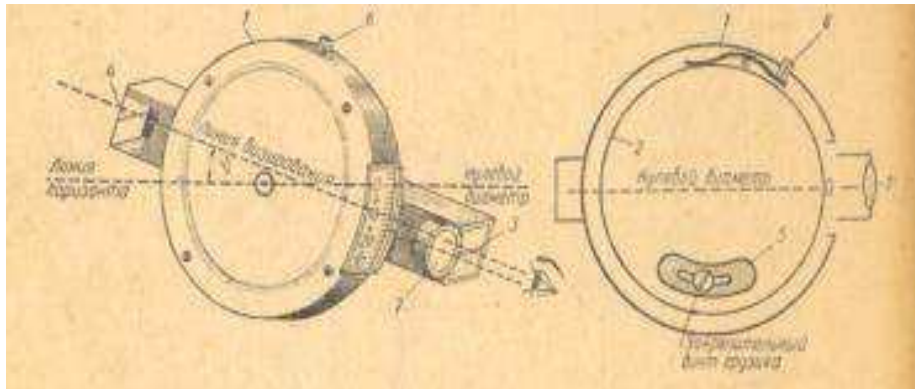
Bu ýalňyşlyk lenta bilen geçirilen ölçeginiň otnositel ýalňyşlygyna golaýdyr. Şonuň üçin gorizont alaryklar kesgitlenende, ýapgytlyk burçlary  $2^{\circ}$  ýa-da ondan uly bolanlarynda, olar hasaba alynmalydyr. Sebäbi aralyk ölçegleriň otnositel ýalňyşlyklary  $1/2000$  uly bolmaly däl.

Kiçi ýapgyt burçlary takmynan ölçäp bolýar, onuň üçin ýönekeý we ýeňil eklimetr guraly ulanylýar.

Asma ýüpli adaty transportir hem eklimetr hökümünde ulanyp bolar. Ondaky ýüp duganyň merkezine berkidilendir. Transportiriň kömegi bilen ýapgytlyk burçyň kesgitlenilişi suratda görkezilýär. Transportiriň diametri çelgä, ýagny çelginiň ýüzünde transportiriň ýerden beýikligi bellenen

ýerine, gönikdirilýär. Ýapgytlyk burçyň hasabaty asma ýüpiň ugryndan alynýar.

Ýapgytlyk burçyny ölçemek üçin Brandisiň eklimetri has amatlydyr.



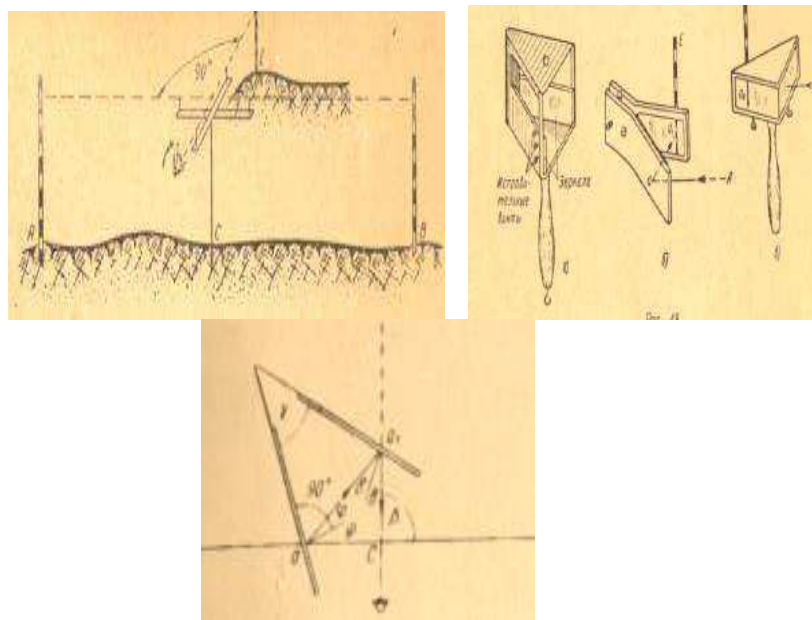
6.3 -nji surat

Ol tegelek gutydan we onuň içinde baglanan, merkeziň golaýynda aýlanýan wertikal tegelekden, garaýyş turbadan we dioptrdan (iki gözenege berkidilen ýüpjagaz) durýar.

Bu eklimetriň wertikal tegeleginiň gapdal tarapynda noldan başlap iki tarapyna bir gradusdan bölinendir we ýapgytlyk burçyň plýus- minus alamaty görkezilendir. Bu eklimetr bilen ýapgyt burç şeýle ölçenilýär, ýagny ölçeýji eklimetri eline alyp, wertikal tegelegi saklaýjyny basyp saklap, tegelek erkin aýlanar ýaly ýagdaýda çelgidäki belgä dioptryň üsti bilen gönikdirýär we wertikal tegelek kadaly ýagdaýa geleninden soň ýapgytlyk burçyň hasabaty alynýar.

## 6.6 Ekker bilen göni burçlary gurmak.

Kiçiräjik ýer bölegi şekillendirilende gorizontall burçlary ölçemegiň ornuna, ýörelgelerdäki ugrlaryň arasynda göni burçlar ýa-da  $45^0$  deň bolan burçlar hem gurulýar. Bu burçlary kwädratlar boýunça bag agaçlaryny oturtmaly bolanynda hem ýerinde gurmaly bolýar. Bu hemişelik burçlar ekkeriň kömegi bilen gurulýar. Ekkerler ýönekeý we optiki görnişde bolýar. Ýönekeý görnüşi atanak görnüшли ekker, ol özara perpendikulýar, 20-30 sm bolan we uçlaryna dioptr ýada çiş berkidilen plankadan durýar. Ekker bilen işlemegiň manysy çyzgyda görkezilýär.



6.4-nji surat

Optiki ekkerleriň içinde köp ulanylýanlarynyň biri iki aýnaly, ýanyňa göterilýän Adamsyň ekkeridir. Iki aýnaly ekker, iki gyraň burçy döredýän iki sany plastinadan durýar. Plastinalaryň içki tarapyna iki sany tekiz aýna berkidilendir. Bu ekkeriň iş düzgüni, şöhläniň gelýän burçynyň döwilip, yzyna serpigýän burça deňligi hakyndaky belli kanuna esaslanandyr.

AB ugra perpendikulýar goýmak üçin hatardaky G nokatda ekker bilen durmaly we ony A nokada gönikdirmeli. A nokatda duran çelgiden gaýdýan şöhle birinji aýna düşip, ýzyna serpilen şöhle ikinji aýna barýar we şol ýagdaýda garaýjy AB çyzyga perpendikulýar bolan  $a_1$  nokady görýär. Şöl ugryň dowamy boýunça E nokatda çelgini goýmaga işgärine görkezme berýär.

## 6.7 Bussol bilen uglary kesgitlemek.

Magnit azimuty we rumby kesgitlemäge hyzmat edýän, tegelek guty görnüşli, merkezindäki iňňä magnit pekamy berkidilen gurala bussol diýilýär. Geodeziýa işlerinde bussollary kömekçi gural hökmünde ulanýarlar. Onyň kömegi bilen planşet, karta ugrykdyrylyp biliner. Bussollar esasan

magnit azimutlaryny ýa-da çyzyklaryň rumblaryny we magnit meridianynyň ugruny kesgitlemek üçin hyzmat edýärler.

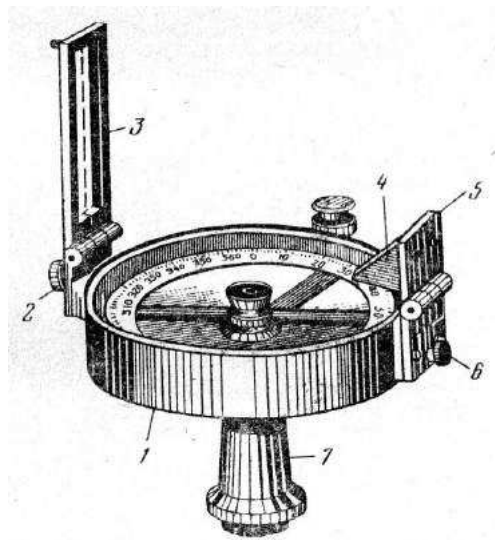
Azimutyň we rumbyň hasabaty graduslara ýa-da ýarym graduslara bölünen bussolyň halkasy boýunça magnit peýkamynyň ujynyň garşysyndan alynýar. Bussolyň halkasyndaky bölişdirme ýazgylara baglylykda azimyt halkajygy we rumb halkajygy tapawutlandyrylýar.

Bussollar şu aşakdaky böleklerden durýar: merkezindäki iňnede magnit peýkamy erkin berkidilen we daşyndaky alýumin halkada gradus bölekleri ýazylan ýüzi aýnaly tegelek gutydan (1), nokatlara gönülap seretmek üçin iki sany ýygnaýan dioptrdan (3,5), prizmadan (4), peýkamy berkidýän nurbatjykdan (2), göz dioptrynyň (5) seredilýän çyzyjagynyň aşagynda ýerleşen, gradusda hasap almak üçin niýetlenen tegelek penjirejikden.

Azimut ýazgyly alýuminden ýasalan halkajyk 0 we  $180^0$ -dan geçýän diametri peýkamynyň magnit oky bilen gabat geler ýaly edilip peýkam bilen birikdirilendir.

Bussoly ulanmazdan öň, onuň hemme bölekleriniň dogry işleýändigini barlap görmek zerurdyr.

Bussol bilen magnit azimutyny kesgitlemek üçin, bussoly gorizonta ýagdaýda goýmaly, peýkamy berkidýän nurbatjygy açmaly we iki dioptryň kömegi bilen seredilýän nokada çenäp ugrukdyrmaly. Haçan-da, peýkam doly ynjaly, bir ýerde saklanandan soň, nurbatjyk bilen peýkamy berkitmeli we göz dioptrynyň aşagynda ýerleşen tegelek penjirejikden seredip gradus ýazgyly halkajykdan hasap almaly.



6.5-nji surat

Rumb üçin niýetlenen halkajykda bölişdirmeler  $0^0$ - $90^0$  çenli ýazgylar iki tarapa ýazylandyr. Rumb kesgitlenende halkanyň nol diýametri kartada, planda, ýerde kesgitlenýän ugr bilen gabat gelmeli; bussolyň nol ugry seredilýän zatlar tarap ugrykdyrylmaly, rumbyň hasabaty magnit peýkamynyň islendik tarapy boýunça alynyp biliner.

## **VII Bap. Teodolit bilen işlemek.**

### **7.1 Teodolidiň düzüm bölekleri.**

Teodoliti gorizonta we wertika burçlary ölçemek üçin niýetlenen geodeziki guraldyr, onuň düzüm bölekleri şu aşakdakylardan durýar:

1. Ştativ, ol teodoliti ýeterlikli beýiklikde ornaşdyrmak üçin niýetlenen esbap bolup, metaldan ýa-da agaçdan ýasalan üç aýakdan durýar, we onyň ýygnaýan ýa-da bitewi görnüşi bardyr

2. Asma ýükjagaz, ýiti uçly 100-150gr agramly ýüpe daňylan demirjagazdyr. Ol optiki merkezleşdiriji bolmadyk halatynda, teodolidi ýerdäki nokadyň üstünde takyk merkezleşdirmek üçin ulanylýan asma esbapdyr.

3. Metal goýguç, ol teodolidiň işçi bölegini ştatiwe berkitmek üçin niýetlenen esbapdyr.

4. Urowen – geodeziki gurallaryň oklaryny gorizonta we wertika ýagdaýa getirmek üçin, şeýle hem teodolidiň işleýän

wagtynda onuň esbaplarynyň oklarynyň ýagdaýyny görközmek üçin niýetlenen esbapdyr. Urowen silindir we tegelek görnüşde bolup, daşy metal gaply, çüýşe naýçanyň içinde ýerleşen etil spirtidir.

## **7.2 Teodolidiň işçi bölekleri.**

Teodolit öz niýetlenişi boýunça biri-birinden tapawutlanýan birnäçe esasy işçi böleklerden durýar. Olardan:

1. Limb, magnitsizlendirilen metaldan (galaýy-bürünç garyndysyndan ýa-da kümüş-mis garyndysyndan) ýa-da çüýşeden ýasalan we graduslara, minutlara bölünen tegelek halkadyr. Teodolitleriň görnüşlerine we takyklygyna baglylykda, limbiň ol bölekleriniň bahasy  $5'$ ,  $10'$ ,  $15'$ ,  $20'$ ,  $30'$  we  $1^0$  çenli bolýar. Limbiň bölekleriniň bahasy sagat diliniň ugryna  $0^0 - 360^0$  çenli belgilenendir.

2. Alidada, tegelekden ybarat bolup, onuň aýlanma oky limbiň aýlanma okynyň içinde oturyandyr. Onuň diametral gapma-garşy ugrlary 0 bilen belgilenen dik çyzyk bilen görközilendir. Gorizental we wertikal burçlar ölçelende, bu burçlar teodolidiň gorizental we wertikal tegeleklerine proyektirlenilýär. Sanlary anyk almak üçin wernýerden we hasap alyş esbaplaryndan peýdalanýarlar.

3. Wernýer, limbden alynýan hasabyň takyklygyny artdyrmak üçin alidada çyzylan şkaladan ybaratdyr.

4. Göriş turbasy, seredilýän nokady anyk görmek üçin, iki optiki bölekden, ýagny obýektiwden we okulýardan durýandyr. Okulýar turbasynyň linzasynyň önünde ýerleşen diafragma, çüýşe plastiki sapakly ýüpjagazlar tory çyzylandyr. Sapaklaryň kesişýän nokadyna teodolidiň garaýyş oky, ýagny wizir oky diýilýär.

5. Wertikal tegelek. Teodolidiň wertikal tegeleginiň kömegi bilen wertikal burçlar ölçenilýär. Wertikal tegelegiň gorizental tegelekden tapawudy, göriş turbasy gorizental okunyň daşyndan aýlandyrylanda, ol wertikal tegelekdeki limb bilen bilelikde aýlanýar, alidada bolsa ýerinden gymyldamaýar.



7.1-nji surat. Teodolit 2T30, daşky görnüşi.

### **7.3 Teodolidi iş ýagdaýyna getirmek.**

Teodolidi iş ýagdaýyna şu aşakdaky yzygiderlilikde getirilýär:

1. Teodolidi merkezleşdirmeli, onuň üçin teodolit asma ýükjagazyň kömegi bilen  $\pm 5\text{mm}$  takyklykda ýerde berilen nokadyň üstünde ýerleşdirilýär. Has takyk merkezleşdirmek üçin optiki usul ulanylýar.

2. Teodolidiň okuny wertikal ýagdaýa getirmeli, onuň üçin dereje uroweniň düwmesini üç sany göteriji nurbatlar arkaly orta getirmeli.

3. Göriş turbany düzetmeli, onuň üçin okulýaryň fokus aralygyny sazlap tor sapaklary gowy görner ýaly etmeli.

4. Teodolidi meridian boýunça ugrukdyrmaly, onuň üçin teodolide oturdylan bussolyň kömegi bilen magnit meridiany boýunça, ölçenilýän çyzyklaryň ugry kesgitlenilýär. Ugry kesgitlemek üçin alidadanyň we limbiň nol çyzyklaryny biri-birine gabat getirip, alidadany berkitmeli. Limbi açyp

göriş turbanyň wizir okuny bussolyň magnit peýkamynyň nul ýeri (0) bilen gabat gelyänçe öwürmeli. Ondan soň limbi berkidip alidadany açmaly we göriş turbasyny sagat diliniň herekediniň ugry boýunça öwürip, berilen ugrdaky nokada gönükdürmeli we şol ugryň magnit azimuthyny kesgitlemeli.

Takyk ugrukdyrmak üçin alidadanyň sazlaýjy mikrometrinden peýdalanmaly.

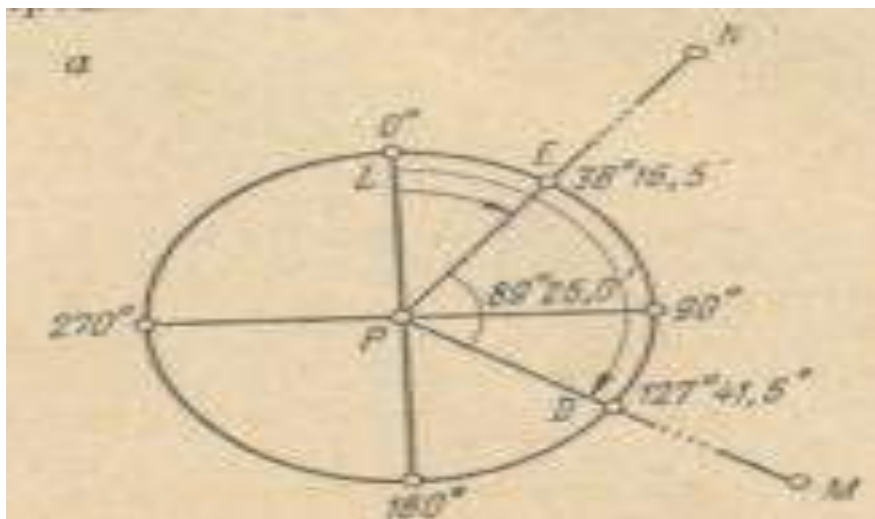
#### **7.4 Teodolit bilen gorizental burçlary ölçemek.**

Gorizental burçlary ölçemek üçin birnäçe usullary ulanýarlar. Inženerçilik işlerinde ýarym, doly, töwerek we gaýtalama usullary ulanylýar. Gorizental burçuň bahasy ölçenilýän nokadyň depesinden çykýan iki ugruň burç bahalarynyň tapawudy görnüşinde alynýar.

##### **7.4.1. Gorizental burçy ölçemegiň ýarym we doly usullary.**

Gorizental burçy ölçemek ýerdäki P nokatda teodolidi ýerleşdirip N we M nokatlarda çelgileri ornaşdyrmaly. Teodolit iş ýagdaýyna getirilenden soň haýsy burçuň (sag ýada çep) ölçenilýändigine baglylykda, teodolidiň garaýyş turbasyny nokatlara gönükdirmegiň nobaty kesgitlenilýär. Sag tarapdaky NPM burçy ölçemek üçin ilki bilen N nokada, soň M nokada garalýar.

N nokatda goýulan çelgä garaýyş turba arkaly seretmeli. Çelgi garaýyş turbada görünenden soň berkidiji nurbatlaryny towlap alidada berkidilýär. Sapaklar torunyň kesişen nokady öwriji mikrometriň kömegi bilen çelginiň düýbine gönilenýär we mikroskopyň gorizental tegeleginden ilkinji hasap alynýar. Alnan hasap dergide N nokadyň garşysynda ýazylýar.



7.2-nji surat.

Şu ýagdaýda alidadanyň berkidiji nurbatyny boşadyp garaýyş turba M nokada tarap öwrülýär we M nokatdaky çelgä seredilýär. Garaýyş turbada çelgi görünenden soň, alidadanyň we garaýyş turbanyň nurbatlary berkidilýär. Sapaklar torunyň kesişýän nokady alidadany öwriji mikrometriň kömegi bilen çelginiň düýbine dogurlanýar we ýokardaky ýaly hasap alynýar. Alnan hasap dergide M nokadyň garşysynda ýazylýar.

M nokatdan alnan hasapdan N nokatdan alnan hasap aýrylyp, gorizont NPM burçuň ululygy kesgitlenilýär.

Şeýlelikde PM we PN iki ugrlaryň arasyndaky burçuň birinji ýarym usuldaky ölçegi tamamlanýar.

**Ýarym usulda gorizintal burçlary ölçemegiň dergisi**  
7.1-nji tablisa

<b>Teodolidi ň duran nokatlarynyň tertibi</b>	<b>Seredil ýän nokatlar</b>	<b>Mikroskopyň gorizintal tegeleginden alnan hasaplar</b>	<b>Goriz notal buçlar</b>
P	M N	127 <sup>0</sup> 41.5' 38 <sup>0</sup> 16.5'	89 <sup>0</sup> 25. 0'

Burçyň dogry ölçenendigini barlamak we burç ölçeginiň takyklygyny ýokorlandyrmak hem-de garaýyş turbasynyň kolliminassion bahasyny ýok etmek üçin, garaýuş turbany zenit boýunça 180<sup>0</sup> aýlap, ikinji ýarym usulda (Çep tegeler-ÇT) ölçemek hem ýokarky tertipde ýeriňe ýetirleýär. Burçlary iki usulda, ýagny sag tagalakde (ST) we çep tegelekde (ÇT) ölçmek doly usuly emele getirýär.

**Doly usulda gorizintal burçlary ölçemegiň dergisi**  
7.2 - nji tablisa

<b>Teodoli diň duran nokatlarynyň tertibi</b>	<b>Sere dilýän nokatlar</b>	<b>Mikros kopyň gorizintal tegeleginden alnan hasaplar</b>	<b>Goriznotal buçlar</b>	
			<b>ST we ÇT</b>	<b>Orta ça</b>
P	M N	ST 127 <sup>0</sup> 41,5' 38 <sup>0</sup> 16,5'	89 <sup>0</sup> 25,0 /	89 <sup>0</sup> 2 4 <sup>/</sup> 30 <sup>//</sup>
P	M N	ÇT 75 <sup>0</sup> 37,0' 346 <sup>0</sup> 13,0'	89 <sup>0</sup> 24,0 /	

Eger-de N nokatdan alnan hasap, M nokatdaky alnan hasapdan uly bolsa, onda N nokatdaky alnan hasabyň üstine  $360^0$  goşup, soňra M nokatdan alnan hasap aýrylýar.

Mysal:

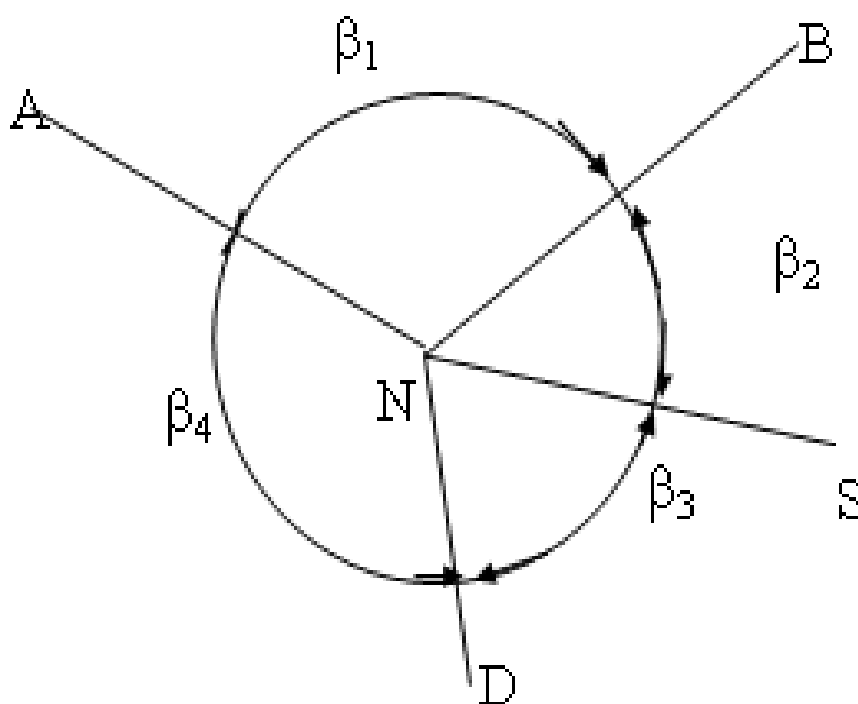
$$\beta = M - N = 127^0 41.5' - 38^0 16.5' = 89^0 25.00'$$

$$\beta = M - N = 75^0 37.0' + 360^0 - 346^0 13.0' = 89^0 24.0'$$

Iki gezek ýarym usulda ölçenip alynan netijeleriň tapawudy mikraskopyň iki takyklygyndan (2t) uly bolmasa burç dogry ölçenen hasaplanylýar.

#### 7.4.2. Gorizonta burç ölçemegiň töwerek usuly.

Gorizonta burçlary ölçemegiň töwerek usulynda umumy N nokadyň depesinden çykýan iki sany ugur dälde, birnäçe ugurlar boýunça ölçeg geçirilýär we deňişli ugurlar boýunça burçlaryň bahasy hasaplanylýar. Iş şeýle yzygiderlilikde ýerine ýetirilýär: Ýerdäki N nokadyň üstünde teodalit gurnalýar we iş ýagdaýyna getirilýär.



7.3-nji surat.

Teodolidiň garaýyş turbasy ilkinji bilen A nokada, soň bolsa B, S, D nokatlara gönükdirilýär, her bir nokatda hasap alynýar we olar dergä ýazylýar. Soň garaýyş turba şol ugr

boýunça D nokatdan başlangyç A nokada dolanyp gelýär we şol nokatda hasap alynandan soň töwerek usuly tamamlanýar.

Başlangyç we ahyrky alynan hasabatlaryň netijesinde lumbiň üýtgemedigine güwä geçilýär. Ýokardaky tertip boýunça geçirilen iş birinji ýarym usuly düzýär.

### **Gorizontaý burçlary ölçemegiň töwerek usulynyň dergisi.**

7.3 - nji tablisa

Nokatlar belgisi	I ýarym usul			II ýarym usul			Ortaça		
	hasabat			hasabat					
	0	1	11	0	1	11	0	1	11
<i>A</i>	00	05	30	00	05	00	00	05	15
<i>B</i>	85	26	30	85	26	30	85	26	30
<i>S</i>	153	20	30	153	20	00	153	20	15
<i>D</i>	210	30	00	210	30	15	210	30	07
<i>A</i>	00	06	00	00	05	30	00	05	45

Teodolidiň garaýyş turbasy zenidiň üsti bilen  $180^0$  aýlandyrylýar we sagat ugrunyň tersine, şeýle yzygiderlilikde A, D, S, B, A nokatlardan hasap alynýar we dergä ýazylýar.

Şeýlelikde ikinji ýarym usul tamamlanýar. Iki sany ýarym usul doly usuly berýär.

#### **7.4.3 Gorizontaý burçlary ölçemegiň gaýtalama usuly.**

Gorizontaý burçlary gaýtalama usuly bilen ölçemek üçin teodolit ölçenilýän burçuň üstünde gurnalýar we iş ýagdaýyna getirilýär. Alidadany nol bahadan ýokarda bolar ýaly berkidilýär. Limbi sagat diliniň hereketiniň tersine aýlap, merkezi sapajyklary ýerdäki çep nokada gönükdirilýär. Limb berkidilip, alidada açylýar we sagat diliniň ugryna aýlap garaýyş turbasy sag tarapdaky ölçenilýän nokada gönükdürilýär, burçuň ýakynlaşan bahasynyň hasaby alynýar.

Alynan hasap dergä ýazylýar. Soň limb berkidilip we sagat diliniň hereketiniň garşysyna aýlap täzedan çep nokada gönükdirilýär. Limb berkidilýär, alidada açylýar, sagat diliniň hereketiniň ugruna aýlap merkezi tory sag nokada gönükdirilýär, ýöne hasap alynmaýar. Şeýlelikde ikinji gaýtalama tamamlanýar. Eger-de burç 3 gezek gaýtalanyp ölçenilýän bolsa onda ölçegiň şol düzgüni gaýtalanyp , soňky gezek sag nokada garalýar we hasap alynýar.

Eger-de başda alynan hasap B, soňky hasap S, gaýtalama sany n bolsa onda ölçelen burçuň ortoça bahasy şeýle formula bilen kesgitlenilýär.

$$\beta = \frac{S - B}{n} \quad (7.1)$$

Mysal üçin, başlangyç hasabat  $B=0^0 10^1 00^{11}$ , soňky hasabat  $S=189^0 52^1 30^{11}$ , gaýtalama sany  $n=3$  barabar bolsa, onda:

$$\beta = \frac{S - B}{n} = \frac{189^0 52^1 30^{11} - 00^0 10^1 00^{11}}{3} = 63^0 14^1 10^{11}$$

Eger-de hasaba  $360^0$  goşulan ölçegiň sany K bolsa onda ölçelen burçuň ortoça bahasy şeýle formula bilen kesgitlenýär.

$$\beta = \frac{S - B + K \cdot 360^0}{n} \quad (7.2)$$

### Gaýtalama usulynda ölçenilýän burçlaryň dergisi.

7.4- nji tablisa

Duralga	Goralýa n nokat	Hasaba talar			N sany burç			urç	Burçla rdan ortaçasy			Bellik		
				1			1			1			1	
				0	0									
		3	7	0										

			89	2	0	89	2	0	3	4	0	3	4	5
--	--	--	----	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---

## 7.5 Teodolidiň barlanylyşy we düzedilişi.

Teodolit bilen meýdanda ölçeg işlerine başlamazdan öň onyň hemme bölekleriniň ýerbe-ýerdigine we dogry işleýändigine göz ýetirmeli. Her bir geodeziýa guraly, şol sanda teodolit hem degişli geometriki we optika-mehaniki şertleriň talaplaryny ödemelidir. Şonyň üçin hem ol barlanyp görülýär. Teodolidiň birnäçe barlagy bardyr:

1. Alidadada ýerleşen silindr görnişli uroweniň oky, guralyň esasy okuna perpendikulýar bolmalydyr. Ony barlamak üçin ureweni iki götetiji nurbatyň kömegi bilen 0 derejä getirmeli, soňra ony  $90^0$  aýlap ureweni ýene-de 0 derejä getirmeli. Alidada  $180^0$  aýlananda ureweniň 0 dereje ýeri üýtgemese barlagyň şerti ýeriňe ýetirilýär.

2. Garaýyş turbanyň seredilýän oky, şol turbanyň aýlanma okuna perpendikulýar bolmalydyr. Eger-de bu şert ýerine ýetirilmese turbanyň seredilýän oky bilen turbanyň orta aýlanma okynyň arasynda gural nätakyklyk burçy emele gelýär. Bu nätakyklyga gural (kollimasiýa) ýalňyşlygy diýilýär. Gural ýalňyşlygy barlamak üçin teodolidiň tor sapajyklarynyň kesişme merkezini, belli bir nokada sag tegelek (ST) we çep tegelek (ÇT) usullarda gönükdirip wertikal tegelekden hasap alynýar. Eger-de hasaplaryň tapawydy  $180^0 \pm 2t$  (t- wernýeriň takyklygy) uly bolmasa şert ýerine ýetýär. Eger-de bu şert ýerine ýetirilmese merkezi ýüplük torunyň ýalňyş ýerleşmegi bilen bagly bolýar we gural ýalňyşlygyna getirýär. Bu ýalňyşlygy düzetmek üçin, merkezi ýüplük tory üýtgedilip gerek nokada gönükdirilýär.

3. Teodolidiň ýüplük torunyň wertikal sapagy, garaýyş turbanyň aýlanma okyna perpendikulýar bolmalydyr. Bu şerti barlamak üçin tor sapajyklarynyň kesişme merkezini, gowy asma (wertikal) çyzyga gönükdirip, ony yzarlap gaýdylanda, wertikal tor sapagy şol asma çyzykdan gyşarmasa şert ýerine ýetirilýär.

Umuman teodolitleriň gönüşlerine baglylykda, olaryň her haýsy ucin aýratyn barlaglary geçirmek mahsusdyr.

## **7.6 Teodolitleriň görnüşleri we takyklygy.**

Teodolitler öz takyklygy boýunça 3 topara bölünýärler.

1. Tehniki teodolitler.
2. Takyk teodolitler.
3. Ýokary takykly teodolitler.

Burç ölçegleri boýunça goýberilýän orta kwadrat ýalňyşlygy  $\pm 15'' \div 30''$  aralygyndaky teodolitler tehniki teodolitlere degişlidir.

Burç ölçegleri boýunça goýberilýän orta kwadrat ýalňyşlygy  $\pm 2'' \div 5''$  aralygyndaky teodolitler takyk teodolitlere degişlidir.

Burç ölçegleri boýunça goýberilýän orta kwadrat ýalňyşlygy  $\pm 0,5'' \div 1''$  aralygyndaky teodolitler ýokary takykly teodolitlere degişlidir.

Gorizonta we wertikal tegelegi bar bolan teodolitler aralygy ölçemäge hem ukyplydyr. Şeýle hem teodolitler bussolyň kömegi bilen magnit meridianyň ugruny kesgitlemäge hem niýetlenendir. Ol teodolitlere teodolit – taheometr diýilýär.

Teodolit bilen burçlar ölçelende onuň takyklygyna birnäçe zatlar täsir edip biler:

1. Burçlar ölçenende hususy taýdan goýberilýän ýalňyşlyk,  $t_h$
2. Guraly ýerdäki nokadyň üstünde nädogry merkezleşdirmegiň netijesinde emele gelýän ýalňyşlyk,  $t_m$
3. Garalýan çelginiň ýapgytlygyndaky ýalňyşlyk,  $t_{\gamma a}$
4. Guralyň hususy ýalňyşlygy,  $t_i$
5. Daşky şertleriň (temperatura, ümür we ş.m.) täsirinde döreýän ýalňyşlyk,  $t_d$

## Teodolitleriň görnüşleri we takyklygy baradaky maglumatlar tablsada getirilýär.

7.5 - nji tablisa

T/b	Görkezijiler	Teodolitleriň görnüşleri						
		2T30	4T30П 4T30П-10	4T15П	2T5Э	STaS	ЭTaSP	ЭT2КП ЭT2КА ЭT5КП
1	Bir usulda gorizonta1 burçy ölçemegini orta kwadrat ýalňyşlygy	30''	20''	15''	5''	5''	5''	2''
2	Bir usulda wertika1 burçy ölçemegini orta kwadrat ýalňyşlygy	30''	30''	30''	5''	5''	7''	2,4''
3	Ulaldyşy, esse	30	20	20	30	29	30	30
4	Hasap almagyň iň kiçi aralygy, m.	2	1,2	1,5	-	-	-	1,5
5	Agramy, kg		3,8	2.4	4,5	5,9	5,4	4,7
6	Işe ukyply temperatura		-40 <sup>0</sup> C ÷ +50 <sup>0</sup> C	-40 <sup>0</sup> C ÷ +50 <sup>0</sup> C	-20 <sup>0</sup> C ÷ +50 <sup>0</sup> C	20 <sup>0</sup> C ÷ +30 <sup>0</sup> C	-20 <sup>0</sup> C ÷ +50 <sup>0</sup> C	-40 <sup>0</sup> C ÷ +50 <sup>0</sup> C

Ýalňyşlyklar biri-birine bagly bolmadyk dürli belgili ( ± ) bolmagy mümkindir. Şonyň üçin ölçenen burçyň orta kwadrat ýalňyşlygy şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$t_{\beta} = t_h^2 + t_m^2 + t_{ya}^2 + t_i^2 + t_d^2 \quad (7.3)$$

Ýalňyşlyklaryň deň täsiri düzgünini ulanyp şeýle formulany ýazyp bolýar

$$t_x = t_h = t_m = t_{ya} = t_i = t_d \quad (7.4)$$

Burç ýalňyşlygyny şeýle formula bilen aňladyp bolýar:

$$t_{\beta} = t\sqrt{5} \quad (7.5)$$

**Bu ýerde:**

t- teodolidiň pasportyndaky görközilen takyklyk bahasy.

t<sub>β</sub> - ölçelen burçyň orta kwadrat ýalňyşlygy. Otnositel ýalňyşlyk teodolidiň takyklygyndan uly bolmaly däldir ýa-da oňa deň bolmalydyr.

$$t \leq \frac{t_{\beta}}{\sqrt{5}} \quad (7.6)$$

## **7.7 Teodolit ýörelgesinde geçirilen ölçegleriň netijesini işlemek.**

### **7.7.1. Teodolit ýörelgesiniň ölçegleri boýunça başlangyç maglumatlary jemlemek.**

Teodolit ýörelgesinde meýdan şertlerinde nokatlaryň öwrüm burçlary, aralyklary ölçenilýär, şeýle-hem başlangyç ugryň azimuty we başlangyç nokadyň koordinatalary kesgitlenilýär. Bu geçirilen ölçegleriň netijesi teodolit ýörelgesi boýunça geçiriljek hasaplamalar üçin başlangyç maglumatlar bolup hyzmat edýärler. Başlangyç maglumatlar ýörite tablisada (7.8-njy tablisa) ýazylýar.

Tablisanyň birinji sütüninde ýapyk teodolit ýörelgesiniň öwrüm burç nokatlarynyň tertip belgisi ýazylýar.

Nokatlaryň belgisiniň sütüninden soň, 2-3-nji sütünlerde teodolit bilen ýerinde ölçelen gorizental burçlaryň ululyklary ýazylýar.

Öwrüm burç nokatlarynyň arasyndaky gorizental kesimleriň uzynlygy 12-nji sütünde ýazylýar. Bu gorizental uzynlyklar meýdan işlerinde dalnomeriň ýa-da ölçeg lentasynyň kömegi bilen ýerinde ölçelip kesgitlenendir.

Başlangyç ugryň azimuty meridian okyndan, sagat diliniň ýörelgesi boýunça berilen ugra çenli aralykdaky gorizental burçdyr. Azimut  $0^0$ - $360^0$  çenli aralykda bolýar.

Başlangyç ugryň azimutyna (mysal üçin 1-2 çyzygyň ugry) öňden kesgitlenen azimutyň bahasy alynýar, ýa-da magnit azimuty boýunça ýerinde teodolide berkidilen bussolyň kömegi bilen ölçelip kesgitlenilýär. Olar tablisanyň 7-8-nji sütünlerinde ýazylýar.

Birinji nokadyň garşysynda, 23-24-nji sütünlerde, ol nokadyň X we Y koordinatalary ýazylýar. Bu başlangyç koordinatalar erkin sanlarda berilýär ýa-da geodeziki daýanç nokatlara baglanyşdyrylan koordinatalar boýunça hasaplanyp alynýar. Başlangyç maglumatlar doly jemlenenden soň, teodolit ýörelgesi boýunça doly hasaplama - barlag işleri geçirilýär we berilen masştabda ýörelgäniň plany düzülýär.

### 7.7.2. Gorizontal burçlar ölçelende goýberilen ýalňyşlyklary kesgitlemek we düzetmek.

Ýapyk teodolit ýörelgede gorizontal burçlar ölçenende dürli sebäplere görä ýalňyşlyklar goýberilýär. Ol ýalňyşlyklaryň ululygyny kesgitlemek üçin teodolit ýörelgede ölçenen burçlaryň ählisini goşyp jemlemeli we olaryň jemni, teoriýa boýunça bolmaly bahasy bilen deňeşdirilýär.

Ýapyk teodolit ýörelgede içki gorizontal burçlaryň teoriýa boýunça bolmaly jemi şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$\sum \beta_{\text{teor}} = 180(n - 2) \quad (7.7)$$

**Bu ýerde:**

$n$  – burçlaryň sany.

Gorizontal burçlary ölçemekde goýberilen ýalňyşlyk şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$f_{\beta \text{ goýb}} = \sum \beta_{\text{ölç}} - \sum \beta_{\text{teor}} \quad (7.8)$$

**Bu ýerde :**

$\sum \beta_{\text{ölç}}$  - ölçelen içki burçlaryň jemi.

$\sum \beta_{\text{teor}}$  - şol buçlaryň teoriýa boýunça bolmaly jemi.

Ölçegde goýberilen ýalňyşlyk, rugsat berilýän ýalňyşlykdan uly bolmaly däldir. Rugsat berilýän ýalňyşlyk şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$f_{\beta} = \pm 1.5^1 \sqrt{n} \quad (7.9)$$

**Bu ýerde:**

$f_{\beta}$  - rugsat berilýän ýalňyşlyk.

$n$  – burçlaryň sany

$1,5^1$  teodolidiň takyklygy.

Eger-de goýberilen ýalňyşlyk, rugsat berilýän ýalňyşlykdan uly bolmasa, onda ony ters alamaty bilen ölçelen burçlara paýlap, düzediş berilýär. Düzediş berilmeler kiçi taraply burçlardan başlanýar we her burça berilen düzedişler 1minutdan uly bolmaly däldir.

### 7.7.3 Esasy teodolit ýörelgesinde azimuthlary we rumblary hasaplamak.

Başlangyç ugruň azimuthy belli bolsa, teodolit ýörelgedäki beýleki taraplaryň azimuthlary ( $\alpha_n$ ) şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n \quad (7.10)$$

**Bu ýerde:**

$\alpha_n$ —öňdäki tarapyň azimuthy;

$\alpha_{n-1}$ —başlangyç tarapyň azimuthy;

$\beta_n$  - ýörelgeden sagda, başlangyç we öňdäki taraplaryň arasynda ýatan, düzedilen içki burç;

Mysal üçin: 1-2 tarapyň azimuthy ( $\alpha_{1-2}$ ) belli bolsa, onda 2-3 tarapyň azimuthy ( $\alpha_{2-3}$ ) şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$\alpha_{2-3} = \alpha_{1-2} + 180^\circ - \beta_2$$

Soňky, galan taraplaryň azimuthlary hem şeýle düzgün boýunça hasaplanylýar.

Ýapyk teodolit ýörelgesinde azimuthlary hasaplamagyň netijesinde başlangyç tarapyň azimuthy ( $\alpha_{1-2}$ ) alynan bolsa, onda geçirilen hasaplamalaryň dogrudygyny subut edýär.

Azimuthlaryň ululygy degişli taraplaryň garşysynda, 7-8-nji sütünlerde ýazylýar.

Hasaplanan azimuthlaryň ululygyna baglylykda rumblar haýsy hem bolsa bir çärýege degişlidir. Degişli çärýege baglylykda rumblaryň ugurlary kesgitlenýär we burç bahalary hasaplanylýar (7.6- ngy tablisa).

7.6 - ngy tablisa

Çärýekler	Ugurlary ň atlary	Rumby hasaplamak	Ösdirilen koordinatalaryň alamatlary	
			$\Delta X$	$\Delta Y$
I	DgGd	$r_1 = \alpha_1$	+	+
II	GoGd	$r_2 = 180^\circ - \alpha_2$	-	+
III	GoGb	$r_3 = \alpha_3 - 180^\circ$	-	-
IV	DgGb	$r_4 = 360^\circ - \alpha_4$	+	-

Hasaplanan rumblar we olaryň ugrlarynyň atlary azimutyň garşysynda „rumblar,, diýen 9-11 nji sütünlerde ýazylýar.

#### 7.7.4 Ösdürilen koordinatalary we koordinatalary hasaplamak.

Ösdürilen koordinatalar  $\Delta X$  we  $\Delta Y$  harplary bilen belgilenip, bir ugrdaky iki nokadyň absissa (X) we ordinata (Y) oklary boýunça koordinatalaryň tapawudyna deňdir. Ösdürilen koordinatalaryň bahalaryny azimutlaryň ýa-da rumblaryň üsti bilen hasaplanan ýorite tablisalardan alýarlar (П.И. Фокин, В.В.Баканов „Таблицы приращении координат“ Москва, „Недра“, 1976 г.) ýa-da şeýle formula boýunça hasaplaýarlar.

$$\begin{aligned}\Delta X &= d \cos \alpha & \Delta X &= d \cos r \\ \Delta Y &= d \sin \alpha & \Delta Y &= d \sin r\end{aligned}\quad (7.11)$$

Bu ýerde:  $d$  – gorizontal aralyk,  $\alpha$  – azimutyň ululygy,  $r$  – rumbyň ululygy.

Hasaplamalarda aralyklaryň metr sanlary oturdan soň 1/100 bölege çenli tegeleklenýär.

Ösdürilen koordinatalary hasaplamak boýunça ýorite tablisalaryň (П.И. Фокин, В.В.Баканов „Таблицы приращении координат“) düşündiriş ýazgylarynda, onyň ulanylyş düzgünleri görkezilendir. Ony mysalda görmek bolar:

Egerde rumb  $GoGb\ 0^{\circ}43'$  bolsa, gorizontal aralyk  $d=152.11$  metre deň bolsa, onda  $\Delta X$  we  $\Delta Y$  bahalary şeýle tertip boýunça (7.7-nji tablisa) hasaplanylýar:

7.7-nji tablisa

d	$\Delta X$	$\Delta Y$
100	99.99	1.25
50	50.00	0.63
2	2.00	0.02
0.11	0.11	0.00
152.11	-152.10	-1.90

Ýa-da rumbyň şol bahasy bilen 1 m aralyk üçin tablisadan  $\Delta X$  we  $\Delta Y$  ululyklary alynyp, umumy uzynlyga d köpeldip hasaplanylýar.

Mysal üçin:

$$\Delta X = d \cos r = 0.99992 \times 152.11 = -152.10 \text{ m.}$$

$$\Delta Y = d \sin r = 0.01251 \times 152.11 = 1.90 \text{ m.}$$

Ösdürilen koordinatlaryň bahalarynyň öňüne (+) ýa-da (-) minus belgileri ugrlara baglylykda (7.6-nji tablisa) 13, 16 –nji sütünlerde goýulýar.

Ösdürilen koordinatalaryň hasaplanyp çykarylan bahalary 14, 17-nji sütünlerde ýazylýar.

Ösdürilen kordinatalaryň sütüniň soňunda (+) we (-) belgili,  $\Delta X$  we  $\Delta Y$  bahalary boýunça aýratynlykda umumy jemleri çykarylýar.

Teoriýa boýunça teodolit ýörelgesinde ösdürilen kordinatalaryň (+) we (-) bahalarynyň jemleri 0 deň bolmalydyr.

$$\Sigma \Delta X = [+ \Sigma \Delta X - \Sigma \Delta X] = 0$$

$$\Sigma \Delta Y = [+ \Sigma \Delta Y - \Sigma \Delta Y] = 0 \quad (7.12)$$

Emma geçirilýän ölçeglerde ýalňyşlyklaryň gutulgysyz bolany üçin köp halatlarda bu şert ýerine ýetirilmeýär.

Şonuň üçin her bir X we Y oklarda ösdürilen koordinatalar hasaplananda  $f_{\Delta X}$  we  $f_{\Delta Y}$  ýalňyşlygy ýüze çykarylýar. Biziň mysalymyzda  $f_{\Delta X} = +0.08\text{m}$  we  $f_{\Delta Y} = +0.32\text{m}$ .

Teodolit ýörelgede absolýut ýalňyşlyk göni burçly üçburçlygyň gipotenuzasyny göz öňüne getirýär we şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$f_{abs.} = \sqrt{f_{\Delta x}^2 + f_{\Delta y}^2} \quad (7.13)$$

Mysalda bu ýalňyşlyk şeýle hasaplanylýar:

$$f_{abs.} = \sqrt{f^2_{\Delta x} + f^2_{\Delta y}} = \sqrt{0.08^2 + 0.32^2} = 0.33m.$$

Absolýut ýalňyşlygyň, ýörelgäniň perimetrine (P) bolan gatnaşygyna, otnositel ýalňyşlyk diýilýär. Otnositel ýalňyşlyk 1/2000 uly bolmaly däldir. Biziň mysalymyzda ýörelgäniň perimetri  $P=879.95\text{ metr}$ , absolýut ýalňyşlyk  $f_{abs.}= 0.33m$ . bolsa, onda otnositel ýalňyşlyk şeýle hasaplanylýar.

$$\frac{f_{abs.}}{P} = \frac{0.33}{879.95} = \frac{1}{2700} ; \quad \frac{1}{2700} < \frac{1}{2000} ;$$

Otnositel ýalňyşlyk, rugsat berilýän ýalňyşlykdan uly bolmasa, onda ol ýalňyşlygy ters alamaty bilen, aralygyň uzunlygyna proporsionallykda paýlaýarlar we ösdürilen koordinatalaryň bahalaryna düzedişleri girizýärler. Düzedişler degişli sütünlerde (15,18) ýazylýar. Ösdirilen koordinatalaryň düzedilen bahalarynyň jemi nola deň bolmalydyr.

Ösdirilen koordinatalar düzedilenden soň teodolit ýörelgesinde burç nokatlaryň koordinatalary hasaplanylýar. Ol şu aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$X_{n+1}=X_n+\Delta X; \quad Y_{n+1}=Y_n+\Delta Y ; \quad (7.14)$$

**Bu ýerde:**

$X_{n+1}$  we  $Y_{n+1}$  - öňdäki nokadyň koordinatalary;

$X_n$  we  $Y_n$  – başlangyç nokadyň koordinatalary;

$\Delta X$  we  $\Delta Y$ –şol nokatlaryň arasyndaky ösdürilen koordinatalary;

Hasaplanan koordinatalar tablisanyň soňky sütünlerinde (23,24) ýazylýar. Ýapyk teodolit ýörelgesinde hasaplanan koordinatalaryň dogrylygyny barlamak üçin, ýörelgäniň soňky nokadynyň  $X_n$  we  $Y_n$  koordinatalaryna, şol nokotlara degişli  $\Delta X_n$  we  $\Delta Y_n$  ösdürilen koordinatalaryny goşmaly, netijesi başlangyç nokadyň koordinatalaryna gabat gelse, hasaplamanyň dogrylygyny aňladýar.

Koordinatary hasaplamagyň tablisasy  
(Esasy ýörelge)

7.8-nji tablica

7.8-nji tablisa																									
Nokatlaryň №	Gorizontal burçlar					Direksion (Ugrykdyyzyň) burçlar		Rumblar (Görnükdiriji burçlar)			Çyzyklygyn gorizontal analýzy (m)	Osdürilen koordinatlar											Koordinatlar		
	Olçenen		Düzedij	Düzedilen								Hasaplanan					Düzedilen								X
	"	'		"	'	"	'	"	'	"		'	"	'	"	'	"	'	X <sub>n+1</sub> = X <sub>n</sub> +ΔX	Y <sub>n+1</sub> = Y <sub>n</sub> +ΔY					
	1	2		3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	112	01		112	01	180	43	G <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	00	43	152.11	-	152.10	-	0.01	-	1.90	-0.05	-	152.11	-	1.95	300.00	200.00	
2	133	04	+1	133	05	207	38	G <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	27	38	115.45	-	102.28	-	0.01	-	53.34	-0.05	-	102.29	-	53.39	147.89	198.05	
3	124	38		124	38	263	00	G <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	83	00	118.38	-	14.43	-	0.01	-	117.50	-0.04	-	14.44	-	117.54	45.60	144.46	
4	126	42		126	42	316	18	D <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	43	42	100.05	+	72.32	-	0.01	-	69.12	-0.04	+	72.31	-	69.16	31.16	26.92	
5	129	55	+1	129	56	06	22	D <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	06	22	111.18	+	110.50	-	0.01	+	12.33	-0.04	+	110.49	+	12.29	103.47	42.24	
6	145	27		145	27	40	55	D <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	40	55	177.12	+	133.85	-	0.02	+	116.01	-0.06	+	133.83	+	115.95	213.96	29.95	
7	108	11		108	11	112	44	G <sub>1</sub> G <sub>2</sub>	67	16	123.66	-	47.78	-	0.01	+	114.05	-0.05	-	47.79	+	114.00	347.79	86.00	
1																						300.00	200.00		
Σβ <sub>ölç</sub> 899' 58"												P=897.95		-0.08		-0.33									

## 7.7.5 Diogonal ýörelgede nokotlaryň koordinatalaryny hasaplamak.

Ýapyk teodolit ýörelgesiniň daýanç nokatlaryny ýygylandyrmak üçin, onyň içinden açyk, ýagny diogonal ýörelge geçirilýär.

Diogonal ýörelgäniň burç nokatlarynyň koordinatalaryny hasaplama işleri esasy ýörelgäniňki ýaly yzygiderlilikde alnyp barylýar.

Esasy ýörelgäniň tablisasyndan diogonal ýörelgäniň başlangyç we ahyrky nokatlaryna degişli azimuthlar we şol nokotlaryň koordinatalary ýazylyp alnýar.

Diogonal ýörelgäniň burçlarynyň teoretiki jemi şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$\beta_{\text{teor}} = \alpha_{\text{baş}} - \alpha_{\text{soň}} + 180^0 n \quad (70)$$

**Bu ýerde:**

$\alpha_{\text{baş}}$  we  $\alpha_{\text{soň}}$  – diogonal ýörelgäniň başnagýç we soňky taraplarynyň azimuthlary.

$n$  – ölçelen burçlaryň sany.

Burç ölçelende goýberilen ýalňyşlyk şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$f_{\beta} = \Sigma \beta_{\text{ölç}} - \Sigma \beta_{\text{teor}} \quad (71)$$

Eger-de goýberilen ýalňyşlyk, rugsat berilýän ýalňyşlykdan uly bolmasa, onda ony esasy ýörelgedäki ýaly yzygiderlilikde burçlara paýlaýarlar.

Diogonal ýörelgäniň azimuthlary we rumblary hasaplanandan soň, onyň ösdürilen koordinatalary esasy ýörelgedäki ýaly hasaplanylýar.

Ösdürilen koordinatalaryň teoriýa boýunça jemi şeýle formula bilen kesgitlenilýär.

$$\Sigma \Delta X_{\text{teor}} = X_{\text{soň}} - X_{\text{baş}} \quad \Sigma \Delta Y_{\text{teor}} = Y_{\text{soň}} - Y_{\text{baş}} \quad (72)$$

**Bu ýerde:**

$X_{\text{soň}}$  we  $Y_{\text{soň}}$  – soňky nokadyň koordinatalary.

$X_{\text{baş}}$  we  $Y_{\text{baş}}$  – başlangyç nokadyň koordinatalary.

Ösdürilen koordinatalardaky goýberilen ýalňyşlyk şeýle formula bilen hasaplanylýar:

$$f_{\Delta X} = \Sigma \Delta X_{\text{hasap}} - \Sigma \Delta X_{\text{teor}} \quad f_{\Delta Y} = \Sigma \Delta Y_{\text{hasap}} - \Sigma \Delta Y_{\text{teor}} \quad (73)$$

**Bu ýerde:**

$\Sigma \Delta X_{\text{hasap}}$  we  $\Sigma \Delta Y_{\text{hasap}}$  – diogonal ýörelgede ösdürilen koordinatlaryň hasaplanan jemi.

$\Sigma \Delta X_{\text{teor}}$  we  $\Sigma \Delta Y_{\text{teor}}$  – diogonal ýörelgede ösdürilen koordinatlaryň teoretiki jemi.

Diogonal ýörelgede absolýut we otnositel ýalňyşlyklary we onyň rugsat berilýän çäklerini kesgitlemek, ýalňyşlyklary aralyklara proporsionallykda paýlamak, şeýle hem koordinatalary hasaplamak işleri esasy ýörelgedäki ýaly yzygiderlilikde alnyp barylýar.

**Koordinatary hasaplamagyň tablisasy  
(Diagonal ýörelge)**

7.9 -nyj tablisa

Nokadlaryň №	Gorizontaly burçlar						Direksion (Ugrykdyryjy) burçlar		Rumblar (Görnükdiriji burçlar)			Çyzgylaryň geometral aralygy (m)	Osdürilen koordinatlar										Koordinatlar						
	Olçenen		Düzedilý	Düzedilen									Hasaplanan					Düzedilen					X	Y					
													+					-							+				
	u	i		u	i		u	i	Yagtylyk taraplary	u	i			+	-	$\Delta X = d \cos R$	düzedilý	+	-	$\Delta Y = d \sin R$	düzedilý	+	-	$\Delta X$	+	-	$\Delta Y$	$X_{n+1} = X_n + \Delta X$	$Y_{n+1} = Y_n + \Delta Y$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
1																													
						180	43	G <sub>1</sub> G <sub>0</sub>	00	43																			
2	82	02		82	02																				147.89	198.05			
						278	41	D <sub>1</sub> G <sub>0</sub>	81	19	78.40	+	11.84		-	77.30	-0.03	+	11.84	-	77.33								
A	170	35	+1	170	36																				159.73	120.52			
						288	05	D <sub>1</sub> G <sub>0</sub>	71	55	76.41	+	23.72		-	72.64	-0.03	+	23.72	-	72.68								
B	176	39	+1	176	40																				183.45	47.85			
						291	25	D <sub>1</sub> G <sub>0</sub>	68	35	83.52	+	30.30	+0.01	-	77.75	-0.04	+	30.51	-	77.79								
6	70	30		70	30																				213.96	29.95			
						40	55	D <sub>1</sub> G <sub>0</sub>	40	55																			
2																													
Σ											P=238.33	+	66.06	+0.01		227.89	-0.11	+	66.07	-	228.0								

### 7.7.6 Teodolit ýörelgesiniň planyny gurmak.

Ýörelgäniň planyny gurmak ilki bilen koordinat torlaryny gurmakdan başlanýar.

Koordinata torlary kagyz ýüzünde plan gurmak üçin esaslandyrmadyr. Şonyň üçin koordinat torlaryny takyk gurmagyň özi plan gurmagyň takyklygyna täsir edýär.

Koordinat torlaryny gurmak üçin, dogry dörtburçlyk gurmaly: onuň üçin, kagzyň ýüzünde iki diagonal çyzyklary geçirilýär we olaryň kesişme nokadyndan kagyz listiniň depelerine çenli, ölçeýji sirkul bilen birmeňzeş kesimleri, mysal üçin 20-25sm, bellemeli.

Diagonalda alynan nokatlary gowy uçly galam bilen çyzyp birikdirilse, dogry göniburçlyk alynýar. Masştap çyzgyjyndan ölçeýji sirkul bilen 10 sm kesimleri alyp, göniburçlygyň taraplarynda ölçelip bellenilýär. Göniburçlykda alynan nokatlary jübütligine birikdirip koordinat torlary gurulýar.

Eger-de kwadratlaryň diagonalalary birmeňzeş bolup bir çyzykda ýatsa, onda koordinat torlary dogry gurylandyr.

Koordinata torlary gurulandan soň ilki bilen, planyň masştabyna we nokatlaryň koordinatalaryna baglylykda torlary sanlar bilen belgilemelidir. Ýöne sanlar bilen torlar

belgilenende, teodolit ýörelgedäki burç nokatlarynyň koordinatalarynyň ýerleşjekdigini göz önünde tutmalydyr. Şonuň üçin absissa (X) we ordinata (Y) oklarynda iň uly we iň kiçi koordinat bahalaryny göz önünde tutyp belgilenmelidir. Torlara sanlar belgilenende absissa (X) okunyň günortadan demircazyga, ordinata (Y) okunyň günbatardan gündogara ösýändigini göz önünde tutmalydyr.

Ýörelgäniň nokotlaryny koordinata bahalary bilen we masştap çyzgyjynyň kömegi bilen plana geçirmeli. Eger-de plana geçirilen nokatlaryň arasyndaky uzaklyk, ölçenen uzaklyk bilen deň gelse, onda planda nokatlar dogry geçirilendir. Nokatlaryň arasyndaky uzynlygyň ýalňyşlygy 0.2mm çenli bolup biler.

Plana esasy we diogonal ýörelgäniň nokotlary geçirilenden soň, abrisiň esasynda ýerdäki sudurlar plana geçirilýär. Sudurlaryň abrisi polýar, perpendikulýar we kesimler usullary boýunça geçirilýär.

Plana, abris boýunça sudurlaryň ähli elementleri geçirilenden soň, olar tuş bilen çyzylýar.

Teodolit ýörelgeler yzygiderli inçejik gara tuş bilen, duralga nokatlary bolsa, taraplary 2x2mm bolan dörtburçlyk bilen bellenilýär. Onuň gapdalyndan teodolit ýörelgäniň burçlarynyň belgi sanlary ýazylýar.

Ähli ýazgylar toruň Y okuna parallelde ýazylýar. Ýaramly ýerleriň sudurlarynyň araçäkleri nokatly çyzyk bilen görkezilýär. Tuş bilen ähli gerekli sudurlar, elementler ýazylandan soň artykmaç galam çyzgylary pozulyp aýrylýr.

Koordinata torlarynyň daşky çyzyklary yzygider çyzyklar bilen görkezilýär we koordinata bahalary ýazylýar.

Onuň 12mm daşyndan giňligi 2mm bolan ramka çyzylýar. Koordinata torlarynyň içki kwadratlary çyzylmaýar, diňe olaryň kesişme nokatlary atanak (+) çyzyk bilen görkezilýär.

Planyň günorta tarapyndan çyzykly we san masştaby görkezilýär, çep tarapyndan bolsa möhürçesi (şampy) çyzylýar.

### 7.7.7 Teodolitli şekillendirmek.

Geodeziki ölçegleriň netijesinde düzülen plana şekillendirme diýilýär.

Ýerleri şekillendirmegiň esasy dört görnüşi bardyr:

1. Teodolitli şekillendirme.
2. Taheometrli şekillendirme.
3. Menzulaly şekillendirme
4. Fototopografiki şekillendirme.

1).Teodolitli şekillendirme sudurly iri masştably planlary almak üçin niýetlenendir.

2).Taheometrli şekillendirme ýer böleginiň suduryňy we relýefini häsiýetlendirýän planlary almak üçin niýetlenendir.

3).Menzulaly şekillendirme aerofotosýomkanyň materiallarynyň ýok ýerinde, kiçiräjik ýer böleginiň topografiki planlaryny almak üçin geçirilýändir.

4).Fototopografiki şekillendirme uly teritoriýalarda orta we ownuk masştablarda ýeriň şekilini we relýefini uçaryň ýa-da kosmosdan emeli hemranyň kömegi bilen almaga niýetlenendir.

Şekillendirme, planyň ýüzünde sudurlaryň we beýleki ýerli zatlaryň biri-birine görä ýerleşişini aňlatmak üçin geçirilýän bolsa, onda oňa sudurly ýa-da teodolitli şekillendirme diýilýär.

Şekillendirme sudurlardan, ýerli zatlardan başga-da ýer üstüniň relýefini hem görkezmek üçin geçirilýän bolsa, onda oňa topografiki şekillendirme diýilýär.

Berilen territoriýada şekillendirmäni geçirmezden öň, şekillendirmäniň masştabyna we usulyna laýyklykda geodeziki daýanç nokotlarynyň torlaryny degişli ýygýlykda we takyklykda döretmeli, zerur bolsa ýerinde bar bolanlaryny giňeltmeli we ösdürmeli.

Ýer bölegini şekillendirmek şeýle yzygiderlikde geçirilýär:

1.Taýýarlyk işleri. 2.Meýdan ölçeg işleri. 3.Kameral işleri

Taýýarlyk işleriinde - bar bolan karta-plan materiallary öwrenilýär we işi ýerine ýetirmegiň meýilnamasy düzülýär.

Ýerinde takykklama işleri geçirilip, onda ölçege geçiriljek ýeriň araçäkleri, geodeziki daýanç nokotlarynyň ýerleşiş shemasy, şeýle hem belentlik we plan almak üçin şekillendirme esaslarynyň duran ýerleri shemada görkezilýär.

Meýdan ölçege işlerinde - geodeziki gurallaryň kömegi bilen şekillendirme üçin gerek bolan burç we çyzykly ölçegler geçirilýär.

Mümkin bolan ýagdaýlarda ýerdäki nokatlaryň özara ýerleşişini we belentligini kesgitlemäge mümkinçilik berýän aýreofotosýomka, kosmos şekillendirmeleri hem ulanylýar.

Kameral işleri iki tapgyrda geçirilýär, ýagny ol hasaplaýyş we grafiki işlerinden durýar.

Hasaplaýyş işlerinde meýdan ölçegleriniň netijesinde alynan maglumatlaryň esasynda çyzyklaryň proyeksiýalary, azimutlary, koordinatalary, esas nokatlarynyň belentlik bahalary kesgitlenýär.

Grafiki işlerinde meýdan ölçegleriniň we kameral hasaplamalaryň netijesinde ýer böleginiň plany ýa-da ulgamyň profili gurulýar.

Teodolitli şekillendirme, teodolit ýörelgeleri boýunça planda we ýerinde bellenen daýanç nokatlary boýunça geçirilýär.

Teodolit ýörelgäniň daýanç nokatlaryndan we taraplaryndan, sudurlar we ähli ýer üstindäki zatla şekillendirilýär.

Teodolitli şekillendirmede meýdan işleri şeýle yzygiderlikde geçirilýär:

- 1.Ýerlerde takykklama (rekognossirowka) geçirmek we teodolit ýörelgäniň daýanç nokatlaryny berkitmek.

- 2.Teodolitli şekillendirmäniň daýanç nokatlary döredilende, ol nokatlarda burçlary we aralyklary ölçemek.

- 3.Ýerinde sudurlary we beýleki ýerli zatlary şekillendirmek.

- 4.Şekillendirme esaslaryny döwlet geodeziki torlara baglamak.

Meýdan işlerinde takyklama geçirmegiň esasy maksady, teodolit ýörelgäni maksada laýyk ýerleşdirip, sudurlary we ýerli zatlary şekillendirmek üçin amatly ýagdaý döretmekdir. Şekillendirmäniň daýanç nokatlary demir, ağaç gazyklar ýa-da sütünler bilen berkidilýär.

Eger-de teodolit ýörelgeleri şekillendirmek üçin özbaşdak esas bolýan bolsa, onda onuň esas nokatlarynyň 1/5 bölegini demir beton bilen berkitmeli we olaryň her birini azyndan 3(üç) daýanç nokatlara baglanyşdyrmaly.

Döwlet geodeziki torlarynyň arasynda geçirilýän teodolit ýörelgeleriniň ýa-da kesişme nokatlaryň arasyndaky teodolit ýörelgeleriniň maksimal uzunlygy, tablisadan görkezilen möçberden uly bolmaly däldir.

7.10-njy tablisa

Şekillendirmäniň masştaby	Gurnalan ýerlerde, km	Gurnalmadyk ýerlerde, km
1:500	0.8	1.2
1:1000	1.2	1.8
1:2000	2.0	3.0

Ýer üstüniň sudurlaryny şekillendirmegiň birnäçe usullary bardyr.

1. Daşyndan aýlanmak usuly.
2. Polýar usuly.
3. Burç kesişmeler usuly (bipolýar usuly).
4. Göni burçly koordinatalar usuly (perpendikulýarlar usuly).
5. Hatarlaýyn çelgiler usuly.
6. Kombinirlenen usuly.

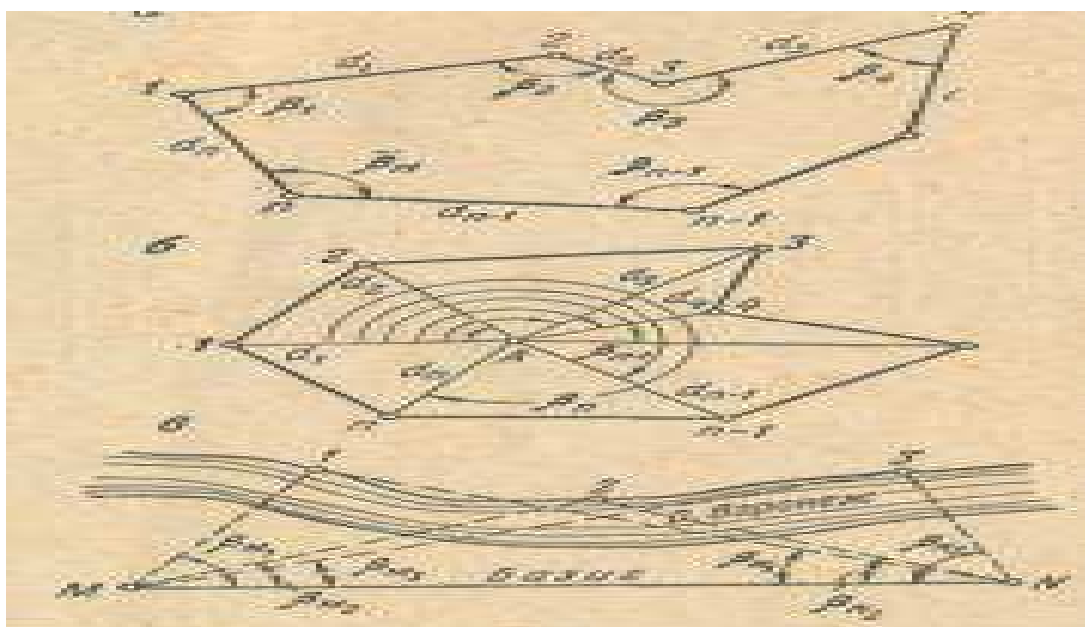
*Daşyndan aýlanmak* usulynda ýer böleginiň her bir nokodynda (7.4-nji a surat) burçlary we bu burçlaryň arasyndaky taraplaryň uzynlyklaryny ölçeýärler. Bu görközijiler boýunça kop burçluguň planyny guryp bolýandyr.

*Polýar* usuly köplenç açyk ýerlerde, uly bolmadyk ýer bölegini we aýratyn sudurlary şekillendirmek üçin ulanylýndyr. Onyň üçin ýer böleginiň takmynan ortoragynda A nokady saýlap alýarlar (7.4-nji b surat), onyň üstünde teodolidi gurýarlar we käbir ugurlary düzýän  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ .

Byrçlary ölçeýärler. Mysal üçin A-1 ugrdan, her öwrüm nokada çenli burçlar we aralyklar ölçenilýär.

Bu ýerde A nokady polýus nokady bolyp, A-1 ugry bolsa polýar oky bolup hyzmat edýärler. Bu usulda nokatlar polýar burçyň we radius wektoryň kömegi bilen kesgitlenýär.

*Burç kesişmeler (bipolýar)* usulynda suduryň düşürülýän nokotlarynyň 1,2,3... golaýynda döredilen MN esasyň uzynlygy (7.4 -nji B surat) we ahyryndaky burclar  $\beta_{M1}, \beta_{M2}, \beta_{M3}$  we  $\beta_{N1}, \beta_{N2}, \beta_{N3}$  ölçelnilýär, ýagny esasyň iki nokadyndan ölçelen burçlar býunça üçburçlygyň üçünji depesi tapylýar we nokotlaryň ýerleşýän ýeri kesgitlenýär.



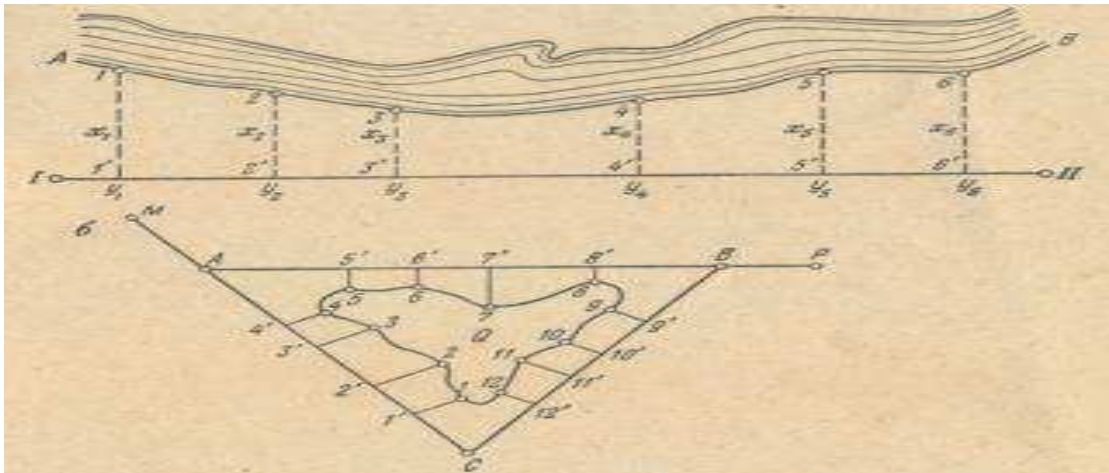
7.4-nji surat.

*Göni burçly koordinatlar ýa-da perpendikulýarlar usulynda* derýanyň kenarynyň şekillendirilişi 7.5-nji a suratda görközilendir. Bu ýagdaýda düşürülýän AB sudura mümkin boldygyça ýakyn ýerleşdirilip gurylan I-II tarapy 1-nji nokotdan başlanýan ordinata oky höküminde kabul edilýär.

1,2,...6-nji nokotlaryň ýeleşiş ýagdaýyny kesgitlemek üçin olaryň göniburçly koordinatlaryny ölçeýärler. Ýagny 1-nji nokat üçin  $Y_1 = 1-1^1$  kesimi ölçeýärler, şol nokotdan,  $X_1$  perpendikulýary ölçeg lentasybilen ölçäp geçirýärler. Beýleki nokotlar hem şeýle yzygiderlilikde geçirilýär.

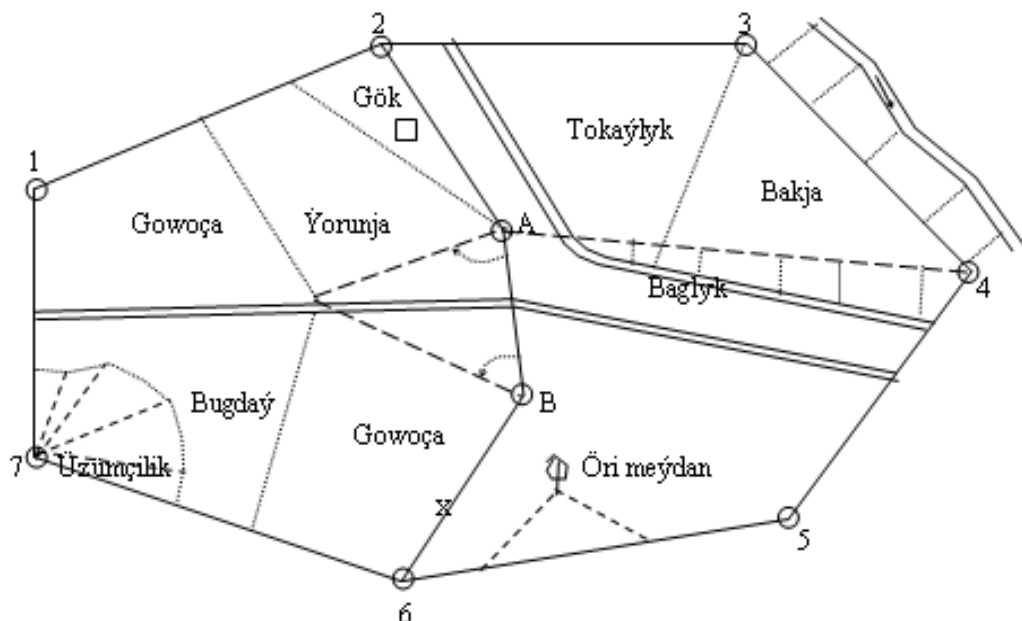
*Hatarly çelgiler usulynda* baslangyç we ahyrky nokatlarda çelgiler goýulyp aralykdaky bar bolan obýektler şol çyzyga baglylykda geçirilýär. Ölçeğleriň netijesi dergä we abrise geçirilýär (7.5-nji b surat).

Ähli ölçeğleriň netijesi boýunça burç depeleriniň koordinatlary hasaplanyp plan gurylýar we onuň içki elementleri abrisden ölçeğleri boýunça geçirýär.



7.5-nji surat.

*Kombinirlenen* usulda ýer üstündäki zatlar plana geçirilende ýokorda seredilen usullaryň bir näçesi bir wagtda ulanylýar we bu usul köplenç şekillendirmelerde ulanylýar (7.6-njy surat).



7.6-njy surat

## VIII BAP. GEOMETRIKI NIWELIRLEME.

### 8.1. Niwelirleme barada düşünje we onuň görnüşleri.

Ýerleriň relýefini planda şekillendirmek üçin ýer üstüniň häsiýetli nokatlarynyň belentligini bilmek zerurdyr.

Geodeziýanyň beýikligi we belentligi kesgitlemäni öwrenýän bölümüne - niwelirleme diýilýär.

Niwelir işleri geçirilende ýer üstüniň nokatlary otnositel we absolýut belentlik bahalara eýe bolýar.

Ýerde beýikligi ölçemek, ýagny niwelirlemek diýip ýeriň üstündäki nokatlaryň biri-birine ýa-da baslangyç diýip kabul edilen şertli üste baglylykda beýikliginiň kesgitlenmegine düşünilýär.

Biziň döwletimiziň territoriýasynda ýeriň üstündäki nokatlaryň baslangyç beýikligini Baltika deňiziniň suw üstüniň dynçlykdaky we deňagramlykdaky ýagdaýyndan (Kronşdat futştogynyň nulundan) hasaplanýar. Şeýle hasaplanan beýiklige absolýut beýiklik diýilýär.

Eger-de beýiklik haýsy hem bolsa şertli alynan dereje üstünden hasaplanylssa, onda oňa otnositel belentlik diýilýär. Nokatlaryň absolýut ýa-da otnositel belentliginiň tapawudyna nokatlaryň arasyndaky beýiklik diýilýär.

Niwelirlemäniň geometriki, trigonometriki, fiziki (Barometriki, Hidrostatiki, Radioniwelirlemek), mehaniki, fotogrammetriki görnüşleri bardyr.

*Geometriki niwelirleme*, garaýyşyň gorizont şöhlesi bilen ýerine ýetirilýär. Bu niwelirlemede niwelir guraly we niwelir reýkalary ulanylýar. Geometriki niwelirlemede, bir nokadyň beýikligi beýleki nokoda baglylykda gorizont wizirlemek, ýagny reýkalaryň kesişme ýerinden hasaplary almak ýoly bilen anyklanylýar. Geometriki niwelirlemede nokotlaryň beýikligi niwelirlemegiň beýleki görnüşlerinden takygrak kesgitlenilýär. Niwelirlemegiň netijesi geodeziki daýanç nokatlaryny we dürli masştably planlary almakda, nokatlaryň arasyndaky beýikligi kesgitlemekde hem-de injener gurlusýklary (ýollary, elektrik ulgamlaryny, akabalary,

ýasaýys jaýlaryny we beýleki desgalary) taslamakda, käbir geologiki islerde deformasiýalary anyklamakda ulanylýar. Geometriki niwelirlemegiň netijesinde ýer gabygynyň wertikal ösüşini, okean we deňiz derejeleriniň tapawudyny anyklamak bolýar.

Niwelirler gurallarynyň görnüşleri, esbaplary we niwelirlemegiň usullary, nokotlaryň beýikliginiň takyk kesgitleniş zerurlygyna baglylykda alynýar.

*Trigonometriki niwelirleme*, garaýyşyň ýapgyt şöhesi bilen ýerine ýetirilýär. Trigonometriki niwelirlemede iki nokadyň arasyndaky ýapgyt burç ( $\nu$ ) we nokatlaryň arasyndaky yzynlyk ( $d$ ) ölçenýär. Ölçegiň netijelerinden nokotlaryň biri-birine baglylykda beýikligi trigonometriki formulalaryň kömegi arkaly hasaplanyp çykarylýar.

Niwelirlemegiň bu görnüsi teodolit-taheometriň, electron taheometriň we beýleki esbaplaryň kömegi bilen geçirilýär.

Trigonometriki niwelirleme, topografiki plan almakda, beýikliginiň tapawudy uly bolan nokatlaryň, ýagny daglaryň, beýik depeleriň, binalaryň we ş.m. beýikliklerini anyklamakda ulanylýar.

*Fiziki niwelirleme*, tebigy hadysalaryň kanunlaryna esaslanýandyr we onuň birnäçe görnüşleri bardyr. Olardan: Barometriki niwelirleme, gidrostatiki niwelirleme, radioniwelirleme.

a) Barometriki niwelirleme, dereje üstden nokatlaryň belentliginiň üýtgemegi bilen, atmosfera basyşynyň üýtgemek häsiýetine esaslanandyr.

Atmosfera basyşy, degişli nokatlarda barometr, aneroid we ş.m. esbaplar bilen ölçelip, onuň görközijileri esasynda, nokatlaryň beýikligi hasaplanylýar. Barometriki niwelirlemede, ýeriň üstündäki nokotlaryň beýikligini, ol nokotlarda atmosfera basyşyny ölçemek bilen kesgitleýärler. Barometr, beýiklige görterilende atmosfera basyşynyň kemelmeginiň kanunyna esaslanandyr (meselem, 11m beýiklikde simaply barometriň atmosfera basyşyny görkezijisi takmynan 1mm kemelýär).

Barometriki niwelirleme niwelirlemegiň beýleki görnüşlerini ulanyp bolmaýan ýagdaýlarynda, daglyk ýerlerde ulanylýar. Barometriki niwelirlemede, beýikligi kesgitlemek üçin iki nokadyň biri-birine görünmegi talap edilmeýär.

Barometriki ölçeglere atmosfera basyşy, ýel, howanyň temperaturasy, çyglylygy, ýokardan erkin gaçmagyň tizlenmesi täsir edýär we şol täsirlere düzediş girizmeli bolýar. Ol şu formula arkaly ýerine ýetirilýär:

$$h=(\beta_1-\beta_2)\Delta h \quad (8.1)$$

**Bu ýerde:**

$\Delta h$ -bariki basgançak (tablisadan alynýar)

$\beta_1, \beta_2$ - nokatlaryň atmosfera basyşy.

$$\Delta h = \frac{8021}{\beta_{ort}} (1 + T_{ort}) \quad (8.2)$$

**Bu ýerde:**

T- nokatlaryň ortaça temeperaturasy.

b). *Gidrostatiki niwelirleme*, biri-birine birleşdirilen iki sany gapdaky suwuklygyň derejesiniň bir ýagdaýda bolmagynyň kanunyna esaslanýar. Niwelirlemäniň bu görnüşi gidrostatiki esbabyň kömegi bilen ýerine ýetirilýär. Bu esbap iki çüýşe naýçadan, olary birikdiriji, suw geçiriji maýşgak, içi görünýän şlangadan ybaratdyr.

Naýçalary birikdiriji maýşgak suw geçirijiniň uzynlygy 20-40m bolyp biler. Şlanga birikdirilen naýçanyň arassa suw ýa-da reňkli suw guýulýar. Naýçalardaky suwuklygyň derejesi, nokotlaryň deň derejedäki belentligini görközýär. Bu niwelirleme esasanam gurlusykda ulanylýar.

ç). *Radioniwelirleme*, radioelektronikanyň ösmegi netijesinde täze dörän görnüsdir. Bu niwelirleme radiotolkunlary serpikdirmek häsiýetine esaslanýndyr. Meselem radiotolkunyň uçardan ýere we ýerden uçara gaýdyp geliş wagtyny hasaba alyp, uçaryň uçyş belentligini

kesgitlemek mümkindir. Bu usulda belentlik 5m töweregi takyklykda kesgitlenýär.

Soňky ýyllarda radioniwelirleme usuly topokartalary düzmekde hem peýdalanylýar.

*Niwelirlemäniň mehaniki* usulynda, awtomat niwelirler işledilýär. Welosipede, motosikle, awtomaşyna, demir ýollary üçin poýezde ornaşdyrylan awtomat niwelirler arkaly ýeriň profili kagyz ýüzüne awtomatiki çyzylýar. Bu usulda ýeriň profili beýleki usullara garanda tiz we aňsat düzülýär, ýöne onuň takyklygy pes bolýar. Bu usul ýol gurluşygynda we ýeriň relýefini ýönekeý öwrenmekde ulanylýar.

*Steriofotogrammetrik* niwelirleme, ýeriň üstüni uçardan alnan aerosuratlara seredip, mahsus fotogrammetriki gurallaryň kömegi bilen nokatlaryň belentligi anyklanylýar we relýefi gorizontallar görnüşide çyzylýar. Bu işler esasan kameral şertlerde ýerine ýetirilýär we dürli masştably topoplanlary almakda ulanylýar.

## **8.2 Döwlet niwelirleme torlary.**

Geometriki niwelirleme döwlet niwelirleme torlaryny we tehniki niwelirleme torlaryny gurmak bilen ýerine ýetirilýär. Döwlet niwelirleme torlaryny gurmagyň esasy maksady, halk hojalygy, goranmak we ylmy barlag üçin umumy döwlet topografiki şekillendirmäniň belentlik esaslaryny döretmekdir. Bu belentlik esasy, deňiz derejesinden hasaplanyp gelýän bir bitewi bahaly döwlet niwelirleme torydyr. Türkmenistanyň territoriýasynda ýer üsti geodeziki torlara bölünip, bir bütewi belentlik düzgüninde ölçegler geçirilendir. Bu geodeziki torlar özleriniň takyklygy, ähmiýeti we tutýan territoriýasy boýunça 5-topora bölünýärler.

I we II topardaky geodeziki torlaryň niwelirlemesi GDA-ýurtlary boýunça bir bütewi beýiklik düzgünini döredýär.

III we IV topardaky geodeziki torlaryň niwelirlemesi I we II topardaky geodeziki nokatlara esaslanyp, topografiki isleri geçirmek üçin ulanylýar.

V topardaky niwelirleme, ýagny tehniki niwelirleme relýefi şekillendirmek üçin belentlik esaslary bolup, inžener meseleleri çözmekde ulanylýar.

Tehniki niwelirleme dürli inžener desgalaryň taslamalaryna we gurluşygyna hyzmat edýär. Gurluşygyň häsiýetine, ähmiýetine we geodeziki işleriň göwrümüne baglylykda, tehniki niwelirlemäniň ýörelgesi döwlet niwelirleme torlaryna baglanyşdyrylyp biliner.

Tehniki niwelirlemede rugsat berilýän ýalňyşlyk şeýe formula bilen kesgitlenýär:

$$f=\pm 50 \sqrt{L} \text{ mm.} \quad (8.3)$$

**Bu ýerde:**

L- niwelir ýörelgäniň uzunlygy, km;

### **8.3 Niwelir belgileri.**

Geodeziki nokatlaryň belentlik bahalaryny gorap saklamak, niwelirlemäniň netijelerini soňky işlerde ulanmak, hususanda şekillendirme işlerini belentlik esaslary bilen üpjün etmek üçin, geometriki niwelirlemäniň ähli toporlary ýerinde niwelir belgileri bilen berkidilýär. Niwelir belgileri hemişelik we wagtlaýyn belgilere bölünýärler. *Hemişelik* niwelir belgilerine fundament, toprak reper, diwar reperleri we markalary degişlidir.

*Wagtlaýyn* niwelir belgilerine daşdan gurulan diwarlara berkidilen demir belgileri, ýere gömülen sütünler, araçäk belgileri we beýleki ýerli zatlar degişlidir.

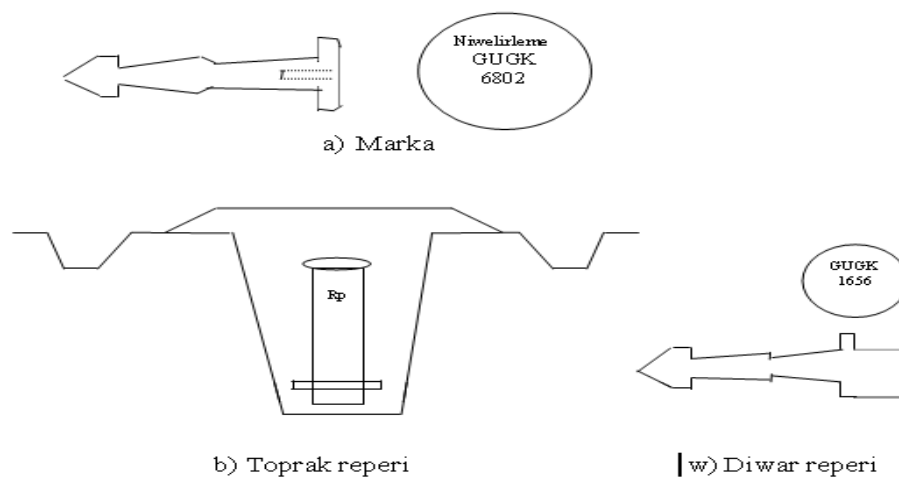
Fundament reperleri aýratyn ýagdaýlarda, we diňe I we II niwelir toporlarynyň ýörelgelerinde ulanylýar.

Toprak, diwar reperleri we markalary bilen niwelir ýörelgesiniň ähli toporlarynda her-bir 5-7 km aralykdan niwelir ýörelgeleri berkidilýär.

*Toprak reperleri* (8.1-nji b surat) diametri 6 sm, uzynlygy 1.5m bolan demir turbadan durýar. Turbanyň aşaky tarapynda zowwam geçýän deşikden demir gazyk geçirilip betonda oturdylýar. Turbanyň depesine tegelek çöýün marka (8.1-nji a

surat) berkidilýär. Turbanyň ýokarysynda, gapdal tarapynda ikinji marka berkidilýär we onda reperiň nomeri, niwelirleme geçiren kärhananyň ady görkezilýär. Birinji we ikinji markalaryň aralygy 1mm çenli takyklykda ölçenilýär. Monalitlenen turba topragyň doňma derejesinden çuňlykda ýa-da 1,8 m çuňlykda gomulýär. Şeýle ýagdaýda reperiň depesi ýeriň üstünden 0,3m çuňlukda ýerleşmeli. Birinji marka ýitirilen ýagdaýynda, ikinji marka ätiýaç bolup hyzmat edýär.

Reperiň daşky görnüşi kesilen piramida şekilli, beýikligi 0,4 m., kwadrat esasly galdyrylan gum depesidir. Ol depe daştöwereginde kwadrat görnüşli joýa gazylyp galdyrylýar. Reperi niwelir ýörelgesine goşmak üçin ýa-da repere niwelir ýörelgesini baglamak üçin reperiň üstünden ýokarky gatlak topragy ägä bolup aýyrmaly we reýkany ýokarky markanyň depesinde saklamaly. Iş tamamlanandan soň reper öňki ýagdaýyndaky ýaly toprak bilen gömülýär



8.1- nji surat

*Diwar reperi* çoýundan guýulyp ýasalýar (8.1-nji w surat), ol diametri 70mm bolan öňi sekjeli çykyp duran diskadan we yzynda iki sany çykyntgyly demirden (sterjenden) durýar.

Diwar reperi adatça ýerden 0.5m. beýiklikde, binalaryň fundamentiniň ýokarysynda berkidilýär. Onuň üçin diwarda laýyk yş saýlanyp alynýar, ol sement-beton ergini bilen doldurylyp, reperiň diskini diwara laýyk degip durmak hasaby

bilen, reperiň çykyntgyly demri basyş bilen beton ergininiň içine salynýar. Reperiň diskasynda reperiň belgisi, niwelirleme geçiren kärhananyň ady görkezilýär.

Niwelirleme we baglanyşdyrma işlerinde reýka reperiň belentlik bahasy geçirilen sekjäniň üstünde goýulýar.

*Niwelir markasy* çöýundan guýulyp ýasalýar (8.1-nji a surat). Ol diametri 100 mm bolan diskadan we yzynda iki sany çykyntgyly demir okdan durýar. Diskanyň merkezinde ýerleşen, diametri 1.25 mm bolan yşa belentlik bahasy geçirilýär. Markalar hem diwar reperleri ýaly daş-betonly binalarda we beýleki desgalarda goýulup, adaty ýerden has ýokarda ýerleşendir.

Niwelir belgileri peýdalanmaga, saklamaga amatly we berkligini durnukly üpjün edýän ýerlerde goýulýar. Doňaklyk ýerlerde, şeýle hem uçyt ýerlerde niwelir belgileri aýratyn düzgünler boýunça goýulýar.

Niwelir torlarynyň aýratyn böleklerinde, niwelir ýörelgeleri geçirilip we hasaplama işler tamamlanandan soň, niwelir belgileriniň belentliginiň katalogy taýýarlanylýar. Onda niwelir belgileriniň nomeri we görnüşi, ýerleşýän ýeri, belentlik bahasy we beýleki maglumatlar görkezilýär.

#### **8.4 Niwelirleriň görnüşleri, takyklygy we gurluşy.**

Niwelir garaýyş turbanyň we silindr görnüşli uroweniň bilelukde gatnaşmagynda, garaýyş şöhläniň gorizonta ýagdaýyny üpjün edýän guraly göz önüne getirýär we şol garaýyş şöhläniň kömegi bilen, belentlik tapawudyny kesgitlemek zerur bolan ýer nokatlarynda dik goýulan niwelir reýkalaryndan hasap alynýar.

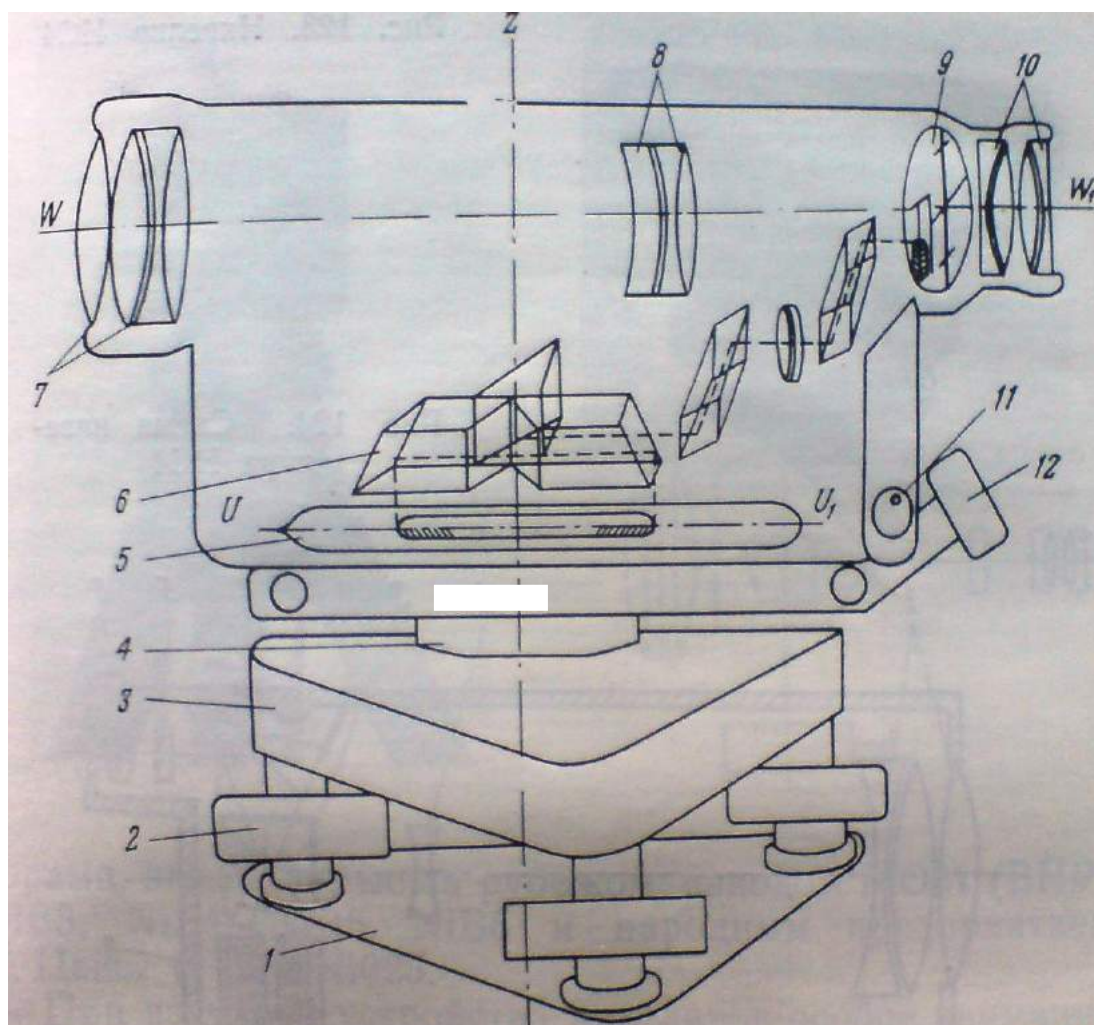
Niwelirler ýokary takykly, takyk we tehnik toporlara bölünýärler.

Ýokary takykly niwelirler-I we II topordaky döwlet geodeziki torlary niwelirmek üçin niýetlenendir. Bu niwelirleriň belentligi kesgitlemek üçin orta kwadrat ýalňyşlygy 1 km aralykda, iki ýörelgäniň jeminde 0,5 mm uly däl.

Takyk niwelirler- III we IV topordaky niwelir ýörelgeleri niwelirmek üçin niýetlenendir. III we IV topordaky niwelir torlary, I we II toporyň döwlet geodeziki torlaryny ýygýandyrmak üçin niýetlenendir. Bu niwelirleriň 1km aralykda, iki ýörelgäniň jeminde, orto kwadrat ýalňyşlygy 3 mm uly däl. Niwelirlemegiň ýakyn aralygy 2m deňdir.

Tehniki niwelirler- gurluşyklarda, inženerçilik geodeziki gözleg işlerinde we topografiki şekillendirmelerde ulanylýar. Tehniki niwelirlemede belentligi kesgitlemek üçin orta kwadrat ýalňyşlygy 1 km aralykda, iki ýörelgäniň jeminde 10mm uly däl.

Tehniki niwelirlemede köplenç ulanylýan N-3 niweliriň gurluşynyň shemasy 8.2 – nji suratda berilýär.



8.2-nji surat.

1-Niweliri ştatiwe berkitmek üçin maýyşgak demir plastina, 2-Niweliri gorizonta ýagdaýa getirmek üçin göteriji nurbatlar, 3-4-niweliriň wertikal oky oturdylan wtulkaly

goýgujy, 5-slindr görnüşli, pizma bilen kontaktly urowen, 6- prizmalar toplumly, 7- obýektiw, 8- fokuslaýjy linza, 9- okulýardaky tor sapajyklary, 10- garaýyş turbanyň linzalary 11-12- gorag gapajygy bilen ýapylan slindirlik uroweni düzediji nurbatlar, 13-kramalýera (görüş turbasynyň fokus aralygyny sazlaýjy), 14- uly bolmadyk wertikal burça öwürüji elewasiýa nurbaty, ýagny turbany göteriji wint, 15-turbany öwürüji nurbat, 16- tegelek urowen we onuň korpusy.

### Niwelirleriň görnüşleri boýunça häsiýetnamalary tablisada berilýär.

8.1 - nji tablisa

T/b	Görezijiler	Niwelirleriň görnüşleri												
		H3	Uralyň optiki-mehaniki zowodynyň (YOM3) niwelirleri				Sanly niwelirler “Leica”		Göni şekilli optiki niwelirler “Leica”					
			3H-3KL	3H-5L	4H-2KL	4H-3KL (göni şekil)	DNA03	DNA10	Rumer 20	Rumer 24	NA720	NA724	NA728	NA730
1	1...km aralykda iki ýörelgede beýiklik ölçemekde orta kwadrat ýalylygy, mm	3	3	5	2	2,5	0,3	0,9	2,5	2	2,5	2	1,5	1,2
2	Limb boýunça gorizonttal burgy ölçemek		360°						360°					
3	Uldyşy, esse	30	22	20	30	23	24		20	24	20	24	28	30
4	Garaýyşyň ýakyn aralygy, m. (adaty / goshmoça enjamly)	2	1,2	1,2,0,5	1,5,0,8	1,2	0,6		0,8		0,5		0,7	
5	Agramy, kg	1,5	1,3	1,5	1,3	1,5	2,8		2		1,6		1,7	
6	Işe ukyply temperatura		-40° C + +50° C				-20° C + +50° C							

### 8.5 Niwelirleriň barlagy .

Adatça, niwelirler zawotdan çykanda, mehaniki, optiki we geometriki talaplara dogry geler ýaly barlanyp çykarylýar.

Niwelirleriň könelmegi, mehaniki şikeslenmegi sebäpli esasy talaplary ödäp bilmezligi mümkindir. Şonuň üçin niwelirler bilen işe başlamazdan öň olary barlamak zerurdyr. Olar şu aşakdaky talaplara laýyk gelmelidir:

1. Niweliriň garaýyş turbasynyň wizir oky slindr görnüşli uroweniň okuna parallel bolmalydyr. Bu şerti barlamak üçin biri-birinden takmynan 50m aralykda ýerleşen iki nokat belleniýär. Şol nokotlaryň beýikligi ortodan we öne tarap niwelirlemek usuly bilen kesgitlenende alnan hasaplar biri-birine deň bolsalar, şertler ýerine ýetýär. Iki usulda alynan

beýikligiň tapawydy 4mm köp bolsa, onda niweliriň düzedilmegi zerurdyr.

2. Slindr görnüşli uroweniň oky guralyň aýlanma okyna perpendikulýar bolmalydyr. Bu şerti barlamak üçin, göteriji nurbatlaryň kömegi bilen niwelir gorizontaly ýagdaýa getirilýär. Soň guraly öz okunyň daşyndan  $180^0$  aýlandyrylanda uroweniň düwmesi ortada duran ýerinden üýtgemese şert ýerine ýetýär.

3. Tegelek uroweniň oky, guralyň aýlanma okuna parallel bolmalydyr. Bu şerti barlamak üçin, slindr görnüşli uroweniň kömegi bilen niweliriň aýlanma oky wertikal ýagdaýa getirilýär. Şol ýagdaýda tegelek uroweniň düwmesi orta gelen bolsa şert ýerine ýetýär.

4. Sapaklar torunyň gorizontaly, guralyň aýlanma okuna perpendikulyar bolmalydyr. Bu şerti barlamak üçin, niweliri iş ýagdaýyna getirip, gorizontaly sapagyň bir tarapyň bir nokada gönükdürüp mikrometr nurbady bilen ýüplügi ýuwaşjadan şol nokatdan geçirýärler. Şonda üýtgemese şert ýerine ýetýär.

## **8.6 Niwelir reýkalary.**

Niwelir reýkalarynyň adaty görnüşi, aşaky tarapyndan başlap ýüzi santimetrler bölünip, desimetrlerde bahalary ýazylyan agaç reýkasydyr. Ýüzündäki bölekler bölüji maşynlaryň kömegi bilen bölünýär we ol bölekler berk ýagly reňk bilen örtülýär. Reýkanyň uçlaryna demir geýdirilip berkidilýär. Häzirki wagtda iki taraply reýkalar ulanylýar. Onda reýkanyň iki tarapy hem bölekler bölünip, bir tarapy gara, beýleki tarapy bolsa gyzyly reňk bilen reňklenendir. Reýkanyň gara tarapynda santimetr bölejikleriň nul bahasy reýkanyň aşaky ujyna gabat gelýändir. Reýkanyň gyzyly tarapy hem santimetr bölejiklere bölünendir, ýöne onyň nul bahasy reýkanyň öz uzynlygyndan uly bolan, haýsy hem bolsa bir, erkin sandan başlanýandyr.

Niwelir reýkalarynyň gara taraplarynyň nuldan we gyzyly taraplarynyň erkin sandan başlanmagy, reýkadan alynan hasaplaryň dogrylygyny barlamaga şert döredýär. Niwelir

reýkasyndan hasaplar millimeter ölçeginde alynýar. Niwelir reýkasynyň adaty uzynlygy 3m deňdir, käbir ýagdaýlarda bolsa bu reýkalaryň 1 m göşmaçalary hem bardyr. Ýagny dördünji metr esasy reýka birikdirilýär we onuň netijesinde reýkanyň jemi uzynlygy 4m deň bolýar. Şeýle-de 4m uzynlykda, eplenýän we süýşürilýän niwelir reýkalary hem ulanylýandyr. Işe başlamazdan öň reýkalaryň abatlygyny, umumy we aýratyn bölejikleriniň uzynlygyny adaty çyzgyç ýa-da polat lenta bilen barlamalydyr. Niwelir reýkanyň ýüzündäki bölünen bölejiklerde, goýberilen ýalňyşlyk 0.5mm uly bolmaly däl. Iş ýagdaýynda reýkalar ýörite başmaklarda ýa-da pişekde ýa-da ýerde berk kakylan gazyjyklaryň üstünde goýulýar. Gazyjyklaryň depesi tekiz we ýer üsti bilen deň derejede endigan kesilen bolmalydyr.

Iş ýagdaýynda niwelir reýkalary wertikal saklanmalydyr. Onuň üçin reýkalar asma ýükjagaz, tegelek urowen ýa-da özara perpendikulýar bolan iki sany silindriki urowen bilen üpjün edilýär. Işde asma ýüki ýa-da uroweni bilen üpjün bolmadyk niwelir reýkalary göz çeni bilen wertikal ýagdaýda saklanylýar.

## **8.7 Niwelirleme žurnaly.**

Nokotlaryň belentlik bahalary ölçelende ahli ýazgylar niwelirleme üçin niýetlenen meýdan žurnalynda ýerine ýetirilýär.

Niwelirlemäniň meýdan žurnalynda ölçegiň geçirilen senesi, başlanan we tamamlanan wagty, howanyň ýagdaýy göküzilýär.

Meýdan žurnalyndaky (8.2-nji tablisa ) ýaýyň içinde ýazgylaryň yzygiderliligi görkezilen. Ýazgydan görnüşi ýaly, birinji duralgada niwelirleme iki taraply niwelir reýkasynyň kömegi bilen ýerine ýetirilipdir. Bu ýagdaýda iki beýikligiň tapawudy 5mm uly bolmaly däl. Žurnalyň her bir sahypasynda ýerine ýetirilen hasaplamalaryň dogrylygynyň sahypa boýunça barlagy geçirilýär. Sahypa boýunça barlaga yzdaky we öňdäki reýkalardan alnan ähli hasabatlaryň jemleri

we ol jemleriň tapawutlary girýär. Soňra beýikligiň ähli jemleri goşulyp hasaplanylýar we ikä bölünýär, sebäbi olar ikeldilen bahalardyr. Ahyrynda ortoça beýikligiň jemleri hasaplanylýar. Ikä bölünen hasaplaryň tapawudy, ikä bölünen beýikligiň ähli jemleri we ortoça beýikligiň jemleri şol sahypada deň bolmaly. Olordaky tapawut (doly millimetrlerde) diňe sanlary tegeleklemäniň netijesinde bolyp biler.

Senesi 2 oktyabr 2008 ý.

Başlady 8 sagat 20 minut

Howa: açyk, semalsyz

Tamamlandy: 8 sagat 52 minut

8.2-nji tablisa

Duralga №	Reýkalaryň duran nokotlarynyň №	Reýkalardan alnan hasaplar		Nokotlaryň arasyndaky beýiklik, peslik, mm	Ortoçasy, mm
	Aralyklary, m	Yzdaky	Öňdäki		
1	940 Reper (ýerde)	0697 (1)	1000 (2)	- 0303 (7)	-0302 (10)
	1-2	5384 (4)	5686 (3)	- 0302 (8)	
	116	4687 (5)	4686 (6)	1 (9)	
2	2-3	0366	0573	-0207	-0207
	150	5053	5260	-0207	
		4687	4687	0	
3	3-4	0629	0812	-0183	-0183
	130	5316	5499	-0183	
		4687	4687	0	
4	4-5	0272	0570	-0298	-0299
	150	4959	5259	-300	
		4687	4689	2	
5	5-6	0948	1186	-0238	-0237
	130	5635	5871	-0236	
		4687	4685	2	
6	6-7	1025	0959	0066	0067
	150	5712	5644	0068	
		4687	4685	2	
	Barlag hasaplamalary.	35996 (11)	38319 (12)	-2323 (15)	-1161 (17)
		-38319 (13)		-1161 (16)	
		-2323 (14)			

## 8.8 Geometriki niwelirlemäniň usullary.

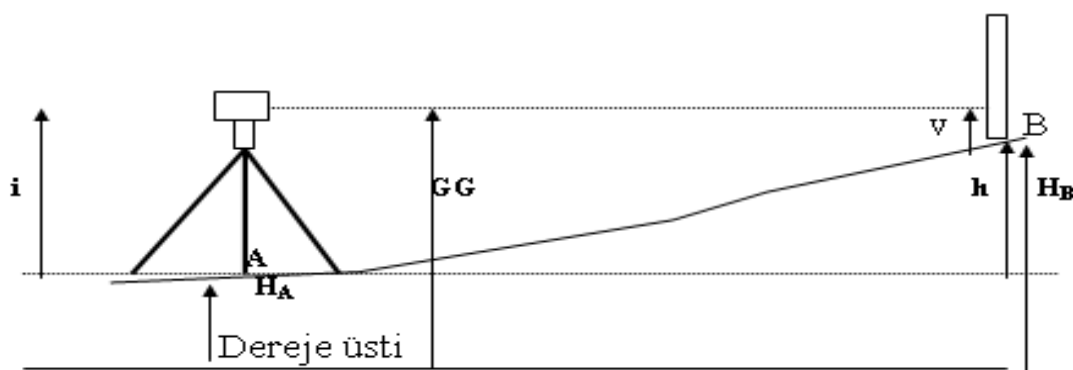
Geometriki niwelirleme niweliriň we niwelir reýkasynyň kömegi bilen ýerine ýetirilýär. Geometriki niwelirlemede niweliriň garaýyş turbasy zenit boýunça aýlanmaýar, çünki ol gorizonta wizirlemä esaslanandyr. Göteriji nurbatlaryň kömegi bilen wizir oky gorizonta ýagdaýa getirilýär.

Geometriki niwelirlemede niwelirden reýka çenli (garaýyş şöhläniň uzynlygy) aralyk uly bolmaly däldir, kadaly aralyk 50-100m bolup, käbir halatda 150 m. çenli rugsat berilýär.

Geometriki niwelirlemede bir nokadyň beýleki nokada baglylykda beýikligini tapmaklygyň birnäçe usuly bardyr.

**Öňe tarap niwelirmek.** Öňe tarap niwelirlemede ýerdäki iki nokadyň biri-birine baglylykdaky beýikligi şeýle tertipde kesgitlenýär. (8.3-nji surat). A nokadyň üstünde niwelir ornaşdyrylyp, B nokatda bolsa niwelir reýkasy goýulýar. Niweliriň wizir oky gorizont alýar, ýagny iş ýagdaýyna getirilip, B nokatda duran reýkadan ( $v_B$ ) hasap alynýar we A nokatdan niweliriň wizir okyna çenli aralykda guralyň ( $i$ ) beýikligi ölçelýär. 8.3-nji suratda görnüşi ýaly beýiklik-guralyň beýiklik bahasy bilen reýkadan alnan hasabyň tapawudyna deňdir.

$$h = i - v; \quad (8.4)$$



8.3-nji surat

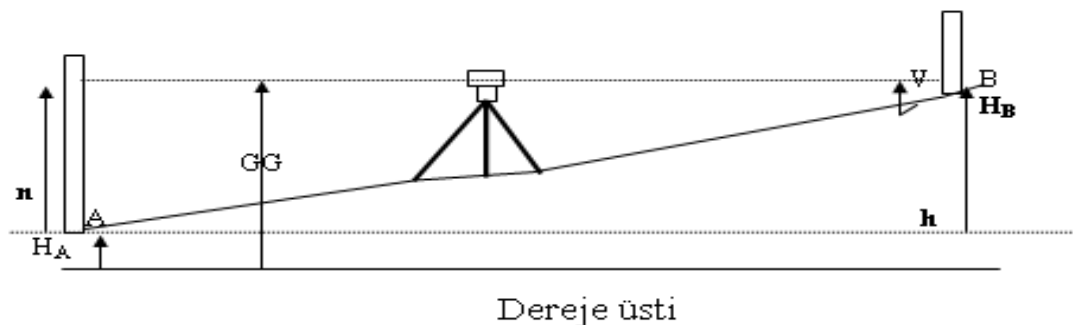
Beýikligi ( $h$ ) ýeterlikli takyk almak üçin, guralyň beýikligini niwelir reýkasynyň kömegi bilen ölçemek teklipl edilýär. Önuň üçin niwelir ornaşdyrylan belginiň ýa-da gazyjagyň üstünde reýka goýulyp, ägä bolup reýka niweliriň okulýaryna golaýlaşdyrylýar we onuň merkeziniň deňinden reýkadan hasapalynýar.

**Ortodan niwelirmek.** Ortodan niwelirleme usulynda niwelirlenýän öňdäki we yzdaky nokatlarda (A we B) reýkalar dikligine goýulýar. Niweliri nokatlaryň takyk hatar ugrynda

gurnamak hökman bolman, nokatlardan takmynan deň aralykda gurnamak zerurdyr (8.4-nji surat). Ortadan niwelirlemede niweliriň we reýkänyň şeýle iş ýagdaýyna duralga diýilýär. Ýerine ýetirilýän işleriň gerek takyklygyna baglylykda niwelirden reýka çenli aralyk niweliriň uzakdan ölçeýji sapagynyň kömegi bilen ýa-da beýleki ölçeýji gurallaryň kömegi bilen ölçelýär. Niwelir işçi ýagdaýa getirilenden soň, ýagny niweliriň wizir oky gorizontaly ýagdaýa getirilenden soň ilki bilen yzky A-nokadaky reýkadan (n), soň öňdäki B nokatdaky reýkadan (v) hasap alynýar. Nokatlaryň arasyndaky beýiklik yzdaky reýkadan alnan hasapdan (n), öňdäki reýkadan alnan hasabyň tapawudyna deňdir we şu formula bilen aňladylýar.

$$h=n-v; \quad (8.5)$$

Položitel belgi bilen alnan beýiklik baha, yzdaky B nokadyň öňdäki A nokatdan beýikde ýeleşendigini aňladýar, otrisatel belgi bilen alnan beýiklik baha B nokadyň öňdäki A nokatdan pesde ýeleşendigini aňladýar.



8.4-nji surat

Mysal:

$n = 1245\text{mm}$ ,  $v = 0753\text{mm}$  bolsa, onda B nokadyň A nokada baglylykda beýikligi şeýle baha eýe bolýar.

$$h = n-v=1245-0753=+0492\text{mm}$$

Hakyky belentlik boýunça hasaplananda A nokadyň absalýut belentligi  $H_A=256,385$  m. bolsa, onda B nokadyň absalýut belentligi şeýle baha eýe bolar.

$$H_B = H_A + h = 256,385 + 0,492 = 256,877 \text{ m}$$

B nokadyň belentlik bahasyny guralyň gorizontynyň üsti bilen hem hasaplap bolýandyr.

$$GG_A = H_A + n = 256,385 + 1,245 = 257,630 \text{ m}$$

$$H_B = GG_A - v = 257,630 - 0,753 = 256,877 \text{ m}$$

Geometriki niwelirlemede esasan ortadan niwelirleme goldanylýar, şol mümkinçilik bolmadyk ýerinde öňe tarap niwelirlemek usuly ulanylýar. Öňe tarap niwelirlemegiň esasy kemçiligi her gezek guralyň beýikligini takyk ölçemeli bolýar.

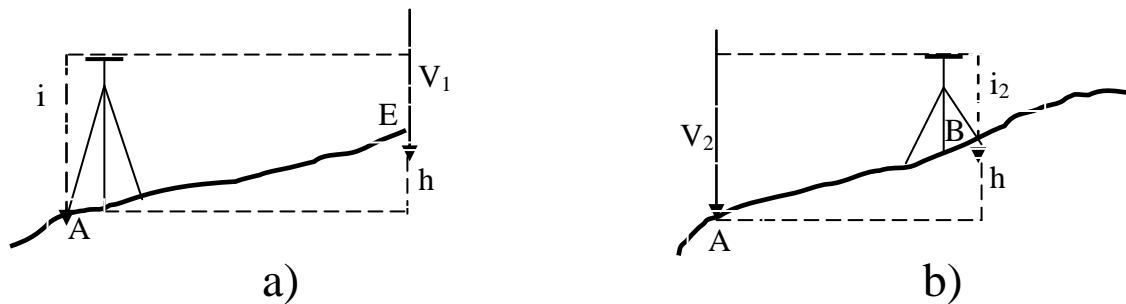
Ortadan niwelirlemegiň öňe tarap niwelirlemekden artykmaçlygy:

1. Ulurak belentligi ölçemek mümkin.
2. Iki esse uzyn aralygy niwelirläp bolýar.
3. Her bir duralgada niweliriň beýikligini ölçemek gerek däl.
4. Ölçenen ýeriň egriligini we atmosferanyň täsirini aradan aýyrýar.
5. Wizir okunyň gorizont dälligi (gural näsazlygy) netijesinde emele gelýän ýalňyşlygyň täsirini aradan aýyrýar.

**Göni we yza niwelirleme.** Göni we yza niwelirleme öňe tarap niwelirlemäniň takyklygyny barlamak we ýokarlandyrmak üçin ýerine ýetirilýär. Göni we yza niwelirleme berilen ugryň ahyrky nokatlaryndan öňe tarap niwelirleme usulynda şeýle tertipde ýerine ýetirilýär. A nokatdan B nokada (8.5-nji a surat) öňe tarap usulynda niwelirleme geçirilýär we B nokadyň A nokatdan beýikligi kesgitlenýär.

$$h_1 = i_1 - v_1 \quad (8.6)$$

Soň niwelir B nokada göçürilýär, reýka A nokada geçirilýär (8.5-nji b surat) we täzedan B nokatdan A nokada öňe tarap



8.5-nji surat

usulynda niwelirleme geçirilýär we A nokadyň B nokatdan beýikligi kesgitlenýär.

$$h_2 = i_2 - v_2 \quad (8.7)$$

Goni we yza niwelirlemäniň ikisinde hem belentligiň absolýut bahalary deň bolmaly. Tejribede ölçegleriň ýalňyşlygynyň gutulgysyzlygy sebäpli olaryň tapawudy 5mm çenli bolup biler.

$$h_1 \approx h_2 \quad (8.8)$$

### 8.9 Guralyň gorizonty.

Guralyň gorizonty diýip deňiz derejesinden ýa-da şertli dereje üstden niweliriň wizir okuna çenli bolan aralyga düşünilýär. -

Ortadan niwelirlemede guralyň gorizontyny (GG) şeýle formula bilen kesgitlep bolar (8.4-nji surat).

$$\begin{aligned} GG &= H_A + n \\ GG &= H_B + v \end{aligned} \quad (8.9)$$

Öňe tarap niwelirlemede guralyň gorizonty (GG) şeýle formula bilen kesgitlenýär, ýagny guralyň gorizonty niweliriň gurnalan nokadynyň belentlik bahasyna guralyň beýiklik bahsyny goşmak bilen tapylýar (8.3-nji surat).

$$GG = H_A + i \quad (8.10)$$

Guralyň gorizonty şol duralgadan niwelirlenen nokatlaryň belentlik bahalaryny kesgitlemek üçin ulanylýar we şeýle formula bilen aňladylýar.

$$H_B = GG - v_B \quad (8.11)$$

Niwelir reýkasynyň duran nokadynyň belentlik bahasy guralyň gorizontynyň belentlik bahasy bilen reýkadan alnan hasabyň tapawudyna deňdir. Şol bir duralgadan bir näçe nokatlaryň belentlik bahalaryny kesgitlemekde guralyň gorizontyny ulanmak amatlydyr.

Mysal üçin: Guralyň beýikligi  $i = 1338$  mm, B nokotda reýkadan alynan hasap  $v_B = 0815$  mm, A nokodyň belentlik bahasy  $H_A = 255,347$  m. bolsa, onda AB nokodyň arasyndaky beýiklik şeýle baha eýe bolar.

$$h_{AB} = i - v = 1338 - 0815 = +0523 \text{ mm.}$$

A nokodyň belentlik bahasyna AB nokotlaryň arasyndaky beýiklik bahasyny goşup B nokodyň belentlik bahasyny şeýle kesgitleýär bolar:

$$H_B = H_A + h = 255,347 + 0,523 = 255,870 \text{ m.}$$

Eger-de AB nokotlaryň arasyndaky tapawyt otrisatel baha eýe bolsa, onda A nokodyň belentlik bahasyndan -  $h_{AB}$  bahany aýyryp B nokodyň belentlik bahasyny tapýarys.

Eger-de B nokodyň belentlik bahasy guralyň gorizontynyň üsti bilen kesgitleýän bolsa, onda ol şeýle kesgitleýär.

$$GG = H_A + i = 255,347 + 1,338 = 256,685 \text{ m.}$$

$$H_B = GG - v = 256,685 - 0,815 = 255,870 \text{ m.}$$

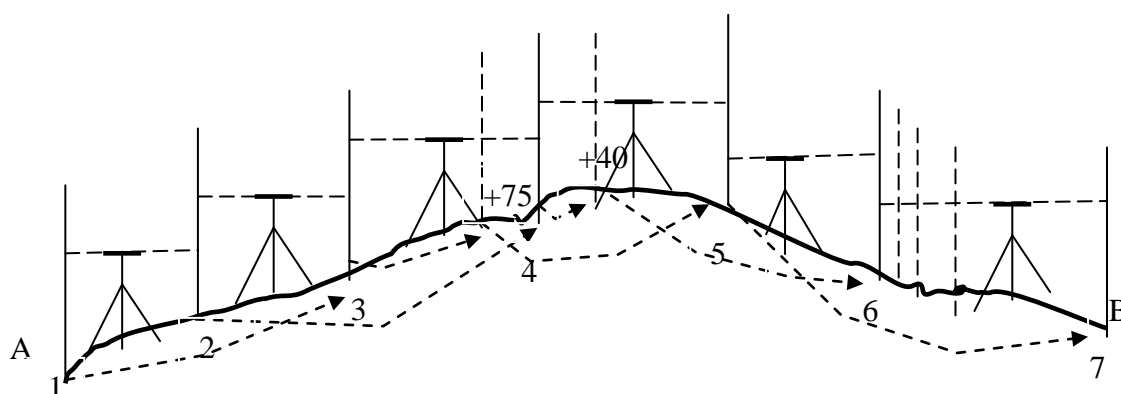
### **8.10 Niwelir ýörelgesinde arabaglanyşdyryjy we aralyk nokatlary.**

Eger-de iş diňe bir duralgada niwelirleme bilen çäklenýän bolsa (nokady repere baglamak, ýakyn bolan nokada belentlik bahany geçirmek we ş.m.), onda onuň ýaly niwelirlemä **ýönekeý** niwelirleme diýilýär. Eger-de iş, adaty bolşy ýaly, köp duralgalarda we birnäçe nokatlarda niwelirleme geçirmek bilen bagly bolsa, onda niwelirlemäniň usulyna garamazdan

oňa **çylşyrymly** niwelirleme diýilýär (8.6-nji surat). Çylşyrymly niwelirleme belentlik bahasy belli bolan A nokatdan, uzakda ýerleşen B nokada belentlik bahasyny geçirmek üçin ýa-da şol nokotlaryň arasyňyň profilini gurmak maksady bilen, AB ugrda ýerleşen ähli häsiýetli nokatlaryň belentlik bahasyny kesgitlemek üçin geçirilýär.

Niwelir ýörelgesinde käbir nokotlar iki ýanaşyk duralgalarda niwelirleme hadysasyna iki sapar gatnaşýar we şeýle ýagdaýda bu nokatlaryň üsti bilen belentlik bahalary ýörelgäniň ähli nokatlaryna arabaglanşykly geçirilýär.

Niwelir ýörelgesinde iki sany ýanaşyk duralgalarda umumy nokady bolan, ýagny geçen duralga üçin öňdäki nokada, soňundan gelyän duralga üçin yzdaky nokada **arabaglanyşdyryjy** nokat diýilýär.



8.6-njy surat

Arabaglanyşdyryjy nokotlarda reýkaçylar ýerlerini çalyşmaýarlar, niwelirlemäniň gidişi ýaly, bir nokatdan üstaşar indiki nokada geçýärler (reýkaçylaryň geçişi suratda görkezilýär).

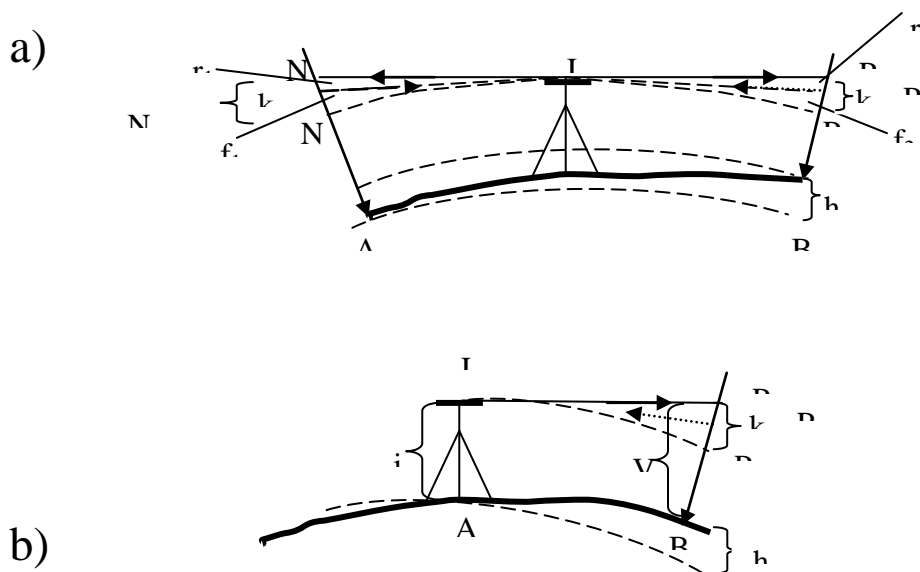
Arabaglanyşdyryjy nokotlaryň arasynda ýerleşen (mysal üçin 3 we 4-nji arabaglanyşdyryjy nokotlaryň arasynda ýerleşen +75 ýada 4 we 5-nji arabaglanyşdyryjy nokatlaryň arasynda ýerleşen +40) nokotlar belentlik bahalaryny başga nokada geçirmäge gatnaşmaýar, ýöne ol nokodyň belentlik bahasy profile uçutlygyny, eňňitligini aňlatmak üçin gerek bolýar. Niwelirlemede şeýle nokotlara **aralyk** nokotlary diýilýär we olar berilen duralgada arabaglanyşdyryjy nokotlardan soň niwelirlenýär. Durolgada arabaglanyşdyryjy

nokotlar niwelirlenenden soň, yzdaky nokotda duran reýkeçä indiki durolganyň öňdäki arabaglanyşdyryjy nokodyna geçmek barada tabşyryk berilýär. Ol ýüz ugra häzirki duralgada bar bolan aralyk nokotlarda yzygider reýkany tutyp geçýar we olarda reýkäniň işçi tarapyndan diňe bir gezek bir hasap alynýar.

### 8.11 Ýeriň güberçekligeniň we refraksiýanyň niwelirlemä ýetirýän täsiri.

**Ýeriň güberçekliginiň täsiri.** Geometriki niwelirlemäniň düzgüni bilen tanyş bolunanda, niweliriň wizir oky göni gorizonta çyzygy göz önüne getirýär. Emma beýikligi kesgitlemek üçin, niweliriň wizir oky şol bir wagtyda ýeriň dereje üsti bilen laýyk gelmeli.

Niweliriň wizir okynyň gorizontal çyzygy ýeriň dereje üsti bilen galtaşyp, reýkadan alnan hasap, dereje üstden alnan hasaba laýyk gelmeýär.



## 8.7-nji surat

Niweliriň wizir okunyň gorizontal çyzygy ýeriň dereje üsti bilen gabat gelmeýänligi sebäpli, beýiklik kesgitlenende ýalňyşlyk ýüze çykýar. Şonuň üçin beýiklige ýeriň güberçekligi üçin düzediş şeýle formula esasynda berilýär.

$$\begin{aligned} \mathbf{h} + \mathbf{v} &= \mathbf{i} + \kappa \\ \mathbf{h} &= \mathbf{i} - \mathbf{v} + \kappa \end{aligned} \quad (8.12)$$

**Bu ýerde:**

$h$  – beýiklik,

$v$  – wizir okynyň gorizonta çyzygy boýunça reýkadan alnan hasap,

$\kappa$  – ýeriň güberçekligi üçin berilýän düzediş,

$i$  – guralyň (niweliriň) beýikligi.

Formuladan görnüşi ýaly, ýeriň güberçekligi üçin düzediş položitel baha bilen berilýär, sebäbi reýkadan ýalňyşlyk bilen bile alnan hasap, niweliriň wizir oky ýeriň dereje üsti bilen laýyk gelmeýändiginiň netijesinde belentligi kesgitlemegiň formulasyna otrisatel baha bilen girýär.

Ýeriň güberçekligi üçin berilýän düzediş ýörite tablisadan alynýar ýa-da şeýle formula bilen kesgitlenýär.

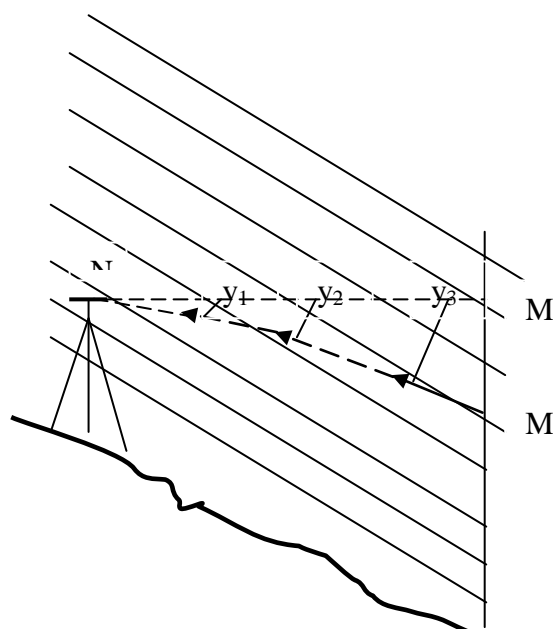
$$k = \frac{S^2}{2R} \quad (8.13)$$

**Bu ýerde:**

$S$  – niwelirlenýän nokatlaryň aralygy, m.

$R$  – Ýeriň radiusy, m.

**Ýeriň refraksiýasynyň täsiri.** Atmosferadan geçýän wizir okunyň şöhlesi göniçyzykly bolmaýar. Sebäbi atmosfera öz dykyzlygy boýunça birmeňzeş däldir, onuň ýere ýakyn bolan gatlagy ýokarky gatladan dykyzyrakdyr we näçe ýokarladygyça dykyzlyk azdyr. Atmosferanyň dykyzlygy boýunça ýerleşiş, shemada ýeriň üstüne parallellikdäki howa gatlaklaryny göz önüne getirýär. M nokatdan çykan ýagtylyk şöhlesi, howa gatlaklarynyň araçäginde döwürli, adaty burçdan kiçelmek bilen bolýar. Ony ýere tarap ýuwaş öwrümli şöhle görnüşde göz önüne getirmek bolar (8.8-nji surat).



8.8-nji surat

Dürli dykzlykdaky atmosfera gatlaklaryndan geçýän ýagtylyk şöhlesiniň gyşarmasyna **refraksiýa** diýilýär. Atmosferada ýagtylyk şöhlesiniň aýlaw ugryna refraksiýa öwrümi diýilýär. Garalýan nokatda görilýän we hakyky ýagdaýyň aralygyna refraksiýa üçin berilýän düzediş aralygy diýilýär.

Atmosferanyň ýere ýakyn gatlagynda refraksiýanyň görnüşi heniz ýeterlikli öwrenilen däldir. Wизir şöhlesiniň beýikligi ýerden 1.5-2 m beýiklikde bolanynda refraksiýa öwrümi  $R_1$  radiusly öwrümiň dugasy hökmünde kabul edilýär we ýeriň güberçekligi üçin berilýän düzedişiň formulasy ýaly formula bilen kesgitlenýär.

$$r = \frac{S^2}{2R_1} \quad (8.14)$$

**Bu ýerde:**

$S$ —guraldan niwelirlenýän nokada çenli aralyk,

$R_1$ - refraksiýa öwrüminiň radiusy.

Refraksiýa öwrüminiň radiusyny takyk ulylykda aňladyp bolmaýar. Sebäbi onuň bahasyna wagt, tempretura, howanyň

basyşy, wizir şöhläniň ýerden beýikligi we beýleki sebäpler täsir edýär.

Ýeriň radiusynyň refraksiýa öwrüminiň radiusyna bolan gatnaşygyna ýer refraksiýasynyň koefisiýenti diýilýär we şeýle kesgitlenýär:.

$$K = \frac{R}{R_1} \quad (8.15)$$

Bu ýerde:

R- ýeriň radiusy,  $R_1$  – refraksiýa öwrüminiň radiusy.

Şeýlelikde refraksiýa üçin berilýän düzediş şu formula eýe bolýar.

$$r = K \left( \frac{S^2}{2R_1} \right) \quad (8.16)$$

Ýer refraksiýasynyň koefisiýentiniň orta bahasyny  $K=0.16$  diýilip kabul edilse, refraksiýa üçin düzediş şeýle formula eýe bolýar.

$$r = 0,16 \left( \frac{S^2}{2R_1} \right) \quad (8.17)$$

Ýer refraksiýasy üçin düzediş berilse, ýeriň güberçekligi üçin berilýän düzediş azalar we şeýle formula eýe bolar.

$$f = K - r \quad (8.18)$$

Degişli düzediş berilenden soň şeýle formula eýe bolar.

$$f = \frac{S^2}{2R} - 0,16 \left( \frac{S^2}{2R} \right) \text{ ýa-da} \quad (8.19)$$

$$f = 0,42 \left( \frac{S^2}{R} \right)$$

(8.20)

$$f = 0,42 \left( \frac{S^2}{0,64 \delta 10^{-7}} \right)$$

(8.21)

$$f = 0,66 \delta S^2 \delta 10^{-7}$$

(8.22)

Ýeriň güberçekligi we refraksiýasy üçin beýiklige berilýän düzediş şeýle bahalara eýe bolýar. S=50 metre deň bolsa, f = 0.2mm bolar; S=100 metre deň bolsa. f = 0.7mm bolar; S=150metre deň bolsa. f = 1.5mm bolar;

Adaty geometriki niwelirlemede berilýän düzedişiň bahasy 1mm uly däldir, şonuň üçin tehniki niwelirlemede ol hasaba alynmaýar. Takyk niwelirleme işlerinde we guraldan reýka çenli uzak aralygy bolan niwelirlemäniň beýleki görnüşlerinde bu düzedişi hökman hasaba almalydyr.

### **8.12 Belentlik bahany şekillendirmäniň esas nokotlaryna geçirmek.**

Belentlik bahany şekillendirmäniň esas nokotlaryna geçirmek işleri niwelir ýörelgesini gurnamak bilen ýerine ýetirilýär we onuň maksady şekillendirmäniň belentlik esaslandyrmasyňy döretmek, şeýle hem dürli inžener meseleleri çözmek üçin, öňden bellenen nokotlaryň belentlik bahalaryny kesgitlemekden ybaratdyr.

Belentlik bahany esas nokotlara geçirmek zerurlygy ýüze çykan ýagdaýynda, ownuk masştably kartada niwelir ýörelgesiniň taslamasy hem düzülýär we onda niwelir işleriniň tehniki we ykdysady şertleri görkezilýär. Taslama tassyklanandan soň ýerinde tanyşmak işleri geçirilýär we taslama maglumatlary ýerinde anyklanylýar. Gutarnykly

bellenen niwelir ýörelgesi boýunça hemişelik we wagtlaýyn niwelir belgileri goýulýar we olar niwelirlenmäge başlanýar.

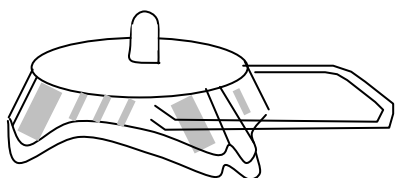
Taslama düzmekden başlap, ähli işler umumy düzgunleriň talabyna we niwelirleme boýunça kärhana gollanmalaryna we görkezmelerine laýyklykda ýerine ýetirilýär.

Niwelir ýörelgeleri döwlet geodeziýa torlaryndaky niwelir belgilerine esaslanýar.

Wizir şöhlesiniň uzynlygy 100 metrden uly bolmadyk ýagdaýynda, ortadan niwelirleme usulynda belentlik baha geçirilýär.

Belentlik bahany geçirmek üçin gurnalan niwelir ýörelgesinde diňe arabaglanyşdyryjy nokatlar gatnaşýarlar.

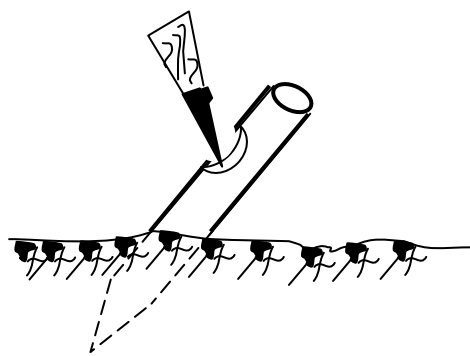
Niwelir belgileri bilen berkidilmedik arabaglanyşdyryjy nokatlary şeýle hem duralgalar niwelirleme döwründe saýlanýar we olara çenli aralyklar uzakdan ölçeýjiniň (dalnomeriň) kömegi bilen ýerlerinde ölçelýär. Şeýle nokatlarda reýkalaryň durnukly ýagdaýyny üpjün etmek üçin reýkalar ýere girizilen ýörite paşmaklaryň ýa-da gazyklaryň üstünde goýulýar.



a) Paşmak



b) Hasa  
gazyk



ç) Agaç

8.9-njy surat

Paşmak niwelir reýkalary kadaly goýmak üçin niýetlenen abzal bolup, ol çoýundan ýa-da demirden ýasalan üç çişli goýgujy göz önüne getirýär, onuň üst tarapynda uly bolmadyk ýarym aýlawly gübeçek ok çykyp durýar we onuň üstünde reýka tutylýar (8.9-njy a surat).

Demir hasanyň üstünde hem şonuň ýaly gübeçek ok çykyp durýar (8.9-njy b surat ).

Paşmagyň we hasanyň ýerine uzynlygy 30sm. we ýogynlygy 5 sm. kiçi bolmadyk ýere berk kakylan agaç gazyklary hem ulanyp biliner. Durnuksyz topraklarda, aýratyn hem batgalyk we şorlaşan ýerlerde, ýere berk kakylan uzyn agaç gazykda diňe bir reýka goýulman, eýsem niweliriň özüni-de goýmaly bolýar (8.9-njy ç surat).

Niwelirleme geçirilýän döwründe reýka tutýançylar reýkany nokodyň üstünde dik tutmaly, onuň üçin reýkalaryň dikligi barlanýan ýük ýa-da urowen bilen üpjün edilýär. Tehniki niwelirlemede ulanylýan reýkalarda dikligi barlanýan abzal bolmaýar, şonuň üçin uly ýapgytly ýerlerde dik ugry duýmak kyn bolýar we reýkaniň ýapgyt ýagdaýda tutylmagy ähtimaldyr. Eger-de reýka niwelirlenýän ugra tarap gyşaran bolsa, onda ony niwelirleýji görüp bilmeýär we şeýle ýagdaýda alnan hasaba ýalňyşlyk girýär. Şeýle görnüşli ýalňyşlygy aradan aýyrmak üçin reýkaçy reýkany ýuwaşdan öňe-yza yralap saklamaly. Öňe-yza yralap durylan ýagdaýda, reýka dik ugra gabat gelende, ýagny reýkanyň kiçi sanyna gabat gelende alnan hasap dogrydyr.

Niwelir ýörelgesi *bir tarapl* (bir ugra niwelirleme) ýa-da *iki taraply* (göni we ters ugra niwelirleme ýa-da iki sapar bir ugra niwelirleme) bolup biler.

*Niwelirlemäni barlamak* gödek ýalňyşlyklary (ýalňyş ýazgylary, ýalňyş hasaplamalary) ýüze çykarmaga mümkinçilik berýär. Niwelirlemäni barlamanyň manysy, öňkiden üýtgedilen şertlerde gaýtadan niwelirlemanı öz içine alýar we şeýle usullarda ýerine ýetirilýär:

*Göni we ters ugra niwelirleme* - ähli ýörelge ýa-da onuň bölegi (ýörelge örän uzyn bolanda) niwelirlenenden soň, şol ýörelge ýa-da onuň bölegi ikilenji gezek ters ugryna niwelirlenýär.

*Iki niwelir bilen niwelirleme*- bir ugra niwelirlenýär, ikinji niwelirleýji birinji niwelirleýjiniň yzyndan ýöreyär we ikisi hem biri-birine bagly bolman işi ýerine ýetirýärler.

*Guralyň gorizontyny üýtgedip niwelirleme*-bir taraply reýkalar bilen işlenende ýerine ýetirilýär. Iki reýkadan hasap doly alynandan soň, 10 sm kiçi bolmadyk ýagdaýda guralyň gorizonty üýtgedilýär we täzedan şol reýkalardan hasap alynýar.

*Duralgalarda niwelirlemanıň barlagy* geçirilýär, ýagny reýkanyň gara we gyzyň taraplaryndan ýa-da guralyň iki gorizontyndan kesgitlenen beýikligiň iki bahasynyň tapawudy 5 mm uly bolmaly däl. Eger-de bu tapawut 5mm uly bolsa, onda şol duralga boýunça niwelirleme žurnalynda edilen ahli ýazgylar endigan çyzylýar we niwelirleme gaýtalanýar.

### **8.13. Ýer üstüni magistrallar usuly boýunça niwelirmek**

Ýer üstüni niwelirmekde, meýdanda berilen nokatlaryň hakyky belentligi we onuň plan boýunça ýerleşiş ýagdaýy kesgitlenýär. Şeýle hem ýeriň relýefi hakyndaky maglumatlar toplanyp, gorizontallaryň üsti bilen ýer relifini planda şekillendirmäge mümkinçilik döreýär.

Ýer üstüni tekizlik görnüşde niwelirmegiň iki usuly bardyr:

- 1) Magistrallar usuly.
- 2) Inedördüller usuly .

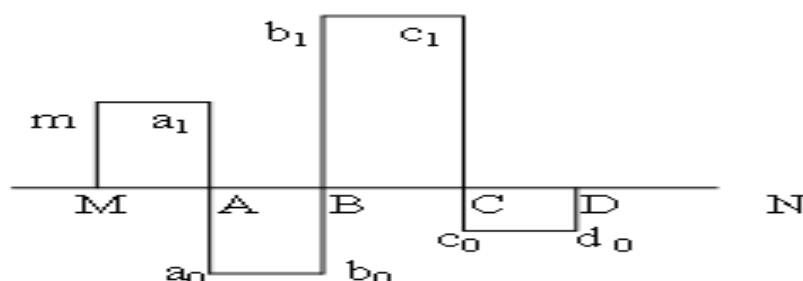
Magistrallar usulynda niwelirlenýän ýer böleginiň görnüşine we relýefiniň çylşyrymlylygyna baglylykda özüniň aýratynlyklary bardyr. Käleriň, jarlaryň düýbü boýunça niwelirmek üçin häsiýetli nokatlaryň üstünden teodolit ýörelgäni geçirmeli. Teodolit ýörelgeleri piketlere bölünýär we niweliriň kömegi bilen ýeriň beýikligi kesgitlenýär.

Magistral ýörelgä perpendikulýarlykda her bir piketden iki tarapada göni çyzykly kese niwelir ýörelgeleri bellenýär. Kese niwelir ýörelgesi magistrallal ýörelgä baglanyp, ikinji derejeli niwelir ýörelgäni göz önüne getirýär.

Niwelirleme bilen bir wagtda magistrallal boýunça ýer üstüniň sudurlary hem şekillendirilýär.

Teodolit ýörelgäniň maglumatlary işlenenden soň, öwrüm nokatlary koordinatlary boýunça plana geçirilýär. Soňra şol magistral boýunça ähli sudurlar we piketler özleriniň belentlik bahalary bilen plana geçirilýär.

Ýer üstüni niwelirlemegiň magistrallar usulyny tekiz ýerlerde hem ulanyp bolýar. Onuň üçin niwelirlenýän ýer böleginiň ortasyndan MN göni çyzyk bellenilýär we aralykda ABCD piketleri bellenilýär. Niwelirlemäniň üsti bilen nokatlaryň belentligi kesgitlenýär. Soň MN magistral çyzyga perpendikulýarlykda ABCD piketleriň üstünden keseligine niwelirlemegiň ugurlary ( $Mm_1Aa_0Bb_1C_1Cc_0Dd_0$ ) bellenilýär. Keseligine niwelirlemegiň ýörelgeleriniň ýygylgy dürli bolup biler.



8.10-njy surat

Kiçi aralykda çepde we sagda ýerleşen kese ýörelgeleriň nokatlaryny bir duralgada alyp hem bolar. Haçan-da ähli nokatlar belentlik bahalary bilen plana geçirilende, şol ýer böleginiň relýefiniň doly maglumatyny berer.

#### 8.14 Ýer üstüni inedördül böleklere bölüp niwelirmek.

Ýer üstüni inedördül (kwadrat) böleklere bölüp niwelirmek işleri oba hojalyk maksatlary üçin geçirilende, esasan relýefi çylşyrymly bolmadyk, aýyk meýdanlarda geçirilýär. Ýer üstünde berilen meýdany niwelirmek üçin ol meýdanyň üstüni teodolit we ölçeg lentasy bilen taraplary 20x20m, 40x40m, 50x50m ýa-da 100x100m inedördül böleklere bölüp onuň burç depelerinde baýdaklyja gazyklar dikilip berkidilýär. Buruç nokatlarynyň kábiri arabaglanyşdyryjy nokat bolanlygy sebäpli, ol nokatlar

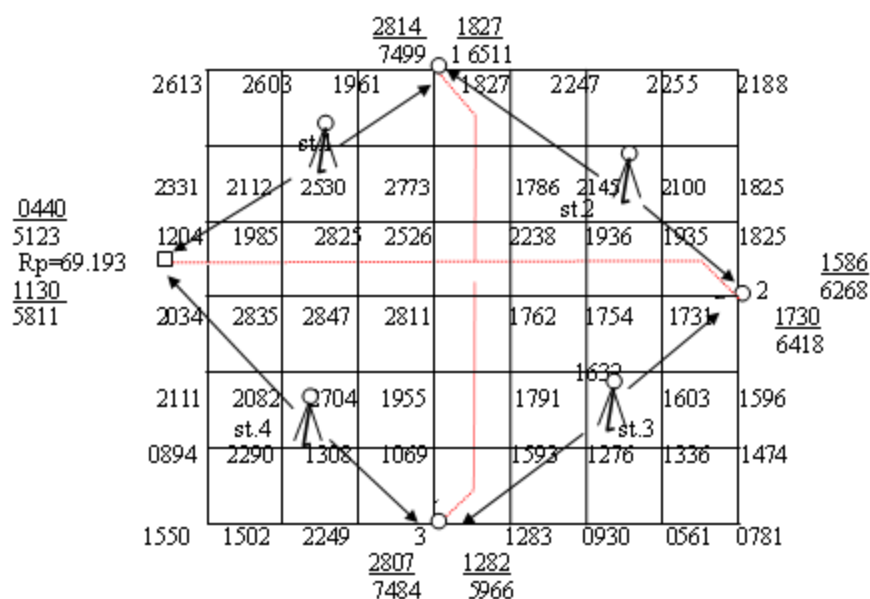
aýratyn berk gazyjaklar bilen belgilenýär: ýagny bir gazyjak ýer bilen deň derejede kakylýar, gapdalyndan baýdaklyja gazyjak dikeldilýär. Şeýle berkidilen gazyjyklar arabaglanşdyryjy bolup, olar ýapyk niwelir ýörelgäni düzýärler. Eger-de golaýda reper bar bolsa, onda ol ýörelgä reper hem girizilýär. Arabaglanşdyryjy nokatlar adatça iki sapar, reýkanyň iki tarapyndan, hasap almak bilen ortadan niwelirleme usuly bilen niwelirlenýär, beýleki galan nokatlaryň depeleri bir sapar, barlagsyz, aralyk nokatlar ýaly “öňe tarap” niwelirleme usulynda niwelirlenýär.

Planda inedördül torlarda arabaglanşdyryjy nokatlar tegelekler bilen belgilenip, duralga nokatlary bolsa ýazgy (st.) bilen belgilenýär.

Inedördül niwelirleme şeýle yzygiderlikde ýerine ýetirilýär:

Reper bilen 1-nji arabaglanşdyryjy nokadyň aralygynda, 1-nji duralgada niwelir gurnalýar. Niwelir iş ýgdaýyna getirilip yzky (Rp1) nokatda we öňdäki (№1) nokatda goýulan reýkalaryň gara we gyzyl taraplaryndan hasap alynýar we žurnalda şol nokotlaryň gapdalynda ýazylýar.

Ýer üstüni inedördül niwelirlemäniň žurnaly



8.11-nji surat

Inedördül niwelirlemede arabaglanşdyryjy nokatlaryň barlagy şeýle yzygiderlilikde ýrine ýetirilýär:

Niwelir reýkalaryň gara we gyzyt taraplaryndan alnan hasaplar boýunça nokatlaryň beýiklik tapawutlary hasaplanýar we alnan hasaplaryň barlagy geçirilýär.

$$h_i = a^{iy} - b^{iö} \quad h_g = a^{gy} - b^{gö} \quad (8.23)$$

$$h_i = a^{iy} - b^{iö} = 0440 - 2814 = -2374$$

$$h_g = a^{gy} - b^{gö} = 5123 - 7499 = -2376$$

$h_i$ -niwelir reýkanyň işçi (gara) tarapy boýunça beýiklik bahasy.

$a^{iy}$  - yzdaky reýkanyň işçi (gara) tarapyndan alnan hasap;

$b^{iö}$  - öňdäki reýkanyň işçi (gara) tarapyndan alnan hasap

$h_g$ - niwelir reýkanyň gyzyt tarapy boýunça beýiklik bahasy.

$a^{gy}$  - yzdaky reýkanyň gyzyt tarapyndan alnan hasap;

$b^{gö}$  - öňdäki reýkanyň gyzyt tarapyndan alnan hasap;

Reýkanyň gara we gyzyt tarapyndan alnan hasaplaryň tapawudy rugsat berilýän çäklerde ( $\pm 5\text{mm}$ ) bolmalydyr. Şeýle ýagdaýda hasaplaryň orta bahasy tapylyp ( $h_1 = -2375$ ) žurnalda Rp1 we 1-nji arabaglanşdyryjy nokatlaryň aralygynda ýazylýar.

$$h_1 = (h_i + h_g):2 \quad (8.24)$$

$$h_1 = (h_i + h_g):2 = (-2374 - 2376):2 = -2375$$

Şol duralgada arabaglanşdyryjy nokatlar niwelirlenip, hasaplary barlanyp, orta bahasy kesgitlenenden soň, 1-nji duralgadan görüňän ähli nokatlar aralyk nokatlaryň niwelirlenşi ýaly, öne tarap niwelirmek usuly bilen niwelirlenýär. Niwelir reýkalar burç depelerini aňladýan baýdajykly-gazyjyklaryň gapdalynda ýerde goýulýar we reýkanyň diňe bir tarapyndan, işçi tarapyndan hasap alynýar we žurnalda degişli burç depeleriniň ýanynda ýazylýar (8.11-

nji surat). Soň reýkany beýleki burç depelerinde goýup, alnan hasaplar degişli burç depelerinde ýazylýar : (2613, 2603,1961,2331we ş.m). Inedördül niwelirlemede 1-nji duralgadan niwelerlenen ähli nokatlaryň daşyny çyzyk çekip, sudur görnüşinde belgilenýär we soňra şol tertipde beýleki duralgalarda niwelirleme işleri geçirilýär.

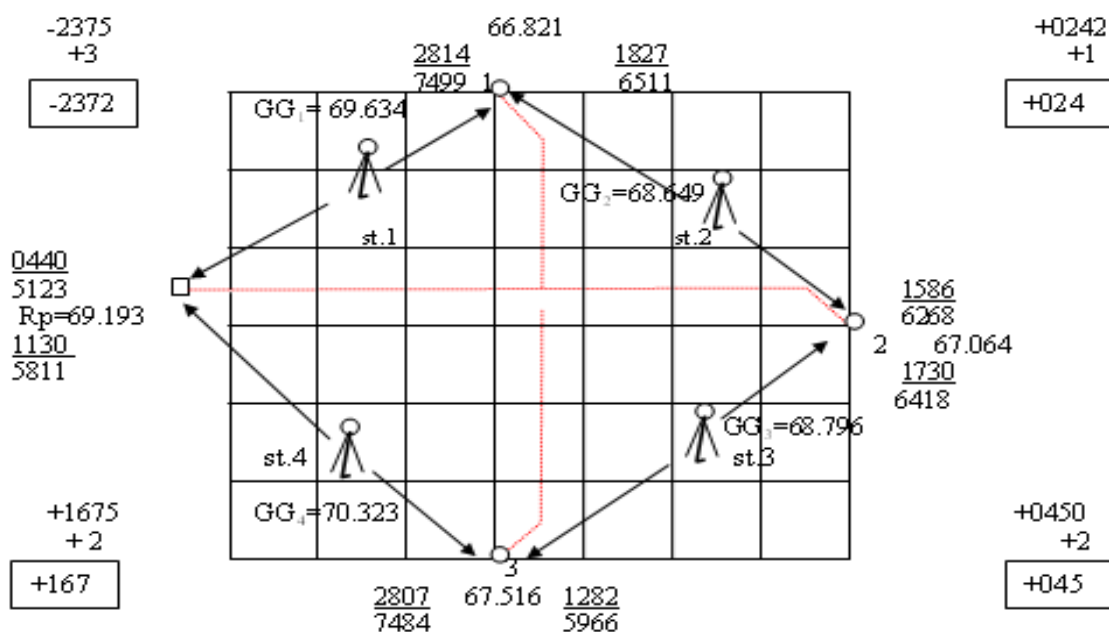
#### 8.14.1 Inedördül niwelirlemede arabaglanyşdyryjy nokatlaryň belentlik bahalaryny hasaplamak.

Meýdan işleri doly tamamlanandan soň alynan maglumatlar kameral şertlerde işlemäge başlanylýar: ähli niwelirlenen inedördülli burç depeleriniň belentlik bahalary hasaplanylýar we gorizonta geçirilen plany taýýarlanylýar.

Belentlik bahalary şeýle yzygiderlilikde hasaplanylýar:

Ilki bilen arabaglanyşdyryjy nokatlaryň belentlik bahasynyň nätakyklygy, nätakyklygyň rugsat berilýän çäkleri hasaplanylýar we ol nätakyklyk arabaglanyşdyryjy nokatlara paýlanylýar. Arabaglanyşdyryjy nokatlar ýapyk niwelir ýörelgesini düzýärler. Olaryň teoriýa tarapdan belentlik bahalarynyň arifmetiki jemi nula deň bolmalydyr.

$$\sum h_t = h_1 + h_2 + \dots + h_n = 0 \quad (8.25)$$



8.12-nji surat

Emma ýalňyşlygyň gutulgysyzlygy sebäpli, arabaglanyşdyryjy nokatlaryň arasyndaky beýiklik bahalarynda nätakyklyk ýüze çykýar.

$$f_h = h_1 + h_2 + \dots + h_n \neq 0 \quad (8.26)$$

Getirilen mysalda arabaglanyşdyryjy nokatlaryň arasyndaky beýiklikleriň arasyndaky nätakyklygy  $f_h = -6$  mm deňdir, ýagny:

$$\begin{aligned} f_h &= h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = -2375 + 0242 + 0450 + 1677 \\ &= -2375 + 2369 = -6 \text{ mm} \end{aligned}$$

Ýer üstüni inedördül niwelirlemede arabaglanyşdyryjy nokatlarda rugsat berilýän ýalňyşlygyň çägi şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$f_{\text{rug.}} = 10 \text{ mm} \sqrt{n} \quad (8.27)$$

n-duralgalaryň sany.

Getirilen mysalda rugsat berilýän ýalňyşlyk  $f_{\text{rug.}} = 20$  mm barabardyr

$$f_{\text{rug.}} = 10 \text{ mm} \sqrt{n} = 10 \sqrt{4} = 10 \times 2 = 20 \text{ mm}$$

Ölçegde alynan nätakyklyk, rugsat berilýän ýalňyşlykdan kiçi bolanlygy sebäpli, ol nätakyklyk arabaglanyşdyryjy nokatlaryň arasynda ters alamaty bilen paýlanyp düzediş berilýär we žurnalda ýazylýar.

$$f_{\text{rug.}} > f_h \quad 20 \text{ mm} > 6 \text{ mm}$$

Umumy düzgün boýunça ähli arabaglanyşdyryjy nokatlaryň belentlik bahalary hasaplanylýar. Ýagny başlangyç nokadyň belentlik bahasyna ýerinde bar bolan reperiniň bahasy ýa-da ol şertli alynýar, ondan soňky nokatlaryň belentlik bahalary bolsa, şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$H_n = H_{n-1} + h_n \quad (8.28)$$

$H_n$ —soňky nokadyň belentlik bahasy.

$H_{n-1}$ -öňdäki nokadyň belentlik bahasy.

$h_n$ —soňky we öňdäki nokatlaryň arasyndaky düzedilen beýiklik baha.

Getirilen mysalda öňdäki nokadyň bahasy, ýagny  $H_{Rp}=69.193m$  barabar bolsa, onda beýleki arabaglanşdyryjy nokatlaryň belentlik bahalary şeýle hasaplanylýar:

$$H_1 = H_{Rp} + h_1 = 69,193m + (-2,372) = 66,821 \text{ m.}$$

$$H_2 = H_1 + h_2 = 66,821 + 0,243 = 67,064 \text{ m.}$$

$$H_3 = H_2 + h_3 = 67,064 + 0,452 = 67,516 \text{ m.}$$

$$H_{Rp} = H_3 + h_{Rp} = 67,516 + 1,677 = 69,193m$$

Eger-de arabaglanşdyryjy nokotlaryň belentlik bahalary dogry hasaplanan bolsa, onda ahyrky netijede başlangyç nokodyň belentlik bahasy alynýar.

#### **8.14.2. Inedördül niwelirlemede guralyň gorizontyny hasaplamak.**

Inedördül niwelirlemede arabaglanşdyryjy ýagny esasy nokatlardan galan, beýleki nokatlaryň aralyk nokatlar ýaly niwelirlenendigi sebäpli, ol nokatlaryň belentlik bahalary guralyň gorizontynyň üsti bilen hasaplanylýar. Durolgalaryň ählisinde guralyň gorizonty iki sapa kesgitlenilýär, ýagny öňdäki  $G_0G_n$  we yzdaky  $G_yG_n$  arabaglanşdyryjy nokatlarda niweliriň gorizonty şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$G_0G_n = H_a + a \quad G_yG_n = H_b + b \quad (8.29)$$

$H_a$  - yzdaky arabaglanşdyryjy nokodyň belentlik bahasy;

$H_b$ - öňdäki arabaglanşdyryjy nokadyň belentlik bahasy;

$a$  – yzdaky reýkanyň işçi, gara tarapyndan alnan hasap.

$b$ —öňdäki reýkanyň işçi gara tarapyndan alnan hasap.

Yzdaky we öňdäki nokotlarda kesgitlenen guralyň gorizontlarynyň tapawudy 10 mm az bolsa, onda inedördül niwelirlemäniň žurnalda, olaryň ortaça bahasy ýazylyýar (8.12-nji surat).

$$G_{or}G_n = (G_{\bar{o}}G_n + G_yG_n) : 2 \quad (8.30)$$

Getirilen mysalda 1-nji duralgada guralyň gorizonty şeýle kesgitlenilýär:

$$G_{\bar{o}}G_1 = H_{Rp} + a = 69.193 + 0.440 = 69.633 \text{ m.}$$

$$G_yG_1 = H_1 + b = 66.821 + 2.814 = 69.635 \text{ m.}$$

$$G_{or}G_1 = (G_{\bar{o}}G_1 + G_yG_1) : 2 = (69.633 + 69.635) : 2 = 69.634 \text{ m;}$$

Beýleki duralgalarda hem guralyň gorizonty şol tertipde hasaplanylýar.

### **8.14.3 Inedördül niwelirlemede aralyk nokatlaryň belentlik bahalaryny hasaplamak.**

Inedördül niwelirlemede aralyk nokatlaryň belentlik bahalary degişli duralgada guralyň gorizontyndan, aralyk nokatlarda reýkanyň işçi tarapyndan alnan hasaplary aýyrmak bilen kesgitlenýär.

$$H_n = GG - e_n \quad (8.31)$$

$$H_1 = GG - e_1 = 69.634 - 2.614 = 67.020$$

$$H_2 = GG - e_2 = 69.634 - 1.238 = 68.396$$

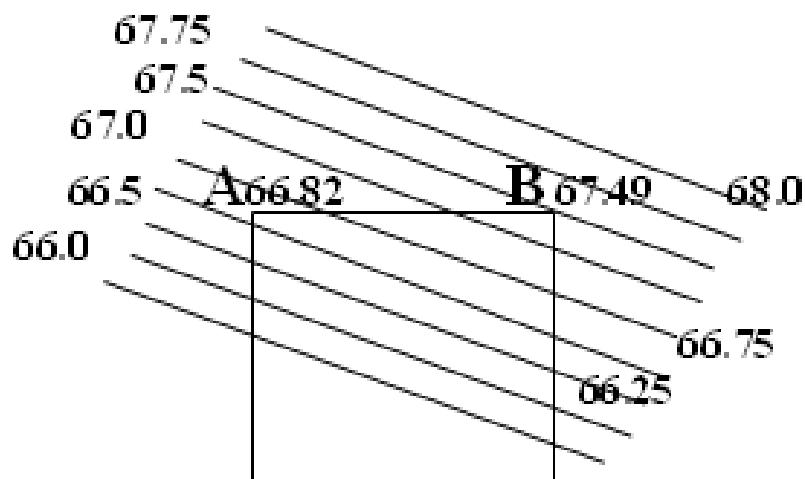
Inedördül niwelirlemäniň žurnalynda aralyk nokatlaryň hasaplanyp alynan belentlik bahalary santimetre çenli tegeleklenip, degişli nokatlaryň depelerinde ýazylýar .

### **8.14.4 Inedördül niwelirlemäniň planynda gorizontallary geçirmek.**

Ähli niwelirlenen nokatlaryň belentlik bahalary hasaplanandan soň gorizontallar geçirilen plan düzülýär. Kagyz ýüzünde saýlanyp alynan masştab boýunça inedördülliň tory gurulýar we olaryň burç depeleriniň golaýynda, inedördül niwelirlemäniň žurnalyndan 0.01m çenli tegelekläp belentlik bahalary göçirilip ýazylýar. Gorizontallaryň belentlik bahalary relýefiň beýiklik kesiminiň sanyna göni baglydyr.

Mysal üçin, relýefiň beýiklik kesimi 0,25m deň bolsa, onda gorizontallar şeýle bahalara eýe bolýarlar. 66,00; 66,25; 66,50; 66,75; 67,00; we ş.m.

Planyň ýüzünde, belentlik bahalary belli bolan nokatlaryň arasynda, gorizontalyň bahasy bilen, nokadyň ýagdaýyny paletkanyň kömegi bilen, grafiki usulda-interpolýasiýa usulynda kesgitlep bolýar (8.13-nji surat).



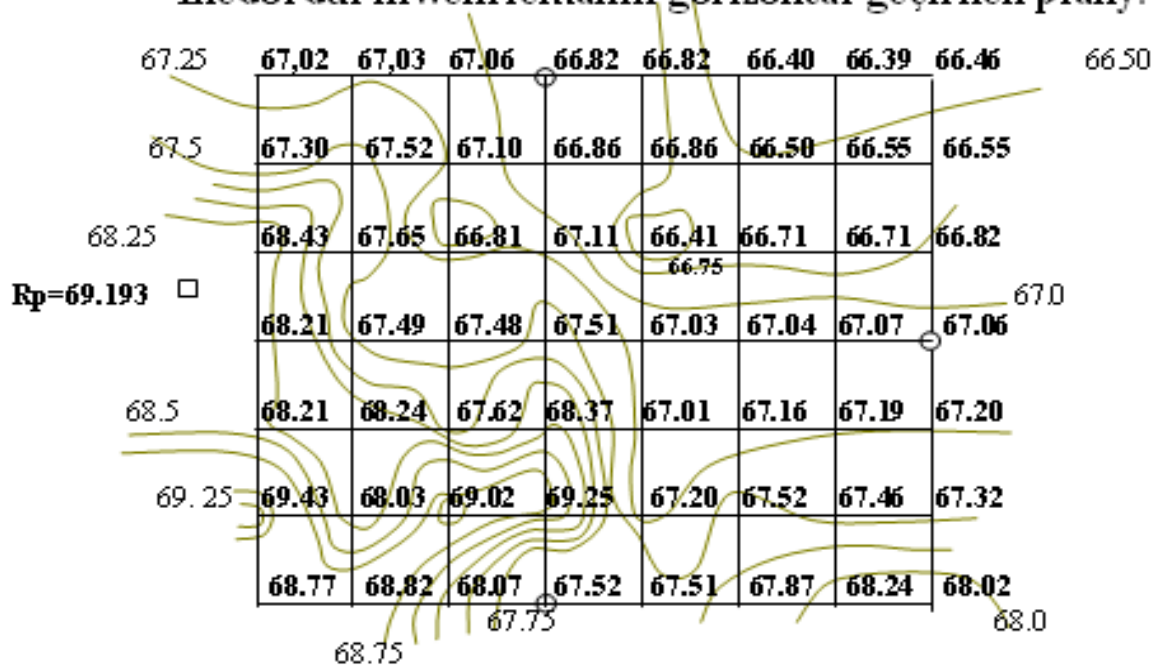
8.13-nji surat

Paletka - aňyrsy görünip duran selliloid kagyzyň ýüzünde 5mm aralykdan paralel göni çyzyklar geçirilip, olaryň ugryn-da gorizontallaryň bahalary ýazylyan. Kagyzy listi göz önüne getirýär.

Paletkanyň degişli bahasy A nokadyň belentlik bahasyna gabat bolar ýaly ýagdaýda iňňäniň ujy bilen dürtip berkidilýär we soň A nokadyň daşyndan paletkany aýlap B nokadyň belentlik bahasy paletkadaky degişli baha gabat geler ýaly goýmaly. Planda AB göni çyzygyň ugrynda paletkada çyzyklaryň kesişýän ýerinde degişli bahaly gorizontallaryň nokatlary alynýar.

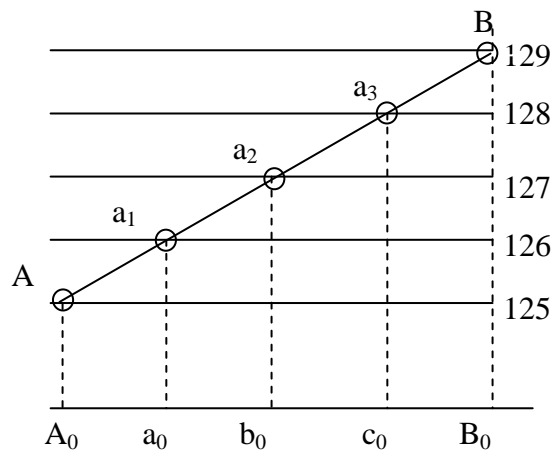
Inedördüleriň ähli taraplaryndan, käbir halatda onuň diogonallaryndan gorizontallaryň geçmeli nokatlary interpolýasiýa usuly bilen kesgitleniläýr. Şeýle usul bilen alynan birmeňzeş bahaly nokotlar endigan çyzyklar bilen birikdirilýär.

### Inedördül niwelirlemäniň gorizontäl geçirilen plany.



8.14-nji surat

Planda gorizontallary geçirmek üçin teoriýada gorizontallaryň kesimleri boýunça olaryň arasyndaky interwaly hasaplap bolýar.



8.15-nji surat

AB-çyzygyň profili 8.15-nji suratda belentlik bahalary bilen ( $H_A=125.3$ ;  $H_B=128.8$ ) görkezilen. AB - çyzygyň  $A_0B_0$ -gorizontal goýumynda gorizontallaryň kesip geçýän nokatlary belleniýär, olar  $a_0, b_0, c_0$  deňdir.

Eger-de gorizontallaryň goýumy 1m deň bolsa, onda grafiki profilde gorizontallaryň bahasy 126m, 127m, 128m deň bolar. Gorizontallaryň arasyndaky uzaklygy (goýumy) kesgitlemek üçin  $L=a_0b_0=b_0c_0$  deň bolsa,  $A_0B_0$ -uzaklyk millimetrde-49 mm barabar diýip alsak,  $H_B-H_A=3.5$ m hasabatlarynyň belentlik bahalarynyň tapawudyna bölünip gorizontallaryň arasyndaky uzaklyk kesgitlenýär.

$$L=A_0B_0/(H_B-H_A)=49\text{mm}/3.5\text{m}=14\text{mm} \quad (8.32)$$

Diýmek 14mm çyzykdaky uzaklyk 1m goýuma deňdir.

#### 8.14.5 Inedördül niwelirlemede plan gurmak we taýarlamak.

Plan meýdan işlerini geçirmegiň usullary boýunça düzülýär. Eger-de magistrallar usulynda niwelirleme uzaboýuna we kese ýörelge boýunça geçirilse, onda koordinatlary boýunça esasy nokatlar plana geçirilýär. Soň, grafiki usul bilen, masştaby boýunça kese we uzaboýuna bellenen piketler plana geçirilýär hem-de olaryň belentlik bahalary ýazylyar.

Eger-de niwelirleme inedördüller usulynda geçirilen bolsa, onda planda masşaby boýunça kwadratlaryň tory gurulýar, plana sudurlar we gorizontallar geçirilýär.

Planda relýef, gorizontallaryň berlen kesimi boýunça görkezilýär. Relýefiň çylşyrymlylygyna, planyň masşabyna we talap edilýän takyklyga baglylykda gorizontallaryň kesimi 0.25m, 0.5m, 1.0m, 2.5m, 5-10m we ondan hem uly kesimlerden geçirilip biliner.

Plan taýýarlanylanda inedördülleriň depeleri gara nokatlar ýa-da kesişme çyzyklar bilen bellenip, olaryň sag taraplarynda gara tuş bilen belentlik bahalary ýazylýar. Gorizontallar mele reňkli tuş bilen inçeden çyzylýar, metrlik sanlardan geçýän esasy gorizontallar ýogyn mele çyzyk bilen çyzylyp, onda ýazylan belginiň aşak tarapy, relýefiň peseläýn tarapyna bakdyrylýar.

Çyzgynyň aşagynda planyň masşaby, relýefiň beýiklik kesimi, ýapgytlygyň we egme burçyň grafigi görközilýär..

### **8.15 Inedördül niwelirlemäniň netijeleri esasynda ýer üstüni tekizlemek.**

Ýer üstüni tekizlemegiň esasy maksady topografiki üsti oba hojalyk maksatlary üçin, şeýle hem senagat we raýat desgalarynyň hajatlary üçin taýýarlamakdan ybaratdyr.

Topografiki usti taslama üste öwürmek bir näçe hasaplamalar bilen baglanşyklydyr. Taslama üsti ýerinde geçirmek, gurmak bir näçe ýer göçürme- gazma işleri bilen baglanşyklydyr. Göçürilýän gumaň beýikligi we gömülýän ýeriň çuňlugy taslamanyň her bir nokadynda iş bahasynyň beýikliginiň ululygy bilen häsiýetlendirilýär. İş beýiklik bahasy şeýle formula bilen kesgitlenýär.

$$h = H_g^i - H_t \quad (8.33)$$

**Bu ýerde:**

h-iş beýiklik bahasy;

$H_g$ —taslama nokadynda gara baha, ýagny ýer üstüniň hakyky belentlik bahasy;

$H_t$  — şol nokatda gyzyň baha, ýagny ýer üstüniň taslama belentlik bahasy.

### 8.15.1. Ýer işleriniň gowrümünüň deňligini saklamak bilen niwelirlenen meýdançany taslamak.

Bu işi ýerine ýetirmek üçin tekizleme geçirilýän meýdançada niwelirlenmäniň netijesi boýunça alynan hakyky belentlik bahalary ( $H_g$  gara bahalar) ýer üstünde gorizontaly ýa-da ýapgyt tekizligi taslamaga başlangyç maglumatlar bolup hyzmat edýär.

		1	2	3	4	
		151.75	151.0	150.53	150.00	Gara bahalar - $H_g$
S	$h_1^s$	1.55	$h_2^s$ 0.85	$h_2^s$ 0.33	$h_1^s$ 0.40	
		151.12	151.02	150.70	150.25	
B	$h_2^s$	0.92	$h_4^s$ 0.82	$h_3^s$ 0.50	$h_1^s$ 0.05	Şertli bahalar - $h$
		150.45	150.30	150.20		
A	$h_1^s$	0.25	$h_2^s$ 0.10	$h_1^s$ 0.00		

8.16-njy surat

Hasaplamalar şeýle tertipde geçirilýär:

Taslama bahalary kesgitlemek. Gorizontaly meýdançanyň taslama (gyzyň) bahalary şeýle formula bilen kesgitlenilýär;

$$H_t = H_m + (\sum h_1^s + 2\sum h_2^s + 3\sum h_3^s + 4\sum h_4^s) : 4n \quad (8.34)$$

$H_m$ —inedördüleriň burç depeleriniň dessimetre çenli tegelenen in bir kiçi belentlik (gara) bahasy;

$\sum h_1^s$ —bir inedördüle deňişli burç depeleriniň şertli bahalarynyň jemi;

$\sum h_2^s$ —goňşy iki inedördüle deňişli burç depeleriniň şertli bahalarynyň jemi;

$\Sigma h_3^s$ —goňşy üç inedördüle degişli burç depeleriniň şertli bahalarynyň jemi;

$\Sigma h_4^s$ —goňşy dört inedördüle degişli burç depeleriniň şertli bahalarynyň jemi;

n-inedördüleriň sany;

Inedördüleriň burç depeleriniň şertli bahalary umumy meýdança boýunça ortoça taslama bahany kesgitlemek üçin zerurdyr we şeýle formula bilen hasplanylýar.

$$h_1^s = H_g - H_{\min} \quad i=1.2.....18 \quad (8.34)$$

**Bu ýerde:**

$h_1^s$  — şertli baha

$H_g$  — ýer üstüniň hakyky belentlik bahasy

$H_{\min}$  — inedördüllerde ýer üstüniň kiçi belentlik bahasy.

Mysal üçin şertli baha 4-nji nokatda şeýle kesgitlendi:

$$H_4^s = 151.02 - 150.20 = 0.82 \text{ m}$$

Taslama bahanyň hasaplanylýşy aşakdaky mysalda görkezilýär.

$$H_t = 150,20 + \frac{(1,55+0,40+0,05+0,00+0,25)+2(0,85+0,33+0,10+0,92)+3(0,50)+4(0,8)}{4 \times 5} = 150,77 \text{ m}$$

Ýer üstüni gorizontal tekizlemede taslama bahany inedördüleriň burç depeleriniň ( $H_g$  gara) hakyky bahalarynyň jeminiň, orta arifmetiki bahasy görnüşinde hem kesgitlep bolar.

$$H_t = (\Sigma H_g) : n \quad (8.35)$$

**Bu ýerde:**

$\Sigma H_g$  -inedördüleriň burç depeleriniň hakyky bahalarynyň jemi.

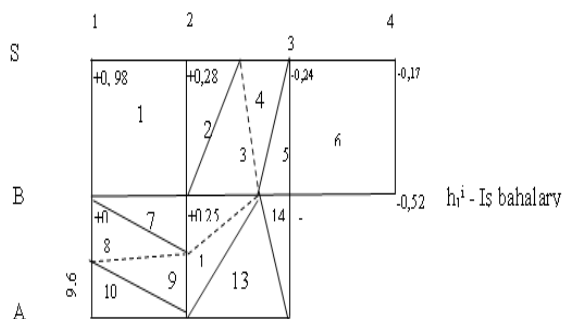
n=inedördüleriň burç depeleriniň jemi sany Onyň hasaplanylýşy aşakdaky mysalda görkezilýär.

$$H_t = (151.75 + 151.05 + 150.53 + 150.60 + 151.12 + 151.02 + 150.70 + 150.25 + 150.45 + 150.30 + 150.20) : 11 = (1658.47) : 11 = 150.77 \text{ m}$$

	1	2	3	4	
	151.75	151.0	150.53	150.00	Gara bahalar - $H_g$
S	$h_1^s$ 150.7	$h_2^s$ 150.7	$h_3^s$ 150.77	$h_4^s$ 150.77	
B	151.1 $h_2^s$ 150.77	151.0 $h_4^s$ 150.7	150.7 $h_3^s$ 150.7	150.7 $h_1^s$ 150.7	Taslama bahalar
A	150.4 $h_1^s$ 150.7	150.3 $h_2^s$ 150.7	150.2 $h_3^s$ 150.7		

8.17-nji surat

**Iş bahalary hasaplamak.** Iş bahalary Taslama baha ( $H_t$ ) bilen we inedördüleriň burç depelerindäki hakyky bahalarynyň ( $H_g$ ) tapawudy görnüşinde kesgitlenýär. Ol iş bahalary ( $h_1^i$ ) her bir inedördüleriň burç depelerinde hasaplanylýar we planyň ýüzünde ýazylyar.



8.18-nji surat

**Iş göwrümi nula deň bolan çyzyklaryň ýagdaýyny kesgitlemek.** Iş göwrüminiň nula deň bolan çyzyklarynyň ýagdaýy kesgitlenilýär, ýagny taslama tekizliginiň meýdanlarynyň hakyky topografiki üsti bilen kesişýän çyzygy kesgitlenýär. Onuň üçin ilki bilen burç depeleri gapmagarşylykly belentlik alamaty bolan inedördüllerde iş göwrümleriniň nola deň bolan nokatlary tapylýar. Iş göwrümi nola deň bolan nokatlaryň ýagdaýy ( $e$ ) kesimiň ylylygy bilen aňladylyp we şeýle formula bilen kesgitlenilýär.

$$e = \frac{a(h_1)}{(h_1) + (h_2)} \quad (8.36)$$

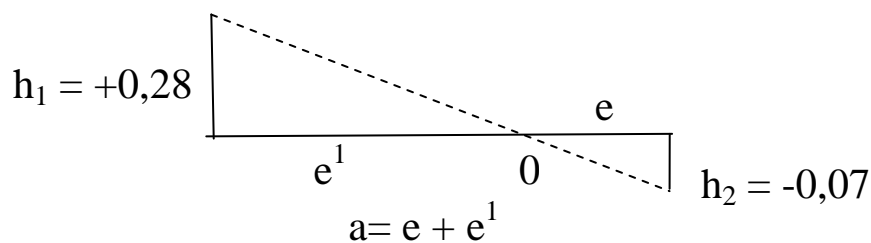
$h_1$  we  $h_2$  = iki inedördüliň goňşy depeleriniň iş bahalarynyň absolýut ululygy; Mysal üçin, ortodaky inedördüliň depeleriniň iş bahalary +0,28 we -0,24 deň bolsa, olaryň arasy 20 metr bolanda, onda iş göwrümiň nola deň bolan nokady şeýle hasaplanýar.

$$e = \frac{20 (0.28)}{(0.28)-(0.24)} = 10.77 = 10.8 \text{ m.}$$

Şeýlede iş göwrüminiň nula deň bolan nokadynyň tutýan orny grafiki usulda çyzgy gurmak ýoly bilen hem kesgitlenip biliner.

Mysal üçin, inedördülliň taraplaryna perpendikulýarlykda, şol bir erkin masştabda iş bahalarynyň ululygy goýulýar. Inedördülliň tarapy ( $a = e + e^1$ ) planyň masştabynyň takyklygy boýunça alynýar.

Iş bahalarynyň ululyklarynyň ahyrky nokatlary birikdirilende inedördülliň tarapy bilen kesişen nokady, iş göwrüminiň nula (0) deň bolan nokadydyr (8.19-nji surat).



8.19-njy surat

Ululygy nula deň bolan degişli nokatlary birikdirip iş göwrüminiň nola deň bolan çyzygynyň ýagdaýy kesgitlenýär (8.19-nji surat).

**Ýer işleriniň göwrüminiň hasaplamak.** Ýer işleriniň göwrümi topragy göçürilýän we toprak bilen doldurylýan meýdançalar boýunça aýratynlykda hasaplanylýar. İş göwrümi nula deň bolan çyzyklar bilen kesişmeýän, bitewi inedördüllerde, ýer işleriniň göwrümi şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$V = \frac{\sum h_n}{4} s^2 \quad V = \frac{1.86m}{4} 400m^2 = 186m^3$$

(8.38)

$$n = 1, 2, 3, 4$$

**Bu ýerde:**

$\sum h_n$ -inedördüliň 4 sany burç depesiniň iş bahalarynyň jemi, m.,  $s^2$  – inedördüliň meýdan,  $m^2$ .

Iş göwrümi nola deň bolan çyzyklar bilen kesişýän inedördüllerde, hasaplama işlere başlamazdan öň, ol inedördül ýönekeý geometriki figuralara bölünýär (köp halatda üçburuçlyklara).

Esaslary üçburuçlyk bolan ýer böleginde işiň göwrümi şeýle formula bilen hasaplanýar.

$$V = \frac{\sum h_n}{3} \cdot S^2 \quad V = \frac{0.53m}{3} \cdot 108m^2 = 19.1m^3 \quad (8.39)$$

$$n = 1, 2, 3$$

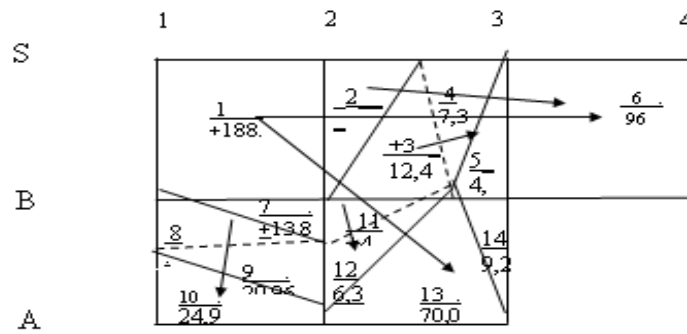
Aýrylýan we getirilip dokülyän gумыň göwrüminiň hasaplamalary tablisada görkezilýär.

### Ýer işleriniň göwrüminiň hasaplamalarynyň tablisasy 8.3-nji tablisa

Kwadratlar da sudurlaryň №	Sudurlaryň meýdany m <sup>2</sup>	Ortoça iş bahalary, m. h <sub>ор.</sub>	Ýer işleriniň göwrümi, m <sup>3</sup>	
			Aýrylýany (+)	Dökülyäni (-)
1	400,0	+0,47	188,0	-
2	108,0	0,18	19,4	-
3	156,0	+0,08	12,4	-
4	92,0	-0,08	-	7,36
5	44,0	-0,10	-	4,4
6	400,0	-0,24	-	96,0
7	69,0	+0,20	13,8	-
8	104,0	+0,12	12,5	-
9	131,0	-0,16	-	20,96
10	96,0	-0,26	-	24,96
11	53,8	+0,08	4,3	-
12	102,2	-0,16	-	6,35
13	200,0	-0,35	-	70,0
14	44,0	-0,21	-	9,2
Jemi	S=2000		250,4	240,27
			$\Delta V = +10,13$	

Ýer üstüni tekizlemekde aýrylýan gумыň göwrümi dökülyän gумыň göwrüminden 15% çenli köp bolmalydyr.

Ýer işleriniň göwrüminiň hasaplamalarynyň netijesinde toprak aýrylyp dökülyän ýerleriniň ugry, uzynlygy, gowrümi iş gyzgysynda görkezilýär (8.20-nji surat).



8.20-nji surat

Gelejekde çykdaýlary hasaplamak üçin tekizleme işlerinde göçirilýän  $1\text{m}^3$  topragyň ortaça uzynlygy şeýle formula bilen kesgitlenilýär.

$$L_{\text{or.}} = \frac{L_1 V_1 + L_2 V_2 + \dots + L_n V_n}{\Sigma V} \quad (8.40)$$

$L_{1,2,n}$  – aýratyn ugrlaryň uzunlygy – çyzgydan ölçäp alynýar

$V_{1,2,n}$  -aýratyn ugrlar boýunça göçirilýän topragyň möçberi – çyzgydan ölçäp alynýar.

Ýer üstüni ýapgyt tekizlemek üçin berilen tehnik talaplara görä ýapgytlygyň ugryny, ulylygyny we ýapgytlygyň başlangyç nokadynyň belentlik bahasyny berýärler. Soň inedördüleriň hemme depeleriniň taslama belentlik bahalaryny şu formula boýunça kesgitleýärler.

$$H_t = H_b + id \quad (8.41)$$

**Bu ýerde:**

$H_t$  –inedördüleriň berilen depesiniň taslama belentlik bahasy.

$H_b$ –berilen depesiniň ýerleşýän ýerinden başlanýan çyzygyň başlangyç taslama belentlik bahasy.

i- taslama ýapgytlyk

d- çyzygyň başlanýan ýerinden berilen depesine çenli aralyk.

Hemme ýagdaýlarda iş bahalary şeýle formula boýunça kesgitlenýär:

$$h = H_t - H_g$$

(8.42)

**Bu ýerde:**

$H_t$ - taslama belentlik baha.

$H_g$  –ýer üstüniň belentlik bahasy.

Ýer üstüniň tebigy çylşyrymlylygy ýer işleriniň gowrümünüň takyk kesgitlenmegini kynlaşdyrýar, şonyň üçin olary takmynan hasaplaýarlar.

## **IX Bap.**

### **Menzulaly şekillendirme.**

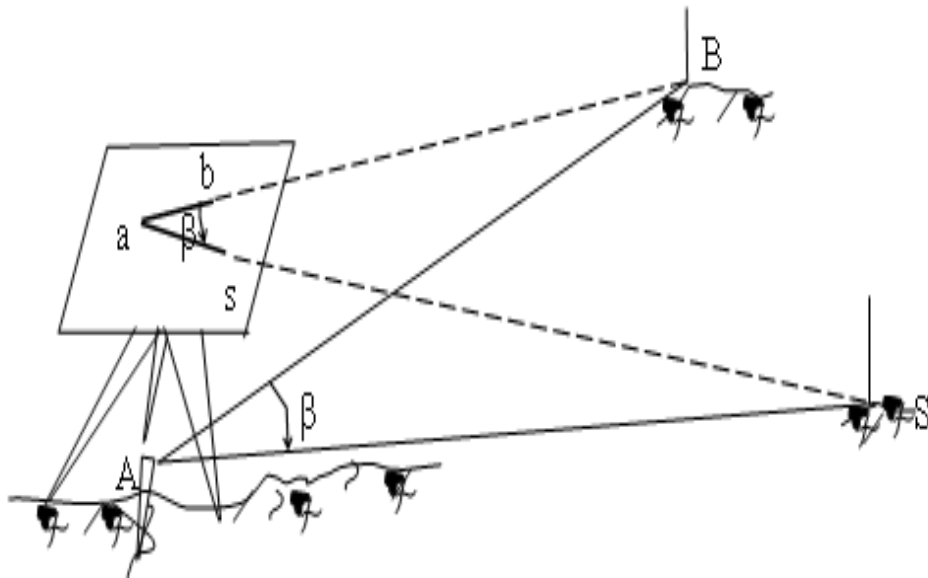
#### **9.1 Menzula şekillendirmesiniň geçirilş düzgüni, gurluşy we barlagy.**

Menzula ýa-da burçy çyzýan gural diýip ýerdäki çyzyklaryň arasyndaky burçlaryň gorizonta proyeksiýasyny, şol bir wagtda ölçege ýerinde planyň ýüzünde grafiki şekillendirýän gurala aýdylýar.

Menzulaly şekillendirme, aýerofotosýomkanyň materiallarynyň ýok ýerinde ýa-da şol materiallary ulanmaly ykdysady taýdan peýdasyz bolan ýagdaýlarynda, kiçiräk ýer böleklerinde topografiki planlary almak üçin geçirilýär. Menzula şekillendirmesi köp halatlarda gidromelioratiw desgalary gurmak, köpri geçelgeleri şekillendirmek we beýleki inžener işleri üçin gerek bolup durýär.

Menzula ölçege 1:2000 -1:500 masştablarda geçirilýär.

Menzula ölçege menzulanyň we kipregiliň kömegi bilen geçirilýär. Şu maksat bilen, üsti kagyz bilen örtülen planşeti ştatiwe berkidip, ýerdäki A nokadyň üstünde gurnamaly (9.1-nji surat).



9.1-nji surat

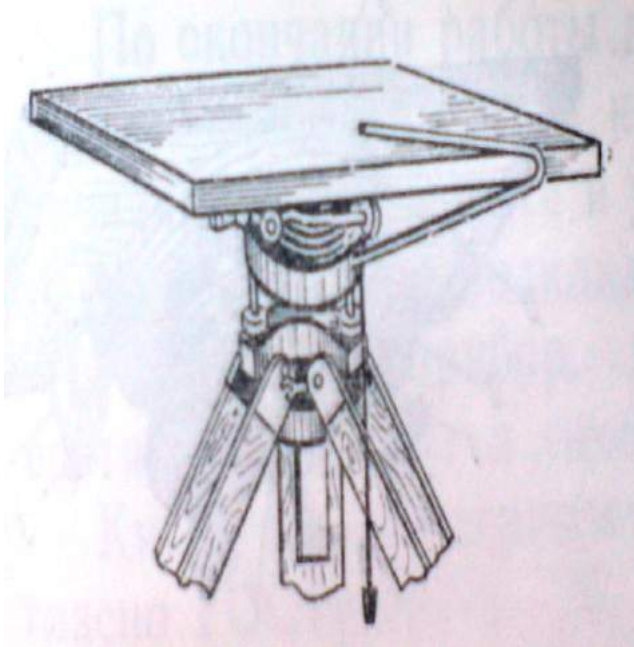
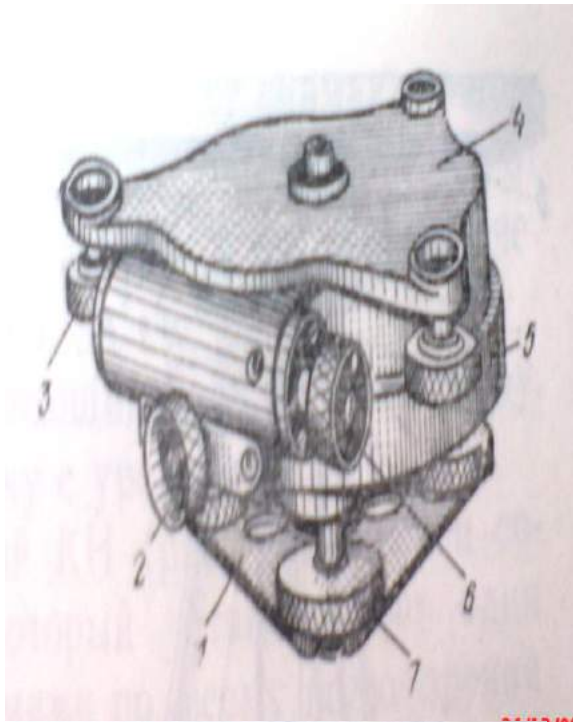
A nokadyň plandaky proyeksiýasynyň (a) üstünden, kipregiliň kömegi bilen B nokada garalýar we planda ab çyzyk çyzylýar. Soň S nokada garalýar we planda as çyzyk çyzylýar. Şonuň ýaly ýagdaýda planda alynan bas burç, ýerdäki BAS burçuň gorizonta proyeksiýasyny gurýar. AB we AS çyzygyň uzynlygy dalnomer bilen ölçelip, berlen masştabda planşede geçirilýär.

Menzulaly şekillendurmäniň netijesinde sudurly we topografiki plan alnyp bilner.

Menzula ştatiwden, goýguçdan we planşetden durýar.

Metaldan ýasalan goýgujyň ýokarky bölegi; aşaky böleginiň üstünde aýlanýar, onda goýgujy berkidýän we aýlap gönükdirýän nurbatlar bardyr.

Goýgujyň aşaky bölegi üç göteriji nurbat bilen ştatiwiň üstüne goýulýar. Menzulanyň planşeti goýgujyň ýokarky bölegine üç nurbat bilen berkidilýär. Goýgujyň özi bolsa tutuşlygyna, nurbat bilen ştatiwe berkidilýändir.



Menzulanyň metal goýgujy                      Uniwersal menzula  
9.2-nji surat

1-Menzulany ştatiwe berkitmek üçin maýyşgak demir plastina, 2-goýgujyň aýlanmasyny saklaýjy nurbat, 3- goýgujy planşede berkidýän nurbat, 4-goýgujyň ýokorky aýlanýan bölegi, 5-goýgujyň aşaky aýlanmaýan bölegi. 6- planşedi ýuwaş öwürmek üçin mikrometr, 7-planşedi gorizonta ýagdaýa getirmek üçin göteriji nurbatlar.

Menzulanyň kadaly işleýändigine göz ýetirmek üçin ony barlamak zerurdyr.

1.Menzula ýeterlikli berk durmaly. Ony barlamak üçin menzulany gurmaly, üstüne kipregeli goýmaly we ony islendik nokada garadyp planşetde kipregeliň çyzgyjy boýunça çzyk çzmaly. Şondan soň plansetiň bir burçyndan barmagyň bilen çalaja basmaly. Eger-de şondan soň kipregeliň çyzgyjy, çzylan çzykdan süýşmedik bolsa hem-de kipregeliň garadylan nokady tor sapagynyň merkezine deň gelýän bolsa, barlagyň birnji şerti ýerine ýetirilýär.

2.Menzulanyň plansetiniň üsti göni tekizlik bolmaly. Ony göni çyzgyjyň gapyrga tarapyny planşetiň dürli ugurlarynda goýup barlamaly.

3.Planşetiň üstki tekizligi menzulanyň aýlanma okyna perpendikulýar bolmaly. Ony barlamak üçin üç sany ýokary göteriji nurbatlaryň kömegi bilen planşetiň üstki tekizligini öň barlanan uroweni goýup, gorizental ýagdaýa getirmeli. Planşeti azimuth boýunça menzulanyň wertikal okunyň daşyndan aýlamaly. Şonda uroweniň düwmesi ýerinden üýtgemese barlagyň bu şerti ýerine ýetirilýär.

Eger-de uroweniň düwmesi üýtgän bolsa menzulany sazlamaly.

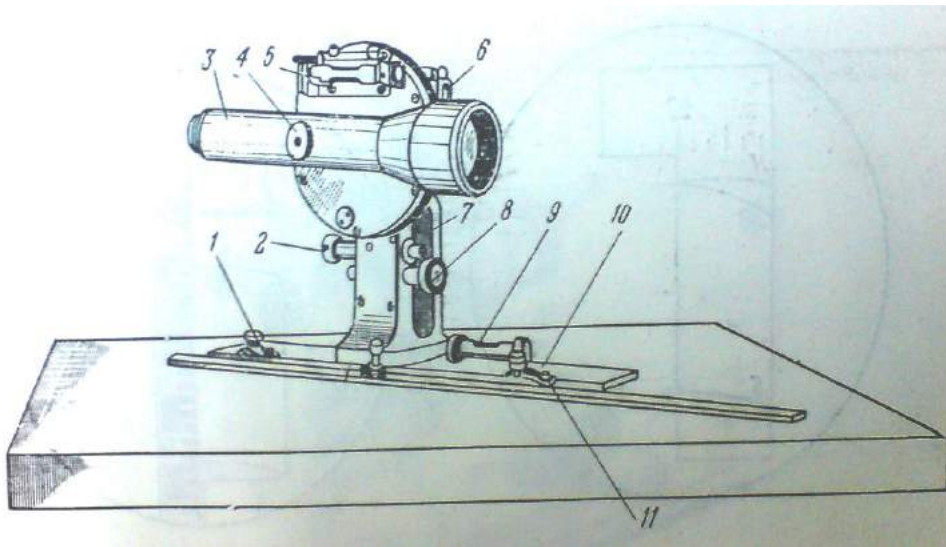
Menzulanyň tagtasyna berkidilen ak watman kagyzyna koordinat toryny çzmaly we oňa esaslanyp geodeziki daýanç nokatlaryny we plan almaly nokatlary geçirmeli.

Menzulanyň ak kagyz ýelmenen tagtasyna planşet diýilýär. Kagzyň ölçegleri 66x66 sm barabardyr.

## **9.2 Menzulaly şekillendirmede ulanylýan gurallar.**

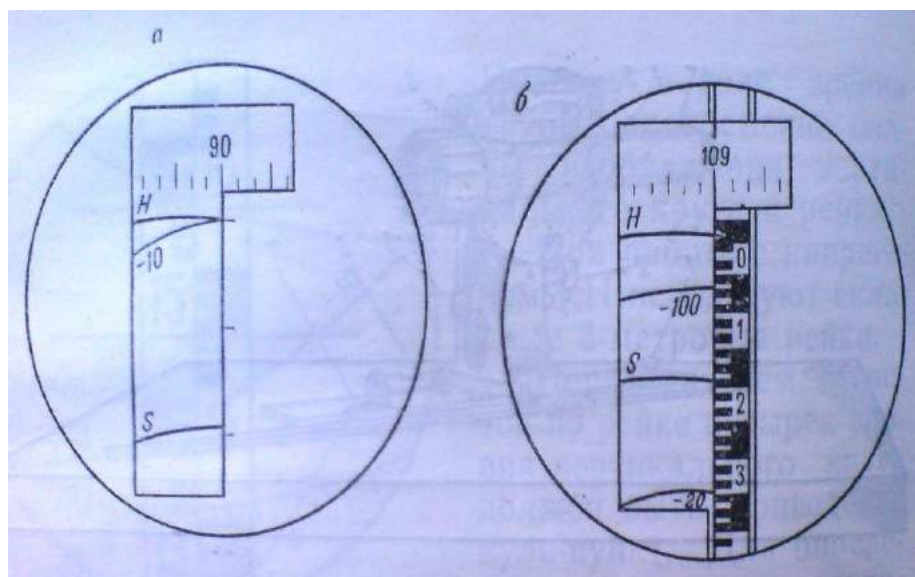
Menzulaly şekillendirmede kipregelleriň dürli görnüşleri ulanylýar. Kipregeller esasan menzula bilen berilen masştablarda planlary almaga, ýerde burçlaryň gorizental proyeksiýasyny wizirlemäge, ugrlary çzmaga, aralyklary, belentlikleri ölçemäge niýetlenendir.

Kipregeller köp dürli bolýarlar KH, KA-2, KB we ş.m.

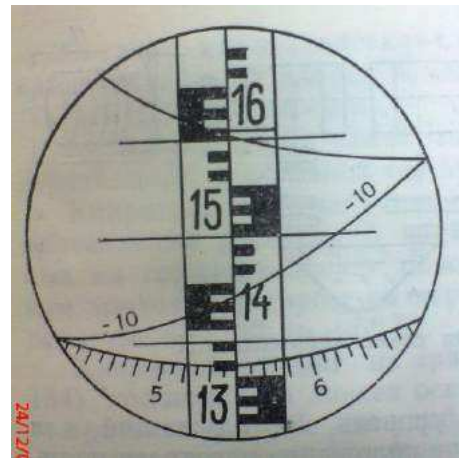
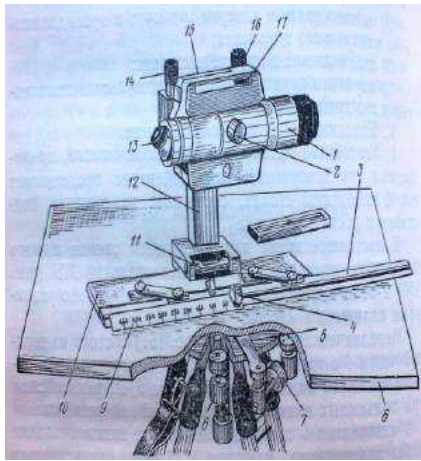


Kipregel KA-2  
9.3-nji surat

1-kipregeli planşetiň üstünde aýlamak üçin düwme, 2–garaýyş turbany sazlaýjy nurbat, 3–garaýyş turbasy, 4–fokus aralygyny sazlaýjy nurbat, 5–wertikal tegelekde ýerleşen silindriki urowen, 6–kipregeliň depesinde ýerleşen silindriki urowen, 7–tutaý, 8-Limbi dogrlaýjy nurbat, 9–uly çyzgyçda ýerleşen silindriki urowen, 10 – giň çyzgyç, 11 – gyzgyçlary birikdiriji.



9.4-nji surat. Kipregel KA-2 görüň zolagy



Kipregel KH Kipregel KH-görüş zolagy  
9.5-nji surat.

1-garaýyş turbasy, 2-fokus aralygyny sazlaýjy nurbat, 3-goşmoça çyzgyç, 4-inçe çyzgyjyň tutaýy, 5-goýgyjyň ýokorky aýlanýan bölegi, 6-planşet, 7-planşedi ýuwaş öwürmek üçin mikrometr, 8-planşeti goýgyja berkidiji nurbat, 9-goşmoça çyzgyjyň santimetr bölekleri, 10-giň çyzgyç, 11-silindriki urowen, 12-tutaý, 13-okulýary foksirleýji halkajyk, 14-garaýyş turbany berkleýji nurbat, 15-kipregeliň depesinde ýerleşen silindriki urowen, 16-sazlaýjy mikrometr, 17-garaýyş turbada ýerleşen silindriki urowen.

Kipregeliň çyzgyjy iki bölekden durýar: uly çyzgyç we gosmaça çyzgyç. Uly çyzgyç şol bir wagytda kipregeliň esasy bolup hyzmat edýär. Iki çyzgyç özara birikdirilendir. Kipregeliň görüş turbasy aýnaly limbden, obýektiwden foksirleýji linzadan, okulýardan, dalnomerden, ştrihli prizmadan we tordan durýar.

Kipregeliň görnüşlerine baglylykda olara dürli talaplar edilýär.

1. Kipregelin çyzgyjynyň aşagy tekiz, gyrasy bolsa dogry bolmaly.

2. Kipregeliň çyzgyjynda uroweniň oky onuň aşaky tekizligine parallel bolmalydyr. Ony barlap görmek üçin kipregeliň çyzgyjyny iki sany göteriji nurbatyň ugrynda goýup, uroweniň düwmesi şol nurbatlaryň kömegi bilen naýçanyň ortasyna getirilýär we çyzgyjyň planşetdäki orny galamda bellenýär. Soň kipregeli  $180^0$  aýlap, çyzgyjyň gyrasy

ýaňky çyzygyň üstüne goýulýar. Şu ýagdaýda düwme naýça boýunça gysarsa, düwmäni sazlaýjy nurbatyň kömegi bilen onuň gyşarmasy boýunça egme ýaýynyň ýarysyny düzedýärler we göteriji nurbatlaryň kömegi bilen düwmäni naýçanyň ortosyna getirýärler..

3. Kipregeliň garaýyş turbasynyň wizir oky, turbanyň aýlanma okuna perpendikulýar bolmalydyr. Bu şertiň talaby teodolidiň düzedilişi ýaly düzedilýär. Teodolitde alidada tegeligi  $180^0$  aýlandyrylýan bolsa, kipregelde ol çyzygyň üstünden  $180^0$  aýlap goýulýar we onuň garaýyş turbasy zenit arkaly  $180^0$  aýlandyrylýar.

4. Garaýyş trubasyndaky dalnomer torunyň sakaplarynyň biri turbanyň aýlanma okuna perpendikulýar bolmalydyr. Ony barlap görmek üçin planşet gorizonta ýagdaýa getirilip, sapaklar torynyň kesişýän ýeri haýsy hem bolsa bir nokada dogurlanyp, turba gorizonta okunyň daşyndan ýuwasdan aýlanýar. Eger ol nokot ähli wagtda sapagyň üstünden geçse bu şert ýerine ýetýär.

5. Kipregeliň wertikal tegeleginiň nul ýeri  $90^0$  deň bolmalydyr. Bu şerti barlamak üçin, tegelek sagda we çepde duranda yüplikler torynyň kesişen ýeri uzakda duran bir nokada gönükdirilýär. Wertikal tegelekden her bir hasaby almakdan öň, uroweniň düwmesi mikrometriň kömegi bilen orta getirilýär we kipregeliň nul ýeri asakdaky formula arkaly hasaplanylýar:

$$NE = \frac{R + L - 180}{2} \quad (9.1)$$

**Bu ýerde:**

R—sag tegelekden alynan hasap, L — çep tegelekden alynan hasap.

Bu şert bozulan bolsa,  $0.5'$  takyklykda  $90^0$  hasaba dogurlanýar.

6. Kipregeliň kömekçi çyzgyjy esasy giň çyzgyja ähli ýagdaýda parallel bolmalydyr. Ony barlamak üçin kipregel üýtgemez ýaly ornaşdyrylýar we kömekçi çyzgyç dürli aralyga süýşürilip iki çyzyk çyzylýar. Bu çyzylar parallel bolmalydyr ýa-da tapawut 0.2mm uly bolmaly däldir.

Mundan başgada kipregeliň KA-2 görnüşine gosmaça şu asakdaky talaplar goýulýar:

7. Kipregeldäki  $\Gamma$ -görnüsli aýnanyň gyrasy wertikal ýagdaýda bolmalydyr. Ol okulýaryň kömegi bilen sazlanýar.

8.  $\Gamma$  görnüşli aýnadaky esasy çyzyk (H) aýnanyň aşaky aralygyndan

pesde bolmalydyr. Bu şert bozulsa nurbatlar bilen sazlanýlýar.

Magnit täsiri bolmadyk ýerlerde menzula planşetini ugrukdyrmak üçin bussoldan peýdalanylýar.

Plan almakda ýönekeý kipregeller ulanylýan bolsa, onda aralyk kipregeliň garaýyş turbasyndaky sapakly dalnomeriň kömegi arkaly ölçelýär. Soň trigonometrik formulalaryň kömegi bilen çyzygyň gorizonta uzynlygy hasaplanylýar.

KN kipregeli nomogrammany kipregidir. Onuň garaýyş turbasynyň görüş meýdanynda beýikligi we aralygy kesgitlemek üçin ýörite çyzyklar geçirilendir. Egri çyzyklar görnüşde beýiklik egrileri berilýär we olarda beýiklik koeffisiýentleri ýazylandyr. Beýiklik egrisiniň wertikal ýüplük boýunça kesişýän yerinden reýkadan hasap alynýar we şeýle formula bilen belen nokotlaryň arasyndaky beýiklik kesgitlenýär.

$$h=K_h \times L_h \quad (9.2)$$

**Bu ýerde:**

$h$ -beýiklik;

$K_h$ -beýiklik egrisiniň koeffisiýenti ( $\pm 10$ ,  $\pm 20$  we  $\pm 100$ ).

$L_h$ -reýkadan alynan hasap, mm.

Mysal üçin:  $K_n = -10$ ;  $L_h = 0095$  mm bolsa, onda

$h = 0095 \times (-10) = -0.95$  m. deň bolar.

Aralyklary kesgitlemek üçin dalnomer çyzyklaryň ( $D=100$  we  $D=200$ ) reýka bilen kesişýän yerinden hasap alyp, şol çyzyklaryň koeffisiýentleri boýunça aşakdaky formula bilen kesgitlenýär.

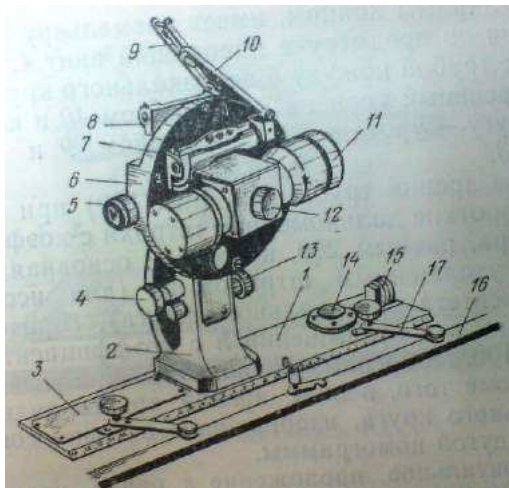
$$D=K_s \times L_s = 100 \times 0190 = 19 \text{ m ýa-da}$$

$$D=K_s \times L_s = 200 \times 0095 = 19 \text{ m}$$

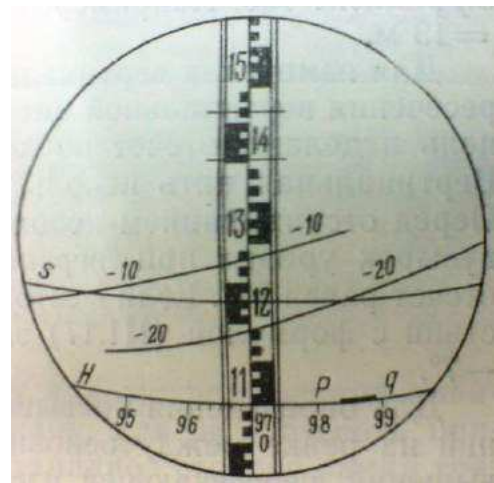
### 9.3 КБ-1 görnüşli kipregeliň işleýiş aýratynlygy.

Beýikligi we gorizontal aralygy kesgitlemäge niýetlenen КБ-1 optiki kipregeliň işleýiş düzgüni beýleki kipregellerden tapawutlanýandyr. Bu kipregelde garalýan zatlaryň göni şekilini berýän we turbanyň garaýyş zolagynda görüňän Gammeriň diagrammasy şekillendirilen aýnadan limbi bardyr (9.6-njy surat).

Gorizontal aralygy almak üçin esasy öwrümdäki nomogrammany reýkada guralyň beýikligi bellenen nokoda gönükdürilýär, şonda wertikal sapak reýkanyň merkezinden geçmelidir, soň S we H öwrümlerde hasap alynýar, hasaplaryň tapawudyny 100 esse ulaldyp gorizontal aralyk kesgitlenilýär.



Kipregel КБ-1



Kipregel КБ-1 görüş zolagy

9.6-njy surat.

1-giň çyzgyç, 2–tutaý, 3-giň çyzgyçda ýerleşen kese masştab, 4-garaýyş turbany sazlaýjy mikrometr, 5–okulýar, 6–wertikal tegelek, 7-garaýyş turbada ýerleşen silindriki urowen, 8–wertikal tegelekde ýerleşen silindriki urowen, 9,10-uroweniň derejesini görközýän aýna, 11–garaýyş turbasynyň obýektiwi, 12-fokus aralygyny sazlaýjy nurbat, 13-limbi sazlaýjy mikrometr, 14–giň çyzgyçdaky tegelek urowen, 15-kipregeli planşetiň üstünde aýlamak üçin düwme, 16 - goşmoça çyzgyç. 17–çyzgyçlary birikdiriji.

Esasy (s) öwrümden we beýiklik koeffisiýenti ýazylan nomogrammadan ( $h_1$ ) alynan hasaplaryň tapawudyny, şol

nomogrammanyň ýazylyan alamatly koeffisiýentine köpeldip, beýiklik kesgitlenilýär

КБ-1 kipregelde belentlikden we gorizont alarykdan başga limbiň şkalasy boýunça ýapgytlyk burçy hem kesgitläp bolýandyр.

## **X Bap. Taheometrli şekillendirme.**

### **10.1. Taheometrli şekillendirme barada düşünje we taheometrler.**

Taheometrli şekillendirmäniň esasy maksady ýer parçasynyň sudurlaryny we relýefini plana geçirip topografiki şekillendirmäni almakdyр. Taheometrli şekillendirmede meýdan şertlerinde ölçeg geçirip, otog şertlerinde hasaplama işleri geçirilýär we plan gurulýär.

Taheometrli şekillendirmede esasy ulanylvan gural taheometr bolup, onuň bilen meýdanda gorizont, wertikal burçlar we dalnomer bilen aralyk ölçenýär.

Taheometrli şekillendirme umumy işlerden hususy işlere geçmek düzgüninde ýerine ýetirilýär, ýagny ilkinji nobatda ýerleşiş boýunça belentlik esaslary döredilýär, soňra aýratyn ýer elementleri şekillendirilip, ölçegiň netijelerini işläp plan gurulýär.

Taheometrli şekillendirmäni giň bolmadyk zolakda, ýagny: ýol, ýap we jar zolaklarynda geçirmek amatly bolýär.

Taheometrli şekillendirme iri masştablarda, ýagny 1:500 - 1:5000 aralykdaky masştablarda geçirilýär.

Taheometrli şekillendirmede teodolit-niwelir ýörelgelerinde belentlik geometriki niwelirleme esasynda kesgitlenýär, teodolit-taheometrli ýörelgede bolsa belentlik trigonometriki niwelirleme esasynda kesgitlenýär.

Taheometrli şekillendirmede relýefiň wertikal kesimi 1m-den uly bolsa, onda trigonometriki niwelirleme geçirilýär.

Önümçilikde taheometrleriň birnäçe görnüşi ulanylýär, olardan: Teodolit-taheometr, elektron taheometr we başgalar. Ýerlerde relýefi şekillendirmek üçin teodolit-taheometriň

wertikal tegeleginiň kömegi bilen alynan ölçegler esasynda ýapgytlyk burçy ( $v$ ) we nol ýeri (NE) şeýle formula bilen kesgitlenýär.

$$v \equiv \frac{S - C + 180^0}{2} = S - NE = NE - C + 180^0 \quad (10.1)$$

$$NE = \frac{S + C - 180^0}{2}; \quad (10.2)$$

**Bu ýerde:**

S,C–wertikal tegelegiň sag we çep taraplaryndan alynan hasap.

T-30 teodolidiň, wertikal tegelekde ýazgylary sagat ýörelgesiniň ugruna ýazylyan, sonuň üçin ýapgytlyk burçuň ( $v$ ) we nol ýeriň (NE) bahalary şeýle aňladylýar.

$$v = \frac{C - S - 180^0}{2} = \text{Ç-NE} = \text{NE-R} - 180^0 \quad (10.3)$$

$$NE = \frac{S + C - 180^0}{2} \quad (10.4)$$

Aralyk adaty dalnomeriň kömegi bilen ölçenýär.

## 10.2 Taheometrli şekillendirmede aralyklary ölçemek.

Taheometrli şekillendirmede aralyklar optiki sapakly uzakdan öçeýjileriň (dalnomerleriň) kömegi bilen ölçelýär. Onyň üçin başlangyç nokatda taheometr, ahyrky nokatda bolsa reýka goýulýar, soň taheometr işçi ýagdaýa getirilip, görüş turbasynyň millimetr (orta) sapagy reýkanyň takmyny ortasyna (guralyň gorizontyna) dogurlanýar we perpendikulýar ugrykdyryp, dalnomeriň sapaklary (iki gyraky gorizont sapaklary) bilen reýkanyň kesişýän ýerinden hasaplary alynýar we şu formula bilen hasaplanýar.

$$d' = k(a-b); \quad (10.5)$$

**Bu ýerde:**

a–ýokarky sapakdan alynan hasap, b–aşaky sapakdan alynan hasap, k–dalnomeriň koeffisienti, ol bolsa eger iki gyraky sapak boýunça hasaplar alynan bolsa, onda  $k=100$  deňdir. Eger-de hasaplar ortadaky we bir gyraky sapaklar boýunça alynan bolsa, onda  $k=200$  deň bolar.

Mysal:  $a=865$ ;  $b=700$ ;

$$d' = k(a-b) = 100(865-700) = 100 \times 165 = 16500 \text{ mm} = 16.5 \text{ m}$$

Gorizental kesiminiň uzynlygy şeýle formula boýunça hasaplanýar:

$$d = d' \cos \beta; \quad (10.6)$$

**Mysal:**  $d'=13 \text{ m}$ ,  $\beta=30^{\circ}15'$

$$d = d' \cos \beta = 13 \cos 30^{\circ}15' = 12.98 \text{ m}$$

Aralyklary ýagtylyk we radio dalnomeriň kömegi bilen ölçemegiň tälimleri, kesgitlenen  $\tau$ –wagt aralygynda elektromagnit we radio tolkunlarynyň yrgyldysynyň d-ölçenýän aralygy geçişi bilen kesgitlenýär. Dalnomerler şu aşakdakylardan durýar: tolkun goýberijiden, tolkuny yzyna serpikdirijiden we ol tolkuny yzyna kabul edijiden ybaratdyr. Ýagtylyk we radio dalnomerler bilen aralyk şeýle formula boýunça kesgitlenýär:

$$d = 1/2 \omega \tau;$$

(10.6)

**Bu ýerde:**

$\omega$ –elektromagnit tolkunlarynyň ölçenen wagtyndaky ýaýraýyş tizligi

$\tau$ –elektromagnit tolkunlarynyň ikeldilen aralykdaky geçiş wagty.

Ýagtlyk we radio dalnomerleri bilen çyzygyň uzynlygy ölçemegiň otnositel ýalňyşlygy  $1/500\,000$  deňdir.

### 10.3. Taheometrli şekillendirmäniň geçirilişi.

Ýer böleginde taheometrli şekillendirmäni geçirmek üçin şekillendirmäniň esaslaryny döretmeli, ýagny belentlik bahaly esaslary döretmeli.

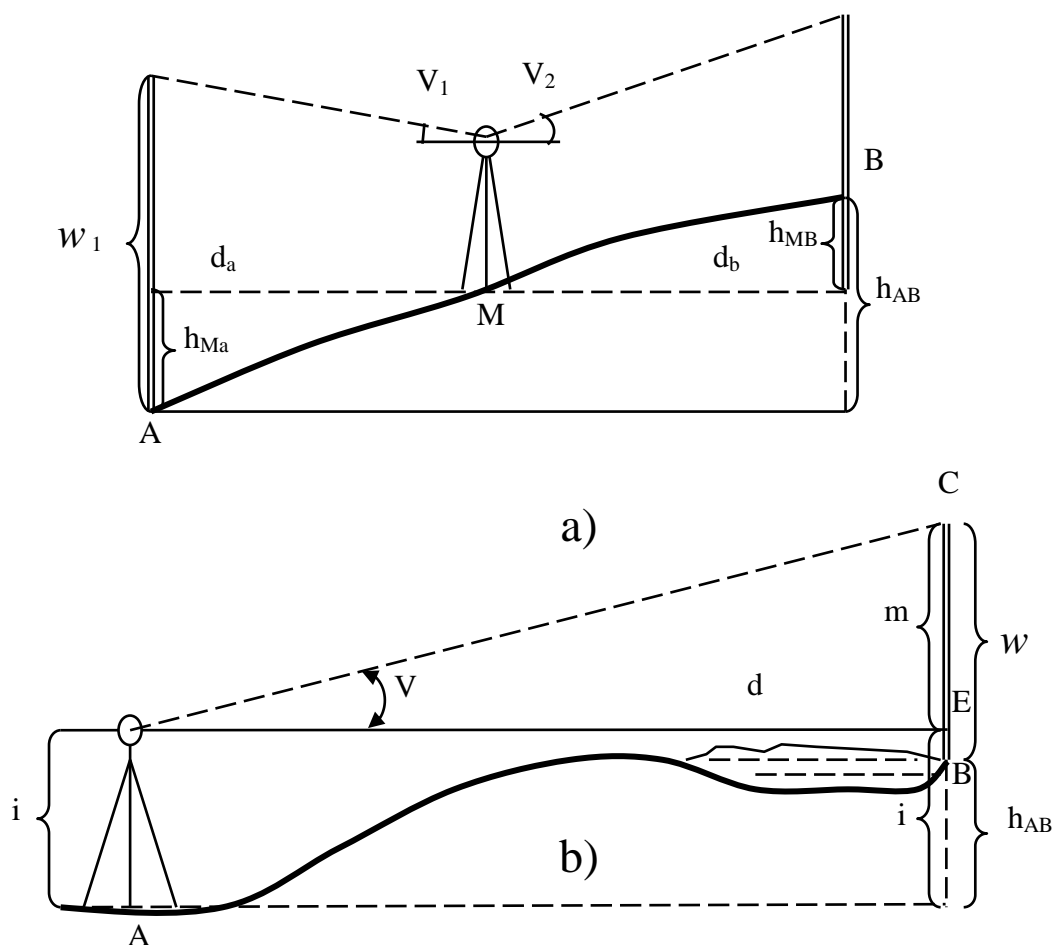
Şekillendirmäniň esaslaryny teodolitli–niwelirli ýa-da taheometrli ýörelgeleri geçirip alyp bolýar.

Teodolitli-niwelirli ýörelgede gorizonta burçlar teodolit bilen ölçenýär, aralyk uzynlygy-ölçeg lentasy bilen ýa-da dalnomer bilen ölçenýär.

Nokatlaryň arasyndaky belentlik geometriki niwelirleme bilen kesgitlenýär.

Nokatlaryň arasyndaky belentlik teodolidiň çep we sag tegelek ýagdaýlarynda ýapgytlyk burçy ters we göni ugra ölçelýär we şeýle formula bilen kesgitlenýär.

$$h = dtg \nu = +i - w + f \quad (10.7)$$



10.1-nji surat

A we B nokatlaryň arasyndaky belentligi kesgitlemek üçin teodolit A nokadyň üstünde gurnalyp is ýagdaýyna getirilýär we B nokatda goýulan  $w$ -beýiklikli çelgä gönükdirilýär.

Guralyň (i) belentligini göz önünde tutup, AB nokatlaryň belentligi şeýle formula bilen kesgitlenýär.

$$h_{AB} = m + i - w: \quad (10.8)$$

$m$  – ýapgyt we gorizental söhläniň arasyndaky katet ( OCE göniburçly üçburçlykda)

$i$  – guralyň beýikligi

$w$  – garalýan (wizirlenýän) nokadyň belentligi, köp halatda bu çelginiň belentligidir.

$$m = \text{dtg } v \quad (10.9)$$

**Bu ýerde:**

$d$  – gorizental aralyk.

$v$  – ýapgytlyk burçy.

Onda AB nokadyň belentligi şeýle formula bilen kesgitlenýär.

$$h_{AB} = \text{dtg } v + i - w: \quad (10.10)$$

$m = \text{dtg } v$  – ýapgytlyk burçy položitel bolsa plýus baha, ýapgytlyk burçy otrisatel bolsa minus baha eýe bolar.

Eger-de gorizental aralyk  $d > 300$  metrden uly bolanda, onda  $h$ - belentlige, ýeriň egriligi we refraksiýa üçün düzedis bermeli.

$$F = K - r = 0.43 \quad (10.11)$$

$r$  – ý eriň radiusy = 6378245m

Belentligiň ahyrky formulasy şeýle görnüşe eýe bolýar.

$$h_{AB} = \text{dtg } v + i - w + f \quad (10.12)$$

Eger-de çelgide  $i$ -guralyň beýikligi goýulsa we şol nokada garaýyş turba gönükdirilse, onda ( $v=i$ ) formula şeýle görnüşe eýe bolar.

$$h_{AB} = \text{dtg } v + f \quad (10.13)$$

Taheometrli niwelirlemede hasaplanan belentligiň h aratapawudy 100 m aralykda  $\pm 4$  sm-den uly bolmaly dälär.

Her bir guralda wertikal tegelekden alynan hasabat boýunça NE-nol ýeri hasaplamaly we ýapgytlyk burçy ölçenende nol ýeriň hasabaty göz önünde tutylanda, daýanç nokatlarda ölçenen ýapgytlyk burçuň takyklygy ýokarlanýar.

AB nokatlaryň arasyndaky (h) belentligi, taheometri nokatlaryň arasynda gurnap hem kesgitläp bolýar. Onuň üçin M merkezi nokatda taheometri goýup soňra iki A we B nokatlarda  $\nu_1$  we  $\nu_2$  ýapgytlyk burçy ölçenýär we şeýle formula bilen hasaplanýar.

Nokatlaryň aýratynlykdaky belentligi şeýle kesgitlenýär:

$$\begin{aligned} h_{MA} &= d_A \operatorname{tg} \nu_1 + i - w_1 \\ (10.14) \\ h_{MB} &= d_B \operatorname{tg} \nu_2 + i - w_2 \end{aligned}$$

Nokatlaryň arasyndaky umumy belentlik şeýle kesgitlenýär:

$$h_{AB} = h_{MB} - h_{MA} = d_B \operatorname{tg} \nu_2 - d_A \operatorname{tg} \nu_1 - w_2 - w_1 \quad (10.15)$$

Teodolitli-taheometrli ýörelgede gorizonta burçlar teodolit bilen, aralyk sapakly dalnomerler bilen ölçenýär. Ölçenýän taraplaryň optimal aralygy 250m-den uly bolmaly dälär.

Şekillendirme esaslaryndaky nokatlaryň ýygylgy relýefi doly şekillendirmäni üpjün etmelidir.

Bu şerti ýerine ýetirmek üçin şekillendirme esaslaryndaky nokatlaryň arasyndaky uzaklyk dalnomer bilen ölçenýän maksimal aralygyň ýarysyndan kiçi bolmalydyr we şeýle formula bilen kesgitlenýär:

$$\begin{aligned} D &= 4.3 \sqrt{M} \\ (10.6) \end{aligned}$$

M—masştabyň sanawjysy.

Meýdan ölçegleriň netijesi kameral şertlerinde hasaplanylýar.

Teodolit ýörelgede burçlar ölçenende goýberilýän nätaklyk  $f=1^{1.5}\sqrt{n}$  uly bolmaly däldir.

## **XI BAP**

### **Inženerçilik gözleg işlerinde we gidromelioratiw desgalaryň gurluşygyna geçirilýän geodeziki işler.**

#### **11.1 Ummumy düşünje**

Taslanan desganyň gurluşygyna başlamazdan öň ony ýerinde belleýärler, ýagny onuň esasy oklaryny we sudurlaryny gazyklar, sütünler bilen berkidip belleýärler. Ondan soň beýleki ownuk böleklerini ýere geçirip belleýärler we bu işlere taslamany ýere geçirmek diýýärler.

Taslamalary ýere geçirmek-şekillendirmäniň ters hadysasydyr. Eger-de, ýer üstü şekillendirilmede ölçegler geçirilip ondan soň olaryň netijeleri boýunça planda ýer üstüniň sudurlary we relefi şekillendirilýän bolsa, taslamany ýere geçirmekde bolsa tersine taslama boýunça geodeziki ölçegler üçin gerek bolan görkezijileri kesgitleýärler. Şol kesgitlenen görkezijiler boýunça taslanan desgalaryň sudurlaryny ýer üstüne geçirýärler.

Onuň üçin berilen tehniki ýumuşa we ýer üstüniň takyklanan ýagdaýyna baglylykda geodeziki bölüşdirme işleriniň taslamasyny düzýärler. Onda bolsa ýiten daýanç nokatlary dikeltmegiň we goşmaça daýanç nokatlaryny döretmegiň usullaryny, taslama nokatlaryny ýere geçirmegiň tärlerini we usullaryny göz önünde tutýarlar. Geodeziki görkezijileri, ýagny burçlary, aralyk uzynlyklaryny, eňňitlikleri, belentlik bahalaryny hasaplaýarlar we bölüşdirme işleriniň çyzgysyna ýazýarlar. Egerde taslamany ýere geçirmek işleri uzak wagty talap edýän bolsa onda bölüşdirme işleriniň çyzgysyny 2-3 giňlik meýdan işleri üçin bölüşdirip düzýärler.

Dürli desgalary ýere geçirmegiň takyklygy bir meňzeş dälär we desgalaryň niýetlenişine häsýetlerine, onuň aýratyn bölekleriniň özara gatnaşygyna, ulanylýan materiallara we beýleki faktorlara baglydyr. Özi hem desganyň aýratyn böleklerini, geodeziki daýanç nokatlaryndan esasy oklaryň geçiriliş takyklygyndan takyk geçirýärler.

Aşakdaky tablissada käbir desgalaryň we olaryň bölekleriniň ýere geçirilende rugsat berilýän ýalňyşlyklary getirilýär.

11.1-nji tablisa.

Desgalaryň atlary	Rugsat berilýän absolýut ýalňyşlyk, mm.	
	plan da	beýikligi nde
Beton platinalary	$\pm 30$	$\pm 5$
Gum platinalary (oky)	$\pm 10$ 0	$\pm 30$
Köprüler	$\pm 30$	$\pm 10$
Tekizlenen meýdanyň belentlik bahalary	-	$\pm 50$
Tekizlenen meýdanyň eňňitlig	-	$\pm 0,001$
Desgalaryň beton fundamentleriniň oky	$\pm 10$	$\pm 5$
Daşdan fundamentleriň oky	$\pm 50$ 0	$\pm 25$
Magistral akabalaryň oky	$\pm 50$ 0	$\pm 10$
Akabalaryň okuna otnositellikde ýapgytlylygy	$\pm 10$ 0	$\pm 50$

Bölüşdirmiş işleriniň berlen takyklygyny üpjün etmek üçin taslama nokatlaryny ýere geçirmegiň ol ýa-da beýleki usuly ulanylanda göýberiläýjek nätakyklygyň orta kwadrat ýalňyşlygyny önünde kesgitlemek zerurdyr hem olaryň has takygy we ýönekeýrägi saýlanyp alynmalydyr. Polýar usulynda ýere geçirilen nokadyň orta kwadrat ýalňyşlygyny şu formula boýunça hasaplaýarlar.

$$m = \sqrt{m_d^2 + \left(\frac{d}{\rho} m_\beta\right)^2} \quad (11.1)$$

**Bu ýerde:**

$m_d, m_\beta$  – gorizonta burçlary ölçenen çyzyklary ýere geçirmegiň deňişlikdäki orta kwadrat ýalňyşlygydyr.

$d$  – ýere geçirilýän çyzygyň uzynlygy

$\rho$  – radianyň bahasy (minutda  $\rho$  -3438)

Mysal üçin, egerde  $d = 60.0m$  aralyk, 1:2000 oňnositel ýalňyşlykda polat lenta bilen ölçelip, burç bolsa  $\beta = 30$  sekunt takykly teodalit bilen  $m_\beta = \pm 0.5''$  orta kwadrat ýalňyşlykda ölçelip taslama nokady polýar usulynda ýere geçirilýän bolsa, onda ol nokadyň ýerdäki ýagdaýynyň orta kwadrat ýalňyşlygy şeýle baha deň bolar.

$$m = \sqrt{m_d^2 + \left(\frac{d}{\rho} m_\beta\right)^2} = \sqrt{1,5^2 + \left(\frac{6000}{3438} 0,5\right)^2} = \pm 1,7 sm$$

Burç kesişmeleri usulynda ýere geçirilen nokadyň orta kwadrat ýalňyşlygy şu formula boýunça hasaplaýarlar.

$$m = \pm \frac{m_\beta}{\rho \sin(\beta_1 + \beta_2)} \sqrt{a^2 + b^2} \quad (11.2)$$

**Bu ýerde:**

$\beta_1, \beta_2$  -kesişme burçlary

a , b – kesişme çyzyklaryň uzynlygy.

Perpendikulýarlar usulynda ýere geçirilende orta kwadrat ýalňyşlygy şu formula boýunça hasaplaýarlar.

$$m = \sqrt{m_1^2 + 2m_2^2 + 2m_3^2 + m_4^2} \quad (11.3)$$

**Bu ýerde:**

$m_1$ —başlangyç daýanç nokatlaryndaky orta kwadrat ýalňyşlyk.

$m_2$ —berilen aralyklar ýerine uzaboýuna ölçenende gyşarmanyň orta kwadrat ýalňyşlyk.

$m_3$ —berlen aralyklar ýerinde ölçenende keseligine gyşarmanyň orta kwadrat ýalňyşlyk.

$m_4$ —gönü burç guralanda orta kwadrat ýalňyşlyk.

Meýdanda bölüşdirme işleri geçirlende meýdan žurnalyny alyp barýarlar we oňa ölçegleriň görkezijilerini ýazýarlar we abriş düzýärler.

Işiň gutarandan soň taslamany ýere geçirmegiň alyş-beriş namasyny düzýärler.

Desganyň gurluşygynyň ähli dowamynda taslamanyň plan we beýiklikleri boýunça ýere geçirilşine yzygiderli geodeziki gurally gözegçilik geçirilýär. Onuň üçin taslamanyň ýere geçirilen döwründe geodeziki nokatlary, ýerleri we gurluşyk torlary görnüşinde ýörüte geodeziki daýançlary döredýärler.

Gurluşyk işleri gutarandan soň desganyň geodeziki şekillendirmesini geçirýärler. Bu materialy desganyň ulanmaga Kabul edýän döwlet topary onuň hiline baha bermekde hasaba alýarla.

## **11.2. Taslamany ýere geçirmek üçin geodeziki esaslandyрма.**

Desgalary ýere geçirmek üçin geodeziki bölüşdirmä esas bolup ýerinde bar bolan döwlet we ýerli geodeziýa torlarynyň hemme görnüşleri hem-de topografiki şekillendirmeleriň netijesinde döredilen geodeziki daýanç nokatlary hyzmat edýär.

Eger-de bar bolan daýanç nokatlary ýeterlik däl bolsa, onda olary teodolit we niwelir ýörelgelerini geçirmek bilen ýygjamlaşdyryjylar. Bu daýanç nokatlaryny gurluşyk işlerine päsgel bermez ýaly we taslama nokatlaryny ýere geçirmäge üpjün eder ýaly we gurluşyga iň ýakyn aralykdan gözegçilik etmäge mümkinçilik döreder ýaly edip ýerleşdirýärler.

Birnäçe obýektleriň toplumyndan durýan çylşyrymly desgalary gurluşyk tory görnüşinde döredilýän daýanç nokatlaryndan ýere geçirýärler.

## **11.3 Desgalaryň ýerleşiş taslamalaryny ýere geçirmek üçin geodeziýa görkezijilerini taýýarlamagyň usullary**

Desgalaryň ýerleşiş taslamalaryny ýere geçirmek üçin zeruz bolan ýa-da grafiki analitiki usulda alynan geodeziýa görkezijilerini, ýagny gorizonta burçlary we çyzyklaryň uzynlyklaryny ulanylýar.

Grafiki usulda daýanç çyzyklary bilen taslama nokatlarynyň arasyndaky gorizonta burçlary planyň ýüzünde geodeziki trapesiýalaryň kömegi bilen ölçegler çyzyklaryň uzunlygyny bolsa ölçeýji sirkul bilen masştab çyzygynda kesgitleýärler. Eger-de plan deformirlenen bolsa, onda alynan uzynlyga şu formula boýunça düzündiriş berýärler.

$$d_0 = d + k \cdot d \quad (11.4)$$

**Bu ýerde:**

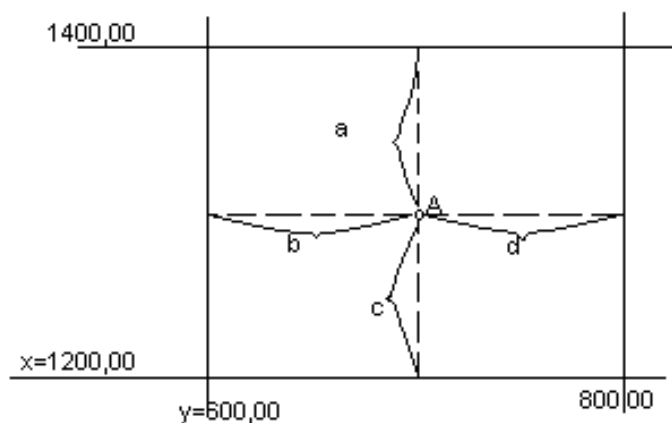
$d_0$ -ýerdäki gorizont alaryk,  $d_0$ -plandan grafiki usulda alynan şol alaryk, k-planyň kagyzyň deformasiýa koeffisienti Deformasiýa koeffisientini şu formula boýunça kesgitlenilýär.

$$K = \frac{d_0 - d}{d} \quad (11.5)$$

Bu ýerde:  $d_0$  we  $d$  plana geçirilen iki sany geodeziki daýanç nokatlarynyň arasy ýa-da koordinata torunyň tarapy.

Burçlary we çyzyklaryň uzynlygyny analitiki usulda daýanç we taslama nokatlarynyň koordinatalary boýunça ters geodeziki meseleleri çözmek arkaly hasaplaýarlar.

Bu usul üçin taslama nokatlaryň kordinatalary adatça plandaky kordinata torundan grafiki usulda alýarlar.



11.1-nji surat

Plan düzelenden soň ýüze çykýan kagyzyň deformasiýasynyň ýalňyşyny aradan aýyrmak üçin nokadyň koordinatasyny grafiki kesgitlemek şeýle ýerine ýetirilýär. Galam bilen taslama A nokadyň üstünden toruň kwadratlarynyň taraplaryna parallel çyzyklary geçirýärler we planda a we c, b we d kesimleri 0.1mm takyklykda ölçeyärler. A nokadyň koordinatalaryny şu formula boýunça hasaplaýarlar.

$$\begin{bmatrix} \tilde{O}_A = \tilde{O}_n + \frac{100}{a + a_1} \frac{aM}{1000} \\ Y_A = Y_n + \frac{100}{b + b_1} \frac{aM}{1000} \end{bmatrix} \quad (11.6)$$

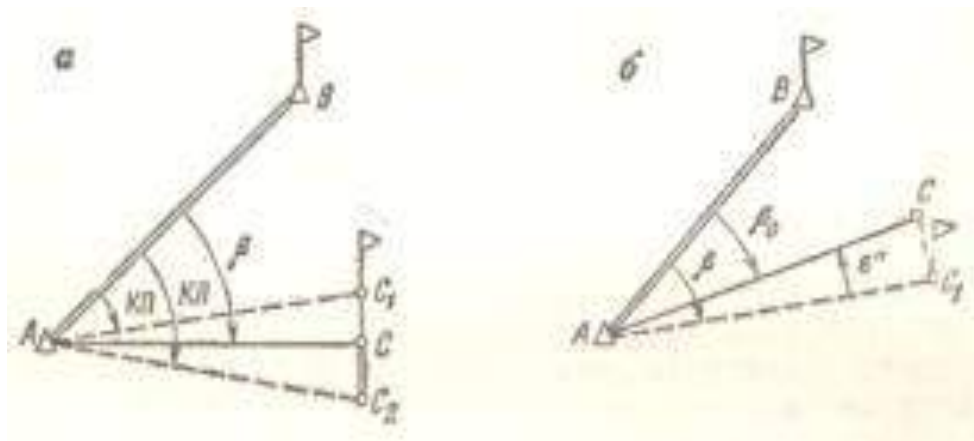
Bu ýerde:  $X_n$ -plandaky kwadrat torunyň aşaky tarapynyň absissasy.

$Y_n$ -kwadratyň çep tarapynyň ordinatasy.

$M$ -planyň masşabynyň maýdalawjysy.

#### 11.4. Taslama gorizontal ugrlary ýere geçirmek.

Taslama burçy ýere geçirmek üçin ýerinde bellik bilen berkidilen burçy düzýän taraplaryň haýsy hem bolsa biri bolmalydyr. Mysal üçin ýerdäki AB çyzykdan sagda A nokadyň  $\beta$  burçyny gurmaly (11.2-nji a surat).



11.2-nji surat

Onuň üçin ýerdäki A nokadyň üstünde teodolidi gurýarlar we iş ýagdaýyna getirýärler, werinýeriň noluny alidadanyň noly bilen gabat getirip we berkidip, limbi açyp teodolidi öwürüp, garaýyş turbany B nokatdaky çelgä gönükdirýärler. Limbi berkidip, alidadany açyp taslama  $\beta$  burçy alynýança öwürýärler we takyk alyp alidadany berkidýärler we alnan ugr boýunça tor ýüplijiginiň wertikaly boýunça  $C_1$  belgini dikýärler. Garaýyş turbany zenitden aýlap ýenede ýaňky yzygiderlilikde, wertikal tegelegiň ikinji ýagdaýynda  $\beta$  burçyň bahasy boýunça ugr alýarlar. Nätakyk wizirlemegiň, werniýer

dogry goýmagyň we bar bolan kolimasion ýalňyşlygyň netijesinde ikinji sapa alnan ugr  $C_1$  bilen gabat gelmezligi mümkin. Onda ikinji  $C_2$  ugry belgi bilen belleýärler. Egerde  $C_1C_2$  aralyk gödek ýalňyşlygyň netijesi bolmasa, onda ony ikä bölüp c ortaçasyny tapýarlar we ony gazyk bilen belleýärler. Käbir ýagdaýlarda, desgalaryň oky bölüşdirilip ýere geçirilende burçlary teodalidiň takyklygyndan uly takyklykda gurmak talap edilýär. Ony şeýle gazanyp bolýar, ýagny ýokarda getirilen usul boýunça AB çyzykdan taslama  $\beta_0$  burçy alýarlar we  $C_1$  nokady belleýärler (11.2-nji b surat). Soň bu burçy gaýtalama usuly boýunça has takyk ölçäp, onuň  $\beta$  hasabyny alýarlar. Goý ol berilen  $\beta_0$  bahasyndan  $\varepsilon'' = \beta - \beta_0$  baha uly diýeli. Ölçeg lentasy bilen  $AC_1$  aralygyň uzynlygyny ölçeyärler we  $C_1$  nokadyň çyzykdan gyşarmasyny şu formula boýunça kesgitleýärler.

$$\tilde{N}\tilde{N}_1 = A\tilde{N}_1 \frac{\varepsilon''}{\rho^{\gamma\gamma}} \quad (11.7)$$

**Bu ýerde:**

$\rho'' = 206265''$  (radianyň bahasy, sekuntda).

Ondan soň  $AC_1$  çyzyga perpendikulýar edip AB çyzyga tarap  $CC_1$  kesimi geçirýärler we berilen  $\beta$  burç boýunça AC çyzygyň gutarnykly ugruny kesgitleýärler.

### 11.5. Berlen uzynlykdaky çyzyklary ýere geçirmek.

Taslama d çyzygy ýokarda getirilen usul bilen ýere geçirmek üçin, onuň ugryny berýärler we ölçeg esbaby bilen talap edilýän takyklykda berlen aralygy ýere geçirýärler. Taslama çyzyklaryň uzynlygyny gorizont alaryklardyr. Şonuň üçin, olar ýere geçirilende olaryň ýapgytlyk bahalaryny şu formula bilen kesgitleýärler.

$$D = \frac{d}{\cos \nu} = d + 2d \sin^2 \frac{\nu}{2} d + \frac{h^2}{2d}; \quad (11.8)$$

**Bu ýerde:**

d- taslama çyzygyň gorizont aralygy.

$\nu$  - ýeriň ýapgytlyk burçy

h- taslama çyzygyň ahyrky nokatlarynyň arasyndaky planyň görizontallary boýunça kesgitlemeli beýiklik.

Mysal üçin, ýapgytlyk burçy  $\nu = -5^0$  bolan ýeriň üstüne uzynlygy  $d = 245.35\text{m}$  gorizont aralygy geçirmeli. Onda taslama çyzygyň ýere geçirmeli umumy uzynlygy şeýle tapylýar.

$$D = \frac{d}{\cos \nu} = \frac{245,35}{\cos 5^0} = \frac{245,35}{0,99619} = 246,28\text{m}$$

$$\begin{aligned} D &= d + 2d \cdot \sin^2 \nu = 245,35 + 490,7 \sin^2 5^0 = 245,35 + 490,7 \cdot (0,043619)^2 = \\ &= 245,35 + 490,7 \cdot 0,00190 = 245,35 + 0,903 = 246,28\text{m} \end{aligned}$$

### 11.6. Çyzygy berilen eňňitligi boýunça ýere geçirmek.

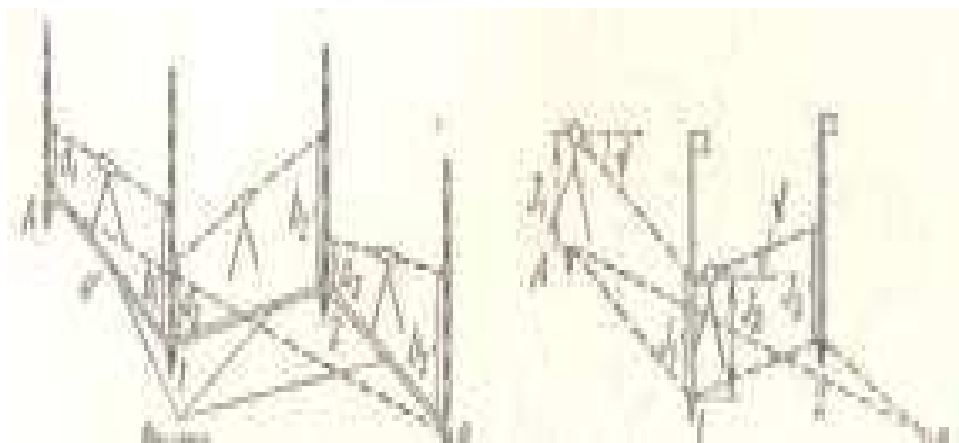
Ýer üstündäki A we B nokatlaryň arasynda çyzygy berilen  $i$  eňňitligi bilen geçirmegiň iki usuly bardyr.

Birinji usul-ýer işlerini geçirmän niwelirlämäniň we ölçeg lentasynyň kömegi bilen çyzygy ýere geçirilýär. Berilen eňňitlik boýunça ölçeg lentasynyň ahyrynda nokatlaryň  $h$  beýikligi şu formula bilen hasaplanylýar.

$$h = i \cdot d \quad (11.9)$$

A nokatda niwelir reýkasyny goýmaly we ölçeg lentasynyň bir ujyny berkidýärler (11.3-nji surat). Ölçeg lentasyny B nokada ugrykdyryp ýerleşdiräýrler we onuň ahyrynda ikinji reýkany goýýarlar. Niweliri ortada gurnap iş ýagdaýyna getirip A nokatdaky reýkadan hasap alýarlar. Öňdäki reýkadan gerek bolan hasaby kesgitleýärler.

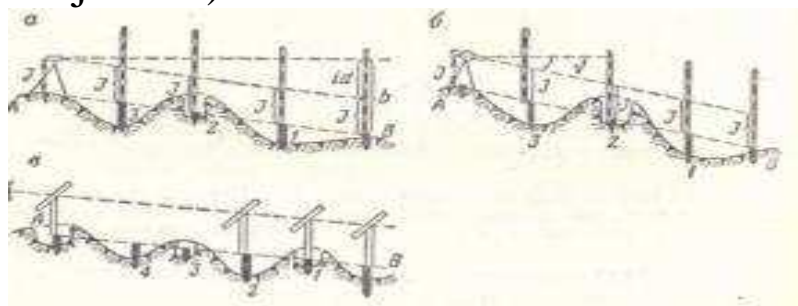
$$b_1 = a_1 - h \quad (11.10)$$



11.3-nji surat.

Reýkany lenta bilen bilelikde  $b_1$  hasap gabat gelýänçä duga boýunça aýlaýarlar. 1-nji nokady ýerinde berkidip, berlen  $\beta$  nokatda tarap ölçege lentasyny we reýkani geçirip ýaňky düzgün boýunça  $\beta$  nokada çenli işi dowam edýärler.

Ikinji usulda, gönüden - göni berlen ugr boýunça ýer işlerini geçirmek bilen bu mesele niwiliriň kömegi bilen çözülýär (11.4-nji surat).



11.4-nji surat.

A nokada niwiliri gurnap ony iş ýagdaýyna getirmeli, onuň beýikligini ( $I$ )ölçemeli we B nokatda duran reýkadan gerek bolan  $b$  hasaby kesgitlemeli. Ol şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$b = l - i \cdot d \quad (11.11)$$

**Bu ýerde:**

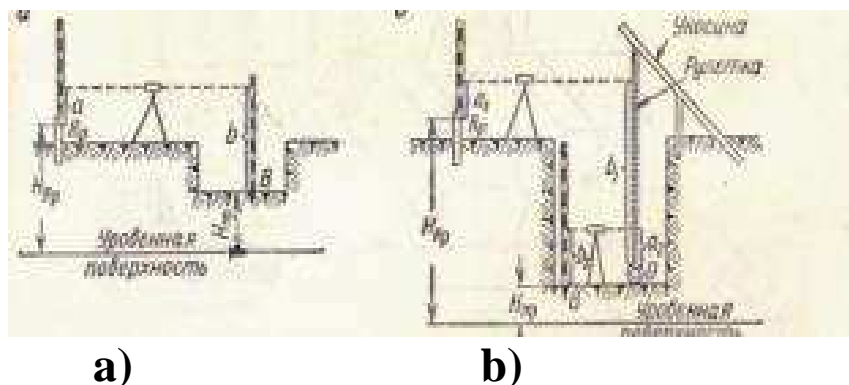
$I$ -guralyň beýikligi,  $i$  – berlen eňňitlik,  $d$  – AB çyzygyň gorizonta aralygy.

$\beta$  nokatda duran reýkedäki hasaby, kesgitlenen  $b$  hasaba gabat getirmek üçin reýkani ýuwaşjadan galdirýarlar ýa-da düşüýärler. Soň, göteriji nurbatlaryň kömegi bilen görüş turbasyny B nokatdaky reýkadäki hasap guralyň  $l$  beýikligine

deň bolar ýaly edip egýärler. Relyefiň 1,2..... häsýetli nokatlarynda reýkadaky hasap niweliriň 1 beýikligine deň bolar ýaly edip gazyklary dikýärler. 2-nji nokatdaky gazyk üçin çukurjyk gazylýar. Ýa-da gazyga  $h=b-l$  formula boýunça hasaplanan gyryp aýrylmaly gumuň çuňlugyny ýazýarlar.

### 11.7 Taslama nokatlaryň belentlik bahalaryny ýere geçirmek.

Taslama nokotlaryň belentlik bahalaryny ýere geçirmek üçin belentlik bahalary daýanç nokadynyň (reper) bolmagy hökmandyr. Mysal üçin taslama  $H_{tas}$  belentlik bahany çuň bolmadyk çukyjygyň düýbine geçirmek talap edilýär (11.5-nji a surat).



11.5-nji surat

Onuň üçin  $H_{rp}$  belentlik bahaly reperiň üstünde reýkany goýup  $a$  hasaby alýarlar we guralyň gorizontalyňy hasaplaýarlar.

$$Gg = H_{rp} + a \quad (11.12)$$

B nokatda reýkada bolmaly  $b$  hasap şeýle krsgitlenýär.

$$b = Cg - H_{rp} \quad (11.13)$$

Taslama  $H_{tas}$  belentlik bahasy has çuň bolan çukuryň düýbine geçirmek üçin çukuryň gyrasyna saklaýjyny berkidýärler we oňa soňky ujyna ýükjagaz dakylan rületkany onuň düýbine sallaýarlar (11.5-nji b surat). Reperiň  $R_p$  üstünde reýkany goýup, reper bilen rületkanyň arasynda niweliri gurnap iş ýagdaýyna getirip, reýkadan we rületkadan  $a$ , we  $b$ ,

hasaplary alýarlar. Soň niweliri çukuryň düýbinde gurnap, reýkany bolsa çukuryň düýbine deň edip kakylan B gazyzyň üstünde goýup ruletkadan  $a_2$  we reýkadan  $b_2$  hasaplary alýarlar. B gazygyň belentlik bahasyny şeýle hasaplaýarlar.

$$H_B = H_{rp} + (a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) \quad (11.14)$$

Eger-de  $H_B = H_{tas}$  onda mesele çözülýär, eger-de  $H_B$  taslama bahadan  $H_{tas}$  ýokarda ýa-da aşakda bolsa, onda çukuryň düýbini  $h = H_{tas} - H_B$  ululyga görä gazmaly ýa-da gömmeli. Edil şular ýaly taslama belentlik bahalar desgalaryň belent depelerine hem geçirilýär.

### 11.8 Desganyň ýerleşişiniň taslamalaryny ýere geçirmegiň usullary.

Desgalaryň bölüşdirme işlerinde taslama nokatlaryň ýerdäki ýagdaýyny edil sudurlaryň nokatlarynyň şekillendirilendäki usul ýaly edip kesgitleýärler.

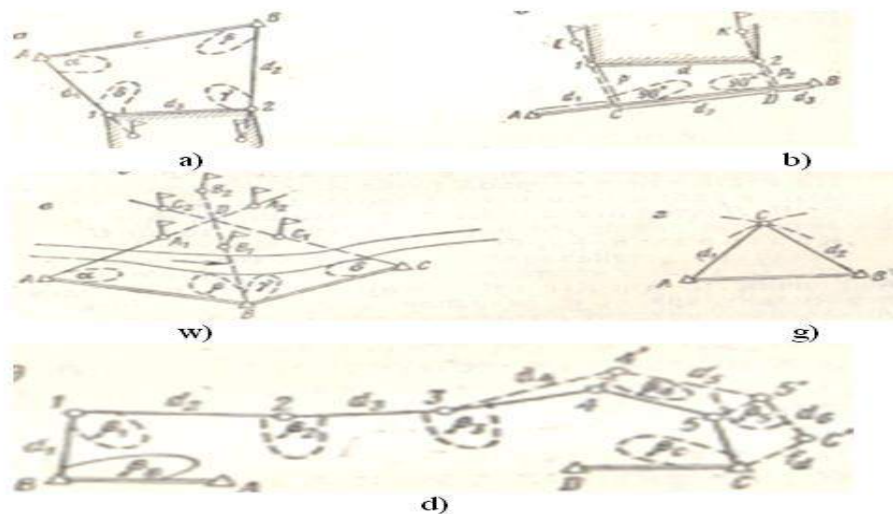
*Polýar koordinatlar* usulyny ýeterlik ýygýlykda esas torlary bar bolanda, çylşyrymly sudurlarda we taslama nokatlarynyň has dagynyk ýagdaýlaynda ulanýarlar. Mysal üçin A we B daýanç nokatlaryndan 1-nji we 2-nji taslama nokatlaryny ýere geçirmek talap edilýär (11.6-nji a surat).

Öň getirilen (11.6) formula boýunça plandan taslama nokatlaryň koordinatalaryny grafiki usulda kesgitleýärler. Soň, ters geodeziki meseleleri çözmek bilen  $\alpha, \beta, \nu, \rho$  burçlary we  $d_1, d_2, d_3$  aralyklary kesgitleýärler.

1-nji taslama nokady ýere geçirmek üçin A daýanç nokadynda teodoliti gurnaýarlar we AB çyzykdan  $\alpha$  burç boýunça  $d_1$  ugry berýärler. Bu berlen ugr boýunça, ýeriň ýapgytlygyny hasaba alyp  $d_1$  gorizont alarygy ölçege lentasy bilen geçirilýärler.

2-nji taslama nokady ýere geçirmek üçin teodoliti B nokatda gurup  $\beta$  burçly ugry berýärler we  $d_2$  gorizont alarygy geçirýärler.

Barlag üçin ölçeğ lentasy bilen 1-nji we 2-nji nokatlaryň arasyny ölçeýärler. Onuň taslama  $d_3$  bahadan tapawudy talap edilýän takyklykdan uly bolmaly däldir.



11.6-njy surat

*Göniburçly koordinatalar* usulyny, ýerinde gurluşyk tory gurulan, esas çyzyklary geçirlen, desganyň esasy oklary ýerinde berkidilen we ş.m. bar bolan ýagdaýlarynda ulanýarlar. Mysal üçin AB esasy çyzygydan, desganyň 1-nji we 2-nji nokatlaryny ýere geçirmek talap edilýär (11.6-njy b surat).

Taslama planyndan grafiki ýa-da analitiki daýanç A nokatdan AB esasa 1-nji we 2-nji taslama nokatlaryndan göýberilen perpendikulýarlarynyň başlanýan ýerleriniň  $d_1$  we  $d_2$  kesimlerini hem-de  $d_3$  kesimi alýarlar.

Barlag:  $d_1 + d_2 + d_3 = AB$ .

Şeýlede  $\rho_1, \rho_2$  perpendikulýarlaryň uzynlygyny alýarlar.

Ýerde, A daýanç nokadynda teodoliti goýýarlar, ony iş ýagdaýyna getirýärler we B nokada gönükdirýärler. Göni şu ugr boýunça ölçeğ lentasy bilen  $d_1, d_2, d_3$  kesimleri goýýarlar we ýerinde C hem-de D nokatlary berkidýärler.

Barlag:  $d_1 + d_2 + d_3 = AB$

C nokatda teodoliti gurnap we ony örän takyk merkezleşdirip, AB esasy çyzygyndan çep we sag tegeleklerde 90 burç bilen berlen CE ugry alýarlar. Ölçeğ lentasy bilen  $\rho_1$  perpendikulýaryň uzynlygyny ölçeýärler we 1-nji taslama

nokady ýerinde berkidýärler. Edil şular ýaly edip 2-nji taslama nokadyň hem ýerini tapýarlar.

Barlag üçin  $d$  aralygy ölçeýärler. Eger ýalňyşlyk  $f_d = d - d_{\text{tas}}$  rugsat berilýän ýalňyşlykdan uly bolsa, onda düzedişi her bir taslama nokadyny biri-birinden  $0.5 f_d$  daşlaşdyryp (ýalňyşlyk minus bolanda) ýa-da ýakynlaşdyryp (ýalňyşlyk plýus bolanda) girizýärler.

*Burç kesişmeler* usulyny, haçanda daýanç nokadyndan taslama nokadyna çenli bolan aralygy ölçäp bolmaýan ýagdaýlarynda (nokatlar jaryň ýa-da derýanyň aňyrsynda ýerleşen we ş.m) ulanýarlar (11.6-nji w surat).

Mysal üçin: D nokady ýere geçirmeli bolsa onda ters geodeziki meseläni çözüp we  $\alpha, \beta, \nu, \delta$  burçlary hasaplaýarlar.

Teodolidi yzygiderlikde A, B we C nokatlarda gurnap çep we sag tegelekde  $\alpha, \beta, \nu, \delta$  burçlary alyp ugurlary berýärler we her birinji iki sany belgi bilen olaryň kesişäýjek ýerleriniň golaýynda ( $A_1A_2$ ), ( $B_1B_2$ ) we ( $C_1C_2$ ) nokotlary belleýärler. Bu üç ugurlaryň kesişme nokady taslama D nokadydyr.

*Çyzykly kesişmeler* usulyny daýanç we taslama nokatlarynyň arasy ölçeğ lentasynyň uzynlygyndan uly bolmadyk ýagdaýlarynda ulanýarlar. Mysal üçin: taslama C nokadyny ýere şeýle geçirip bolar (11.6-nji g surat).

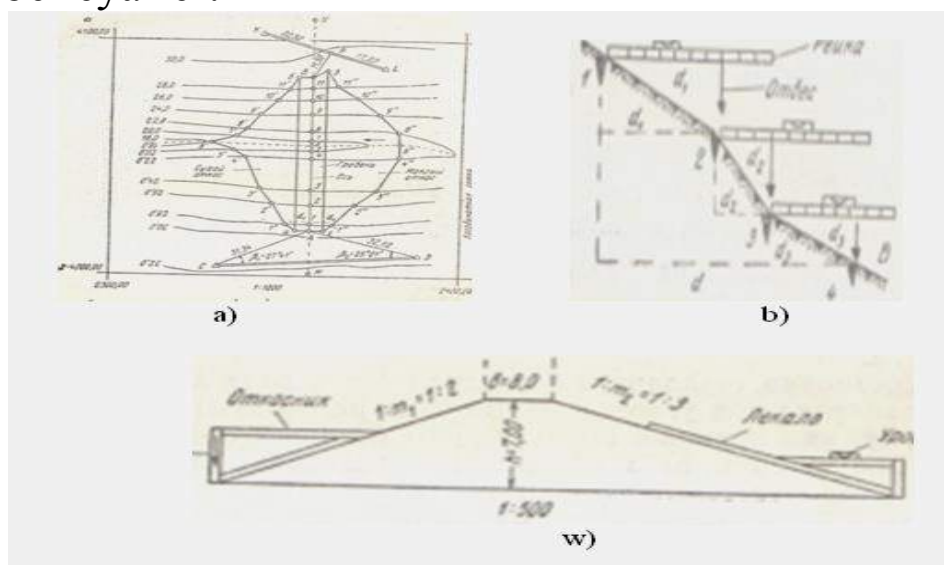
Nokatlaryň koordinatalary boýunça ters geodeziki meseläni çözüp A, C we B nokotlarda  $AC = d_1$  we  $BC = d_2$  çyzyklaryň uzynlyklaryny tapýarys. Iki sany ölçeğ lentasynyň ahyryny A we B daýanç nokatlarynda berkidýärler we çepdäki ölçeğ lentasyndaky  $d_1$  hasap, sagdaky lentadaky  $d_2$  hasap bilen birleşer ýaly edip goýýarlar. Hasaplaryň birigen nokady, taslama C nokady bolar.

### **11.9 Bentleri gurmak.**

Gidrologiýa, gidrogeologiýa, topografo-geodeziki we beýleki gözlegleriň netijesinde kölleriň jarlaryň, derýalaryň uly masştably topografik planlarynda bendiň ornyny belleýärler. Tehniki şertlere degişlilikde depäniň belentlik bahalaryny we inini hem-de bendiň gury we öl raýyşlarynyň ýapgytlygyny berýärler. Bu görkezijiler we plandaky

gorizontallar boýunça depäniň araçägini, bendiň düýbini, suw sowjulary we bendiň beýleki elementlerini belleýäler.

Desganyň okuny we beýleki elementleriniň ýerleşiş ýagdaýyny ýerinde tapýarlar we sütünleri, gazyklar bilen berkidip belleýärler.



11.7-nji surat

Mysal. Plandaky jarda bendiň AB oky bellenen. Planda depäniň suduryny we bendiň düýbünü bellemek we ýere geçirmek üçin geodeziki görkezijileri taýýarlamaly. Bendiň depesiniň ini  $b=8\text{m}$ , depäniň belentliginiň taslama bahasy  $H_{\text{dep}}=29\text{m}$  gury raýşynyň ýapgytlygyny  $1:m_1$ , öl tarapynyň raýşynyň ýagtylygy  $1:m_2=1:3$ .

Planda depäniň a,б,в,г öwrüm nokatlary 28-nji we 30-njy gorizontallaryň aralarynda interpolýusiýa edilip depäniň belentlik bahasyna we onuň inine deň bolan bu nokatlaryň belentlik bahalary tapylýar. A,a,б,B,в,г nokatlaryň gönü çyzyklar bilen birikdirip depäniň suduryny belleýärler.

Bendiň düýbiniň suduryny bellemek üçin ilki bilen bendiň okunyň gorizontallar bilen kesişýän ýerlerinde 1,2,3..... nokatlar bellendir. Olardan iki tarapda, okundan perpendikulýarlykda, aşakdaky formula boýunça hasaplanan kesimleri planyň masştabyna laýyklykda geçirýärler.

$$d_{\text{aşşа}} = \frac{b}{2} + m_1 h \quad d_{\text{ооко}} = \frac{b}{2} + m_2 h \quad (11.15)$$

**Bu ýerde:**

$m_1$  we  $m_2$  gury we öl raýşlaryň koefisiýenti ( $m = \text{ctg } \alpha$ )  
Mysal üçin:

$$d_1 = \frac{8}{2} + (29,00 - 28,00) \cdot 2 = 6m.$$

$$d_2 = \frac{8}{2} + (29,00 - 28,00) \cdot 2 = 7m.$$

Depäniň uzoboýuna uly ýapgytlygynda onuň okundan araçägene çenli aralygy hasaplamak üçin şu formulany ulanmalydyr.

$$d_{Asak} = \left( \frac{b}{2} + m_1 h \right) \frac{n}{n - m_1} \quad d_{Oïêi r} = \left( \frac{b}{2} + m_2 h \right) \frac{n}{n - m_2} \quad (11.16)$$

**Bu ýerde:**

$n$ - ýeriň ýapgytlyk koefisiýenti,  $n=1:i$

Mysal üçin:

$$d_{6^1} = \left[ \left( \frac{8}{2} + 2(29,0 - 18,1) \right) \right] \frac{23}{23 - 2} = 28,2m$$

$$d_{6^{11}} = \left[ \left( \frac{8}{2} + 3(29,0 - 21,0) \right) \right] \frac{23}{23 - 3} = 25,2m$$

Şunuň netijesinde alnan  $a, 1', 2', 3'$  hem-de  $r.1'', 2'', 3''$ ...planda bendiň endamynyň döwür suduryny görkezýär. (11.7-nji a surat).

**Bendi** ýere geçirmek onuň okyny ýere geçirmekden başlaýarlar we ondan soň bendiň düýbi, depesi we beýlekileri geçirilýär.

Bu berlen mysalda bendiň okynyň başlangyç nokatlaryny C we D geodeziki daýanç nokatlardan, polýar usulynda ýere geçirmek göz önünde tutulan. Bu nokatlaryň koordinatalary belli edilen.

$$X_c = 4004.00\text{m.}$$

$$X_D = 4008.50\text{m.}$$

$$Y_c = 2330.50\text{m.}$$

$$Y_D = 2387.50\text{m.}$$

Bendiň okuny polýar usulynda ýere geçirmek üçin gerek boljak geodeziki görkezijileri ters geodeziki meseleleri çözmek bilen hasaplaýarys.

Geodeziki usulda planyň koordinata torundan 11.6 formula boýunça, kagyzyň deformassiyasyny hasaba alyp bendiň okunyň A nokadynyň koordinatyny alarys.  $X_A = 4019.79\text{m}$ ,  $Y_A = 2357.57\text{m}$ .

Ters geodeziki meseläni çözüp (11.2-nji tablisa) CD, CA, DA çyzyklaryň rumbuny we uzynlyklaryny kesgitleýäris.

11.2-nji tablisa.

Nokatlar N	Y, m	Y <sub>akr</sub> - Y <sub>baş</sub> m	X m	X <sub>akr</sub> - X <sub>baş</sub> m	$\text{tgr} = \frac{Y_A - Y_B}{X_A - X_B}$	Rumb Lar ° 1	Aralyklaryň Uzynlyklary m
D	<u>2387,50</u>		<u>4008,50</u>				
		+57.00		+4,50	12,66667	DgGd	57,14
C	2330,50		<u>4004,00</u>			85 29	
A	<u>2357,57</u>		<u>4019,79</u>			DgGd	
		+27.07		+15.79	+1.71438	59 45	31.34
C	2330.50		4004.00				
A	<u>2357,57</u>		<u>4019,79</u>				
		-29,93		+11,29	-2,65102	DgGd	32,09
D	2387,50		4008,50			69 24	

Rumblar boýunça içki  $\beta_1$  we  $\beta_2$  burçlaryň bahalaryny hasaplaýarys.

$$\beta_1 = r_{CD} - r_{CA} = 85.29' - 57.48' = 27.41'$$

$$\beta_2 = 180 - (r_{DA} + r_{DC}) = 180.00' - (69.30' + 85.29') = 25.01'.$$

Onuň ahyrky nokadyny plandaky KL esas çyzykdan grafiki alnan görkezijiler boýunça perpendikulýarlar usulynda ýerinde tapmak göz önünde tutulýar. A we B nokatlaryň ugry boýunça ters taraplara, ýer işlerini geçirmeklik göz önünde tutulýan ýerleriň daşynda goşmaça M we N barlag nokatlaryny berkidýärler.

Ok boýunça 1,2,3.....nokatlary plandan grafiki alnan (1-2), (2-3)... gorizont alaryklary formula boýunça ýapgyt ýeriň üstündäki uzynlyklaryny hasaplap ölçeg lentasy bilen ölçäp tapýarlar.

$$D = d + \frac{h}{2d} \quad (11.17)$$

Okdaky 1,2,3..... nokatlardan, oka tarap perpendikulýarlar boýunça, lenta bilen  $d_1$  we  $d_2$  kesimleri ölçeyärler we gazyjaklar bilen bendiň esasynda 1' we 1''; 2' we 2'';... sudur nokatlaryny berkidýärler.

Bu nokatlardan başlap, ösümlik gatlagy aýyrlandan soň, bendi gömýäler. Şonuň bilen birlikde raýşyň ýapgytlygyny ýapgytlyk ölçeyjiler bilen gözegçilik edýärler.

### 11.10 Suw howdanynyň araçägini ýerde bellemek.

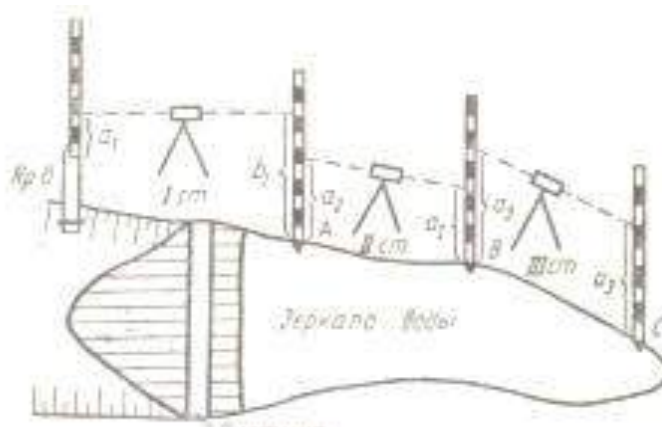
Suw howdanynyň hanasyny suw bilen doldurmaga taýýarlamak, ýagny ot-çöplerden arassalamak, gurluşyklary göçürmek we ş.m üçin onuň daşky araçägini ýere geçirýärler. Onuň düýp manysy, howdandaky suwuň maksimal gorizontyna deň bolan belentlik bahaly nokatlary ýerinde tapmakdan we bellikler bilen berkitmekden durýandyr. Ony berlen belentlik bahaly nokatlary ýere geçirmek usulynda ýerine ýetirýäler.

Mysal üçin howdanyň suwynyň maksimal gorizontynyň taslama bahasy  $H_{hmg}=45.75m$ . Ýerinde bar bolan 8-nji reperiň  $H_{Rp8}=46.32m$  belentlik bahasy bardyr. Suw basjak ýeriň araçäginiň birinji nokadyny tapmak üçin 8-nji reperde reýkany goýýarlar we howdanyň suduryň ýerleşýän ugrunda niweliri dikip iş ýagdaýyna getirýärler.  $R_{p8}$  duran reýkadan hasap alýarlar, mysal üçin  $a = 1250$ . Howdanyň sudurynda duran reýkada bolmaly hasaby kesgitleýärler.

$$b_1 = H_{Rp8} + a_1 - H_{hmg} = 46.320 - 1.250 - 45.750 = 1.820$$

Öňdäki reýkany ýerden süýşürüp ondaky hasap 1820 deň boljak A nokady tapýarlar. Niweliri şol ugr boýunça ikinji

durolga geçirip A nokotda duran reýkadan  $a_2$  hasaby alýarlar. Yzky reýkany öňe geçirip ondaky hasap  $a_2$  deň bolar ýaly ýerde goýýarlar, we ş.m



11.8-nji surat

Her bir 5 km- den niwelir ýörelgesini esas nokadyna baglaýarlar. A,B.... nokatlary gazyklar bilen, her bir 200-300 metrden bolsa sütünler bilen berkidýärler. Berkidilen sütünler we gazyklar boýunça teodolit ýörelgesini geçirýärler we ýörelgäniň materiallary işlenenden soň suw howdanynyň araçägini plana geçirýäler.

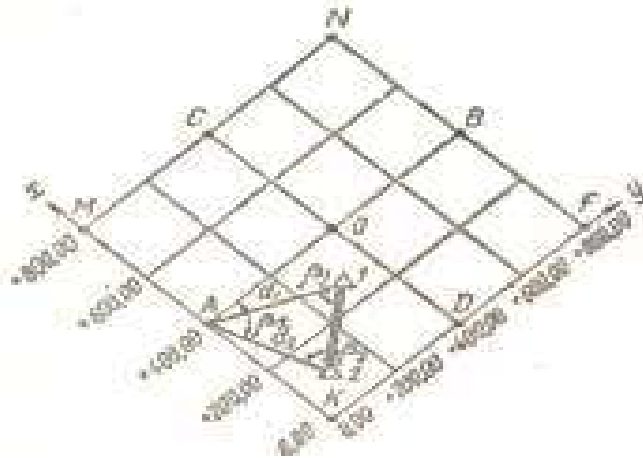
### 11.11 Gurluşyklaryň geodeziki toruny gurmak.

Desgalaryň toplumyndan durýan çylşyrymly obýektleri ýa-da ilatly ýerleriň ýaşaýyş jaýlaryny ýerinde bellemek, gurluşyk torlary diýilýän özbaşdak gönüburçly koordinatlar düzgüninde ýerine ýetirmek amatlydyr.

Taraplary 100,200,400m bolan gurluşuk toruny gurluşygyň general planynda taslaýarlar. Toruň iň çetki bir burç nokadyny, mysal üçin K nokady, koordinatalaryň başlangyjy diýip Kabul edýärler we şondan başlap toruň hemme depeleriniň koordinatalaryny hasaplap plana ýazýarlar.

Oklaryň birini ýere geçirmek üçin, mysal üçin AOB, 1,2 geodeziýa esaslarynyň nokatlaryna baglaýarlar. Şol maksat bilen grafík gurluşyk torunda 1,2 nokatlaryň koordinatalaryny, gurluşyk torunyň koordinatlar düzgüni boýunça kesgitleýärler we ters geodeziki meseleleri çözmek bilen toruň A nokady bilen esas nokatlaryň  $d_1$ ,  $d_2$  aralyklaryny we  $\beta_1, \beta_2$  we  $\beta_3$  burçlary kesgitleýärler.

Ýerinde, polýar usulynda 1-nji we 2-nji esas nokatlaryndan toruň A depesiniň ýagdaýyny kesgitleýäler. Soň gurluşuk toruny ýerinde bellemek oklor usuly boýunça ýerine ýetirilýär:



11.9-njy surat

Oklor usulyny kiçiräk meýdançalarda ulanýarlar. A nokatlardan berlen  $\beta_3$  ugr boýunça ölçeg lentasy bilen (hemme düzedişleri, hasaba alyp) AOB okuň uzynlygyny  $\frac{1}{3000} \div \frac{1}{100000}$  takyklyk bilen ýere geçirilýär. O nokatda teodolidi gurap AOB oka  $5 \div 10''$  takyklyk bilen OC we OD perpendikulýarlary geçirýäler. Edil şolar ýaly edip C,B,D we A depelerde hem iş geçirýärler we dört sany AMCO, OCNB, OBFD we ODKA meýdançany alýarlar. Meýdançalaryň depelerinde düýpli bellikleri turbalary, demir beton sütünleri dikýäler. Onuň üçin wagtlaýyn bellikden 2-3 metrlikde dört sany gazygy depelerine kakylan çüýlere daňylýan ýüpleriň kesişýän ýere belligiň depesinde bolar ýaly edip dikýärler. Belligi aýryp, onuň ýerinde çukur gazyp, depesiniň merkezini ýüpleriň kesişýän ýerine gabatlap hemişelik belligi dikýäler.

Berkidilip depeleri boýunça burç ölçegleriniň takyklygy  $\pm 5''$  we uzynlyk ölçegleriniň takyklygy 1:10000 bolan poligonometriýa ýörelgesini gurýarlar. Ýörelgäni deňleýärler. Meýdançanyň burç depeleriniň koordinatalaryny toruň koordinata düzgüni boýunça hasaplaýarlar. Ondan soň inedördülliň doldurulanlaryny ýerinde belleýärler we olaryň depeleri boýunça 2-nji derejeli poligonometriýany geçirýärler.

## **11.12 Akaba ulgamlaryny esasy oky boýunça gurulýan ýerlerine geçirmek.**

Ekerançylykda täze açylan ýerlerde, suwarymly meýdanlarda suwaryş ýaplaryň we zeýkeşleriň gurluşygy göz önünde tutulýar. Melioratiw gurluşygy başlamazdan ozal inženerçilik geodeziki ölçeg işleri geçirilýär. Inženerçilik geodeziki ölçeg işlerinde suwaryş ýaplaryň we zeýkeşleriň ulgamlarynyň esasy okunyň ýerleşiş ýagdaýyny kesgitlep ýerinde belgiler goýulýar, öwrüm ýerlerinde, öwrüm nokatlaryň elementleri geçirilýär, gidrotehniki we beýleki desgalary gurmak üçin meýdançalar bellenýär. Bu işlere geodeziýanyň dilinde akaba ulgamlaryny (trassany) bölüşdirme işleri diýilýär.

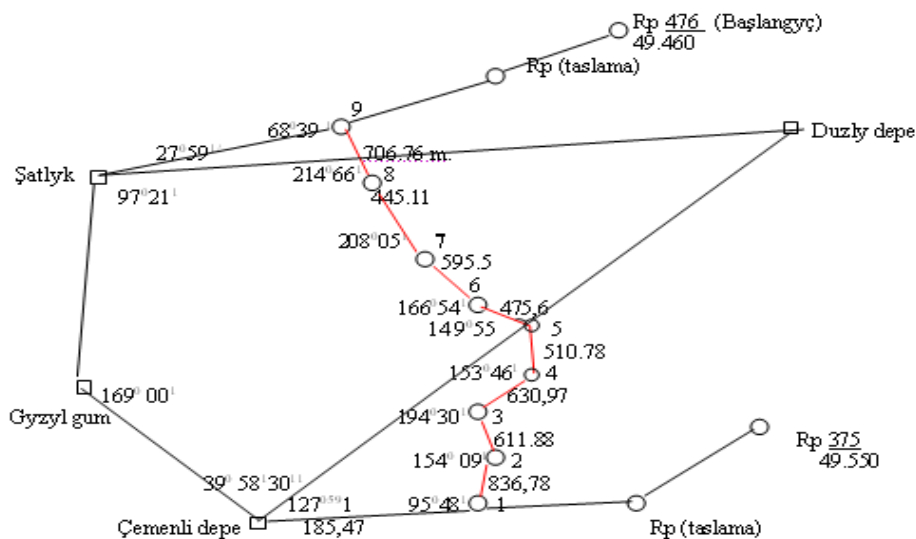
Akaba ulagamlarynda bölüşdirme işlerini geçirmek üçin guruljak desgalaryň tehniki taslamasy esasynda geodeziki işleriň taslamasy düzülýär. Geodeziki işleriň esasy bölegini bölüşdirme çyzgylary tutýar.

Esasy we paýlaýjy akabalaryň we zeýkeşleriň gurluşygy üçin iş çyzgysyna gerek bolan geodeziki maglumatlar, ters geodeziki meseleleri çözmek bilen analitiki usulda alynýar. Biziň mysalamyzda taslama boýunça analitiki usulda kesgitlenen maglumatlar alynýar. Kiçi hatarda gelyän suwaryş ýaplaryň we zeýkeşleriň gurluşygy üçin geodeziki maglumatlar, taslama çyzygy boýunça grafiki usulda kesgitleýär.

11.10-njy suratda görkezilen mysalda akabanyň ulgamy boýunça geodeziki işler şeýle tertipde alnyp barylýar: Teodolit iş ýagdaýyna getirilip, Çemenli depede gurnalýar we Gyzylgum depedäki geodeziki belgä gönükdirilýär. Analitiki usulda kesgitlenen burçy ( $30^{\circ}58'30''$ ) barlamak üçin Duzly depedäki geodeziki belgä gönükdirip hasabat alynýar.

Ondan soňra taslamada kesgitlenen  $127^{\circ}10'$  burçy doly usulda (çep tegelek ÇT we sag tegelek ST) ölçäp, şeýle hem taslama boýunça kesgitlenen 185.47m aralygy ölçeg lenta bilen ölçäp täze guruljak akabanyň okunyň

başlangyç, birinji nokady kesgitlenýär we ýerinde berkidilýär.



11.10-njy surat

Soňra teodolit birinji nokatda gurnalýar we iş ýagdaýyna getirilýär we şol düzgün boýunça  $95^{\circ}48'$  burç boýunça 1-2 ugurda taslama boýunça kesgitlenen 836,78m aralyk ölçenýär we şol akabanyň oky ikinji nokatda berkidilýär. Eger-de ýerde ýapgytlyk burçy  $2^{\circ}$ -dan uly bolsa onda ol aralyga ýapgytlyk boýunça düzedişler girizilýär. Nokatlaryň arasyndaky aralyk ölçeg polat lenta bilen ölçenýär. Ölçenmezden ozal 200 metrdan uly bolmadyk aralyklarda çelgiler goýulyp, bir okuň ugryna düzülýär we soňra 2 gezek ölçeg geçirilýär.

Akaba ulgamynyň öwrüm nokatlary beýikligi 1,2–1,5m bolan sütünler bilen belgilenýär. Onuň sag burçlary teodolit bilen doly usul bilen ölçenýär.

Aýlaw nokatlarda burçyň bissektrisasi (uzaklygy 30-40m) „bissektrisa“ diýen ýazgyly sütün bilen bellenýär. Aýlaw nokada aýlawyň esasy nokatlary, ýagny „Aýlawyň başy“, „Aýlawyň soňy“, uzaboýuna we keseligine piketlere bölişdirilýär. Aýlawyň radiusy diýip şu akabanyň baş esse giňligi alynýar.

Her bir 5 km-den, şeýle hem gidrotehniki desgalaryň guruljak ýerinden, ulgamyň okundan 50metre golaý bolmazdan reper goýulýar.

Akaba ulgamynyň okunyň ýerinde dogry geçirilmegi üçin, Şatlyk–Gyzylgum, Şatlyk–Duzlydepe daýanç çyzyklara baglanýandyr.

Akaba ulgamynyň okuny teodolit bilen ýerinde geçirip daýanç nokatlara baglanandan soň, ulgamyň oky boýunça geometriki niwelirleme geçirilýär. Akabaň okuny berlen eňňitlik boýunça hem bölüşdirip bolýar. Onuň üçin topografiki kartada gorizontallaryň kesimini göz önünde tutup akabanyň geçmeli ugry bellenilýär we soňra şol çyzgy esasynda akabanyň okunyň öwrüm nokatlarynyň belentlik belgileri hasaplanýar we ýakyn bolan reperler bilen baglanyşdyrylýar. Belentlik bahalary şeýle formula bilen hasaplanylýar.

$$H_n = H_{n-1} + i d$$

(11.18)

**Bu ýerde:**

$i$  – topoplndaky akabanyň ugrunyň eňňitligi

$d$  – öwrüm nokatlarynyň arasyndaky uzaklyk

$H_n$  – gerek nokadyň tapylmaly belentlik bahasy

$H_{n-1}$  – gerek nokatdan yzdaky nokadyň belentlik bahasy

Soňra, reperlere baglylykda, ýerinde öwrüm nokatlaryň ýerleşiş ýagdaýlary kesgitlenýär.

Öwrüm nokatlaryň arasy berlen eňňitlik boýunça niwelirlenýär, aýlawly ýerlerde gorizont al burçlar ölçenýär we ýerinde piketlere bölünip berkidilýär.

Soňra ulgam grafiki çyzga geçirilýär we täzedan seredilip, gysga we esassyz öwürümleri aýyryp ulgam göneldilýär hem-de täzedan niwelirlenýär we teodolit ýörelgesi geçirilýär.

### **11.13 Akabaň hanasyny gurmak üçin geçirilýän geodeziki bölüşdirme işleri.**

Gurluşyga başlamazdan öň, akabanyň oky ýerinde berkidilýär, akabaň hanasynyň gazyljak zolaklary we dambalaryň guruljak zolaklary okuň iki gyrasynda gazyklar we sütünler bilen belgilenýär.

Iş çyzgysyna laýyklykda ähli kese niwelirlenýän piketler akabanyň okundan çep we sag tarapa akabanyň 0,5 giňligine deň bolan zolakda goýulýar (11.11-nji surat). Egerde berlen nokatda kese ýapgytlyk  $i_k=0$  bolsa, onda akabanyň ýokarsynda giňlik şeýle formula bilen hasaplanýar:

$$a' = \frac{b}{2} + h \cdot m \quad (11.19)$$

$a'$  – akabanyň okundan gaşyna çenli aralyk  
 $b$  – akabanyň düýbiniň giňligi  
 $h$  – akabanyň beýikligi (çuňlugy)  $h=H_2 - H_1$   
 $m$  – akabanyň ýapgytlygy (otkos).

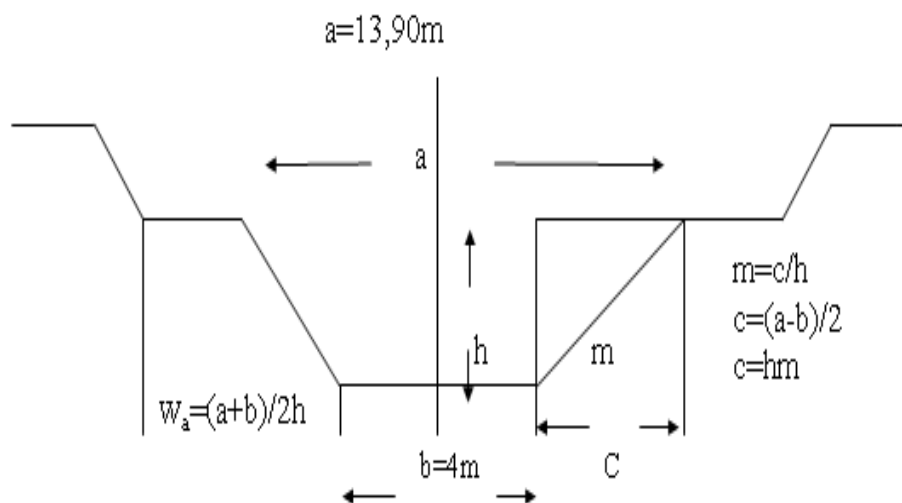
Mysal üçin: akabanyň düýbi  $b=4m$ ; akabanyň düýbinden gaşyna çenli ýapgytlygy (otkos)  $m=1,5$ ; Şol nokatda akabanyň düýbinde ýeriň belentlik bahasy  $H_2=42.43m$  we taslama boýunça belentlik bahasy  $H_1=39.13m$

Ýokarda getirilen maglumatlar esasynda akabanyň okundan gaşyna çenli aralyk şeýle hasaplanýar:

$$a' = \frac{b}{2} + h \cdot m = \frac{4}{2} + (42,43 - 39,13) \cdot 1,5 = 6,95m$$

Akabanyň tutuş giňligi şeýle hasaplanýar:

$$a=b+2mh=4+3 \times 2,5 \times 3,3=13,90m; \quad a=13,90m$$



11.11-nji surat

Akaba ulgamynyň öwrüm ýerinde, ulgamyň öwrüm elementleri ýerbe-ýer bölüşdirilýär. Akabanyň oky boýunça teodolit ýa-da niwelir ýörelgeler geçirilende öwrümiň başy, bissektorisasy we öwrümiň soňy kesgitlenýär. Ýöne öwrümiň bu elementlerini bilmek akabany gurmak üçin ýeterlik bolmaýar. Şonuň üçin öwrümiň nokatlary ýerinde koordinatalar usuly bilen kesgitlenilýär.

Akabanyň gurluşygynda ýa-da dambanyň (m) kenar ýapgytlygyny dogry alyp barmak üçin, ýapgytlygy ölçenýän tagtadan ýönekeý gural ýasalýar.

Akabanyň düýbünüň taslama belentligini dogry saklamak üçin, ýakyn bolan reperden ýa-da piketden akabanyň düýbüne taslama bahasy geçirilýär we uzaboýuna geometriki niwelirleme bilen barlanylýar.

#### **11.14 Turba geçirijiler we wagtlaýyn suwaryş ýaplar gurulanda geçirilýän geodeziki işler.**

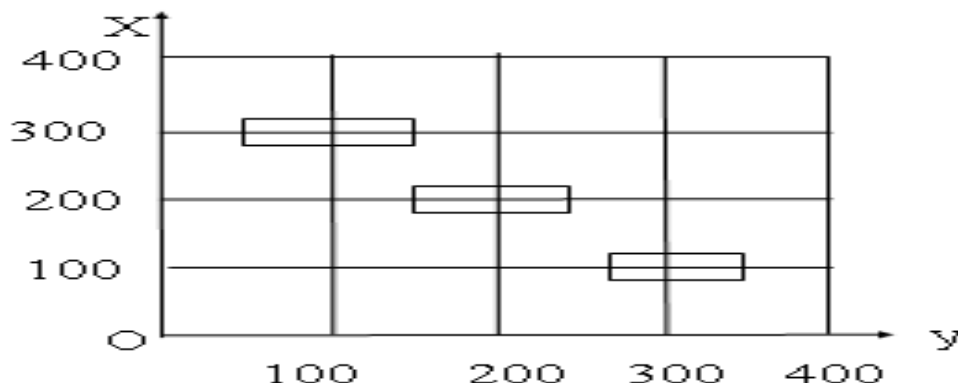
Turbageçirijileriň oky we beýleki elementleri guruljak ýerinde akaba ulgamlaryny bölüşdirme usuly boýunça geçirilýär. Emma ýerasty turbageçirijileri gurmak üçin onuň oky boýunça goýulýan geodeziki belgiler (piketler we reperler) garym gazuw işlerinde ýityärler, ýok bolup gidýärler. Şonuň üçin garymyň içinde turbageçiriji goýulmazdan oň onuň ýapgytlygy niwelirleme bilen barlanylýar.

Wagtlaýyn suwaryş ýaplary gurulmazdan ozal we wertikal tekizleýiş işleri geçirilmezden ozal geodeziki bölüşdiriş işleri geçirilýär. Tekizleýiş işleri geçiriljek ýerinde kwadratlar usuly boýunça ýa-da magistral usuly boýunça niwelirleme işleri geçirilýär. Geodeziki bölüşdirme işleri esasanam inedördül burçlarda gazyklary kakmak bilen baglanyşyklydyr. Topragyň dökülmeli nokatalary gazyklaryň beýikligi bilen aňladylýar, ýagny toprak gazyklaryň depesine çenli derejede dökülmeli.

Gazyklarda aýrylmaly ýa-da getirilmeli topragyň santimetrde belentligi ýazylýar.

Iş geçirilmeýän nokatlaryň daşy (0 bahaly dört burçy konturlar) azal bilen sürülip belgilenýär.

Birnäçe desgalardan durýan çylşyrymly gurluşyk obýektleri üçin ýa-da ilatly ýerlerde ýaşaaýyş jaýlaryň gurluşygy üçin, geodeziki bölüşdirmiş işleri, özbaşdak göniburçly koordinatlar düzgüni boýunça geçirilse amatly bolýar (11.12-nji surat).



11.12-nji surat

Geodeziki bölüşdirmiş işlerinde gurluşyk meýdançalaryny taraplary 100x100, 200x200 ýa-da 400x400m bolan inedördül torlara bölýärler. Torlaryň gyrakylaryndan biri koordinatlaryň başlangyjy 0 diýip alynýar we şol toruň içinde ýerleşen gurluşyk desgalaryň oklary koordinatlar boýunça kesgitlenilýär. Sebäbi gurluşyk desgalarynyň baş taslamasynyň ýüzünde koordinatlar torlary çyzylýar.

### 11.15 Ulgamlaryň ýerinde takykklanşy we olary piketlere bölmek.

Desgalaryň ulgamlarynyň guruljak ýeri bilen tanyşmak, ony doly öwrenmek takyklaýyş işlerinde geçirilýär. Bu işde, taslamada berlen ýumuşa laýyklykda, kartada görkezilişi ýaly, öwrüm burçlary bellenýär. Teodolit ýörelgäniň takmyny ugry kesgitlenýär we daýanç nokatlary takykklanýlar.

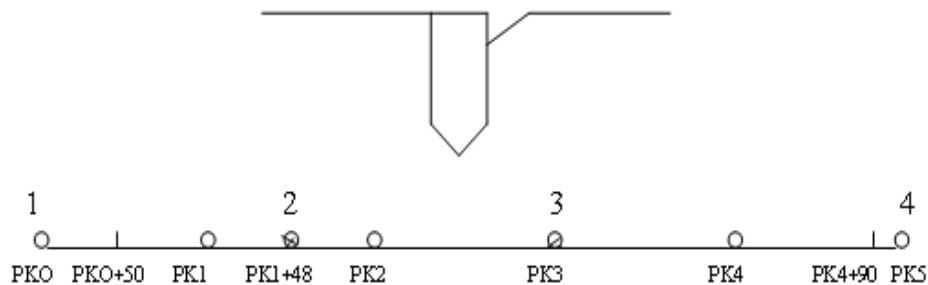
Ulgamyň ugruny niwelirmek işleri, ulgamyň esasy oky boýunça onuň ugry ýerinde geçirilenden soň başlanýar. Onuň üçin ulgam esasy oky boýunça piketlere bölünýär (11.13-nji surat). Her bir piketleriň aralygy 100m deňdir. Ulgamyň başlangyç nokadyna piket nul (PKO) diýip at berilýär.

Piket nuldan (PKO) başlap ölçeg lenta bilen 100m gorizonta kesimler ölçenip başlanýar. Ol kesimlere piket

uzaklygy (aralygy) diýilýär, onuň ahyryna bolsa piketler diýilýär. Piketler ýerinde ýer bilen deň kakylan gazyklar bilen belgilenýär. Piketleriň kiçi sanly piketlere bakyp duran tarapynda, pikediň san nomeri we iş geçirýän brigadanyň nomeri ýazylýar.

Ýazgy gowy görner ýaly onuň önünden kiçiräjik çukurjagaz gazylýar.

Relyefiň üýtgeýän ýerinde, ýagny aýratyn häsiýetli ýeri hem ýazgyly gazyklar bilen belgilenýär. Mysal üçin 148-nji metrde belent häsiýetli relyefiň başlanýan ýerinde PK1+48 belgi goýulýar.



11.13-nji surat

Piketler ýörite kitapçalarda ýazylýar. Ol kitapçalara ýerleriň şekilleri, sudurlary hem geçirilýär. Mysal üçin, ulgamyň oky öwrüm burçlara garamazdan göni çyzykly geçirilýär, ol list kagyzyň ortasynda çyzylýar. Burçlaryň depeleri tegelek çyzyk bilen görkezilýär. Goşmaça nokatda, kese çyzygyň nokatlary - kelte çyzyk bilen görkezilýär.

## **11.16. Desgalaryň öwrümlü çyzykly elementlerini esasy nokatlara bölüşdirmek.**

### **11.16.1.Öwrümler hakynda maglumatlar.**

Awtomobil we demir ýollaryň, magistral turbageçirijileriň, akabalaryň we şuna meňzeş desgalaryň gurluşygynda, öwrüm ýerlerinde dürli görnüşli öwrümleri, aýlawlary ýerinde esasy nokatlara bölip belleşdirmeli bolýar. Öwrümler görnüşleri boýunça birnäçe topara bölünýärler. Töwerek görnüşli öwrüm, ellips görnüşli öwrüm, parabola

görnüsli öwrüm, kubiki parabola we radioidalnaýa geçiş öwrüm.

Ellips görnüsli öwürümler-tertipleşdiriji dambalaryň gurluşygynda, köprüleriň daýanç sütünleriniň durýan ýerleri toprak bilen taýýarlananda ulanylýar.

Parabola görnüsli öwürümler- ýollaryň uzaboýuna wertikal profillerini görkezmek üçin, awtomobil ýollarynyň kese profilini görkezmek üçin ulanylýar.

Kubiki parabola we radioidalnaýa geçiş öwürümleri - ol göni çyzykly ulgamlardan esasy öwürüme ýuwasjadan geçmäge niýetlenendir.

Töwerek görnüsli öwrüm akabalaryň we ýollaryň gurluşygynda ulanylýar. Töwerek görnüsli öwrüm- öwrüm burçy  $\alpha$  we töweregiň  $R$  radiusy bilen häsiýetlendirilýär.  $\alpha$  burçy öwrüm burçynyň depesinden  $C$  nokatdan ölçenýär.

Tehniki taslama döwründe ulgamyň gözleg işlerinde öwürümiň NK- başlangyjynyň, BU-burç depesiniň, CK-öwrüm merkeziniň we KK-öwürümiň soňunyň nokatlary ýerinde berkidilýär. Onuň üçin öwürümiň esasy elementlerini T-tangensi, K-öwürümiň uzynlygyny, D-domeri, B-bissektrisany bilmelidir.

11.14-nji suratda görkezilişi ýaly NK BU KK döwürük ýörelgäni NK MK KK duga bilen çalysmak üçin öwürümiň esasy nokatlaryny, ýagny öwürümiň başlangyç NK nokady, ahyrky KK nokady we aýlawyň ortasynda ýerleşen MK nokatlaryň ýerleşiş ýagdaýyny kesgitlemek zerurdyr. Öwürümiň esasy (NK MK KK) nokatlary, öwrüm burçyň depesine (BU) we burçyň  $\alpha$  ugryna baglylykda, öwürümiň esasy elementleriniň T-tangensiň ýa-da galtaşýan çyzygyň; B-bissektrisasynyň; K-öwürümiň uzynlygynyň we D domeriň kömegi bilen tapylýar.



$$\alpha = \frac{K}{R} \tilde{o} \frac{180}{\pi} \quad (11.22)$$

Öwrümiň merkezini-F nokady tapmak üçin CMO üçburçlukda bissektirisanyň uzunlygyny  $CF=B$  kesgitlemek zerurdyr. Öwürüm burçyň (BU) depesinden öwrümiň merkezine (CF) çenli aralygyna bissektisa (B) diýilýär. Bissektisa (B), göniburçly üçburçlugyň gipetenuzasynyň we öwrümiň R radiusynyň tapawudy görnüşinde hasaplanýlar.

$$B = \sqrt{T^2 + R^2} - R \quad (11.23)$$

Iki sany tangensiň (2T) jeminiň we öwrümiň uzynlygynyň tapawudyna (D) domer diýilýär we domer şeýle formula bilen hasaplanýar.

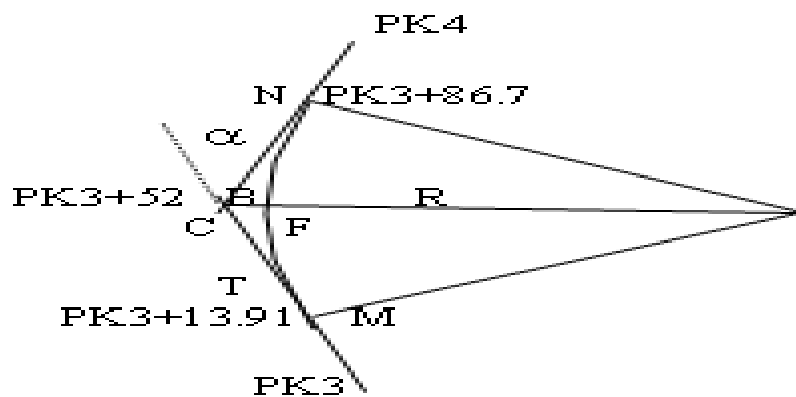
$$D=2T-K \quad (11.24)$$

Aýlawyň orta nokadynyň ýagdaýynda, aýlawy deň iki bölege bölüp hem tapyp bolýar, onuň üçin kiçi t-tangensi b-ýarym hordany (duganyň iki nokadyny birikdirýän çyzyk) we f-peýkam (öwürüm) şeýle formula bilen hasaplanýar.

$$t = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4}; \quad b = R \sin \frac{\alpha}{2}; \quad f = 2R \sin \frac{\alpha}{4}; \quad (11.25)$$

Formulalardan görnüşi ýaly öwrümiň esasy elementleri (T.K.D.B.) berilen öwürüm burçunyň bahasyna ( $\alpha$ ) we öwrümiň radiusyna (R) göni proporsionaldyr.

Mysal: Aýlaw burçyň depesi PK3+52m. Ulgamyň öwürüm burçy  $\alpha=41^{\circ}42'$ . Öwürümin radiusy  $R=100\text{m}$ . Göni çyzygyň rumby - DgGb $18^{\circ}52'$  barabar bolsa hasaplamalar şeýle yzygiderlikde ýerine ýetirilýär (11.15-nji surat)



11.15-nji surat

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 38,03; = 38.09 \text{ m}$$

$$B = \sqrt{T^2 + R^2} - R = \sqrt{38.03^2 + 100^2} - 100 = \sqrt{1451 + 10000} - 100 = \sqrt{11451} - 100 = 107.01 - 100 = 7.01 \text{ m}$$

$$K = \frac{\pi R}{180} \alpha = \frac{3.14 \cdot 100}{180} \cdot 41^\circ 42' = 72.74 \text{ m}$$

$$K = \frac{41^\circ 42'}{180} \cdot 3.14 \cdot 100 = 314 \cdot \frac{41^\circ 42'}{180} = 72.74 \text{ m}$$

$$D = 2T - K = 2 \cdot 38.03 - 72.74 \text{ m} = 3.44 \text{ m}$$

Hasaplamalaryň barlanylyşy tablisada görkezilýär.

11.3-nji tablisa

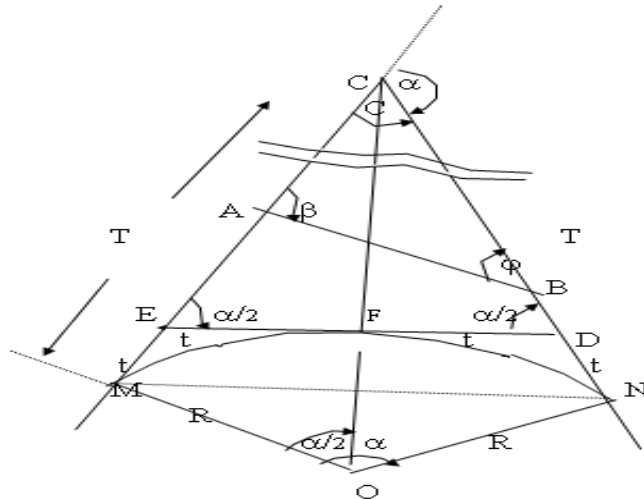
Hasaplanan	Barlanýan
Aýlaw burçyndaky C nokat: PK3+52 Tangens: – T = (PK0+38.09)	PK3+52 +T = (PK0+38.09)
Aýlawyň baslangyjy M nokat: (PK3+52)–T = PK3+13.91 Aýlawyň uzynlygy +K = +(PK0+72.74)	PK3+90.09 Domer –D = PK0+3.44
Aýlawyň soňyndaky N nokat: (PK3+13.91)+K = PK3+86.65	PK3+86.65

Öwrümiň esasy elementleriniň bahasyny öwrümi bölüşdirmek üçin niýetlenen geodeziki tablisadan hem alynýar.

Olaryň awtorlary Г.Ю. Хунджуа «Таблица применяемые на тахеометрических съемках и в инженерном деле», şeýle hem: В.А.Важевский,

Н.В.Федоров, Н.В.Ганьшин, Л.С.Хренов, Н.А. Митин we basgalar «Таблица для разбивки кривых».

Eger-de öwrümiň esasy nokatlary ýerinde bölüsdirilende, onuň öwrüm depesine baryp bolmaýan bolsa, onda  $\alpha$  burçy tangens çyzygyň ugrynda erkin ýerleşen A we B nokatlarda  $\beta$  we  $\varphi$  burçlary ölçelýär,  $\alpha$  burç hasaplanyp çykarylýar (11.16-nji surat). Ondan soň bolsa AB aralyk ölçelýär, ACB üçburçlygy islenýär, CA we CB aralyk kesgitlenýär.



11.16-nji surat

$$\angle C = 180 - (\angle \beta + \angle \varphi) \quad \angle \alpha = 180 - \angle C \quad (11.26)$$

Soň berilen R radius bilen,  $\alpha$  we  $\alpha/2$  burçlaryň esasynda deňişlilikde T we t - tangensler kesgitlenýär. Kesgitlenen T, t, CA we CB aralyklaryň tapawutlary esasynda deňişlilikde AE we BD aralyklary kesgitlenýär.

$$AE = T - t - CA \quad BD = T - t - CB \quad (11.27)$$

Şeýlelikde AE we BD nokatlar esasynda F nokatda öwrümiň merkezi kesgitlenýär.

### 11.16.2.Öwrümleri detallar boýunça bölmek.

Ýerinde öwrümiň ýagdaýyny, onuň esasy nokatlary bilen doly kesgitläp bolmaýar. Desgalaryň gurluşygy üçin öwrümiň

esasy nokatlarynyň arasynda birnäçe goşmaça öwrüm nokatlary tapmak zerur bolup durýar.

Öwrümde goşmaça nokatlar belleneninde, goňşy nokatlaryň arasyndaky uzaklyk, hordadan öwrüm kân bir tapawutlanmaz ýaly aralykda saýlanýar.

Köp halatda öwrümde goşmaça goňşy nokatlaryň arasyndaky uzaklyk 20 metr alynýar we öwrümin radiusyna baglylykda goşmaça goňşy nokatlaryň arasyndaky uzaklyk şeýle ýyglykda bolup biler:

$R=100-500\text{m}$  bolanda - 10m

$R=100\text{m}$  kiçi bolanda - 5m

Ondan başgada öwrümde gosmaça nokatlaryň ýyglygy guruljak desgalaryň görnüşine, materialyna we onuň takyk gurulmak zerurlygyna bagly bolup durýar.

Guruljak desgalardan edilýän talap, öwrümlerde bölüşdirme isleriniň takyklygyny hem kesgitleýär.

Öwrümi ownuk detallara bölmegiň birnäçe usullary bardyr we ol usullar ölçegleriň görnüsi we ulanyş şertleri bilen tapawutlanýandyr.

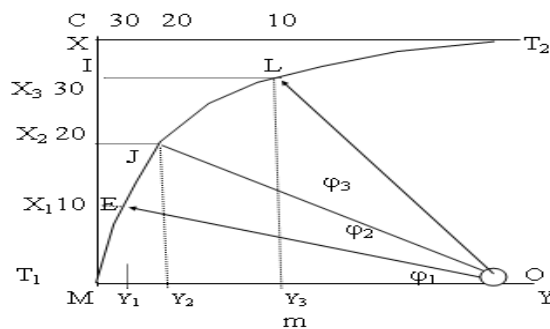
20 metrden kiçi radiusly öwrümde bölüşdirme işleri, öwrümiň merkezinden uzaklyk başlanýar ýa-da nusganyň (şablonyň) kömegi bilen geçirilýär. Öwrümleri ownuk detallara bölmegiň birnäçe usuly bardyr:

1.Göniburçly koordinatlar usuly, 2.Burçly-çyzykly kesimler usuly, 3. Hordalaryň dowamy usuly, 4. Köpburçlar usuly, 5. Kesijiler usuly.

### **11.16.3.Öwrümleri göniburçly koordinatlar usuly boýunça bölmek.**

Bu usulda öwrümde deň aralykda ýerleşen E,J,L nokatlaryň ýagdaýy (11.17-nji surat)  $X_1 Y_1; X_2 Y_2; X_3 Y_3; \dots X_n Y_n$  göniburçly kordinatlar boýunça kesgitlenýär. Bu usulda absissa oky (X) hökmünde MC tangens çyzygy alynýar, ordinata oky (Y) hökmünde öwrümiň başlangyjyndan (ýa-da soňyndan) geçirilen radius alynýar, koordinatlaryň başlangyjy hökmünde öwrümiň başlangyç nokady (birinji

ýarym aýlaw şaha üçin) ýa-da öwrümiň ahyrky nokady (ikinci ýarym aýlaw şaha üçin) alynýar.



11.17-nji surat

Öwrümiň başlangyjyndan islendik K aralykda ýerleşen (E,J,L) nokady duganyň uzynlygy we radiusy boýunça merkezi  $\varphi$  burçy şeýle gatnaşykdan kesgitläp bolar

$$K:2\pi R = \varphi:360^\circ \quad \varphi = K/R \times 180/\pi \quad (11.28)$$

ol 11.17-nji suratda  $X_3=MI=mL$  we  $Y_3=IL=Mm$  görkezilen ýagdaýda göniburçly  $LmO$  üçburçlukdan nokatlaryň koordinatlary şeýle kesgitlenýär:

$$\begin{aligned} X_i &= R \sin \varphi_i & Y_i &= MO - mO = R - R \cos \varphi_i \\ Y_i &= R(1 - \cos \varphi_i) \end{aligned} \quad (11.29)$$

Tejribede koordinatlary kesgitlemek, öwrümi detallary boýunça böleklere bölmek üçin taheometriki sekillendirmede we inzener işlerinde ulanylýan, ýörite tablisalary (Г.Ю.Хунджа «Таблица применяемые на тахеометрических съемках и в инженерном деле») ulanmak amatly bolýar.

Onuň üçin şol tablisanyň III-nji bölüminden  $T_1$  we  $T_2$  bahalary tapylýar. Biziň mysalymyzda  $T=38.09$  we öwrümiň radiusyna ( $R=100m$ ) baglylykda tablisanyň IV-nji bölüminden ýa-da formulanyň kömegi bilen absissa  $X$  (ýa-da  $K-X$ ) we ordinata  $Y$  bahalary kesgitlenýär

Ondan soňra  $T_1$  we  $T_2$  nokatlardan absissanyň we ordinatanyň bahalaryny kesgitläp öwrümiň gosmaça nokatlary tapylýar.

Mysal üçin: öwrüm burçy  $\alpha=41^{\circ}42'$  öwrümiň radiusy  $R=100\text{m}$ ; tablisanyň III-nji bölümüni ulanyp öwrümiň başlangyç  $T_1$  we  $T_2$  nokatlaryny ýerinde tapmaly we öwrümde her bäs metr aralykdan goşmäça nokatlary tapmaly.

$R=100\text{m}$  radius üçin we öwrümdäki nokatlaryň aralygy ( $K=5\text{m}$ ) üçin IV tablisadan  $X$  (ýa-da  $K-X$ ) we  $Y$  bahalary kesgitlenýär.

11.4 -nji tablisa

$K=5\text{m}$	$K-X=0.00\text{m}$	$y=0.13$
$K=10\text{m}$	$K-X=0.02\text{m}$	$y=0.5$
$K=15\text{m}$	$K-X=0.06\text{m}$	$y=1.12$
$K=20\text{m}$	$K-X=0.13\text{m}$	$y=1.99$
$K=25\text{m}$	$K-X=0.26\text{m}$	$y=3.11$
$K=30\text{m}$	$K-X=0.45\text{m}$	$y=4.47$
$K=35\text{m}$	$K-X=0.71\text{m}$	$y=6.06$

Şu maglumatlaryň esasynda öwrümde goşmäça nokatlary ( $K=5\text{m}$ ) şeýle düzgün boýunça ýerinde belllenýär:

Ýerinde önden kesgitlenen öwrümiň başlangyç we ahyrky nokatlaryndan ( $T_1$  we  $T_2$  nokatlardan)  $K=5, 10, 15, 20, 25, 30, 35\text{m}$ . aralygy öwrüm burça tarap ölçelýär we wagtlaýyn gazyk bilen berkidilýär. Soňra şol gazyklardan ters ugra ýagny  $T_1$  we  $T_2$  nokatlara tarap ( $K-X$ ) tablisadan alnan bahalar lenta bilen ölçenýär ýagny  $0,002, 0,06$  we s.m. Netijede  $K=10\text{m}$  öwrüm üçin -  $9.98\text{m}$  bolýar. we ş.m. Soňra täze alnan nokatlardan perpendikulýarlykda ordinatanyň bahalary ( $y$ )= $0,13 \ 0,50 \ 1,12$  we ş.m ölçelýär we öwrümiň radiusynyň özünde gerek bolan nokatlarda gazyk kakylýar.

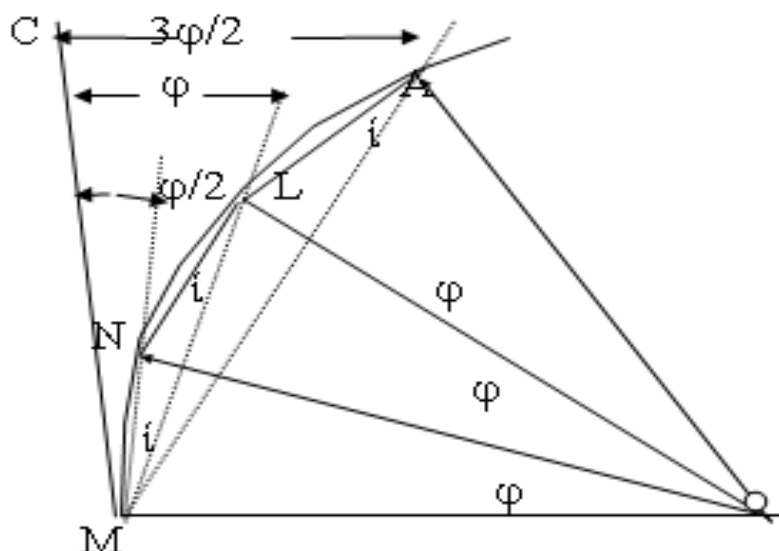
#### **11.16.4. Öwrümleri burçly-çyzykly kesimler usuly boýunça bölmek.**

Bu usulda şeýle ýagdaý ulanylýar, ýagny öwrümiň haýsy hem bolsa bir nokadynyň depesinden bir meňzeş dugadan kesip geçende alnan burç, indiki meňzeş dugadan kesip geçýan burçuň ýarysyna, ýagny merkezi burçuna deň (11.18-nji surat) bolan düzgün ulanylýar.

Hordanyň  $\dot{r}$  uzynlygyna we  $\dot{\theta}$  öwrümiň  $R$  radiusyna baglylykda  $\phi/2$  burçyň ululygynyň bahasy tablisadan alynýar

$$\sin \phi/2 = i/2R \quad (11.30)$$

Bu ýerde, í -hordanyň uzynlygy.



11.18-nji surat

Öwrümiň başlangyç M-nokadynda teodolit gurnalýar (11.18-nji surat) we tangens çyzygyndan  $\varphi/2$  burça alynýar we alynan ugr boýunça  $MN = l$  hordanyň uzynlygy goýulýar. Öwrümde tapylan nokat berkidilýär. Soňra şol MC ugrdan teodolit bilen ikinji  $2\varphi/2 = \varphi$  burç ölçelýär, N nokatdan hordanyň indiki  $l$  uzynlygy goýulýar we ýerinde öwrümiň L nokady berkidilýär. Öwrümde soňky A nokat hem şu düzgün boýunça kesgitlenýär.

Burçly-çyzykly kesimler usulynda öňdäki nokadyň ýagdaýy yzdaky nokada otnositellikde kesgitlenýänligi sebäpli, öwrümiň uzynlygy artdygyça, ony detallar boýunça bölmegiň takyklygy tiz pese düşýär. Bu usulyň esasy kemçiligi hem şondan ybarat.

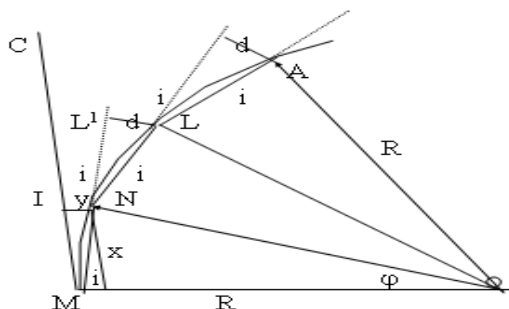
### 11.16.5 Öwrümleri hordalaryň dowamy usuly boýunça bölmek.

Öwrümi hordalaryň dowamy usuly boýunça bölmekde teodolit ulanylmaýar. Öwrümiň  $R$  radiusy we hordanyň kabul edilen  $i$  (10m, 20m.) uzynlygyna baglylykda tablisadan  $d$  we  $y$  (aralyk we ahyrky kesimler) kesimleri alynýar.

$$y = i^2/2R \quad d = 2y = i^2/R \quad (11.31)$$

Öwrümde birinji  $N$  nokadyň ýagdaýyny (11.19-njy surat) göniburçly  $x$  we  $y$  koordinatlaryň kömegi bilen kesgitläp bolýar ýa-da  $MI = i$  tangens kesimde

$MN = i$  we  $IN = y$  wektoorlaryň radiuslarynyň çyzykly kesişmesiniň netijesinde kesgitläp bolýar.



11.19-njy surat

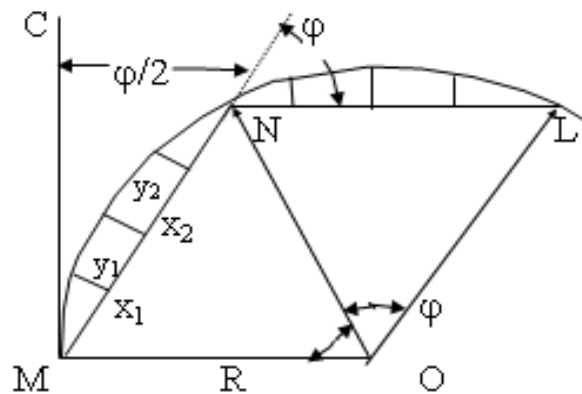
Ýerinde öwrümiň  $N$  nokady berkidilýär.  $MN$  hordanyň oky dowam etdirilip, onda (i) hordanyň uzynlygy alynýar, soňra  $L^1L = d$  we  $NL = i$  kesimleriň kesişmeginde öwrümde  $L$  nokadyň ýagdaýy kesgitlenýär. Öwrümde soňky  $A$  nokat hem şu düzgün boýunça kesgitlenýär. Bu usulyň hem esasy kemçiligi burçly-çyzykly kesimler usulyndaky ýaly öwrümiň uzynlygy artdygyça, ony detallar boýunça bölmegiň takyklygy tiz pese düşýär.

### 11.16.6 Öwrümleri köpburçlar usuly boýunça bölmek.

Öwrümde nokatlar yzygider deň aralykda hordanyň (i) uzynlygyny we goňşy hordalaryň arasyndaky burçlary ( $\beta$ ) goýmak ýoly bilen kesgitlenýär (11.20-nji surat)



Bu usulda öwrümiň başlan-gyç nokadyndan tangensden  $\varphi/2$  burçy ölçelip birinji MN kesiji (horda) kesgitlenýär. Burç  $\varphi/2$  (87) formula boýunça hasaplamaly ýa-da berilen (R) we (i) boýunça tablisadan almaly, şeýle hem tablisadan (K-x) we (y) ulylyklary almaly. Kesgitlenen ulylyklar esasynda öwrümiň MN bölegini hordadan detallar boýunça böleklere bölmek işleri ýerine ýetirilýär. Soňra teodolit N nokada göçirilýär we MN ugrdan  $\varphi$  burç ölçelip ikinji NL kesiji kesgitlenýär. NL kesijiden öwrümiň täze NL bölegini detallar boýunça böleklere bölmek işleri ýerine ýetirilýär.



11.21-nji surat

Koordinatlar usuly bilen bir hatarda kesijiler usuly hem has takyk usul bolup, çäkli ýerlerde hem ulanylyp biliner (tunellerde, dambalarda we ş.m.).

### 11.17. Ters geodeziki meseleleri çözmek.

Gurluşyk, taslama işlerinde geodeziki maglumatlary almak üçin geodeziki meseleleri çözmek zerurlygy ýüze çykýar.

Taslama-gurluşyk işleriniň geçirilýän ýer böleginiň daşky araçäginiň nokatlarynyň koordinatlarynyň kömegi bilen ters geodeziki meseläni çözüp ýer böleginiň umumy meýdany, nokatlaryň aralyklary, taraplaryň rumblary, azimuthlary, ýörelgäniň içki burçlary kesgitlenilýär.

Ýer böleginiň daşky araçäginiň nokatlarynyň koordinatlary 11.6 formula esasynda kesgitlenilýär.

Kesgitlenen koordinatlaryň üsti bilen ösdürilen koordinatlar kesgitlenýär.

Ösdürilen koordinatlar diýip bir ugrda ýerleşen iki nokadyň kordinatlarynyň tapawudyna aýdylýar. Ösdürilen koordinatlar ugr boýunça aralygy, rumby, azimudy we beýlek maglumatlary kesgitlemek üçin zerurdyr. Ösdürilen koordinatlar şeýle formulalar bilen kesgitlenilýär:

$$\Delta X = X_{n+1} - X_n \quad \Delta Y = Y_{n+1} - Y_n \quad (11.34)$$

Mysal üçin 1-2 nji ugrda belli koordinatlar esasynda ösdürilen koordinatlar şeýle kesgitlenýär:

$$\Delta X_{1,2} = X_2 - X_1 = 6790 - 7050 = -260\text{m}$$

$$\Delta Y_{1,2} = Y_2 - Y_1 = 2840 - 2410 = 430\text{m}$$

Beýleki ugrlaryň ösdürilen koordinatlary hem şu tertipde kesgitlendi we olaryň maglumaty tablisada berilýär

Ýer böleginiň daşky araçäkleriniň nokatlarynyň aralygy ösdürilen koordinatlary ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ) ulanyp şeýle formula bilen kesgitlenilýär:

$$L_{n+1} = \sqrt{\Delta X_{n+1}^2 + \Delta Y_{n+1}^2} \quad (11.35)$$

Mysal üçin 1-2–nji ugryň aralyklary şeýle hasaplandy:

$$L_{1-2} = \sqrt{\Delta X_1^2 + \Delta Y_1^2} = \sqrt{260^2 + 430^2} = 502,49\text{ m};$$

Rumblar ugurlaryň demirgazyk günorta merdian okuna ýakyn bolan burcydyr. Olar çäryeklerde ýerleşişine baglylykda kesgitlenýär we  $0^\circ$ - $90^\circ$  aralykda ýerleşýär. Ösdürilen koordinatlary ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ) ulanyp taraplaryň rumblary şeýle formula esasynda kesgitlenýär.

$$R = \text{arc.tg} \frac{\Delta Y}{\Delta X} \quad (11.36)$$

Mysal üçin 1-2 –nji ugryň rumb şeýle hasaplandy:

$$r_{1-2} = \text{arc.tg} \frac{430}{-260} = -58^\circ,84 = -58^\circ 48' \text{ Go} - \text{Gd};$$

Tekiz göniburçly koordinatlar düzgüninde absissa (X) we ordinata (Y) oklaryň çärýekler boýunça belgisine laýyklykda rumblaryň atlary kesgitlenildi.

11.5 -nji tablisa

Çärýekler	Rumblar	Ösdürülen koordinatlar		Azimutlar
		$\Delta x$	$\Delta y$	
I	Dg. G.d.	+	+	$A_1=R_1$
II	G.o. G.d	-	+	$A_2=180^\circ-R_2$
III	G.o. G.b.	-	-	$A_3=180^\circ+R_3$
IV	D.g. G.b.	+	-	$A_4=360^\circ-R_4$

Tekiz göniburçly koordinatlar düzgüninde ugrukdyrylýan ugruň azimuty meridianyň demirgazygyndan başlanyp sagat diliniň ugry boýunça ugrukdyrylan ugra çenli bolan aralykdyr. Azimut  $0^\circ-360^\circ$  aralygynda ýerleşýär.

Ters geodeziki meselede azimutlar rumblaryň üsti bilen, tablisada görkezilen formulalara laýyklykda kesgitlenýär.

Mysal üçin 1-2 –nji ugryň azimudy şeýle hasaplandy:

$$A_{1-2}=180^\circ-R_{1-2}=180^\circ-58^\circ 48' = 121^\circ 12'$$

Tekiz göniburçly koordinatlar düzgüninde gorizonta burç diýip bir nokatdan çykýan iki ugruň arasyndaky gradusda, gradda, radianda, aňladylan ululyga aýdylýar.

Ters geodeziki meselede gorizonta tekiz burçlar azimutlaryň üsti bilen şeýle formula esasynda kesgitlenilýär.

$$\begin{aligned}\beta &= \alpha_{Ters} - \alpha_{Baş} \\ \alpha_{Ters} &= \alpha_{Baş} + 180^\circ\end{aligned}\tag{1.37}$$

**Bu ýerde:**

B- içki gorizantal tekiz burç

$\alpha_{Ters}, \alpha_{Baş}$  -bir noktadan çykýan iki ugryň başlangyç we ters azimuthy.

Mysal üçin 1,2,3,4 nokatlardada içki gorizantal tekiz burçlar şeýle hasaplandy:

$$B_1 = A_{4-1} + 180^\circ - A_{1-2} = 29^\circ 44' + 180^\circ - 121^\circ 12' = 88^\circ 32'$$

$$B_2 = A_{1-2} + 180^\circ - A_{2-3} = 121^\circ 12' + 180^\circ - 209^\circ 47' = 91^\circ 25'$$

$$B_3 = A_{2-3} + 180^\circ - A_{3-4} = 209^\circ 47' + 180^\circ - 301^\circ 06' = 88^\circ 41'$$

$$B_4 = A_{3-4} + 180^\circ - A_{4-1} = (301^\circ 06' + 180^\circ - 29^\circ 44') - 360^\circ = 91^\circ 22'$$

Ters geodeziki meselede hasaplamalaryň dogrulygyny barlamak üçin içki burçlaryň jemi olaryň teoriýa boýunça jemine deň gelmeli.

Ýalňyşlyk  $f_B = 0$  nola deň bolanda hasaplamalaryň dogrulygyny aňladýar.

## ULANYLAN EDEBIÝATLAR:

1. G. Berdimuhamedow “Garaşsyzlyga guwanmak, watany, halky söýmek bagtdyr” Aşgabat 2007 ý. 145 – sah.;
2. G. Berdimuhamedow “Täze Galkynyş eýýamy” 2007 ý. 374 – sah.;
3. G. Berdimuhamedow “Eserler ýygyndysy” Aşgabat 2007 ý. 415 – sah.;
4. G. Berdimuhamedow “Türkmenistanyň ykdysady strategiýasy” Aşgabat. Türkmen döwlet neşirýat gullugy 2010ý.;
5. “Türkmenistanyň 2030-njy ýyla çenli durmuş ykdysady ösüşiniň esasy görkezijileri.”;
6. Türkmenistanyň XX Halk maslahatynyň resminamalary, çykyşlar we metbugatdaky seslenmeler; A. Türkmen döwlet neşirýat gullugy; 2007 ý. 462-sah.;
7. M. Allakow “Geodeziýanyň esaslary”, “Çyzykly elektronika” Aşgabat 1998 ý.
8. B. N. Gaýypow, D. Nurmuhammedow, P. B. Bäşimow, Ç. Ç. Nyýazow “Amaly geodeziýa” okuw gollanmasy. Aşgabat ylym 2006 ý.

### **GOŞMAÇA EDEBIÝATLAR.**

1. А. Ф. Чижмаков, А. М. Чижмаков “Геодезия” Москва “Недра” 1977 г.
2. В. В. Данилов и др. “Геодезия” Москва “Недра” 1976 г.
3. Б. С. Хейфес, Б. Б. Данилович “Практикум по инженерной геодезий” Москва “Недра” 1978 г.
4. Н. Г. Вадеев “Справочник по инженерной геодезии” Киев “Высшая школа” 1978 г.
5. А. А. Соломонов “Инженерная геодезия” Минск “Вышэйшая школа” 1983 г.
6. Ю. К. Неумывакин, А. С. Смирнов “Практикум по геодезии” Москва “Недра” 1985 г.
7. Е. Г. Парамонова, А. Г. Юнусов “Геодезические работы в мелиоративном строительстве” Москва “Недра” 1981 г.
8. М. А. Гендельман “Землеустроительное проектирование” Москва “Агропромиздат”, 1986 г.
9. А. В. Маслов и др. “Геодезия” Москва “Недра” 1964 г.
10. В. М. Голубкин и др. Москва “Недра” 1975 г.

# MAZMUN

Giriş	7
<b>I Bap.</b> Geodeziýa hakynda umumy düşünje.....	8
1.1.Geodeziýa hakynda düşünje we onuň beýleki ylymlar bilen arabaglanşygy.....	8
1.2.Halk hojalygynda geodeziýanyň ähmiýeti.....	11
1.3.Geodeziýanyň ösüş taryhy.....	12
1.4.Ýeriň görnüşi we ölçegleri barada düşünje.....	14
1.5.Plan, karta we profil.....	16
1.6.Planlary we kartalaryň masştablary, olaryň görnüşleri we takyklygy.....	20
1.7.Ýeriň güberçekliginiň ölçeglere ýetirýän täsiri.....	25
1.8.Oba hojalygy üçin niýetlenen planlarda, kartalarda ulanylýan şertli belgiler we olaryň görnüşleri.....	28
1.9. Inženerçilik geodeziýasynda ulanylýan koordinatalar we olaryň görnüşleri	30
1.10.Geodeziýada ulanylýan ölçeg birlikleri.....	38
<b>II Bap.</b> Geodeziýa ölçegleri.....	39
2.1.Geodeziýa ölçegleri barada umumy düşünje.....	39
2.2.Geodeziki ölçegleriň görnüşleri we guralyşy.....	40
2.3.Ölçegleriň takyklygyna baha bermek we olardaky ýalňyşlyk.....	42
2.4.Baryp bolmaýan aralyklary ölçemek.....	48
<b>III Bap.</b> Ýerde we planda ugurlary kesgitlemek.....	50
3.1. Ýerde we planda ugurlary kesgitlemek.....	50
3.2.Azimutlar.....	51
3.3.Rumblar.....	53
<b>IV Bap.</b> Topografiki kartalar.....	59
4.1.Topografiki kartalar barada düşünje.....	59
4.2.Topografiki kartalaryň düzüm bölekleri.....	60
4.3.Ýer üstüniň relýefi we onuň görnüşleri.....	61
4.4.Gorizontallar boýunça planda, kartada çözülýän meseleler.....	65
4.5.Ýer üstüniň belentlik nokatlary.....	72
<b>V Bap.</b> Meýdanlary kesgitlemek.....	75
5.1.Meýdanlary kesgitlemegiň usullary.....	75

5.2.Meýdanlary analitiki usulda kesgitlemek.....	76
5.3.Meýdanlary grafiki usulda hasaplamak.....	80
5.4.Meýdanlary mehaniki usulda kesgitlemek.....	84
5.5.Planyň deformasiýasyna düzediş koeffisientini girizmek.....	90
<b>VI Bap.</b> Ýer üstüni ýönekeý gurallarda ölçemek we şekillendirmek.....	91
6.1.Uzynlyk ölçeglerinde ulanylýan ýönekeý esbaplar we olaryň takyklygy.....	91
6.2.Polat lentalar bilen aralyklary ölçemegiň düzgünleri.....	92
6.3.Gorizontaralyklary kesgitlemek.....	95
6.4.Ýer üstüni ýönekeý gurallarda şekillendirmek.....	96
6.5.Eklimetr bilen ýer üstüniň ýapgytlyk burçlaryny ölçemek.....	97
6.6.Ekker bilen göni burçlary gurmak.....	99
6.7.Bussol bilen ugrlary kesgitlemek.....	100
<b>VII Bap.</b> Teodolit bilen işlemek.....	102
7.1.Teodolidiň düzümlük bölekleri.....	102
7.2.Teodolidiň işçi bölekleri.....	103
7.3.Teodolidi iş ýagdaýyna getirmek.....	103
7.4.Teodolit bilen gorizontaralyklary ölçemek.....	105
7.5.Teodolidiň barlanylyşy we düzedilişi.....	120
7.6.Teodolitleriň görnüşleri we takyklygy.....	122
7.7.Teodolit ýörelgesinde geçirilen ölçegleriň netijesini işlemek.....	124
<b>VIII Bap.</b> Geometriki niwelirleme.....	129
8.1.Niwelirleme barada düşünje we onuň görnüşleri.....	129
8.2.Döwlet niwelirleme torlary.....	132
8.3.Niwelir belgileri.....	133
8.4.Niwelirleriň görnüşleri, takyklygy we gurluşy.....	135
8.5.Niwelirleriň barlagy.....	137
8.6.Niwelir reýkalary.....	138
8.7.Niwelirleme žurnaly.....	139
8.8.Geometriki niwelirlemäniň usullary.....	140
8.9.Geometriki niwelirlemäniň usullary.....	144
8.10.Niwelir ýörelgesinde arabaglanşdyryjy we aralyk	145

nokatlary.....	
8.11.Ýeriň güberçekliginiň we refraksiýasynyň niwelirlemä ýetirýän täsiri.....	147
8.12.Belentlik bahany şekillendirmäniň esas nokatlaryna geçirmek.....	151
8.13.Ýer üstüni magistrallar usuly boýunça niwelirlemek.....	154
8.14.Ýer üstüni inedördüller böleklere bölüp niwelirlemek.....	155
8.15.Inedördül niwelirlemäniň netijeleri esasynda ýer üstüni tekizlemek.....	165
<b>IX Bap.</b> Menzulaly şekillendirmesiniň geçiriliş düzgüni gurluşy we barlagy.....	172
9.1.Menzula şekillendirmesiniň geçiriliş düzgüni, gurluşy we barlagy.....	172
9.2.Menzulaly şekillendirmede ulanylýan gurallar.....	175
9.3.КБ-1 görnüşli kipregiliň işleýiş aýratynlygy.....	180
<b>X Bap.</b> Taheometrli şekillendirme.....	181
10.1 Taheometrli şekillendirme barada düşünje we taheometrler.....	181
10.2 Taheometrli şekillendirmede aralyklary ölçemek...	182
10.3 Taheometrli şekillendirmäniň geçirilişi .....	184
<b>XI Bap.</b> Inženerçilik gözleg işlerinde we gidromelioratiw desgalaryň gurluşygynda geçirilýän geodeziki işleri.....	187
11.1.Ummumy düşünje.....	187
11.2.Taslamany ýere geçirmek üçin geodeziki esaslandyрма.....	191
11.3.Desgalaryň ýerleşiş taslamalaryny ýere geçirmek üçin geodeziýa görkezijilerini taýýarlamagyň usullary.....	191
11.4. Taslama gorizont ugulary ýere geçirmek.....	193
11.5. Berlen uzynlykdaky çyzyklary ýere geçirmek.....	194
11.6.Çyzygy berilen eňňitligi boýunça ýere geçirmek	195
11.7.Taslama nokatlaryň belentlik bahalaryny ýere geçirmek.....	197
11.8.Desgalaryň ýerleşişiniň taslamalaryny ýere geçirmegiň usullary.....	198
11.9. Bentleri gurmak.....	200

11.10. Suw howdanynyň araçägini ýerde bellemek.....	204
11.11. Gurluşyklaryň geodeziki toruny gurmak.....	205
11.12. Akaba ulgamlaryny esasy oky boýunça gurulýan ýerlerine geçirmek.....	207
11.13. Akabaň hanasyny gurmak üçin geçirilýän geodeziki bölüşdirme işleri.....	209
11.14. Turbageçirijiler we wagtlaýyn suwaryş ýaplar gurulanda geçirilýän geodeziki işler.....	211
11.15. Ulgamlaryň ýerinde takykklanşy we olary piketlere bölmek.....	212
11.16. Desgalaryň öwrümlü çyzykly elementlerini esasy nokatlara bölüşdirmek.....	213
11.17. Ters geodeziki meseleleri çözmek.....	225