

MYRAT ALLAKOW

# GEODEZIYA



## GİRİŞ

### 1. Umumi düşünje

*Geodeziýa* Ýeriň şekilini we parametrlerini öwrenmekde, onuň üstündäki nokatlaryň bir-birine baglylykda ornuny kesgitlemekde, ýer üstüniň kartasyny, planyny we profilini düzmekde, şeýle hem inženerçilik işlerinde binalary teswirlemekde ýerine ýetirilýän ölçegleri geçirmegiň teoriýasy we amallary hakyndaky ylymdyr.

Ýeriň üstünde geçirilýän geodeziki ölçegler dürli-dürli bolup, olar şu aşakdakylardan ybarat:

- 1) Ýeriň üstünde berlen çyzyklaryň uzynlygy;
- 2) Çyzyklaryň arasyndaky gorizonta we wertikal burçlar;
- 3) Ýeriň üstündäki nokatlaryň başlangyç diýlip kabul edilen üste görä beýikligi we ş. m.

Bu ölçeglerde dürli görnüşli geodeziki gurallar ulanylýar. Geodeziki ölçeglerden peýdalanyň her bir amaly ýa-da ylmy meseleleri çözmekde, ölçegleriň netijeleri matematiki taýdan hasaplanylýar. Geçirilen hasaplamalara baglylykda ýeriň üstündäki nokatlaryň bir-birine görä ýagdaýy kesgitlenilýär. Geodeziki ölçegleri grafiki teswirläp, ýer üstüniň kagyza kiçeldilen şekilleri - *topografiki plany, kartasy* we berlen ugruň *profili* alynýar.

Ýeriň üstünde ölçeg işlerini geçirmek, alnan maglumatlary matematiki taýdan işlemek we grafiki tertipleşdirmek geodeziki meseleleri çözmekde esasy usullar hasaplanylýar. Geodeziki ölçegler diňe bir Ýeriň ýüzünde däl-de, eýsem Ýer gabygynda, deňziň ýüzünde we aşagynda hem geçirilip bilner.

“*Geodeziýa*” grek sözi bolup, *geo-ýer, daizo-bölmek* diýmekdir. *Geodeziýa* adalgasy bu ylmyň gadym zamanlarda adamzat jemgyýetiniň talaplary esasynda emele gelendigini görkezýär.

*Gural gurluşyk* ylmyň we hasaplaýyş tehnologiýasynyň ýeten sepgitleri *geodeziýa* ylmyň hem ýokary derejä ýetirdi. Optiki gurallaryň ýerine häzirki wagtda elektron, sanly we lazer gurallarynyň döredilmegi möhüm ähmiýete eýedir. Ýeriň şekilini we parametrlerini kesgitlemek, ýeriň üstüni kartada we planlarda teswirlemek, inženerçilik binalary gurmak hem-de dürli amaly we ylmy meseleleri çözmek üçin ölçeg işlerini geçirmegiň täzedan-täze usullary döredilip, *geodeziýa* köp taraply ylma öwrüldi.

Ýeriň şekilini we ölçeglerini kesgitlemegiň birnäçe usullary bar. Olaryň biri-de *geodeziki* usulydyr. Bu usulda takyk geodeziki gurallaryň kömegi bilen örän ýokary takyklykdaky ölçegler geçirilýär. Olar *esasy geodeziki* işler diýlip atlandyrylýar.

Esasy geodeziki işleriň netijesinde koordinatlary we absolýut beýikligi kesgitlenen, şol ýere mahsus geodeziki belgiler bilen berkidilen punktlar ulgamy emele getirilýär. *Geodeziki daýanç torlary* ýeriň şekilini we parametlerini

kesgitlemekde, şular ýaly birnäçe geodeziki ölçegleri täze sistema birleşdirmekde hem-de dürli masştabdaky karta we planlary düzmekde esas bolup hyzmat edýär. Esasy geodeziki işleriň netijesi ýer gabygynyň hereketini öwrenmek, deňiz suwlarynyň derejeleriniň bir-birinden tapawudyny kesgitlemek ýaly meseleleri çözmäge-de ýardam berýär.

Ýeriň şekilini we parametrlerini kesgitlemek geodeziki dayanç torlaryny döretmek *yokary geodeziýanyň* wezipeleri hasaplanylýar.

Ýeriň emeli hemralarynyň we kosmos gämileriniň uçurylmany netijesinde Ýeriň şekilini we ölçeglerini kesgitlemekde geodeziýa ylmy möhüm ähmiýete eýe bolýar. Ýeriň ilkinji emeli hemrasy 1957-nji ýylda uçuryldy, şondan bäri geçen döwür içinde ýeriň üsti barada köp sanly möhüm maglumatlar ýygnaýdy. Ýeriň emeli hemralaryndan we kosmos gämilerinden ýeriň şekilini we parametrlerini kesgitlemek bilen birlikde *yokary geodeziki* usulynda çözüp bolmaýan bazisli meseleler hem hasaplanyp çykaryldy. Materiklerden dünýä okeanlaryndaky aralyklara nokatlaryň koordinatlaryny geçirmek, ýeriň üstünde geçirilýän esasy geodeziki işleri täze ulgama birleşdirmek we materiklerdäki geodeziki dayanç torlary barlamak meseleleri hem alnyp barylýar. Munuň netijesinde geodeziýanyň *kosmos geodeziýasy* diýen şahasy emele gelýär.

Geodeziýa radiolokasiýa ulgamyndan hem giňden peýdalanýar. Häzirki wagtda radiolokasiýa deňiz we howa nawigasiýasynyň esasy düzüýär. Geodeziýada radioelektronikanyň, aýratyn hem iki nokadyň arasyndaky aralygy ölçemekde ähmiýeti uludyr. Aralyklary ölçemekde padio we ýagtylyk uzakölçeýjileri (dalnomerleri) giňden ulanylýar. Geodeziýanyň radioelektronika usullary bilen meşgullanýan şahasyna *radio geodeziýa* diýilýär.

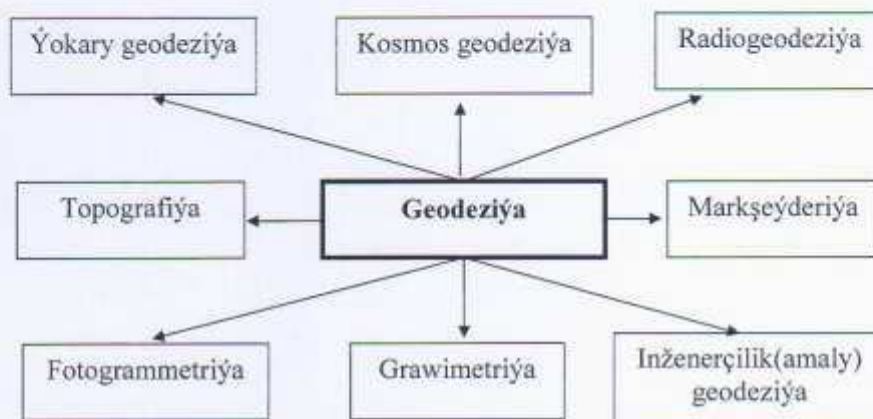
Geodeziýanyň esasy amaly wezipelerine ýer üstüniň topografiki kartasyny, planyny we profilini düzmek girýär. Topografiki kartalary, planlary we profilleri gurmak üçin geçirilýän geodeziki işleriň ýygnyndysyna **plan almak** diýilýär. Häzirki wagtda plan almagyň dürli usullary ulanylýar. Geodeziýanyň topografiki plan almagyň teoriýasy we amallary bilen meşgullanýan şahasyna *topografiýa* diýilýär.

**Topografiýa** -Ýer üstüniň obýektleriniň özara geometriki gatnaşygyny(arabaglanyşygyny) öwredýän ylymdyr. Onuň esasy maksady topografiki kartalary döretmek, ýagny tekizlikde ýer üstüniň şekilini doly suratlandyrmakdyr. "*Topografiýa*" grek sözüdir, ony türkmen diline terjime edende *topos*-orun, *grafius*-ýazýaryn, ýagny "ýeri ýazýaryn" diýen manyny berýär.

Topografiýanyň çözüän esasy ylmy we amaly meselelerine topografiki kartalary döretmegiň has kämil, ulanmaga amaty, ýeňil we arzan düşýän görnüşlerini işläp düzmeklik girýär. Bulardan häzirki wagtda has köpräk ulanylýany **sanly kartalarydyr**. Olarda ylmy we amaly meselelerini çözmegiň usullary, düzgünleri işlenilip taýýarlanylýar.



Topografiýada ýeriň üstüni öwrenmegiň esasy usuly topografiki surata almakdyr. Ol ölçeg, hasaplama we grafiki tertipleşdirmek işlerinden ybarat.



Geodeziýanyň şahalara bölünüş shemasy

Topografiýa kartalary kesgitlenen matematiki kanunlar esasynda düzülýär. Olar matematiki kanunlary meýdanda surata almagyň maglumatlaryny barlamaga we ýygılan maglumatlary hasaplamaga, ölçegleriň takyklygyna gözegçilik etmäge, kartalarda ýoýulmalaryň çäginin azalmagyna we ş.m. ýardam berýär.

*Koordinata sistemasy* Ýeriň üstünde aýry-aýry bölekleriň (uçastogynyň) nokatlarynyň ýerleşişini görkezmäge, nokatlaryň planly we beýiklik ýagdaýyny kesgitlemäge ýardam berýär.

*Topografiki planda* nokadyň tekizlikdäki ýagdaýy, şeýle-de ýer üstüniň sudurlarynyň we nokatlarynyň şertli üstünden ýokarda ýa-da aşakda ýerleşendigi berilýär.

*Topografiki karta* - ýer üstüniň kiçeldilip tekizlikde umumlaşdyrylan şekili hasaplanylýar. Onuň elementleri şertli belgiler ulgamynyň kömegi bilen teswirlenilýär (proýektirlenilýär).

Topografiýa kartalaryny we planlaryny düzmekde awiasiýa arkaly surata almagyň (fotografirlemegiň) giň gerim bilen ulanylmagy netijesinde topografiýanyň *aerofototopografiýa* diýen şahasy emele gelýär.

Geodeziýanyň şahta, ýer asty geçelgeleri (tunelleri) we binalary gurmakda, ýagny ýeriň gabygynda ölçeg işlerini geçirmek bilen meşgullanýan şahasy **markşeyderiýa** diýlip atlandyrylýar. *Markşeyderiýa* - geodeziýanyň daglarda ylmy - barlag işlerini alyp barmak, şonuň ýaly-da tehnik binalary teswirlemek hem-de gurmak bilen meşgullanýan pudagydyr.

Yer üstüni geologiki, geografiki, geofiziki we ş.m. jähtden öwrenmekde, tebigy ýer asty baýlyklary hasaba almakda, olardan peýdalanmakda, inženerçilik



ymaratlary gurmakda, meselem, gidrotehniki, gidromeliorasiýa, senagat, jaý gurluşyk, kommunal hojalyk gurluşyklarynda we başga şular ýaly amaly işlerde geodeziki ölçeglerden peýdalanylýar. Ýurdumyzyň ýeriniň çäginde dürli inženerçilik - gurluşyk işleriniň alnyp barylmany netijesinde geodeziýanyň ýene-de bir şahasy *inženerçilik geodeziýasy* emele gelýär. Inženerçilik geodeziýasy - dürli ymaratlar projektirmek we gurmak, ulanylýan desgalaryň ýagdaýyny geodeziki nukdaýda barlamak ýaly meseleleri çözmek bilen meşgullanýar.

## 2. Geodeziýanyň beýleki ylymlar bilen arabaglanyşygy

Geodeziýa tebigat, jemgyýetçilik ylymlary bilen arabaglanyşykda ösýär. Geodeziýa aýratynam kartografiýa ylymy bilen has ýakyn baglanyşyklydyr.

*Kartografiýa* - tebigy we jemgyýetçilik hadysalarynyň üýtgeýşini kartografiki şekiller arkaly barlamagy öwredýän ylym. Topografiýa kartalary hem şu topara degişli.

Topografiki planlaryň we kartalaryň esasy sütüni matematiki esas bolup durýar. Geodeziýada geçirilýän ähli hasaplamalar matematikanyň kanunlaryna esaslanýar. Bu geodeziýanyň matematika ylymy bilen-de gönüden - göni baglanyşyklydygyny görkezýär.

Döwlet geodeziki punktlaryny ýeriň üstünde gurmak üçin, olaryň geografiki we gönüburçly koordinatlaryny asman ýagtylgyçlaryna gözegçilik etmek ýoly bilen kesgitlemek gerekdir. Bu ýagdaý geodeziýany *astronomiýa* ylymy bilen baglanyşdyrýar.

**Geodeziýa** - *geologiýa, geomorfologiýa, topragy öwreniş, geografiýa* we beýleki ýer baradaky ylymlar bilen hem berk baglanyşyklydyr. Galyberse-de ýeriň parametrlerini we şekilini kesgitlemekde geodeziýada grawimetriýanyň, geofizikanyň maglumatlary-da ulanylýar.

Awiasiýa we surata almak tehnikalarynyň ösmegi bilen fototopografiýa **fotogrammetriýa** ylmyna öwrüldi.

**Fotogrammetriýa** - ýeriň üstündäki obýektleriň ölçeglerini, ondaky nokatlaryň koordinatlaryny aerofotosuratlar arkaly kesgitlemegi öwredýän ylym. Kosmosyň özleşdirilmegi hemra(sputnik) geodeziýasynyň döremegine getirdi. *Hemra geodeziýasy* - ýeriň ölçeglerini we şekilini, onuň emeli hemralarynyň we kosmos stansiýalarynyň kömegi bilen kesgitlemegi öwredýän ylym. Ýeriň emeli hemralaryndan alnan suratlary işlemek bilen alnan kartalaryň esasy, geodeziýanyň **“Kosmos topografiýasy”** diýen şahasynyň döremegine sebäp boldy.

Geodeziki gurallaryň we enjamlaryň ähli görnüşleriniň işleýşi we gurluşy fiziki kanunlar bilen baglanyşyklydyr. Bu bolsa geodeziýanyň *fizika* ylymy bilen baglanyşyklygyny görkezýär.



**Geodeziki ölçegler we kartografiki maglumatlar** *harby işlerde* hem wajyp ähmiýete eýedir.

Geodeziýa diňe bir Ýeriň şekilini we ölçeglerini kesgitlemekde, ýer üstüniň topografiki kartasyny, planyny we profilini gurmakda zerur bolman, eýsem, ol ýeriň üstünde dürli görnüşli **amaly işleri** geçirmekde hem gerek bolýar.

Topografiki kartalar we planlar Ýeriň çäginí öwrenmekde, özleşdirmekde, ylmy we hojalyk işlerinde möhüm orun tutýar. Kartalar boýunça şol ýere barmazdan, onda suratlandyrylan ýeriň çägi baradaky maglumatlar toplumyny almak mümkin. Ondaky geografiki obýektleriň sanyny, sypatyny, ýerleşişini, özara arabaglanyşygyny we ş.m. häsiýetlendirmek bolar. Bu bolsa topografiki we beýleki kartalaryň artykmaç tarapydyr.

Geodeziki ölçegleriň we gözegçilikleriň ulanylmaýan ýeri ýok diýen ýalydyr. Ölçegler gämileri we uçarlary gurmakda, şeýle hem ýeriň emeli hemralaryny uçurmakda hem ulanylýar.

Geologlar topografiki karta we aerofotosurata almagyň maglumatlaryndan peýdalanyň, ýeriň üstüni geologik taýdan öwrenmek we geologiki kartalary düzmek bilen birlikde, gazylyp alynýan peýdaly magdan kánlerini tapmak we olary karta geçirmek bilen meşgullanýarlar. Şeýle kartalarda gazylyp alynýan tebigy baýlyklaryň göwrümini, hilini, metallaryň reňkini, nebiti, gazy, gurluşyk materiallaryny hem häsiýetlendirmek mümkin.

Gidroserişdeleri öwrenmekde gidrotehniki binalary gurmakda topografiki karta we aerofotosurata almagyň maglumatlary möhüm ähmiýete eýedir.

Garaşsyz, baky Bitarap diýarymyzyň **Amyderýa, Murgap, Tejen, Garagum we Türkmen** derýalarynda iri gidrotehniki desgalary gurmak kartasyz we takyk geodeziki ölçegleri geçirmezden mümkin däldir. Islendik tebigy obýektler kartalaryň esasynda öwrenilýär we gurluşyk işleriniň göwrümi, ykdysady bahasy we ş.m. görkezijileri hasaplanýlar. Peýdalanylýan binalarda döreýän deformasiýalary kesgitlemekde we ýer gabygynyň tektoniki hereketlerini öwrenmekde geodeziki ölçeg usullary giňden peýdalanylýar.

Geodeziki ölçegler senagat we ýaşayş jaýlaryny, demir we awtomobil ýollaryny gurmakda hem möhüm ähmiýete eýedir. Bu işleriň ählisiniň taslamasy ilki bilen topografiki kartalarynda düzülýär, soňra geodeziki ölçegleriň esasynda ýeriň üstüne geçirilýar.

Täze şäherleri we obalary döretmek, ýaşalýan ilatly punktlary abadanlaşdyrmak ýaly işleri hem geodeziki ölçegsiz we topografiki kartasyz amala aşyrmak kyn bolar.

Topografiki kartalary we aerofotosurata almagyň maglumatlary dürli görnüşli taktiki, strategiki we ş.m. harby işleri amala aşyrmakda hem möhüm ähmiýete eýedir.

Geodeziki we topografiki işleriň göwrümi ýyl-ýyldan artýar. Bu işleriň möçberi döwlet meýilnamalary bilen baglanyşyklydyr.



## I. YERİN ŞEKİLİ WE ÖLÇEGLERİ

### 1.1. Yeriň ölçegleriniň kesgitlenilişi

Ylymda yeriň üsti fiziki ýa-da topografiki üst hökmünde kabul edilendir. Bu üst ummanlaryň we materikleriň bilelikdäki çylşyrymly geometriki şekilidir. Orta mekdeplerde geçilýän geografiýa dersinden bilişimiz ýaly bütewi ýer üstiniň 1/3 bölegini suwuň (29 %), galan bir böleginiň bolsa gury ýer (71 %) tutýar. Şulardan ugur alsak, onda Yeriň şeklini kesgitlemekde dünýä ummanlarynyň suwunyň üst derejesinden ugur almak amatlydyr.

Ummanlaryň suwunyň üst derejesiniň dynçlykdaky we deňagramlylykdaky duran ýagdaýynyň gury ýer böleginiň ähli yerinde, asma çyzygy göni burç bilen kesip geçýän ýagdaýyna **esasy dereje**(*urowen*) **üsti** diýilýär. Yeriň esasy dereje üsti bilen çäklenen togalak geometriki şekili **geoid** diýlip atlandyrylýar. *Geoid* grek sözi bolup, türkmen dilinde “*Ýere meňzeş*” diýmekdir. Geoid düşünjesinde gury ýer böleginiň beýikli - pesli bölekleri hasaba alynmaýar. Ýer üstüniň köpräk bölegini ummanlar we deňizler, azrak bölegini bolsa gury ýer tutýandygy möhüm baha eýedir. Gury yeriň ummanlaryň üstünden ortaça beýikliginiň tapawudy 875 metre deňdir, bu bolsa Yeriň ululygyna baglylykda kiçi sandyr.

Üst derejesini islendik nokadyň üstünden geçirmek bolar (1.1-nji surat). Bu üst derejäniň aşagyndan, yokarsyndan geçip, onuň üsti bilen gabat gelip hem biler. Suratda *A* we *B* nokatlaryň beýikligi  $H_a$  we  $H_b$  aralyklar bolar. Olaryň ählisi üst derejesinden yokarda ýerleşýärler.

Geodeziki işleriň tejribesinde Yeriň aýlanma üsti, ellipsoidiň aýlanma üsti(sferoid) hökmünde alynýar we ol öz gezeginde Yeriň hakyky şekiline geoidde has ýakyndyr.

*Geoid* - umman suwlarynyň üst derejesiniň dynçlykdaky we deňagramlylykdaky ýagdaýynyň materikleriň aşagyndan dowam etdirilende alnan yeriň şekilidir.

Yeriň tebigy üsti beýikliklerden we pesliklerden, daglyklardan we tekizliklerden, tekiz daglardan we ummanlardan, şeýle hem deňizlerden ybarat. Geçirilen geodezik ölçeglerden peýdalanylýan, yeriň üstündäki nokatlaryň beýiklikleri kesgitlenende, yeriň keşbine meňzeş hem-de ony hasaba alýan, belli bir üsti başlangyç üsti, ýagny yeriň esasy *üst derejesini* alýarys.

Yeriň geoid şekili agyrylyk güýjüniň täsirine, agyrylyk güýji bolsa yeriň aşagyndaky jynslaryň ýerleşmegine we onuň dykzlygyna baglydyr. Jynslaryň ýerleşşi we dykzlygy yeriň ähli böleginde bir görnüşli bolmanlygyndan, geoidiň üstüne baglylykda “*tolkun görnüşli*” bolýar (1.2-nji surat).

Ýer gabygyny emele getirýän jynslaryň dykzlygy we ýerleşmegi häzire çenli doly öwrenilmändigi sebäpli, geoidiň takyk şeklini bilmek kyn meseleleriň biri hasaplanylýar. Soňky ýyllarda *yokary geodeziýanyň* esasy wezipesi, geoidiň şeklini kesgitlemek bolup durýar. Görnükli rus alymy **K. S.**

**Molodenskiý** özüniň birnäçe ýyllaryň dowamynda alyp baran ylmy işleriniň netijesinde ýokary geodeziýanyň esasy wezipesi geoidiň keşpini kesgitlemek däl-de, eýsem Ýeriň grawitasion meýdanyny we tebigy üstüni öwrenmekligini kesgitledi. Ýeriň tebigy üstüni öwrenmek üçin geoidiň keşbine ýakyn gelyän *kwazigeoid* diýip atlandyrylýan kömekçi üsti teklipl etdi. Okeanlaryň üstünde geoid bilen kwazigeoidiň üstleri bir-birine laýyk, emma gury ýerde olar tapawutlanýar. Tekizlik ýerlerde olaryň arasyndaky tapawut birnäçe santimetr, pes daglyk sebitlerde iň köpi 1 metre çenli, beýik daglyk sebitlerde 2 metre çenli bahalary alýar. Şonuň üçin geodeziýada köpçülikleýin meseleleri çözmekde geoidiň we kwazigeoidiň üsti bir-birine gabat gelyär diýip kabul edilendir.

Geodeziki ölçegler geoidiň ellipsoid aýlanmasy, ýagny ellipsiň kiçi okunyň *b-niň* (polýar pkunyň **PP<sub>1</sub>**) daşyndan aýlanmagynda emele gelen geometriki şekiline ýakyndygyny görkezdi. Bu şekilde ellipsoid bütewi çyzyk, geoid bolsa üzňe çyzyk bilen berlendir. Ýer üstüniň islendik nokadyndan geoid bilen ellipsoidiň arasyndaky tapawut *150 metre* çenli aralykda bolýar (1.2-nji surat). Şonuň üçin geodeziýada ýer ellipsoidiniň aýlanma şekili kabul edilýär.

“Kwazigeoid” gelip çykyşy boýunça grek sözi bolup, türkmen dilene “*geoid e ýakyn*” diýen ýaly manyda terjime edilýär.

**Asma çyzyk** - geoidiň üstündäki islendik nokatdan onuň üstüne perpendikulýar kesip geçmek bilen alynýar(başgaça aýdanda asma çyzyk - ýeriň agyrlýk güýjüniň ugry bilen gabat gelyän çyzykdyr). Asma çyzygyň alnysyny suratda *A* nokadyň ýagdaýynda görýärsiňiz.

**Normal çyzyk**-Ýer ellipsoidiniň üstindäki islendik nokatdan onuň üstüni perpendikulýar kesip geçmek bilen emele gelyär. Normal çyzygyň alnysyna mysal hökmünde suratdaky *B* nokadyň ýerleşişini görkezmek bolar.

Geodeziki ölçegleri geçirmek üçin kesgitlenen koordinatlar sistemasy bolan ýer ellipsoidine **referens-ellipsoid** diýilýär. Her bir döwletde topografo-geodeziki işleri geçirmek üçin belli ululykdaky Ýer ellipsoidi kabul edilendir. Garaşsyz,baky Bitarap Türkmenistan diýarymyzyň territoriýasy üçin görnükli rus alymy **F. N. Krasowski**niň referens-ellipsoidi alnandyr.

Ýer ellipsoidiniň ululygy onun elementleri bilen kesgitlenilýär. Bu elementler ellipsoidiň uly(*a*) we kiçi ýarym(*b*) oklary bolup durýar. Şu ululyklara baglylykda ýer elipsoidiniň otnositel gysylma koefisiýenti ( $\alpha$ ) hasaplanylýar (1.3-nji surat). Ol aşakdaky ýaly berilýär:

$$\alpha = \frac{a-b}{a}.$$

Ýer ellipsoidiniň elementleri gradus ölçeg netijelerine esaslanýar we hasaplanyp çykarylýar. Birnäçe ýurtlarda alymlar Ýer ellipsoidiniň elementlerini hasaplap çykarypdyrlar.

**Fransuz** alymy **Delambryň** hasaplap çykaran Ýer ellipsoidiniň bahalary häzirkî wagtda taryhy ähmiýete eýedir. Delambryň Ýer ellipsoidiniň elementlerini kesgitlemek bilen uzynlyk ölçeg *birligi bolan - metriň* bahasyny hasaplap çykaryar. Delambryň ellipsoidinde ekwatordan polýuslara çenli aralyk *10000 kilometre* deňdir. Çünki munda çäryk meridianyň *10000000* bir bölegi (*1/10000000*) **1 metre** deň diýlip kabul edilýär.

1946-njy ýyla çenli **Garassyz Döwletleriň Arkalaşygy (DGA)** ýurtlarynyň territoriýasynda topografo-geodeziki işlerini geçirende nemes astronomy **F. W. Besseliň** (1794-1846-njy ýý.) hasaplap çykaran Ýer ellipsoidiniň ululyklaryndan peýdalanyrdylar. Öňki sowet alymlary, nemes astronomy **F. W. Besseliň** ellipsoidiniň geoidiň ölçeglerinden biraz tapawut edýändigini kesgitleýärler.

Amerikaly alym **Heýford** Ýer ellipsoidiniň elementlerini hasaplap çykarmakda, ABŞ-da geçirilen gradus ölçegleriniň netijelerine esaslanýar we bu ululyklar 1924-nji ýylda Halkara Geodeziýa hem-de Geofizika jemgyýeti tarapyndan **Halkara ellipsoidi** diýlip kabul edilýär.

**ABŞ, Argentina, Belgiýa, Portugaliýa, Türkiýe** we beýleki döwletler geodeziki işleri geçirmekde **Heýfordyň** ellipsoidiniň elementlerini esas hökmünde kabul edýärler. Soňky ýyllarda, sowet alymlary **Heýfordyň** ellipsoidiniň Ýeriň hakyky ölçeglerinden biraz tapawut edýändigini kesgitlediler.

Ýer ellipsoidiniň elementlerini köp ýurtlaryň alymlary, dürli ölçeg usullaryň kömegi bilen hasaplapdyrlar. Maglumatlar, alnan netijeleri boýunça hem bir-birinden tapawutlanypdyr. **GDA** we beýleki ýurtlarda geodeziki, topografiki we kartografiki işleri geçirmek üçin görnükli rus alymy **F. N. Krasowskiniň** ellipsoidiniň ölçegleri alnandyr. **F.N.Krasowskiniň** ellipsoidiniň elementleri demirgazyk ýarym şaryň çäginde Ýeriň üstine has ýakyndyr. Onuň ellipsoidiniň geoidiň üstünden gysarmasy *40 metrden* geçmeýär.

Ýeriň şekilini we ölçeglerini kesgitlemekde Merkezi Aziýanyň alymlary: **Muhammet Musa al-Horezminiň, Abu Nasr Ibn Iragyň, Abu Reýhan al-Birunyň** we beýlekileriň bitiren ylmy işleri diýseň guwandyrýdyr. **Muhammet al-Horezmi** algebrany esaslandyran bolsa, **Abu Reýhan al-Biruny** geodeziýany we astronomiýany esaslandyryjy alym hasaplanylýar. Ol geodeziýany geometriýanyň düzüminden bölüp aýyrýar. Merkezi Aziýanyň alymlarynyň baryp IX-XI asyrlarda hasaplap çykaran Ýer ellipsoidiniň ölçegleri, häzirkî wagtyň takyk ölçeglerinden birazrak tapawutlanýar.

Dürli ýurtlaryň alymlarynyň kesgitleän Ýer ellipsoidiniň ölçegleri 1.1, 1.2 - nji tablisalarda berlendir. **F. N. Krasowskiniň** Ýer ellipsoidiniň ölçegleri aşakdakylar ýalydyr, ýagny  $a=6378245\text{ m}$ ,  $b=6356863\text{ m}$  bolsa, onda ýer ellipsoidiniň otnositel gysylmagy:

$$\alpha = \frac{6378245 - 6356863}{6378245} = \frac{21372}{6378245} = \frac{1}{298.3}$$



Bu ýerde  $\alpha=1/298.3$ -Ýer ellipsoidiniň ortaça polýar gysylmasy.

1.1-nji tablisa

**Biziň eramyzdan öň we orta asyrlarda kesgitlenen  
Ýer ellipsoidiniň ölçegleri**

Kesgitleme- leriň awtory	Kesgitleme- leriň geçirilen ýerleri, ýurtl.	Kesgitlenen ýyly	Töwreginiň radiusy, km	Goşmaca
1	2	3	4	5
Eratosfen	Müsür, Asuan we Aleksan- driýa şäherleri	Takmynan 250 ýyl b.e.öň	$R = 5908.8$ km ( $R = 6371.12$ )	Ekwatora ýakyn ýerde
Arap alym- lary Musa al- Horezminiň ýolbaşçy- lygynda	Tigr we Ýefrat derýalarynyň aralygy, Sinjar düzlügi	Takmynan 830-njy ýyllarda	$R=6393.6$ km	$36^\circ$ - lyk parallelda
Abu Reýhan Biruni	Nandna tekizligi	Takmynan 1022 ýylda	$R=6345.1$ km	$32^\circ$ - lyk parallelda

1.2-nji tablisa

**Esasy Ýer ellipsoidlary we olaryň parametrleri**

Ellipsoidlar	Ýyllary	Uly ýarym oky $a$ , metrde	Gysylmak koeffisiýenti, $\alpha$
Delambr	1800	6375653	1:334
Balbek	1819	6376896	1:303
Eñri	1830	6377563.396	1:299.3249646
Eweresta	1830	6377276.345	1:300.8017
Bessel	1841	6377397	1:299.15
Klark	1866	6378206	1:294.98
Klark	1880	6378249	1:293.46
Heyford	1909	6378388	1:297
Krasowski	1940	6378245	1:298.3
Awstraliýski	1965	6378160	1:298.25
GRS-67	1967	6378160	1:298.247167247
WGS-72	1972	6378135	1:298.26
GRS-80	1979	6378137	1:298.257222101
WGS-84	1984	6378137	1:298.257223563
IT3-90	1990	6378136	1:298.257839303

1960-njy ýyllarda halkara astronomo-geodeziki guramasynyň beren maglumatlaryna görä Ýeriň parametrleri Awstraliýada, oňa ýanaşýan ýurtlarda we Günorta Amerikada ilkinji gezek ulanyldy. **GRS-67** (*Geodetic Reference*

System, 1967) **WGS-72** (*World Geodetic System, 1972*) referens – ellipsoidleri has soňraky analog wariantlaryň görnüşleridir.

1.3-nji tablisadan görnüşi ýaly wagtyň geçmegi bilen ýeriň parametrleri bolan uly ýarym okuň we otnositel gysylmak koeffisiýentiniň bahalarynyň kesgitleniş takyklygy has-da ýokarlanýar. Häzirki döwürde Ýeriň parametrlerine has ýakyn takyk maglumatlar hökmünde **GRS-80** (*Geodetic Reference System, 1980*) Ýer ellipsoidi alýar. Bu ellipsoidiň ölçegleri Awstraliýa, Ýewropa, Demirgazyk we Günorta Amerikanyň ýurtlary, **WGS-84** (*World Geodetic System, 1984*) bolsa, ABŞ-nyň global sistemasy hemraly pozisionirlemegiň ýardamynda dünýä möçberinde uly meşhurlyga eýe boldy. Edil şolar ýaly dünýä derejesinde meşhurlyga Rossiýanyň **ПЗ-90** (*Параметры Земли, 1990*) Ýer ellipsoidi hem alýar.

Özüniň parametrleri boýunça global kartografiki – geodeziki meseleleri çözmäge has ýakyn ellipsoidi hökmünde **umumyýer ellipsoidi** we aýratyn sebitler we ýurtlar üçin ulanylýan **referens-ellipsoidleri** tapawutlanýar.

1.3-nji tablica

#### Ýer ellipsoidleriniň esasy parametrleri

Parametrleri	Ellipsoidler		
	WGS-84	ПЗ-90	F. N. Krasowskiý
$a$	6378137	6378136	6378245
$b$	6356752.314	6356751.362	6356863.019
$\alpha$	1:298.257223563	1:289.257839303	1:298.3
Meýdany, mln km <sup>2</sup>	510.065622	510.065464	510.083059

Ellipsoidiň aýlanmasyny iki paramarti boýunça häsiýetlendirýärler. Olardan: uly ekwatorial ýarym okuny ( $a$ ) we polýar gysylmasyny ( $\alpha$ ) bellemek bolar. Olardan başga-da hasaplamada kiçi polýar ýarym oky ( $b$ ) we meridional ellipsiniň birinji ekssentriteti ( $e$ ) hem ulanylýar. Bu parametrleriň bir-birleri bilen arabaglanyşygy aşakdaky ýaly berolýar:

$$\alpha = \frac{a-b}{a}; \quad e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2};$$

$$b = a \cdot (1 - \alpha) = a \cdot \sqrt{1 - e^2}; \quad \alpha = 1 - \sqrt{1 - e^2}; \quad e^2 = \alpha \cdot (2 - \alpha).$$

Bu parametrler, şeýle-de WGS-84, ПЗ-90 we F. N. Krasowskiniň ellipsoidleri üçin üstleriň meýdanlary Türkmenistanyň territoriýasynda kartografiki we geodeziki işleri geçirmek üçin wajypdyr.

Ýer ellipsoidiniň töwereginiň uzynlygy  $l=40030.9$  km, bir graduslyk dugasynyň çyzyk uzynlygy  $111.196$  km, bir minutlyk dugasynyň çyzyk uzynlygy  $1853.282$  m, bir sekuntlyk dugasynyň çyzyk uzynlygy  $30.888$  m, Ýer üstüniň meýdany, takmynan  $510$  mln km<sup>2</sup>, ýeriň göwrümi bolsa, takmynan  $1.083$  mlrd km<sup>3</sup> bahalary alýar.

Ellipsoidiň üstüni geoidiň üstüne gabat getirmek üçin, ellipsoidi geoidiň üstüne görä oriýentirlemeli(ugrukdyrmaly) bolýars. Oriýentirlenmek işi saýlanyp alnan nokada baglylykda geçirilýär, ýagny asma çyzyk bilen agyrylyk güýjüniň ugurlaryny gabat geler ýaly ýerleşdirmek zerurdyr.

**Garasşyz Bitarap Türkmenistanyň** territoriýasy üçin ugur kesgitleýji nokat hökmünde(referens-ellipsoidiň üstünde) *Rossiýanyň Pulkow obserwatoriýasynyň tegelek zalynyň merkezi* nokady alynýar.

Praktiki işler geçirilende Ýeriň şekilini şar hökmünde alýarlar. Üstüniň meýdany ellipsoidiň meýdanyna, takmynan deňdir. Ýer şar şekilli diýip hasaplada *F. N. Krasowskiniň* we *A. A. Izotowyň* maglumatlaryna laýyklykda Ýeriň radiusy  $R = 6371.116 \text{ km-e}$  deň.

## 1.2. Ýeriň ölçeglerini kesgitlemegiň usullary

Ýeriň şekilini we ölçeglerini kesgitlemegiň aşakdaky usullary bardyr:

**1. Astronomo-geodeziki usul.** Bu usul gradus ölçeglerine esaslanýar. Onuň esasy mazmuny meridianlaryň we parallelleriň bir graduslyk dugasyna düşýän uzynlyk bahasyny kesgitlemekden ybarat. Kesgitlemek dürli giňliklerde geçirilýär. Bir graduslyk duganyň çyzyk uzynlygyny, ýeriň üstünde ölçemek örän kyndyr ( $1^\circ$ -lyk duganyň uzynlygy  $111.2 \text{ km-e}$  deňdir) Bu aralyga daglaryň, derýalaryň, kölleriň, peslikleriň we ş. m. düşýänligi sebäpli uzynlygy ölçemegiň takyklygy örän pesdir. Ölçeği meridianlaryň ýa-da parallelleriň ugry boýunça geçirýärler.

**2. Triangulýasiýa usuly.** Triangulýasiýa usuly uzak aralyklary ýokary takyklyk bilen ölçemäge mümkinçilik berýär. Bu usuly *XVII asyrdan* gollan alymy **W. Snellius** ilkinji bolup ulanýar. **W. Snelliusyň** esaslandyran bu usuly, dürli ýurtlaryň alymlary tarapyndan has-da köp ulanyp başlapdyr. *XVIII asyrdan*  $1^\circ$ -lyk duganyň uzynlygynyň meridianlar we paralleller boýunça deň dældigi subut edilýar. Polýuslarda duganyň  $1^\circ$ -lyk dugasyna düşýän uzynlyk birliginiň (meridian boýunça), ekwatoradakydan tapawutlanýandygy anyklanylýar. Bu bolsa ellipsoidiň häsiýetine mahsusdyr we **I. Nyutonyň** gipotezasyna dogry(laýyk) gelýär. Gidrodinamikanyň kanunlary Ýer ellipsoidiniň süýnmek şekiliniň bardygyny we onuň polýuslarda gysylýandygyny görkezýär.

Triangulýasiýa usuly meridianlaryň we parallelleriň ugry boýunça üçburçlyklar zynjyryny gurmak bilen, ýeriň üstündäki nokatlaryň arasyndaky has uzyn aralyklary(müňlerçe kilometre barabar bolan) kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

**Ž. Delambryň** ýolbaşçylygyndaky geçirilen gradus ölçegi örän uly ähmiýete eýedir. Olar meridianlaryň we parallelleriň ugry boýunça ölçeg geçiripdiler

*1848-1852-nji ýyllarda* rus geodezistleri **K. I. Tenner** we **W. Ýa. Struwe** *Fulane* (Norwegiýa) şäheri bilen **Dunaý derýasynyň** aýagyna çenli



uzyňlygy ölçäpdirlir. Bu aralyk gradus ölçegi boýunça  $25^{\circ}20'$ -a deň bolupdyr. Bu bolsa şol döwrüň iň uly geodeziki işleriniň biridir.

**3. Geofiziki usul.** Geofiziki usuly ýeriň üstünde agyrlýk güýjüniň meýdan boýunça ýaýramak ýagdaýyna esaslanandyr. Bu usulyň artykmaçlygy, ony okeanlaryň we deňizleriň üstünde, düýbünde, ýeriň aşagynda we ş. m. ýerlerde ulanmaga mümkinçiliginiň bolmagydyr.

Fransuz alymy **A. Klero** (1713-1765-nji ýyllarda ýaşan) ýokary geodeziýa üçin fundamental bolan teoremany subut edýär. Ol **Laplantiýada** (1736-1787) geçirilen gradus ölçegine özi gönüden – göni gatnaşýar. A. Klero agyrlýk güýji bilen Ýeriň gysylmagynyň arasyndaky gatnaşygy kesgitleýär. Bu bolsa, ylymda “*Kleronyň teoremany*” ady bilen bellidir. Ol bu ululygy Ýeriň üstünde gradus ölçeglerini geçirmezden kesgitlemegi başaýar. Bu bolsa Ýeriň üstündäki dürli nokatlarda maýatnigiň yrgyldysyna gözegçilik etmek ýoly bilen kesgitlenilýär. Bu usul ylymda täze ugruň, ýagny grawimetriýanyň emele gelmegine-de sebäp bolýar.

Ilkinji grawometriki gözegçilik 1743-nji ýylda fransuz alymy **A. Klero** tarapyndan geçirilipdir. **A. Klero** ýer üstüniň sferiki şekiliniň bardygyny, ol gidrostatik deňagramlylyk ýagdaýynda bolanda, diňe özara dartýşma güýçleriniň we olaryň bölekleriniň merkeze ymtylýan güýçler bilen öz okunyň daşyndan aýlanýandygyny ylmy taýdan subut edýär.

**A. Klero** “*Planetamyz, umumy merkezli, sferoid gatnaşyklardan durýar, şeýle hem dyklylyk merkeze ymtyldygyça artýar*” diýen pikiri aýdypdyr. Ol özüniň geçiren işiniň netijesinde ýeriň islendik nokadynda agyrlýk güýjüniň tizlenmesini hasaplamagyň formulasyny hem çykarypdyr. Formula aşakdaky ýaly berilýär:

$$g_{\varphi} = g_e \left(1 - \frac{g_p - g_e}{g_e} \cdot \sin^2 \varphi\right)$$

Bu ýerde  $g_{\varphi}$ ,  $g_e$  we  $g_p$  - giňlik boýunça ekwatorda we polýusda kesgitlenilýän agyrlýk güýjüniň tizlenmesi.

Eger-de formula özüniň san bahalaryny bersek, onda  $g_e$  we  $g_p$  aşakdaky ýaly bolar:

$$g_p = 978.030(1 - 0.005302 \cdot \sin^2 \varphi).$$

**4. Kosmos usul.** Bu usul kosmos giňişligini adamzadyň özleşdirip başlan gününden, ýagny 1957-nji ýylyň oktyabr aýyndan başlap, ylma aralaşýar. Kosmos giňişligini öwrenmek bilen ýeriň şekili we ölçegleri has takyk kesgitlenilip başlanyldy. Bu usul, öňki SSSR-de emeli hemralaryň uçurylmagy bilen baglanyşyklydyr. Kosmonawtikanyň ösmegi geodezistleriň önünde Ýeriň

emeli hemralarynyň hereketine gözegçilik etmek we giňişlikdäki ýagdaýyny berlen wagtda kesgitlemek ýalylar degişlidir.

Ýeriň emeli hemralarynyň hakyky hasaplanan traýektoriyasyndan gyşarmagy köp derejede Ýeri düzýän dag we beýleki jynslaryň, massalarynyň bir meňzeş ýerleşmänliginden, uçurylan emeli hemralaryny hasaplanan traektoriyasyndan biraz gyşardýar we ýeriň grawitasion meýdanyny, ahyrky netijede bolsa, onuň şekilini kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Ýeriň emeli hemralary (ÝEH) boýunça dürli matariklerde ýerleşen geodeziki torlaryň punktlaryna gözegçilik etmegiň birnäçe usullary bardyr.

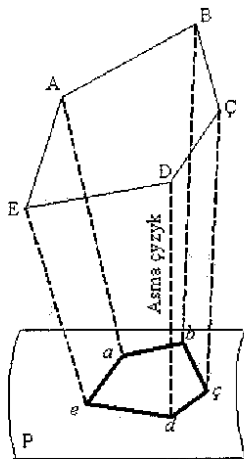
Birinji usul - sunhron usuly *ÝEH-na* dürli materiklerde ýerleşen geodeziki punktlaryndan, bir wagtyň ozünde gözegçilik etmeklige we maglumatlary almaklyga esaslanýar.

Sinhron usulyny materikleriň arasyndaky aralygyň uly bolmadyk ýagdaýynda ulanmak (punktlardan bir wagtyň özünde ÝEH-nyň görünmegi zerurdyr) mümkin.

İkinji usul - orbitaly usuldyr. Bu usul sinhron usulyndan, ÝEH-ryna dürli wagtlarda gözegçilik edilmegi bilen tapawutlanýar. Emma orbitaly usuly ÝEH-nyň hakyky orbitasynyň, hasaplanylandan gyşarmasyny göz önünde tutmaga mümkinçilik bermeýär.

### 1.3. Karta, plan we profil barada düşünje

Topografiki kartany almak maksady bilen ýeriň üstündäki nokatlaryň ählisini, ondan ýönekeý bolan üste teswirlemek gerekdir. Bu üste **otnositellik** üsti diýilýär. Şeýle üst referens - ellipsoidiň ýa-da tekizligiň üsti bolup biler.



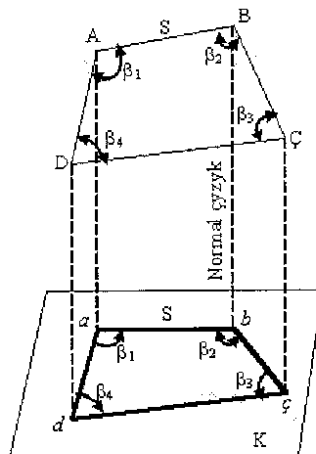
1.4-nji surat. Proyektirlemegiň usuly (kartanyň alnyşy).

Ýeriň üstündäki nokatlary otnositellik üstüne teswirlemegiň dürli usullary bar. Teswirlemegiň usullary alnan proyeksiýanyň häsiýetlerine baglydyr.

Geodeziýada bütewi ýeriň çäginä ýa-da onuň uly bölegini teswirlemek asma çyzyklaryň kömegi bilen geçirilýär (1.4-nji surat). Normal çyzygyň ugrunyň az gyşarmagy sebäpli, ony asma çyzygyň ugry bilen gabat gelýär diýip kabul etmek bolar. Düzedişler diňe ano-maliýaly sebitler üçin girizilýär.  $P$  tekizlikde alnan  $abçde$  başburçlyk, ýerdäki  $ABÇDE$  başburçlygyň proyeksiýasy hasaplanylýar.

Alnan proyeksiýanyň gorizontol bolmagy üçin, üstüň islendik nokadynda, asma çyzyklara perpendikulýar bolmalydyr.

Bütewi ýeriň üstüni ýa-da onuň uly bölegini tekizlikde şekillendirmek üçin, ilki bilen ähli nokatlar ýa-da çyzyklar ellipsoidiň üstüne teswirlenilýär. Soňra ellipsoidiň üstüni tekizlige öwürýärler, bu bolsa haýsy hem bolsa kartografiki proyeksiýanyň üsti bilen amala aşyrylýar. Şu tekizlige kesgitlenen matematiki kanunlaryň esasynda ýer üstüniň elementleri geçirilýär. Netije-de, şol ýa-da başga proyeksiýalarda berlen çäkleri şekillendirmekde ýoýulmalar emele gelýär. Ýoýulmanyň möçberi şekillendirilýän ýeriň meýdanyna (çäginä) bagly bolýar. Ýagny suratlandyrylýan territoriýa näçe uly bolsa, şonça-da ýeriň egriligini hasaba almagyň netijesinde ýoýulmalar döreýär.



1.5-nji surat. Proyektirlemegiň usuly (planyň alyşy).

**Karta** - bu bütewi ýer üstüniň ýa-da onuň uly böleginiň kiçeldilip, kesgitlenilen matematiki kanunlaryň esasynda, Ýeriň şar şekillidigini hasaba almak bilen emele gelen şekilidir.



Karta sözi gelip çykyşy boýunça “*chares*” grek sözi bolup, türkmen dilene “*hat ýazmak üçin papirus gabygy*” diýen ýaly manyda terjime edilýär.

Uly bolmadyk ýer üstüniň böleklerini teswirlemekde, üst derejesiniň bölegini **K** tekizlik bilen çalyşmak bolar. Bu ýagdaýda **asma** we **normal** çyzyklar özara parallel bolýarlar hem-de ýer üstüniň gorizonttal proyeksiýasy - **ortogonal proyeksiýa** öwrülýär. Parallel çyzyklar bilen teswirlenýän proyeksiýa berlen tekizlige perpendikulýar bolýar we ýerdäki **S** çyzyklaryň gorizonttal kesimleri alynýar (1.5-nji surat).

Ýer üstüniň plany ýerdäki çyzyklaryň arasyndaky gorizonttal ( $\beta_a \beta_b \beta_c$  we  $\beta_d$ ) burçlar we çyzyklaryň gorizonttal kesimleriniň uzynlyklary bilen häsiýetlendirilýär.

**K** tekizlikde alnan **abçd** dörtburçlyk, ýerdäki **ABÇD** dört-burçlugyň gorizonttal proyeksiýasydyr.

**Plan** - ýer üstüniň uly bolmadyk böleginiň kiçeldilip, mahsus tekizlikde alnan şekilidir. Planda ýeriň şar şekillidigi hasaba alynmaýar. “*Plan*” gelip çykyşy boýunça latyn sözi bolup, geodeziýa ylmynda ulanylanda “*Ýerleşen ýeri*” diýen ýaly manyda türkmen diline terjime edilýär.

Kartada ýa-da planda ýer üstüniň nirede beýgelyändigini ýa-da peselýändigini, ýagny üstüň relyefi (umumy geografiki we topografiki, gipsometriki, morfologiki kartalardan başgalarda) baradaky düşünjäni almak mümkin däl. Eger-de ýeriň üstünde berlen çyzyk boýunça pikirde wertikal tekizligi geçirsek, onda ol göni çyzygy kese-kesik arkaly keser, netijede ýer üstüniň profili alnar.

**Profil** - bu Ýer üstüniň kese - kesiginiň kiçeldilip tekizlikde suratlandyrylan şekilidir.

“*Profile*” inlis sözi bolup, türkmen diline “*Kese-kesik*” diýen ýaly manyda terjime edilýär.

Geodeziýada ady tutylan proyeksiýalardan daşary **merkezi proyeksiýa** hem giňden ulanylýar (1.6-njy surat).

Teswirlemek **F** nokatdan çykýan çyzyklar bilen geçirilýär. **F** nokada teswirlemegiň merkezi diýilýär. **P** tekizdäki **abçd** dörtburçlyk, ýerdäki **ABÇD** dörtburçlygyň proyeksiýasydyr. Bu proyeksiýa, adaty ýer üstüni fototopografiki surata almak hadysasynda ulanylýar.

#### 1.4. Masştab barada düşünje

Karta bilen işlemezden önürti, masştab baradaky düşünjäni almak zerurdydy döreýär. “**Masştab**” gelip çykyşy boýunça nemes sözi bolup, türkmen dilinde “**Ölçeg taýajygy**” diýen manyda ulanylýar.

Masştab - bu kartadaky ýa-da plandaky göni çyzygyň uzynlygynyň (*l*, sm-de ýa-da mm-de), ýerdäki şol çyzygyň gorizonttal kesiminiň uzynlygyna bolan gatnaşygydyr (*S*, metrde). Ony aşakdaky ýaly belläp bolar:

$$\frac{1}{m} = \frac{l}{S}.$$

Bu ýerde  $m$  - masştabyň maýdalawjysy, tegelek sanlar.

Masştaby başgaça aýdanda şekillendirilýän ýeriň böleginiň (çyzygyň uzynlygynyň) näçe esse kiçelýändigini görkezýän san bahadyr. *Sanly* we *çyzykly* masştablar tapawutlanýar.

**Sanly masştab** drob görnüşli aňladylýar, onuň sanawjysynda 1 bolup, maýdalawjyda bitin, tegelek sanlar ýazylýar. Meselem,  $1:10$ ,  $1:50$ ,  $1:100$ ,  $1:200$ ,  $1:250$ ,  $1:500$ ,  $1:1000$ ,  $1:2000$ ,  $1:2500$ ,  $1:5000$ ,  $1:10000$  we ş. m. Bu gatnaşyk planyň ýa-da kartanyň bir santimetrinde, ýerde şonça santimetriň bardygyny görkezýär.

Ýokarda agzalan masştab hataryna, degişlilikde:  $1\text{ sm} - 10\text{ sm} = 0.1\text{ m}$ ,  $1\text{ sm} - 50\text{ sm} = 0.5\text{ m}$ ,  $1\text{ sm} - 100\text{ sm} = 1.0\text{ m}$ ,  $1\text{ sm} - 200\text{ sm} = 2.0\text{ m}$ ,  $1\text{ sm} - 250\text{ sm} = 2.5\text{ m}$ ,  $1\text{ sm} - 500\text{ sm} = 5.0\text{ m}$ ,  $1\text{ sm} - 1000\text{ sm} = 10.0\text{ m}$ ,  $1\text{ sm} - 2000\text{ sm} = 20.0\text{ m}$ ,  $1\text{ sm} - 2500\text{ sm} = 50\text{ m}$ ,  $1\text{ sm} - 10000\text{ sm} = 100.0\text{ m}$  bahalary ýeriň üstünde alýar.

San masştablar ulanylanda birnäçe hasaplamalary geçirmek gerek bolýar, bu bolsa, käbir kynçylyklary-da döredýär. Masştabyň umumy formulasyndan görnüşi ýaly eger-de gorizonta kesimiň uzynlygyny kesgitlejek bolsak, onda  $S = l \times m$  (bu ýerde  $m$  - planyň ýa-da kartanyň 1 sm-ne ýa-da 1 mm-ne düşýän san bahadyr) formulany ulanmak bolar. Kartadaky çyzygyň uzynlygyny kesgitlemek maksady bilen  $l = S / m$  formulany ulanmak maksada laýykdyr. Mysallara seredip geçeliň:

**1-nji mysal.** Ýerdäki çyzygyň uzynlygyny kesgitlemeli:  $m=1:5000$  ( $l=50.0\text{ metr}$ ),  $l=9.6\text{ sm}$  bolsa, onda  $S = 9.6 \times 50.0 = 480.0\text{ metr}$  bolar.

**2-nji mysal.** Kartanyň masştaby  $1:10000$ ,  $l=4.5\text{ sm}$  bolsa, onda ýerdäki çyzygyň uzynlygy:  $S=100.0 \times 4.5 = 450.0\text{ metr}$  bolar.

Indi bolsa ýerdäki gorizonta kesimiň uzynlygy we planyň masştaby belli halaty, plandaky ýa-da kartadaky çyzygyň uzynlygyny kesgitlemege degişli mysala ýüzleneliň.

**3-nji mysal.** Çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy  $S=256.56\text{ m}$ , kartanyň masştaby  $1:10000$  bolsa, onda kartadaky çyzygyň uzynlygy  $l = 256.56 / 100.00 = 2.5\text{ sm}$  bolar.

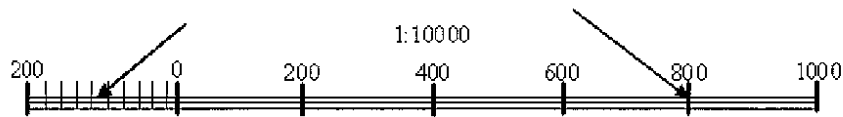
**4-nji mysal.** Çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy  $S=1278.95\text{ m}$ , kartanyň masştaby  $1:25000$  bolsa, onda kartadaky çyzygyň uzynlygy  $l=1278.95 / 250.00 = 5.1\text{ sm}$  bolar.

Amaly ýagdaýlarda şular ýaly hasaplamalardan gaça durmak maksady bilen, çyzykly masştablardan peýdalanylýar. Olar hem öz gezeginde birnäçe

görnüşli bolup, geodeziýada *çyzykly* we *kese* masştab çyzgyçlary giňden ulanylýar.

Çyzykly masştab we *sirkul* - *ölçeyjiniň* kömegi bilen kartadan ölçenen çyzygyň uzynlygyny, çyzgyjyň üstünde kesgitlemek ýa-da ýerdäki çyzygyň uzynlygy belli bolsa, onda onuň uzynlygyny planyň ýa-da kartanyň masştabynda alyp goýmak mümkin.

Çyzykly masştab çyzgyçlary işlemek üçin amatly bolar ýaly metal esasa geçirilip ýasalýar. Çyzgyçlaryň uzynlygy köplenç ýagdaýda 20 sentimetre çenli aralykda alynýar. Suratdaky çyzykly masştab çyzgyjynyň uzynlygy 12 sm bolup, beýikligi 2.5 mm-e (kähalatlarda 3 mm-den hem alynýar) deňdir (1.7-nji surat).



1.7-nji surat. Çyzykly masştab çyzgyjy.

Masştab çyzgyjynyň uly bölegine onuň **esasy** diýilýär we ol 1 we 2 sm-den alynýar. Suratda masştab çyzgyjynyň esasy 2 sm-den alnandyr. Çyzykly masştab çyzgyjynyň çetki iň soňky çep bölegine onuň *nomogrammasy* diýilýär. Nomogrammanyň kömegi bilen ölçenilýän çyzyklaryň uzynlygy has takyk geçirilýär. Bu bölek öz gezeginde *gorizontal ugurda* 10 sany deň bölege bölünip, olaryň her birine 1 ýa-da 2 mm uzynlyk birligi(esasyna baglylykda) düşýär. Kartanyň masştabyna laýyklykda, her bir kesime düşýän san bahany goýýarys. Nomogrammanyň sag kesimine 0 bahany çepindäki bölegine bir esasyň uzynlygyna düşýän sany, sagdaky esaslara bolsa masştaba bagly bolan sanlary goýup çykýarys. Biziň mysalymyzda, kartanyň masştaby 1:10000 bolanlygyndan 0 - dan çep 200 m, 0 - dan saga bolsa degişliklikde 200 m, 400 m, 600 m, 800 m we 1000 m bahalary ýazýarys.

Çyzykly masştab çyzgyjynyň kömegi bilen çyzygyň uzynlygyny 0.5 mm takyklykda ölçemek bolar.

Çyzykly masştabyň 1 sm-ne uzynlyk birligine düşýän san bahasyna masştab çyzgyjynyň **esasy** (*a*) diýilýär. Eger-de kartanyň masştaby 1:10000 bolsa, onda

$$a = 1 \text{ sm} = 100 \text{ m bolar;}$$

Çyzykly masştab çyzgyjynyň çep bölegini aralygy ýokary takyklyk bilen ölçemek üçin has ownuk bölekler (kartada 1 mm aralyga degişli bolan) bölünen – bu bolsa masştabyň takyklygy (*b*) bolar. Ol aşakdaky formulanyň kömegi bilen berilýär:

$$b = 1 \text{ mm} = \frac{1}{10} \cdot a = 10 \text{ m};$$

0.1 mm-e deň bolan ýeriň üstündäki çyzygyň kartadaky uzynlygyna – masştabyň **predel** takyklygy ( $b_1$ ) diýilýär. Ol aşakdaky ýaly berilýär:

$$b_1 = 0.1 \text{ mm} = \frac{1}{10} \cdot b = 1 \text{ m};$$

Meselem, 1:1000000 bolsa, onuň predel takyklygyny kesgitlemeli.

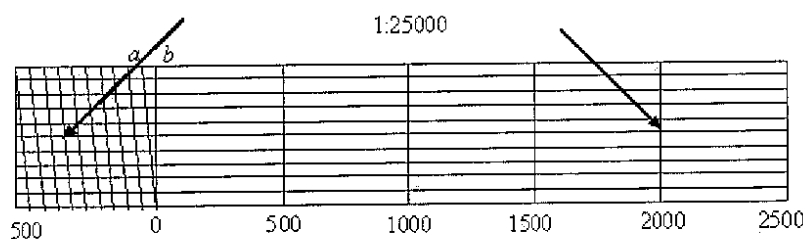
$$a = 1 \text{ sm} = 1000000 \text{ sm} = 10000 \text{ m} = 10 \text{ km};$$

$$b = 1 \text{ mm} = 100000 \text{ sm} = 1000 \text{ m} = 1 \text{ km};$$

$$b_1 = 0.1 \text{ mm} = 10000 \text{ sm} = 100 \text{ m} = 0.1 \text{ km}.$$

Çyzygyň kömegi bilen kartadan çyzygyň uzynlygy ölçenen diýeliň. Ölçände sirkul - ölçýjiniň bir aýagy hökmany ýagdaýda dik çyzyklaryň birine, beýlekisi bolsa nomogrammanyň içine düşürmelidir. Suratda, sirkul-ölçýjiniň aýaklarynyň arasyndaky aralyk  $800\text{m} + 120 \text{ m} = 920 \text{ metre}$  deňdir.

Plany ýa-da kartany gurmagyň, şeýle hem ölçemegiň takyklygyny ýokarlandyrmak maksady bilen kese masştab çyzyglaryny peýdalanmak amatlydyr. Kese masştab çyzygyňy gurmak üçin göni gorizont al çyzygyň üstünde, birnäçe gezek masştabyň esasy 1 sm ýa-da 2 sm ölçäp goýýarys. Çyzygyň başyndan we ahyryndan dik ugurlarda, masştab çyzygyňyň beýikligini, ýagny 2.5-3.0 sm alyp goýýarys. Soňra bu çyzyklarda 2.5 sm aralygy 0 sany deň, ýagny 2.5-3.0 mm-den kesimleri alyp goýýarys. Bölünen kesimlerde goýlan nokatlary, gorizont al ugurda göni çyzyklar bilen birleşdirýäris (1.8-nji surat).



1.8-nji surat. Kese masştab çyzygy.

Iň soňky çepdäki esasy 10 bölege bölüp (gorizont al ugurlarda) gysyk, ýapgyt çyzyklary geçirýäris. Bu çyzyklara *transversallar* diýilýär. Birleşdirilende ýokarky esasyň 1-nji nokady bilen aşaky esasyň 0-nji nokady birleşdirilip, galanlary oňa parallel edip geçirilýär. Grafiki gurmagyň netijesinde suratdaky kese masştab çyzygyňy alyarys.

0-dan çepdäki bölege masştab çyzgyjynyň *nomaogramması* diýilýär. Kese masştab çyzgyjyny aşakdaky ýaly peýdalanmak mümkin. Ýerdäki çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy 355 metre deň diýeliň, planyň masştaby 1:5000 bolsa, onda masştabyň esasy 2 sm deň bolanda 100 metr uzynlyk birligi düşýär. Şu bahadan ugur almak bilen, kesimiň uzynlygyny masştabda goýýarys. Masştab boýunça planyň 2 santimetrine -100 m, 2 mm-e - 10 m, 0.2 mm-e - 1 m uzynlyk birlikleri düşýär. Bahalardan ugur almak bilen gerek bolan kesimiň uzynlygyny masştab çyzgyjynda alyp goýýarys. Şu ýerde bir zady bellemek has-da zerurdyr, ýagny sirkul - ölçejiniň aýaklary, çyzygyň uzynlygy ölçenýän wagty bir gorizonta kesimde ýerleşdirilmegi zerur. Ölçeg wagtynda, sirkul - ölçejiniň bir aýagy 300 m ýazylan wertikal çyzyga, beýleki aýagy bolsa 0-dan baş bölek çepi we şol çyzyk boýunça baş bölek ýokary götermek bilen alynýar. Bu ýagdaýda ölçenen aralyk 355 metre deňdir. Suratdaky sirkul - ölçejiniň kömegi bilen ölçenen çyzygyň uzynlygy 2325 metr (1:25000 masştably kartada) bolar.

Çyzykly masştab çyzgyjynyň esasyndaky bölekleriň sanyny  $n$ , perpendikulýardaky bölekleriň sanyny  $m$  diýip alsak, onda kese masştabyň iň kiçi  $ab$  böleginiň bahasy aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$a \cdot b = \frac{AB}{m \cdot n}.$$

**5-nji mysal.** Eger-de  $AB=2$  sm,  $n=10$ ,  $m=10$  bolsa, onda  $ab=2/(10 \times 10)=0.02$  sm bolar.

**6-njy mysal.** Eger-de  $AB=1$  sm,  $n=10$ ,  $m=10$  bolsa, onda  $ab=1/(10 \times 10)=0.01$  sm bolar.

Berlen masştab çyzgyjynda ýeriň üstündäki çyzygyň iň gysga aralygyny goýmaga mümkinçilik berýän bahasyna *masştabyň takyklygy* diýilýär. Planyň ya-da kartanyň 0.1 - 0.2 mm aralygyna düşýän bahasyna nazary baha diýilýär. Emma, onuň praktiki bahasy 0.2-0.5 mm aralyklarda bolup biler. Adam ýönekeý göz bilen 0.1 mm-lik çyzygyň uzynlygyny nokat hökmünde görüp biler. Onuň çyzyk bolmagy üçin bolsa 0.2 mm aralyk gerekdir. Bahany masştabyň maýdalawjysyny 10000-e bölmek bilen kesgitlemek aňsat. Meselem, 1:10000 masştably kartanyň takyklygy 1 m, 1:5000 - 0.5 metr, 1:25000 - 2.5 m we ş. m. bolar.

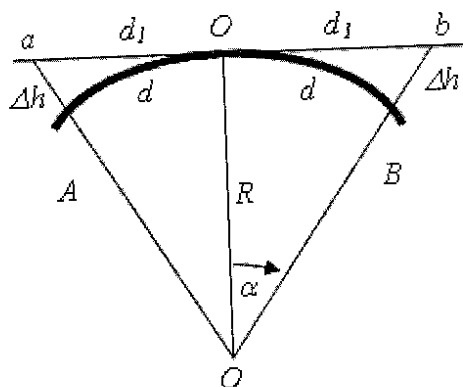
Masştabyň takyklygy, surata almagyň masştabyny saýlap almakda hem-de ýer üstüniň haýsy obýektlerini surata düşürmeli däl, ýagny ol berlen masştabda görkezilmeyärmidir diýen ýaly soraglara-da jogap berýär.

Eger-de ölçenýän çyzygyň uzynlygy masştab çyzgyjynyndan uzyn bolsa, onda çyzygy böleklerge bölmek bilen ölçemek gerek.

### 1.5. Ýer üstüniň bölekleriniň tekizlik hökmünde kabul edilen ölçegleri



Tekizlik hökmünde kabul edilen ýer bölekleriniň (uçastoklaryny) ölçeglerini kesgitlemek zerur we möhüm meseleleriň biri bolup durýar. Islendik karta ýa-da plan düzüülende, haýsy ölçegli ýer bölegini tekizlik hökmünde kabul edip boljak, kartada ýer üstüniň egriligini hasaba almalymy ýa-da ýok? Haýsy ýer bölegini ortogonal proyeksiýada şekillendirmek mümkin? Şu soraglara jogap bermek üçin aşakdaky maglumatlary bilmek hökmanydyr.



1.9-njy surat. Ýeriň egriliginiň ölçeglere täsiri.

Haçan-da tegelegiň radiusy **10** kilometrden kiçi bolsa, onda güberçek ellipsoidiň üstüni tekizligiň bir bölegi hökmünde kabul bolar. Şeýlelik-de, ortogonal proyeksiýany haýsy ýer üstüniň bölegi üçin ulanyp boljakdygyny subut etmek kyn düşmez (1.9-nji surat). Onuň üçin R radiusly sferik görnüşli ýer üstüniň bölegine seredip geçeliň. OB - AB duganyň bir bölegi diýip alalyň ( $OB=d$ ,  $Od=d_1$ )  $d_1$  göni çyzygy ýer şaryna galtaşýan göni çyzyk diýip göz önüne getireliň.

1.4-nji tablisa

Çyzyklar yň km uzynlygy	$\Delta S$ -yň tapawudy, m	$\Delta h$ -yň tapawudy, m
1	0.00	0.08
5	0.00	1.96
10	0.01	7.85
20	0.07	31.39
50	1.02	196.20
100	8.21	784.81

Işi ýerine ýetirmek üçin  $d$  we  $d_I$  çyzyklaryň tapawudyny tapalyň,  $d$ -niň uzynlygyny 100 kilometrden kiçi diýip şertleşsek, onda:

$$d=R \times \alpha; d_I = R \times \operatorname{tg} \alpha.$$

$\alpha$ -merkezi burç, gradusda;  $R$ -ýeriň radiusy, km.

Aňlatmalary bir-birinden aýyrmak bilen aşakdakyny alarys:

$$d - d_I = R \times \alpha - R \times \operatorname{tg} \alpha == R \times (\alpha - \operatorname{tg} \alpha)$$

Bu ýerde  $d - d_I = DS$ .

Merkezi  $\alpha$  burçuň örän kiçi bolanlygy sebäpli,  $\operatorname{tg} \alpha$ -ny dargadanda birinji sany hasab alman, ikinji sandan başlamak hem bolar. Şunlukda kemelýän hatar boýunça aşakdakylary alarys:

$$\operatorname{tg} \alpha = \alpha + \alpha^3/3 + \dots$$

$DS$  - göni çyzygyň uzynlygy, Ýeriň radiusy bilen deňeşdirende örän kiçi sandyr. Şonuň üçin:

$$\operatorname{tg} \alpha - \alpha = \alpha^3 / 3 \text{ we } DS = R \times \alpha^3 / 3;$$

formulany goýup aşakdakyny formulany alsak,

$$\Delta S = R \times S^3 / (3 \times R^3) = S^3 / (3 \times R^2)$$

onda, netije

$$\Delta S = S^3 / (3 \times R^2) \text{ bolar.}$$

Eger-de duganyň uzynlygy 10 kilometre deň bolsa, onda  $DS$  diňe duganyň uzynlygynyň  $1/1000000$  (1000000-dan) bir bölegini tutýar, aralyk 50 km bolsa tapawut  $1/5000$  bahany alýar.

1.5-nji tablisa

Ýer bölekleriniň meýdany, km <sup>2</sup>	Burçlaryň bahalarynyň tapawudy, sek
10	0.05
100	0.51
400	2.03
900	4.57
1600	8.13
2500	21.71
5000	25.40
10000	50.80

Häzirki zaman ýokary takyklykdaky geodeziki gurallary aralygy  $1/1000000$  takykly oňnositel ýalňyşlyk bilen ölçemäge ukyplydyr. Şonuň üçin radiusy  $R=10$  km-e deň bolan tegelegi ýa-da  $20 \times 20$  km<sup>2</sup> ýer uçaştogyny(bölegini) tekizlik hökmünde kabul etmek bolar.

Ýeriň egriliginiň täsirini kesgitlemek üçin aşakdaky formulany ulanmak bolar:

$$\Delta h = \frac{S^2}{2 \cdot R}.$$

Ýeriň üstünde  $S$  we  $h$ -yň kilometrdäki tapawudy 1.4-nji tablisadaky ýalydyr.

Burçlaryň bahalary taraplaryň uzynlygyna baglylykda üýtgeýär. Ol üýtgemeleri bolsa aşakdaky ýaly görkezmek mümkin:

$$\xi = \rho \cdot \frac{P}{R^2}$$

Bu ýerde  $P$  - şekiliň meýdany;  $\rho$  - radianyň ululygy.

Sferiki eksessiň bahalary bolsa 1.5-nji tablisadaky ýalydyr. Şu ululyklardan görnüşi ýaly, sferik eksessiň bahasy, haçan-da kwadratyň tarapy 10 km-e deň bolanda Ýeriň sferik şekilliliginiň täsiri 0.5"-a deň bolar. Diýmek, ölçegleri 20 x 20 km<sup>2</sup>-dan kiçi bolan ýer üstüniň böleklerini tekizlik hökmünde almak bolar.



*Geodeziki koordinata.* Geodeziki koordinatlar sistemasynda, belli nokadyň ýagdaýyny kesgitlemekde, esasy koordinatlar üsti hökmünde *referens-ellipsoidiň* üsti, esasy koordinata çyzyklaryň häsiýetinde bolsa geodeziki meridian we parallel kabul edilendir. Ýer ellipsoidindäki belli nokadynyň ýagdaýyny kesgitlemekde, nokatdan geçirilen meridianyň we paralleliň kesişen nokady alynýar. Geodeziki giňlik we uzaklyk dogrusynda söz açmazdan öňürti geodeziki meridian, parallel hem-de ekwator barada durup geçeliň.

Ýer ellipsoidiniň kiçi oky arkaly geçirilen kesme tekizlige - *meridional tekizlik*, tekizligiň ellipsoidiň üsti bilen kesişmegi netijesinde alnan çyzygyna bolsa *meridian* diýilýär. Ýer ellipsoidiniň belli nokadyndan, onuň aýlanma okuna perpendikulýar geçirilen kesme tekizlige - *parallel tekizlik*, şol tekizligiň ellipsoidiň üsti bilen kesişmegi netijesinde alnan çyzygyna bolsa *parallel* diýilýär. Ýer ellipsoidiniň merkezinden geçen parallel kesme tekizlige - *ekwatorial tekizlik*, onuň ýer ellipsoidiniň üsti bilen kesişmegi netijesinde emele gelen çyzygyna bolsa *ekwator* diýilýär.

Ýer ellipsoidiniň üstündäki M nokadyň *geodeziki giňligi* - onuň üstünden geçýän normal çyzyk bilen ekwatoryň tekizliginiň arasyndaky emele gelen burçdyr (2.1-nji surat). Geodeziki giňlik **B** harpy bilen belgilenilýär we ekwatoran polýuslara tarap  $0^{\circ}$ -dan  $90^{\circ}$ -a çenli hasaplanylýar. Nokat ekwatoran demirgazykda ýatsa demirgazyk giňlik, *goşmak*, eger-de günortada ýatsa, onda günorta giňlik *aýyrmak* alamatlary alynýar.

Berlen M nokadyň geodeziki *uzaklygy* - *başlangyç (Grinwiç meridiany, London şäheriniň ýakynynda ýerleşen abserwatoriýanyň ady) meridian* bilen nokadyň üstünden geçýän meridianyň arasynda emele gelen iki gyranly burçdyr. Ol **L** harpy bilen belgilenilýär we başlangyç meridiandan gündogara we günbatara  $0^{\circ}$ -dan  $180^{\circ}$ -a çenli üýtgeýär. Eger-de nokat gündogarda ýatan bolsa goşmak alamaty alýar we gündogar uzaklygy diýilýär. Tersine, nokat günbatarda ýatsa günbatar uzaklygy diýlip - aýyrmak alamaty alýar.

Türkmenistanyň ýeriniň çägi ekwatoran demirgazykda we Grinwiç meridianyndan gündogarda ýerleşenligi üçin, şu ýeriň çäginde ýatan nokatlaryň geodeziki koordinatларыnyň (giňligi (+) we uzaklygy (+)) öňüne položitel alamatlary goýulýar.

**Astronomiki koordinatlar** giňişlikde berlen nokatdaky asma çyzygyň üstünden geçýän ugruň, ýagny ýeriň aýlanma okuna perpendikulýar geçýän tekizlik(ekwatoryň tekizligi) bilen başlangyç astronomiki meridianyň tekizlikleriniň otnositellikdäki bileleşmesidir.

*Astronomiki meridianyň tekizligi* - bu berlen nokatdaky asma çyzygynyň, şeýle hem ýeriň aýlanma okuna parallel bolan çyzygyň üstünden geçende alnan tekizligidir.

*Astronomiki meridian* - bu berlen nokadyň üstünden geçýän astronomiki meridianyň tekizliginiň, ýeriň üsti bilen kesişmegi netijesinde emele gelen çyzygydyr.



*Astronomiki giňlik( $\varphi$ )* - bu berlen M nokadyň üstünden geçýän asma çyzyk bilen Ýeriň aýlanma okuna perpendikulýar ýerleşen tekizligiň arasyndaky emele gelen burçdyr.

*Astronomiki uzaklyk( $\lambda$ )* - bu berlen M nokadyň astronomiki meridiany bilen başlangyç astronomiki meridianyň arasynda emele gelen iki granly burçdyr.

Deňiz we howa nawigasiýa hereketlerinde astronomiki gözegçiligiň netijesinde iki nokadyň uzaklyklarynyň tapawudy hasaplanylýar. Uzaklyk boýunça her bir  $15^\circ$  -a 1 sagat wagt birligi degişlidir. Ýagny 24 sagadyň dowamynda Ýeriň öz okunuň daşyndan aýlanmagy  $360^\circ$ -a burça deňdir. Şonuň üçin hem nawigasion kartasynda meridianlar diňe gradusda ýazylan, eýsem sagat ölçeg birliginde hem görkezilýär. Meselem,  $45^\circ 30'$  gündogar uzaklykdaky nokadyň meridiany wagt birliginde 2 sagat 02 minut bahany alýar.

Şonuň bilen beirlikde iki sany punktyň geografiýa uzaklygyny bilip, ýerli wagt bilen bu punktlaryň tapawudyny kesgitlemek mümkin.

Geodeziki we astronomiki koordinatlar sistemalary bir-birinden ellipsoidiň üstündäki normal we geoidiň üstündäki asma çyzyklaryň arasyndaky burç ýaly tapawutlanýar. Bu burça asma çyzygyň *gyşarmasy* diýlip, onuň bahasy Ýeriň ähli nokadynda  $3''$ - $5''$ -a baha deň.

Türkmenistanyň territoriýasynyň köp böleginiň düzlükde ýerleşýändigini üçin asma çyzygyň *gyşarmasy*, ortaça  $4''$ - $5''$ , dag etek we daglyk sebitlerde bolsa  $30''$ -a çenli bahalary alýar. Ýer gabygynda uly anomaliýaly massalaryň ýerleşen ýerlerinde onuň ululygy  $60''$ -a çenli artmagy mümkin. Bir-birinden  $1''$  giňlikde ýerleşen iki nokadyň arasyndaky aralyk 30.88 metre deňdir. Şu bahalardan ugur alsak, onda geodeziki we astronomiki koordinatlar bir-birinden 120-150 metr, anomaliýa sebitlerinde bolsa mundan hem köp tapawut etmegi mümkin. Ýokary geodeziýada bu tapawut göz önünde tutulýar. Geodeziýa we astronomiki koordinatlar sistemasy bir bütewilikde geografiýa koordinaty diýlip atlandyrylýar.

*Gradus latyn sözi bolup*, türkmen dilinde adim, başgaçak diýen manyny berýär. Ol tekiz burçlaryň ölçeg birligidir. Wawilion alymlary Gün gündizine " $180^\circ$  ädim ädýär" diýip hasaplapdyrlar. Bu ýagdaýda Güniň bir gije gündizdäki ädimi  $360^\circ$ -dan bolýar. Olar tegelegi  $360^\circ$  bölege bölýärler. *Ptolomeý* gradusy " $^\circ$ ", minuty bir ştrih " $'$ " we sekundy iki ştrih " $''$ " bilen bellemegi teklipe edipdir. Wraç hem matematik *Pelete* (1558 ý.) drobyň  $1/60$  bölegini " $^\circ$ ", " $'$ ", " $''$ " arkaly belgiläpdir. Emma taryhy maglumatlardan ugur alsak, onda gradusyň, minudyň we sekundyň, şeýle hem tersiýany bölünişini Merkezi Aziýaly, dünýä meşhur alym **Musa al-Horezmi** esaslandyryýar.

**Grinwiç** meridianynyň başlangyç hökmünde kabul edilen ýyly 1884-nji ýyl hasaplanylýar. Bu **Woşington** şäherinde geçen **Halkara Konferensiýasynda** bolup geçipdi.

Şu wagta çenli aýry ýurtlarda başlangyç meridian dürli-dürli ýerlerden geçirilipdir. Meselem, 1493-nji ýylda **Rim papasynyň** çykaran buýrugy boýunça başlangyç meridian hökmünde *Ferronyň meridiany* alnypdyr. Bu meridian **Ispaniýanyň we Portugaliýanyň** koloniýalarynyň araçäginden geçipdir. Biraz soňrak her bir ýurt, özleriniň esasy obserwatoriýasyndan alyp başlapdyrlar. Öňki **GDA** ýurtlarynda *Pulkow obserwatoriýasynyň* baş zalynyň merkezinden geçýän meridian kabul edilendir.

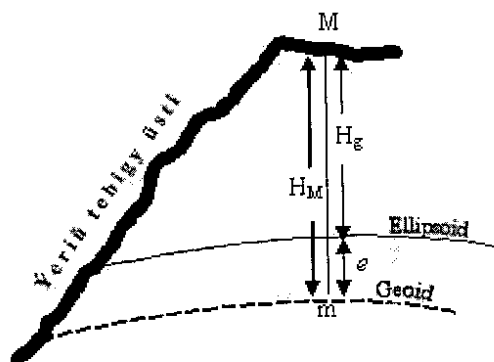
**Grinwiç** bilen **Pulkow** meridianlarynyň ara tapawudy geografiki uzaklyk boýunça  $30^{\circ} 19' 39''$ -a ýa-da wagt birliginde 2 sagat 01 minut 18.57 sekunt baha deň diýip, belläpdirler.

*Parallel* latyn sözi bolup, türkmen diline “Ýanaşyk ýöremek” ýaly manyda terjime edilýär. *Meridian* sözünüň gelip çykyşy hem latyn sözi bolup, türkmen dilinde “Orta” diýen manyny aňladýar.

Ekwatoryň geografiki giňligi  $0^{\circ}00'00,0''$ -a deňdir. Başlangyç Grinwiç meridianynyň geografiki uzaklygy  $0^{\circ}00'00,0''$ -a deňdir.

## 2.2. Geodeziki beýiklik. Ýeriň üstündäki nokadyň beýikligi

**Geodeziki beýiklik diýlende** ýeriň tebigy üstündäki belli nokadyň, Ýer ellipsoidiniň üstünden beýikligine düşünilýär. Hakykatda bolsa nokat ellipsoidiň üstünde däl-de, eýsem Ýeriň tebigy üstünde ýerleşen bolýar. Şonuň üçin nokadyň, Ýeriň üstündäki ýagdaýyny kesgitlemekde, onuň ellipsoidiň üstünden beýikligi göz önünde tutulýar(2.2-nji surat).



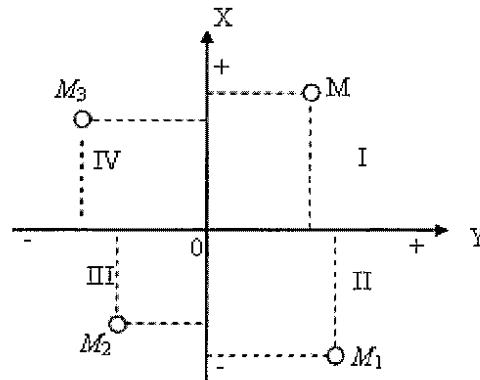
2.2-nji surat. Ýeriň üstünde nokatlary beýikliginiň we beýhemesiniň kesgitleniş shemasy.

Ýeriň üstündäki nokadyň geodeziki beýikligi ( $H_g$ ), bu nokatdan ellipsoidiň üstüne çenli bolan normalyň ( $Mm$ ) uzynlygy bilen häsiýetlenýär.

kesgitleniş shemasy.

Ýeriň üstündäki nokadyň geodeziki beýikligi ( $H_g$ ), bu nokatdan ellipsoidiň üstüne çenli bolan normalyň ( $Mm$ ) uzynlygy bilen häsiýetlenýär.

islendik nokadyň ýagdaýy, koordinata oklaryna inderlen perpendikulýarlaryň oklar bilen kesişen ýerinden alnan hasaplar bilen kesgitlenilýär. Meselem,  $M$ ,  $M_1$ ,  $M_2$  we  $M_3$  nokatlaryň ýagdaýlary, oklara inderlen perpendikulýarlaryň bahalary bilen kesgitlenilýär.



2.3-nji surat. Tekiz görnüşli koordinatlar sistemasy.

Geodeziýada koordinatlaryň sag sistemasy kabul edilendir. Bu bolsa çep koordinatlar sistemadan belli derejede tapawutlanýar diýmekdir. Matematikada çäryekleriň hasaby sagat diliniň garşysyna alnan bolsa, geodeziýada bu hasap sagat diliniň ugry bilen gabat getirilýär. Şeýle edilmeginiň esasy sebäbini, geodeziýada otrisatel burçuň ýoklugy bilen düşündirmek bolar. Ondan daşary hem ähli oriýentirleniş burçlarynyň (rumdan özgeleriniň) demirgazykdan başlanýanlygy bilen baglanyşyklydyr (2.3-nji surat).

Absissa okunyň demirgazygy we ordinata okunyň gündogary goşmak, emma onuň tersine absissa okunyň günortasy we ordinata okunyň günbatary aýyrmak bahalary alýar (2.1-njy tablisa).

Goý, berlen çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy we A başlangyç nokat belli diýeliň, onuň koordinatlary  $X_A$  we  $Y_A$  baha deň diýsek. Ahyrky nokadyň koordinatlary  $X_B$  we  $Y_B$ , çyzygyň oriýentirleniş burçy hökmünde  $\alpha_{AB}$  direksion burçuny alalyň (2.4-nji surat).

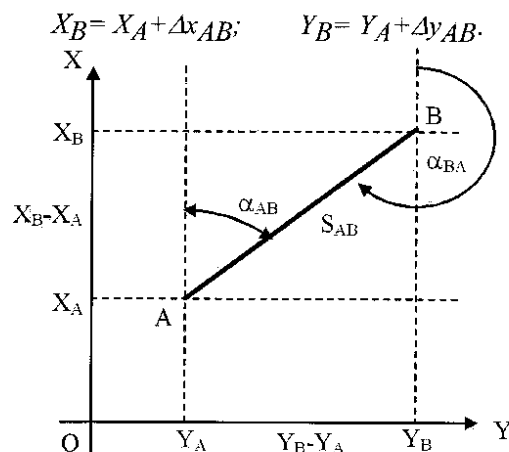
Eger-de B nokadyň koordinatlaryny, A nokadyň gönüburçly koordinatlary, çyzygyň uzynlygy ( $AB$ ) we oriýentirleniş burçy belli bolsa, onda hasaplap tapmak mümkin. Hasaplamagy aşakdaky formulalary ulanmak bilen geçirýäris:

$$X_B = X_A + (X_B - X_A); \quad Y_B = Y_A + (Y_B - Y_A).$$

Berlen çyzygyň koordinata oklaryna bolan proyeksiýasyna, çyzygyň gönüburçly koordinatlar artmasy (köpelmesi) diýilýär. Ol koordinatlar okunda aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$\Delta x_{AB} = X_B - X_A; \quad \Delta y_{AB} = Y_B - Y_A.$$

Şonuň üçin çyzygyň koordinata artmasyny we başlangyç nokadyň gönüburçly koordinatlaryny bilip, ahyrky nokadyň koordinatlaryny aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:



2.4-nji surat. Gönüburçly koordinatlar artmasynyň kesgitleniş shemasy.

Koordinatlar artmasyny gönüburçly üçburçlygyň katetleri we gipotezunasynyň üsti bilen kesgitläp bileris. Bu ýerde  $S_{AB}$ —çyzgyň gorizonta kesiminiň uzynlygy;  $\alpha_{AB}$ —çyzgyň direksion burçy. Onda:

$$\Delta x_{AB} = S_{AB} \times \cos \alpha_{AB}; \quad \Delta y_{AB} = S_{AB} \times \sin \alpha_{AB}.$$

Bu ýerde direksion burçy azimut, magnit azimuty ýa-da rumb bilen çalyşmak mümkin.

2.1-nji tablisa

**Gönüburçly koordinatlar sistemasynda çärýekler  
boýunça alamatlar**

Sistemanyň çärýekleri	Koordinat oklary	
	Absissa(X)	Ordinata(Y)
I	+	+
II	-	+
III	-	-
IV	+	-

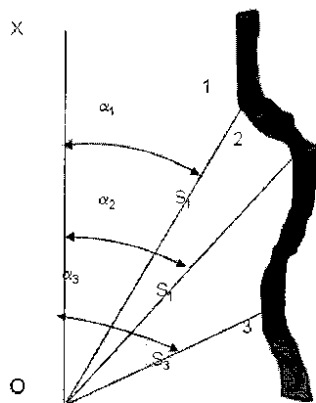
Nokatlaryň gönüburçly koordinatlar artmasyny hasaplanda, trigonometriki funksiýalaryň alamatlaryny hasaba almak zerurdyr.

Tekiz gönüburçly koordinatlar sistemasy ýeriň üstünde çäkli ýerler üçin ulanylýar, ýagny şol çäk tekizlik hökmünde alynýar (2.1-nji tablisa).

Uly bolmadyk ýeriň bölegi üçin gönüburçly koordinatlaryň başlangyç hasaby bolup, ýeriň üstünde islendik nokat alnyp bilner.

**Polýar we bipolar koordinatlar.** Haýsy hem bolsa nokadyň ýagdaýyny (ýeriň üstünde) başlangyç diýip kabul edilen ugra otnositellikde kesgitlemekde **polýar** koordinatlar sistemasy ulanylýar.

Polýar koordinata sistemasynda kesgitlenilýän nokat sagat diliniň ugruna ölçenilýän polýar okundan hasaplanýan burçuň we sistemanyň polýusdan şu nokada çenli aralygyň (radius-wektoryň) kömegi bilen tekizlikde kesgitlenýär.



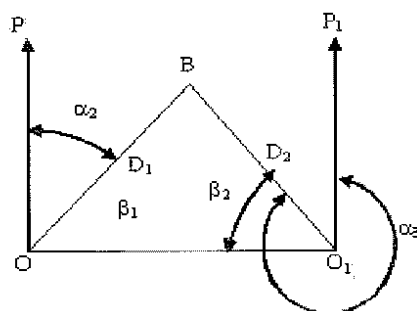
2.5-nji surat. Polýar koordinatlar sistemasynyň shemasy.

Nokatlaryň ýagdaýy **O** nokada, ýagny koordinatlar başlangyjyna otnositellikde tapylýar (2.5-nji surat). Polýar koordinatlar sistemasy örän sadadyr we ýeriň üstündäki islendik polýus hökmünde kabul edilen nokatda gurlyp bilerler. Nokadyň ýagdaýyny yeriň üstünde gorizonta burçy we aralygy, obýektleriň ýerleşen ýerini kesgitlemek maksady bilen zerur bolan ululuklary, uly bolmadyk aralyklarda gözegçilik enjamlarynyň kömegi bilen ölçenilip alynýar. Şonuň üçin tekiz polýar koordinatlar sistemasy bir nokatdan nyşany görkezmek, oriýentirlenmek we ş.m. maksatlarynda giňden ulanylýar. Gerek bolan ýagdaýda çyzykly we burçly ölçegleri ýöriteleşdirilen aralyk we burç ölçeýji gurallaryň kömegi bilen ýerine ýetirmek bolar. Koordinatlaryň bu sistemasynda, polýar okunuň wezipesini geodeziki (astronomiki) meridian, magnit meridiany, kartadaky koordinata torunyň wertikal çyzygy ýa-da ýeriň üstünde başlangyç ugur hökmünde kabul edilen, uzakda ýerleşen oriýen-tir hem ýerine ýetirip biler.

Nokadyň tekizlikdäki polýar koordinatlary, tekiz polýar koordinatlar sistemasy bilen birlikde *referens* - *ellipsoidiň* polýar koordinatlar sistemasy diýilýär. Ellipsoidiň üstünde polýusa otnositellikde geodeziki *S* çyzyk (ellipsoidiň üstündäki iki punktuň arasyndaky iň gysga aralygydyr, onuň



islendik uzynlygynda meridianlary  $90^\circ$ -lyk burç bilen kesýär), polýusdan kesgitlenýän nokada çenli aralyk we geodeziki *azimut*  $A$ , polýus hökmünde kabul edilen nokatdan ugry bilen tapylýar. Geodeziki polýar koordinata sistemasy polýusdan uly aralyklarda uzaklaşan dürli obýektleriň ýerleşen ýerini kesgitlemekde ulanylýar. Ol radiotehniki sistemada radiopolengirmekde we beýleki ýagdaýlarda giňden ulanylýar.



2.6-njy surat. Bipolýar koordinatlar sistemasy.

**Bipolýar koordinatlar sistemasy** - iki çyzykly ýa-da iki burçly ulylyklar bolup, ýeriň üstündäki ýa-da kartadaky nokadyň ýagdaýy, iki polýusa (nokada) oňnatlykda başlangyç diýip kabul edilen nokatlara görä kesgitlenilýär (2.6-njy surat). Bipolýar koordinatlar sistemasy, polýar koordinatlaryň bir görnüşi bolup durýar. Çyzykly ululyklar hökmünde polýuslardan tapylýan nokada çenli aralyklar, emma burç ululyklar hökmünde geodeziki (astronomiki) azimut, magnit azimut, direksion burç ýa-da ugurlaryň burçlaryny polýus bilen birleşdirýän çyzyklar (bazisler) alýar.

#### 2.4. Göni we ters geodeziki mysallar

Göni geodeziki mysalynyň mazmuny berlen başlagyç nokadyň gönüburçly koordinatlary, çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy we çyzygyň oriýentirleňiş burçy (direksion burç ýa-da azimut) berlen bolsa ahyrky nokadyň gönüburçly koordinatlaryny kesgitlemäge esaslanýar.

Ýokarda belleýşimiz ýaly, ilki bilen çyzygyň gönüburçly koordinatlar artmasyny hasaplalyň. Hasaplamak aşakdaky formulalar boýunça geçirilýär:

$$\Delta x = S \times \cos \alpha(A); \quad \Delta y = S \times \sin \alpha(A).$$

Bu ýerde  $S$ -çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy, metrde;  $\alpha(A)$ -çyzygyň direksion burçy (azimuty), gradusda.

artmasyny hasaplalyň. Hasaplamak aşakdaky formulalar boýunça geçirilýär:

$$\Delta x = S \times \cos \alpha(A); \quad \Delta y = S \times \sin \alpha(A).$$

Bu ýerde  $S$ -çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy, metrde;  $\alpha(A)$ -çyzygyň

```

40 A=fnm(A):U=A/PI
50 dx=D*cos(U):dy=D*sin(U)
60 X1=X0+dx:Y1=Y0+dy
70 print "Nokadyň göniburçly koordinatlary"
80 print using "X1=####.##"; X1; "Metr"
90 print using "Y1=####.##"; Y1; "Metr"
100 end

```

**Ters geodeziki mysaly** çözmeklik çyzygyň ahyrky we başlangyç nokatlarynyň göniburçly koordinatlary boýunça, onuň direksion burçuny, çyzygyň uzynlygyny, eger-de çyzyklaryň sany köp bolsa, onda olaryň arasyndaky gorizontaly burçlary kesgitlemekden durýar.

Mysaly çözmek üçin, ilki bilen çyzygyň direksion burçuny aşakdaky formulalaryň üsti bilen tapalyn:

$$\operatorname{ctg} \alpha_{A-B} = \frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A} = \frac{\Delta x_{A-B}}{\Delta y_{A-B}}$$

ýa-da

$$S_{A-B} = \frac{X_B - X_A}{\cos \alpha_{A-B}} = \frac{Y_B - Y_A}{\sin \alpha_{A-B}}$$

Formulalar göniburçly üçburçlyklaryň häsiýetlerinden getirilip çykarylýar.

Çyzygyň uzynlygyny hasaplamakda, triganometriki funksiýalary ulanmak bilen, aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$\operatorname{tg} \alpha_{A-B} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} = \frac{\Delta y_{A-B}}{\Delta x_{A-B}};$$

Çyzygyň uzynlygyny kesgitlemekde Pifagoryň teoremasyny ulanmak hem bolar:

$$S_{A-B} = \sqrt{(X_B - X_A)^2 + (Y_B - Y_A)^2};$$

Mysallary çözmekde *EHM-leri* ulanmak has-da amatlydyr.

**2-nji mysal.** Eger-de 1 we 2-nji nokatlaryň göniburçly koordinatlary  $X_1=2120,80 \text{ m}$ ,  $X_2=1919,28 \text{ m}$ ,  $Y_1=-509,25 \text{ m}$  we  $Y_2=-92,63 \text{ m}$  berlen bolsa ters geodeziki mysalyny çözmeli.

İlki bilen berlen çyzygyň direksion burçuny tapalyň, berlenleri formula goýmak bilen alarys:

$$tg\alpha = \frac{(-92,63) - (-509,25)}{1919,28 - 2120,80} = \frac{416,62}{(-201,52)} = -2,067388$$

$$tg\alpha = -2,067388$$

onda  $\alpha_{1,2} = 115^{\circ}49'$  baha deň bolar. Ikinji formula boýunça hasaplasak, onda aşakdakyny alarys:

$$ctg\alpha = \frac{1919,28 - 2120,80}{(-92,63) - (-509,25)} = \frac{-201,52}{416,62} = -0,483702$$

$$ctg\alpha = -0,483702$$

Bu ýerde hem  $\alpha_{1,2} = 115^{\circ}49'$  bahany alarys.

Çyzygyň uzynlygyny Pifagoryň teoremasy boýunça hasaplasak, onda:

$$S_{1-2} = \sqrt{(1919,28 - 2120,80)^2 + ((-92,63) - (-509,25))^2} = \sqrt{214182,53} = 462,80 \text{ m.}$$

Çyzygyň uzynlygynyň hasaplanyşynyň dogrulugyny barlalyň. Onuň üçin trigonometriki formulalary ulanalyň we hasaplamanı aşakdaky ýaly geçireliň:

$$S_{1-2} = \frac{(-201,52)}{\sin 115^{\circ}49'} = 462,80 \text{ m; we } S_{1-2} = \frac{416,62}{\cos 115^{\circ}49'} = 462,83 \text{ m.}$$

Pifagoryň teoremasynyň we trigonometriki formulalaryň kömegi bilen hasaplanan çyzygyň uzynlygy takmyny bir-birine deň, onda geçirilen hasaplamalary dogry diýmek bolar.

*EHM-lerde* mysaly çözmek üçin **BASIC** dilinde düzülen programma aşakdaky ýaly berilýär:

```
10 rem "Ters geodeziki mysaly çözmeklik"
20 def fnm(X)=fix(X*100+(X-fix(X))*60
30 input X0, X1, Y0, Y1, PI
40 dx=X1-X0:dy=Y1-Y0
50 U=180*atn(dy/dx)/PI
60 if dx<0 then U=U+180
70 if U<0 then U=U+360
80 D1=dx/cos(PI/180*U)
90 D2=dy/sin(PI/180*U)
100 dp=D1-D2: D=(D1+D2)/2
110 if abs(dp)<=0.5 then 130
120 if abs(dp)>0.5 then print "Hasaplama hädogry":end
130 if U<0 then U=U-180
```

```

140 print "Çyzygyň direksion burçy"
150 print using "U=#####"; U=fmm(U)
160 print "Çyzygyň uzynlygy"
170 print using "D=####.###"; D; "mert"
180 end

```

## 2.5. Geodeziki we gönüburçly koordinatlaryň arasyndaky arabaglanyşyk

Öňler bellenişi ýaly alty graduslyk her bir zonada koordinatlar oky we sistemanyň başlangyjy ýerini üstünde kesgitlenen geografiki ýagdaýy alýar. Her bir aýratyn zonanyň gönüburçly koordinatlar sistemasy we Ýer ellipsoidiniň üstünde geodeziki koordinatlar sistemasy özara arabaglanyşygy saklaýar. Bu bolsa öz gezeginde ýeňil deňeşdirilip we bir zonadan beýleki zonadaky obýektleriň gönüburçly koordinatlaryny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Şeýle hem nokatlaryň belli bolan geodeziki koordinatlary arkaly gönüburçly koordinatlary hasaplamak ýa-da tersine gönüburçly koordinatlary boýunça geodeziki koordinatlary hasaplamaga esas döredýär.

Nokadyň gönüburçly koordinatlaryndan geodeziki koordinata takyk geçmek üçin ýörite tablisalar ulanylýar (geodeziki hasaplamalar üçin). Haçan-da hasaplamakda ýokary takyklyk gerek bolmasa, ellipsoidi şara çalyşmak bilen aşakdaky formulalary ulanmak bilen geçmek bolar:

$$L = N \cdot 6 - 3 + \frac{Y - 500}{111.2 \cdot \cos B}, \quad B = \frac{X}{111.2};$$

Bu ýerde  $B$  we  $L$  - nokadyň geodeziki giňligi we uzaklygy, gradusda;  $X$  - absissanyň kilometrdeki bahasy;  $N$  - zonanyň tertibi;  $Y$  - nokadyň ordinatasynyň kilometrdeki bahasy;  $111,2$  - meridianyň dugasynyň  $1^\circ$ -na düşýän ortaça uzynlyk, kilometrde.

**1-nji mysal.** Eger-de, kartadan nokadyň kesgitlenen gönüburçly koordinatlary  $X=5785 \text{ km}$ ,  $Y=7564 \text{ km}$  baha deň bolsa, onuň bahasyny geografiki koordinata sistemasynda takmynan aşakdaky ýaly geçirmek bolar.

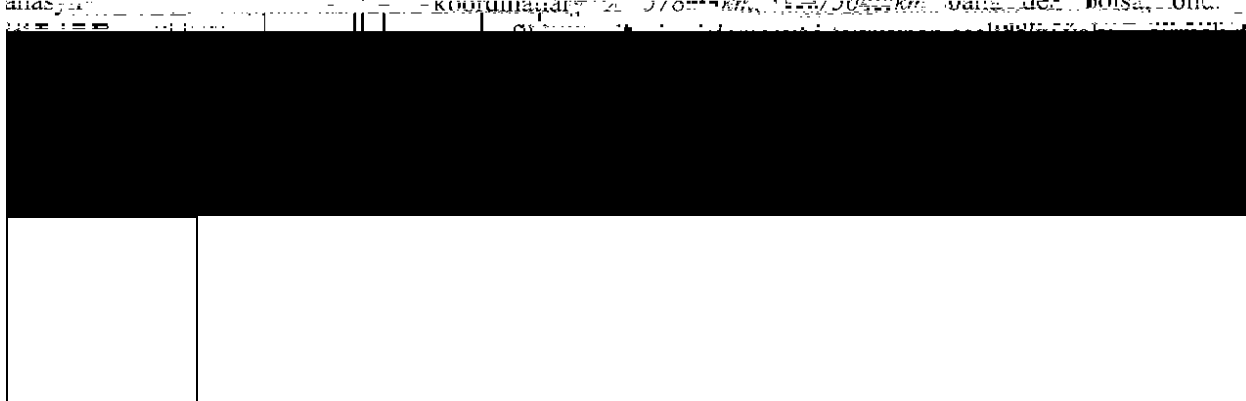
Nokadyň geografiki giňligini aşakdaky ýaly taparys:

$$B = \frac{5785}{111,2} = 52^\circ;$$

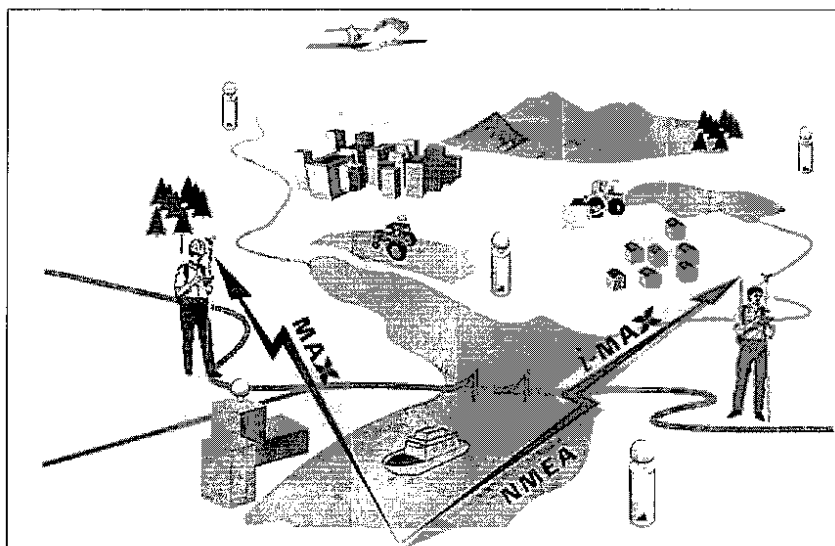
Nokadyň geografiki uzaklygyny, bahasyny formula goýmak bilen aşakdaky ýaly kesgitlemek mümkindir:

$$L = 7 \cdot 6 - 3 + \frac{564 - 500}{111.2 \cdot \cos 52^\circ} = 39 + 1 = 40^\circ.$$

Alnan netijelere esaslansak, onda nokadyň geografiki giňligi  $B=52^\circ$  we



ellipsoidiň üstünde ýagdaýyny kesgitleýän giňlik (**B**) we uzaklyk (**L**) hem-de ellipsoidiň üstünden beýiklik (**H**) bilen hasaplamak mümkin. Ellipsoidi kartanyň tekizliginde käbir proyeksiýada şekillendirmek bolar. Emma, punktlar üçin tekiz görnübürçly koordinatlary  $x, y$  ulanmak bolýar. Toruň punktlaryndan ölçegleri geçirmek ýoly bilen, täze beýleki punktlaryň, şonuň bilen birlikde kosmos apparatlarynyň ýagdaýyny kesgitlemek we olara baglylykda Ýerdäki nokatlaryň koordinatlary gaýtadan geçirilýär.



2.8-nji surat. GPS sistemaly referens stansiýalaryň umumyýer koordinat sistemalaryny döretmekde ulanylyşy.

**Geodeziki torlar** – bu koordinatlar sistemasynyň has ynamly we kämilleşdirilen amaly (prektiki) usulydyr. Toruň punktlarynda, ölçegleri has ynamly, köp gezek gaýtalamak we berk matematika hasaplamalara esaslanmak bilen geçirýärler (2.8-nji surat). Häzirki zaman geodeziki torlary galaktikadan (wnegalaktiki) daşarda ýerleşýän Gün sistemasyndan we Ýeriň hemralaryndan has uzakda ýerleşen nokatlanç radioçeşmeler boýunça kosmos geodeziýasynyň ölçegleri bilen durulýar. Geodeziki torlary gurmakda has görnükli rollary pozisionirlemegiň global sistemasy alýar.

Häzirki döwürde dünýä möçberinde meşhur umumyýer koordinatlar sistemalary bellidir. Olar birmeňzeş teoretiki ýagdaýlara daýanýar. Punktlaryň arasyndaky tapawut aýratyn hem fundamental parametrler ölçegdäki ýalňyşlyklara, geodeziki punktlaryň endigan ýerleşmezligine we olaryň matematiki işlemegiň aýratynlygyna baglydyr.

Ýeriň aýlanmasynyň halkara gullugy **IERS** (*International Earth Rotation Service*) ýokary takykly ölçegleriň netijesinde umumyýer koordintalar



sistemasyny **ITRS** (*International Terrestrial Reference System*) döredilýär we şuna baglylykda **GRS-80** ellipsoidi ulanylýar. Bu sistema Ýeriň üstünde **ITRF** (*International Terrestrial Reference Frame*) punktlaryň tory bilen üpjün edilendir. **ITRF** sistemasynyň ýüzlerçe punktlary, Ýeriň üstünde materiklerde we ähli okeanlardaky adalarda ýerleşdirilen bolup, olaryň ýalňyşlyklary *10 sm-den* geçmeýär. Geodinamiki hadysalara baglylykda punktlaryň koordinatlary *1-2 sm / ýyl* tizlik bilen üýtgeýär. Şonuň üçin hem olaryň ýagdaýy yzygiderli täzelenilýär we koordinatlaryň katalogynda üýtgedilen ýyly, meselem, **ITRF-94** görkezilýär.

Ýer şarynyň ähli ýerinde diýen ýaly, ABŞ-nyň pozisionirlemeginiň hemraly sistemasy giň ýaýramany almagy bilen baglanyşyklykda **Dünýäniň geodeziki sistemasy** 1984-nji ýylda – **WGS - 84** (*World Geodetic System, 1984*) emele geldi. Onuň parametrleri **GRS - 80** ellipsoidi bilen gabat gelyär.

1993-nji ýylda Ýer şary Halkara geodeziki gullugy **IGS** (*International Geodynamics GPS Service*) stansiýasy hereket edýär. Onuň parametrleri **WGS - 84** we **ITRS** koordinatlar sistemalaryny bir-birine ýakynlaşdyrýar. **XX** asyryň ahylarynda bu sistemada, takmynan **200-e** ýakyn geodeziki punktlar bolup, olardan **ABŞ-nyň GPS** sistemasynyň priýomnikleriniň kömegi bilen yzygiderli gözegçilikler geçirilýär. Türkmenistanyň territoriýasynda bu stansiýalaryň birnäçesi elýeterlidir.

**Koordinatlaryň referens sistemasy** aýratyn regionlarda we döwletlerde referens – ellipsoidiň kömegi bilen goýulýar. Bu, berlen ýurduň territoriýasy üçin amatly ýerleri almak bilen döredilýär. Şeýle-de, bu diňe bir döp - dessur bilen baglanyşykly bolman, eýsem berlen territoriýada islendik topografo - geodeziki işleriniň oňaly geçirilmegi üçin şertlerine hem baglydyr. Referens - ellipsoidi Ýer gabygynda (örtüginde) **berlen geodeziki senä** baglylykda oriýentirlenilýär. Ýagny referens - ellipsoidiň parametrleri giňlik we uzaklyk, olaryň arasyndaky arabaglanyşyk berlen punktda (nokatda) astronomiki koordinatlaryň esasynda goýulýar.

Köpsanly ýurtlar özläriniň regional referens koordinatlar sistemasyny döretmekde **umumyýer** sistemasynyň parametrlerini ulanjak bolup çalyşýarlar. Meselem, Demirgazyk Amerikanyň referens koordinat sistemalary bolan **NAD-83** (*Narth Amerikan Datum, 1983*), Awstraliýanyň **GDA-94** (*Geocentric Datum of Australia, 1994*), Ýewropanyň **EUREF** (*European Geodetic Reference System*) öz we umumyýer **GRS - 80** ellipsoidlerini ulanýarlar. **ITRS** bolsa bu ulgamyň sistema aşagy hasaplanylýar. Emma olaryň ählisi özläriniň regional beýiklik sistemasynyň başlangyç hasaplaryny alýarlar.

### III. TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET GEODEZIKI TORLARY

#### III.1 TÜRKMENISTANYŇ GEODEZIKI TORLARY

##### 3.1.1. Umumy düşünje

Ýeriň üstünde köp wagtlap saklanýan, mahsus gurluşly gazyklar bilen belgilenen, planly koordinatasy (planly-beýiklik) ýa-da şertli üstden **absolýut** beýikligi belli bolan nokada **geodeziki daýanç punkty** diýilýär. Şular ýaly nokatlaryň ýygyny *geodeziki daýanç torlaryny* düzýär.

Punktyň planly (absissa **X** we ordinata **Y**) ýagdaýy belli bolsa, onda oňa *planly* daýanç punkty diýilýär. Eger-de punktyň absolýut ýa-da otnositel beýikligi belli bolsa, onda *beýiklige daýanç punkty* diýilýär. Şoňa görä-de geodeziki torlar *planly, planly-beýiklik* we *beýiklik* ýaly görnüşlere bölünýär.

Türkmenistanyň geodeziki torlary: *döwlet geodeziki daýanç, köpeldilen* (gürlendirlen) we *surata almak esasly* torlaryna bölünýär.

**Döwlet geodeziki daýanç** torlary - ýeriň üstünde mahsus maksatnamalaryň esasynda döredilýär. Olar dürli masştabdaky topografiki planlary we kartalary almakda daýanç nokatlary bolup hyzmat edýär. Bu torlar ýurdumyzyň halk hojalygynyda dürli ylmy-praktiki meseleleri çözmekde hem ulanylýar. Muňa mysal edip ýeriň şekiliniň, ölçegleriniň we ýer gabygynyň hereketleriniň öwrenilişini, okenalaryň we deňizleriň suwlarynyň üst derejeleriniň bir - birinden tapawudynyň kesgittenilişini, şeýle-de dürli görnüşli takyk binalaryň deformasiýalarynyň kesgittenilişini we ş.m. görkezmek mümkin. Uly inženerli binalarynyň taslamalary ýere geodeziki daýanç punktlaryna esaslanyp geçirilýär.

**Döwlet geodeziki daýanç** torlary ýurdumyzyň islendik ýerinde bir-birine bagly bolmazdan, şol bir wagtyň özünde ýa-da dürli wagtlarda planlary almaga we geodeziki ölçeg işlerini geçirmäge hem-de şu işlerde emele gelýän ýalňyşlyklaryň täsirini azaltmaga, belli işleriň nähili derejede takyk ýerine ýetirilýändigini barlamaga, geodeziki ölçeg işlerini täze koordinatlar ulagamyna birleşdirmäge kömek berýär.

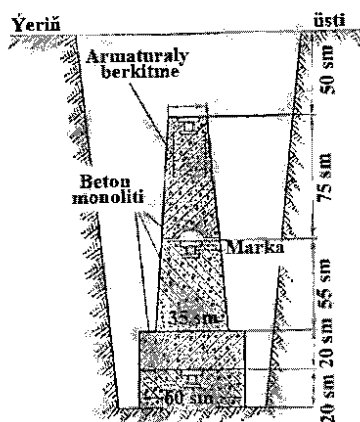
**Köpeldilen geodeziki torlar** 1:500-1:5000 masştably topografiki planlary hem-de gurluşyk geçirilýän meýdançalarda ýerine ýetirilýän geodeziki işleri amala aşyrmaga we netijeleri barlamak üçin esas bolup hyzmat edýär.

**Surata almak esasly torlar** dürli masştabdaky topografiki planlary almak üçin esas bolup hyzmat edýär. Surata almak esasly torlary döretmekde *teodolit, menzula, niwelir, taheometr* we ş.m. ýörelgeleri geçirmek bilen döretmek bolar. Teodolit surata almagynyň kömegi bilen menzula surata almagy üçin analitiki esasy geçirilýär. Goemetriki toryň punktlarynyň ýagdaýlary göni we ters geodeziki tapmak(kesişdirmek) usullaryndan peýdalanyp tapylyar.

##### 3.1.2. Ýerde geodeziki torlaryň punktlarynyň ýagdaýyny belgilemek

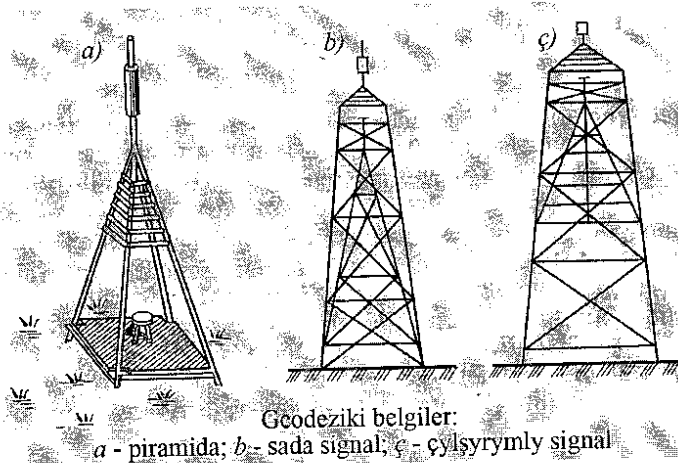
Geodeziki daýanç torlar punktlarynyň ähmiýetine, olardan peýdalanýşyna seredilip bellenilýär. Döwlet geodeziki beýiklik torlarynyň punktlary köp wagtlap

peýdalanylmak maksady bilen, ýerde berk saklanylýan mahsus belgiler bilen berkidilýär. Bu belgileri *marka* diýip atlandyrmak kabul edilendir.



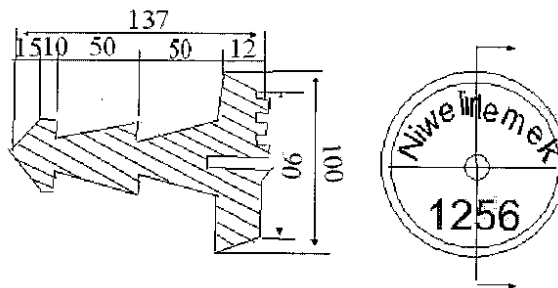
3.1.1-nji surat. Geodeziki merkez.

Ýeriň tebigy geografiki şertlerine we geodeziki punktuň ähmiýetine baglylykda dürli görnüşli merkezler ulanylýar. Merkezleriň düzülişi we ýere ornaşdyrylyşy mahsus görkezmelerde berilýär. Ýer gabygynda merkezleriň alnys çuňluklary **0.5-4.0 merte** çenli aralyklarda, çuň we ýüzleý ýagdaýda ornaşdyrylan bolýar. Geodeziki merkezleri ýeriň üstüne ornaşdyrmak üçin, ýeriň gabygynda **2 metr** çemesi çukur gazylyp, onda üç sany beton monolidi ýerleşdirilýär. Beton monolitlere çöýundan ýasalan markalar bir wertikal çyzykda ýerleşdirilýär (3.1.1-nji surat). Markalar gurluşlary boýunça dürli-dürli bolýarlar. Markalaryň ölçegleri ýasalan(gurlan) wagtynda mm hasabynda alynýar.



3.1.2-nji surat. Geodeziki signallar.

Çoýun markanyň **2 mm-li** deşijegi, punktuň merkezi hasaplanylýar. Geodeziki daýanç punktlaryny geçirmekde şol deşijegiň koordinatlary hasaplanylýar. Üsti monolit markanyň, ýeriň üstinde **50 sm** çuňlukda gömülmeği hökmany hasaplanylýar. Ýerdäki merkezi aňsatlyk bilen tapmak üçin, monolidiň üstüne sütün goýýarlar. Bir punktdan ikinji punkty görmek maksady bilen, olaryň merkezleriniň üstüne mahsus geodeziki *belgi - piramida* ornaşdyrylýar (3.1.2-nji surat). Piramidalaryň beýikligiň **10-12 metr**, daglyk we tokaý ýerlerinde **40-50 metre** çenli bolup biler. Ýakyn ýerleşen punktlary ýerden görkezip bolmaýan ýagdaýlarynda, daýanç punktlara gurallary çykarmak we bu punktdan beýleki punkty görkezmek üçin signallar gurulýar. Signallaryň beýikligi **12-15 metreden 40 metre** çenli bolýar. Piramida we signallar agaçdan ýa-da metaldan ýasalyp, gurluşy ýönekeý we çylşyrymly signallar görnüşinde ýeriň üstüne berkidilýär.



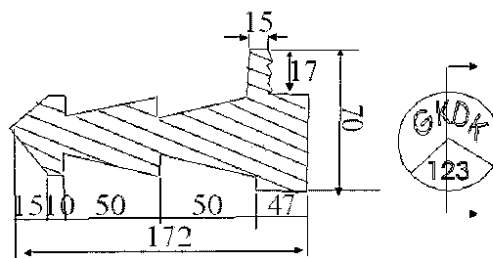
3.1.3-nji surat. Geodeziki beýiklik punkty (marka).

Döwlet geodeziki **beýiklik torlarynyň** ýagdaýy, hemişelik bellik hasaplanýan *markalar* we *reperler* bilen belgilenilýär. Hemişelik reperler we markalar beýiklik torlaryň punktlarynyň absolýut bahalaryny kesgitlemekde, ýagny niwlirlemegiň kyn bolan ýerlerinde, reperiň (markanyň) arasyndaky aralygyň **10-15 km** bolmagy hem mümkindir. Ýokary takykdaýy beýiklik torlarynyň (*I we II klasly* niwlirleme torlary) her **50-80 km-den** birleşýän (düwünli) nokatlary hemişelik saklanýan signallar bilen belgilemek bilen saklaýarlar.

Marka çoýun diskinden (3.1.3-nji surat) ybarat bolup, beýik görterilen ymaratlaryň diwaryna, gaýa, köprü, gidrotehniki gurluşa we beýleki binalar daýanjyna **1.5 metr** beýiklikden berkidilýär. Markany ornaşdyrmak üçin ymarat ýa-da gurluşyň diwary oýulyp deşilýär, deşik ýuwulyp arassalanylýar, soňra onuň içine marka gorizontaly ýagdaýynda ýerleşdirip, ýörite markaly sement bilen berkidilýär. Markanyň diwardan çykyp duran kesiminiň ortasynda **4 mm** kesilen deşik bolýar. Niwelirmek wagtynda şu deşigiň merkeziniň absolýut beýikligi kesgitlenilýär.

Reperleriň binalaryň diwarlaryna we topraga ornaşdyrylýanlary bolup, olara **diwar** ýa-da **toprak** reperleri diýlip atlandyrylmak bilen bir-birinden tapawutlandyrylýar. Reperler binalaryň diwaryna ýa-da gaýalara **0,5-0,6 m** beýiklikde ornaşdyrylýar. Reperiň markadan tapawudy, onuň diwardan kesilip

çykyp durmagydyr. Marka we repere, olary ornaşdyrýan kärhanasynyň ady we tertipleri ýazylyp goýulýar (3.1.4-nji surat).



3.1.4-nji surat. Geodeziki punkty (reper).

Reperi ornaşdyrmak üçin mynasyp ymaratyň (binanyň) bolmadyk ýerlerinde, ýerde gurýarlar. Şular ýaly gurluşa **toprak reperleri** diýip atlandyrmak kabul edilendir.

Gysga möhletli (1-2 ýyla çenli) ulanylýan beýiklik torlarynyň punktlaryna *wagtlayyn reperler* ornaşdyrylýar. Ýere gömülen agaç sütüni, relsiň bölegi, agajyň töňňesi we başgalar wagtlayyn reper bolup biler.

**Ornaşdyrylan geodeziki belgiler** (merkez, piramida, signal, marka we reper) ýerli häkimliklere akt esasynda tabşyrylýar we döwlet tarapyndan goralýar.

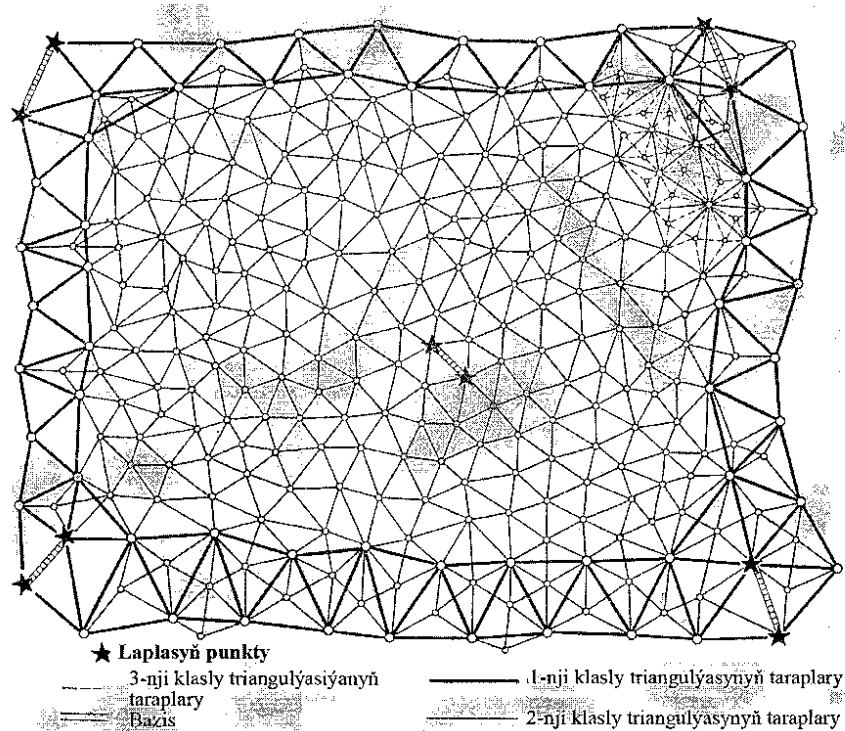
### 3.1.3. Geodeziki daýanç torlary döretmegiň usullary

Geodeziki daýanç torlaryny döretmegiň birnäçe usullary bar. Olardan: *astronomiki, geodeziki, radiogeodeziki, kosmos* we ş.m. Häzirki wagtda aýratyn hem geodeziki usuly giňden ulanylýar. Geodeziki usulynyň özi *triangulýasiýa, poligonometriýa* we *trilaterasiýa* diýen ýaly toparlara bölünýär. Triangulýasiýa "*triangulum*" diýen latyn sözi bolup, türkmen diline "*üçburçlyk*" diýlip terjime edilýär. Poligonometriýa sözi hem latyn sözleri *poln-köp, gwia-burç, metrew-ölçeýärin bolup*, türkmen dilinde "*köp burç ölçeýärin*" diýmekdir. Trilaterasiýa sözi hem gelip çykyşy boýunça latyn sözi bolup, türkmen diline "*üç tarap ölçeýärin*" diýen manyda terjime edilýär.

Punktlaryň geografiki koordinatlary (geografiki giňlik we uzaklyk) aýry-aýrylykda kesgitlenilýär. Emma astronomiki usul geodeziki daýanç torlaryna bolan talaby kanagatlandyрмаýar. Şonuň üçin hem astronomiki usuly ýokary takykylyk talap edilmeyän ýerlerde (meselem, 1:10000 we ondan uly kiçi masştably kartalary almakda) ýa-da geodeziki daýanç torlaryny döretmegiň beýleki usullaryndan peýdalanylýan ýagdaýynda, meselem Arktikada, Antarktidada we başga ýerlerde ulanylýar.

**Astronomiki usuly** geodeziki usuly bilen bilelikde hem ulanylýar. Geodeziki usulda daýanç torlaryny döretmek üçin ilki bilen birnäçe başlangyç punktlar we olaryň koordinatlary astronomiki usuly bilen kesgitlenilýär. Daýanç toryň beýleki punktlarynyň koordinatlary, geodeziki ölçeg geçirmegiň netijesinde

hasaplanyp çykarylýar. Başlangyç punktdan soňra, yzygiderlikde gelyän punktlar çyzyk bilen birleşdirilse tor emele gelyär. Hatar ýanaşyk üçburçluklardan ybarat bolan tora triangulýasiýa (3.1.5-nji surat), eger-de ýapyk döwür çyzyklardan, yagny köpburçlyklardan ybarat bolsa, onda *poligonometriya* tory diýlip aýdylýar.



3.1.5-nji surat. Dölet geodeziki torlarynyň görnüşleri.

**Triangulýasiýa usuly** *ýeriň üstünde* (köplenç aýyk ýeriň üstünde) ýanaşyk üçburçlyklaryň zynjyryny meridianlaryň we parallelleriň ugrunda ýatyrmak bilen geçirilýär. Olarda burçlar we iň azyndan iki tarapyň uzynlygy (her **zonanyň** başlangyjyndan hem-de ahyryndan) ýokary takyklyk bilen ölçenilýär. Üçburçlyklardaky içki burçlaryň ululygy  $30^{\circ}$ - $150^{\circ}$  aralygynda bolmagy zerurdyr.

*Gurmagyň trilaterasiýa usuly* hem edil triangulýasiýa usulyna meňzeş ýeriň üstünde ýatyrylyp, diňe ölçenilýän ululyklary bilen bir-birinden tapawutlanýar. Trilaterasiýa usulynda diňe üçburçlyklaryň tarapynyň uzynlyklary ýokary takyklyk bilen ölçenilip, galan elementleri hasaplamak ýoly bilen kesgitlenilýär.

*Poligonometriýa usulynda* ähli gorizonta burçlar we taraplaryň uzynlyklary ölçenilýär. Olar köplenç, ýapyk ýerlerde (şäherleriň, tokaýlaryň, dagyň we ş.m.) geçirilýär. Bu usulyň teodolit ýörelgesinden tapawutlylykda, geçirilýän ölçegleriniň ýokary takyklyk bilen geçirilýär.

Soňky ýyllarda 1:50000 we 1:100000, aýratyn hem 1:25000 masştably aerofototopografiki planlary düzmek üçin geodeziki daýanç torlary döretmekde *radiogeodeziki* usuly ulanylýar. Radiogeodeziki usuly ýer üstüniň çägi uçardan surata alnan halatynda uçaryň koordinatasyny kesgitlemäge esaslanýar. Bu usul köp sanly bir-birinden uzakda ýerleşen hem-de özara görünmeýän punktlaryň koordinatlaryny kesgitlemekde ulanylýar.

Uly aralykdaky(materikdäki ýa-da adalardaky) geodeziki daýanç torlaryny bir-birine baglanyşdyrmakda *kosmos geodeziki* usulyndan peýdalanylýar. Ýeriň emeli hemralary bir-birinden uzakda ýerleşen punktlary görkezmekde, punktlary bir ýerden beýleki ýere geçirmekde, okeanlar we deňizler bilen aýrylýan materiklerde, zonalarda geçirilen geodeziki daýanç torlaryny özara baglanyşdyrmakda bu usul möhüm ähmiýete eýedir.

### 3.1.4. Döwlet geodeziki beýiklik daýanç torlary

Ýerde ýagdaýy mahsus belgi(marka ýa-da reper) bilen belgilenen we absolýut ýa-da otnositel beýikligi belli bolan nokada *beýiklik daýanç punkty* diýilýär. Şular ýaly punktlar beýiklik daýanç torlaryny emele getirýär. Beýiklik daýanç torlarynyň punktlarynyň absolýut beýikligi gidrostatiki, geometriki niwelirmek we menzula toplumynyň üsti bilen kesgitlenilýär. Şonuň üçin hem *niwelirleme torlary* diýlip aýdylýar.

Türkmenistanyň territoriýasynda beýikligiň *Baltika sistemasy* kabul edilendir. Beýikligiň hasaby *Baltika deňziniň* suwunyň üst derejesiniň dynçlykdaky we deňagramlykdaky, asuda duran ýagdaýyndan (Kronşadt futştogynyň nulyndan) alynýar. **Futştok** - bu okean, deňiz, köl, derýa, suw howdanlarynyň we ş.m. kenar ýakalarynda, desgalaryň suwunyň derejesiniň üýtgeýşine gözegçilik etmek maksady bilen goýlan mis ýa-da gaty agaçdan (az deformirlenýän) ýasalan reýkadyr.

3.1.1-nji tablisa

**Deňizleriň suwunyň üst derejeleriniň beýikligi**  
(*Kronşadt futştogynyň nulyna baglylykda alynan*)

Ummanlaryň we deňizleriň atlary	Portlaryň ady	Kronşadt futştogynyň nulyndan, metrde
Gara deňzi	Odessa	-0,529
	Sewastopol	-0,329
	Noworossiýsk	-0,392
	Batumi	-0,340
Azow deňzi	Osipenko	-0,389
Hazar deňzi	Türkmenbaşy	-26,095
	Baky	-25,897
Ýuwaş ummany	Wladiwostok	-0,723

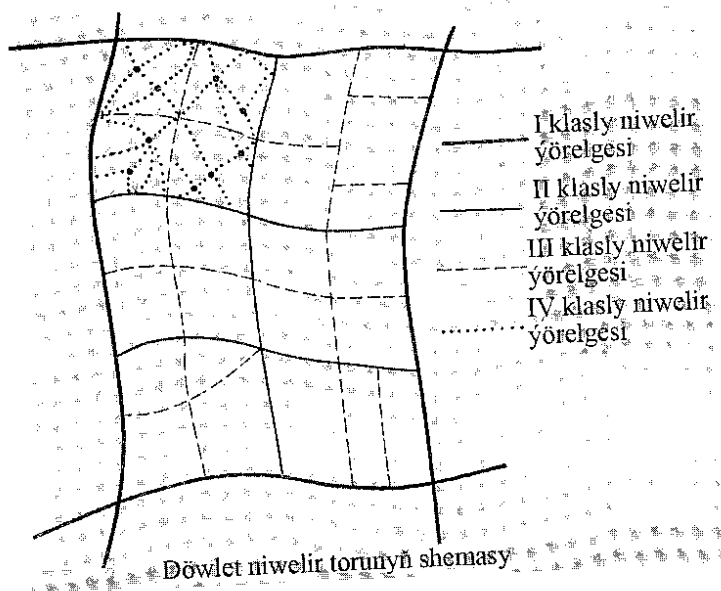
**Kronşadt futştogynyň** nuly birnäçe gezek buzun üstünde niwelirmek arkaly materik bilen birleşdirlendir. Şonuň üçin hem häzirki Rossıýanyň

**Lomonosow** şäherinde, hemişelik markaly nokatlar berkidilendir. 1930-nji ýylda meňzeş niwelirlemegiň iň takygy geçirilýär we 173-nji markanyň beýikligi Kronşadt futştogynyň nulyndan hasaplanylýar. Bu marka Lomonosow şäherinde ýerleşýär we onuň beýikligi  $H_{173}=+5,4608$  metre deňdir. Marka öňki SSSR-de ýokary takykly niwelirlemegi geçirmegiň esasy hasaplanylýar. Şu marka baglylykda 1871-1932-nji ýyllar aralygynda, öňki SSSR-iň Ýewropa böleginde 8000-den gowrak *nokat - markalaryň* beýikligi kesgitlenilýär.

Şonuň bilen birlikde, öňki SSSR-iň kenar ýakasyny ýuwýan deňizleriň nul futştoklarynyň beýikligi kesgitlenilýär. Öňki SSSR-iň kenar ýakasyny ýuwýan deňizleriň ählisiniň beýikligi, Kronşadt futştogyna baglylykda alynýar.

Öňki SSSR-iň ähli deňizleriniň suwlarynyň üst derejeleri, Fin aýlagyndaky suwuň üstünden (Kronşadt futştogynyň nulyndan) aşakda ýerleşýärler. Bu ýagdaýy 3.1.1-nji tablisanyň esasynda görmek bolar.

GDA-nyň ýurtlarynyň territoriýasynda döwlet niwelirlemegi ýeterlik takyklyk derejesinde **I, II, III, IV** we **tehniki** klasly torlara bölünýär (3.1.6-njy surat).



3.1.6-njy surat. Döwlet geodeziki beýiklik torlary.

**I klasly niwelir ýörelgesi** (geçelgesi, ýoly) deňizleriň we derýalaryň üst derejesini birleşdirýän çyzyklaryň ugruna, meselem, GDA ýurtlarynyň ýeriniň çäginde Baltika deňziniň suwunyň üstüniň Hazar deňzine tarap, Demirgazyk buzly okeanyň suwunyň üst derejesinden Aral deňzine tarap geçirilmegi, Kronşadt futştogyndan başlap Possiýanyň *Sankt-Pýotrburg-Moskwa-Wolgograd* arkaly *Türkmenbaşy şäherine* çenli aralykda alnyşyny bellemek bolar. Bu ýörelgeleriň



uzynlygy *10 müň kilometr* çenli aralyklarda alnyp, **I** klasly niwelir ýörelgesiniň mysallarydyr.

**I** klasly niwelir ýörelgeleri bir-biri bilen kesişip ýapyk polgonlary emele getirýär. Poligonyň perimetri *3000-4000 km* aralygynda bolýar. **I** klasly niwelirmekde takyk geodeziki gurallary we takyk niwelirmegiň usullary ulanylyp, alnan netijeler ýokary derejedäki takyklygy üpjün etmelidir. Ýörelgä goýlan absolýut ýalňyşlyk aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlenilýär:

$$f_{goyber} = \pm 3mm \cdot \sqrt{L}$$

Bu ýerde *L*-ýörelgäniň kilometrdäki uzynlygy. **I** klasly niwelir ýörelgesi köplenç öňünden belli ugurlar boýunça, meselem, uly derýalaryň, magistral gara ýollaryň, demir ýollaryň, dürli görnüşli magistral turbaly geçirijileriň (nebit, gaz, suw we ş.m.) ýakasy bilen geçirilip, ol esasy deňiz we derýa suw ölçeg postlary bilen birleşdirilýär.

**II** klasly geçelge **I** klasly niwelir ýörelgeleriniň punktlarynyň içinden, perimetri *500 - 600 km* ýapyk poligon görnüşli emele getirilýär. Olar adatça demir we gara ýollaryň, turbaly geçirijileriň, derýalaryň we ş.m. ýakasından geçirilýär. Niwelirmekde goýberilýän absolýut çäkli ýalňyşlygy aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlemek bolar:

$$f_{goyber} = \pm 5mm \cdot \sqrt{L}.$$

Bu geçelge hem deňiz we suw ölçeg postlary bilen birleşdirilýär. **I** we **II** klasly niwelirmegiň netijesinde ýurdumyzyň territoriýasynda beýiklik sistemasy döredildi.

**III** klasly niwelirme **II** klas niwelirme torlaryny goýulandyrmak (doldurmak) maksady bilen ýokary klasly niwelir punktlarynyň aralygynda belli ýörelgeler ýa-da bir-birini kesip geçýän, poligon görnüşinde geçirilýär. **II** klas niwelir ýörelgesiniň uzynlygy *150-200 km* çäklerinde alynýar. Olar öz gezeginde *6-9 sany* kiçi poligona bölünýär. *1:500* we ondan uly masştably topografiki planlary almak üçin beýiklik daýanç torlaryň ulgamyny gurmakda **III** klasly niwelir poligonyň perimetri *60 km-e* çenli bolmagy mümkin. Bu niwelirmekde goýberilýän(ýol berilýän) çäkli ýalňyşlyk aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplanylýar:

$$f_{goyber} = \pm 10mm \cdot \sqrt{L}.$$

Her bir kilometr ýörelgäni niwelirmek wagtynda nokadyň beýikligini kesgitlemekde goýberilýän orta kwadrat ýalňyşlyk *±5 mm-e* deňdir.

IV klas niwelirleme ýokary klasly niwelir torlarynyň punktlarynyň aralygyndan geçirilýär. Bu niwelirlemegiň punktlary topografiki plany almakda daýanç nokady bolup hyzmat edýär.

IV klas niwelirlemegiň takyklygyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplamak bolar:

$$f_{goyber} = \pm 20 \text{ mm} \cdot \sqrt{L}.$$

Orta kwadrat çäkli ýalňyşlygy her bir kilometr ýörelge üçin  $\pm 10 \text{ mm-e}$  deňdir.

**Tehniki takyklykly** niwelir ýörelgesi inženerli desgalary teswirlemekde geçirilip, olar ýokary klasly niwelir geçelgesine daýanýar. Tehniki takykly niwelir geçelgesinde goýberilýän ýalňyşlygy aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplamak mümkin:

$$f_{goyber} = \pm 50 \text{ mm} \cdot \sqrt{L}.$$

Döwlet geodeziki beýiklik daýanç torlaryny gurmak, ilki bilen niwelirlemegiň katalogyny düzmek bilen başlanýar. Niwelirlemegiň katalogynda punktyň klasy, ýerine ýetirilen ýyly, niwelirlemegi geçiren kärhanasynyň ady, markanyň we reperiň tertibi, tipi, ýerleşen ýeriniň abrisi, başlangyç repere ýa-da marka çenli bolan aralyk we Kronştadt futstogyndan beýikligi görkezilýär. Beýiklik daýanç torlary dogrusyndaky maglumatlar *Türkmenistanyň Goranmak ministrliginiň №5 kärhanasynda* saklanylýar.

### 3.1.5. Geodeziýada ulanylýan ölçeg birlikleri

Ýerde, topografiki kartada we beýleki kartografiki materiallarda ölçeg geçirilende meýdan, burç, massa, temperatura we ş.m. ölçeg birlikleri ulanylýar. Islendik fiziki ululugy ölçemek, şol ululygy onuň ölçeg birligi hökmünde kabul edilen ululygy bilen deňeşdirmäge esaslanýar.

Ölçeg birliginiň ölçenýän ululykda näçe gezek fiziki ululykda barlygyny anyklasak, onda oňa bu *ululygyň ölçegi* diýilýär.

Geodeziýada çyzyk ölçeginiň birligi hökmünde **1 mert(m)** kabul edilendir. Metriň ilkinji kesgitlemesi *Pariž meridianynyň* çärýek uzynlygynyň on milliondan bir bölegi hökmünde, 1791-nji ýylda metriň ölçeg ulgamyny goýmakda ulanyldy. 1799-njy ýylda birinji etalon metri ýasaldy. Ol **Fransiýanyň Milli arhiwine** berildi we “**Arhiw metri**” diýlip atlandyryldy.

1875-nji ýylda metriň Halkara diplomatiki konferensiýasynyň esasynda 31 sany **metr prototipi** ýasaldy. Olaryň №6, iki sany göçürmesi bilen **Sewr** (Fransiýada) ölçegleriň we agramlaryň *Halkara Býurosynda* saklanylýar. Galan *metr - prototipler* bolsa bize atmagyň esasynda döwletlere paýlanyldy. Russiýa bolsa şol döwürde iki sany metr - prototip gelip düşýär. №11 metr - prototipi

... : kg : g : nyuton(N) : pasy : paskal(Pa) : temperat : an : kelvin(K) : wa

çyzygyň direksion burçuny üç tarapdan, direksion burçlary hasaplamagyň formulasyndan peýdalanmak bilen  $N_1$  ýörelge üçin aşakdakyny alarys:

$$\alpha_{4-6} = \alpha_{n-1} + 180 \cdot n - \sum \beta = 136^\circ 10,3' + 900^\circ - 849^\circ 17,9' = 186^\circ 52,4'$$

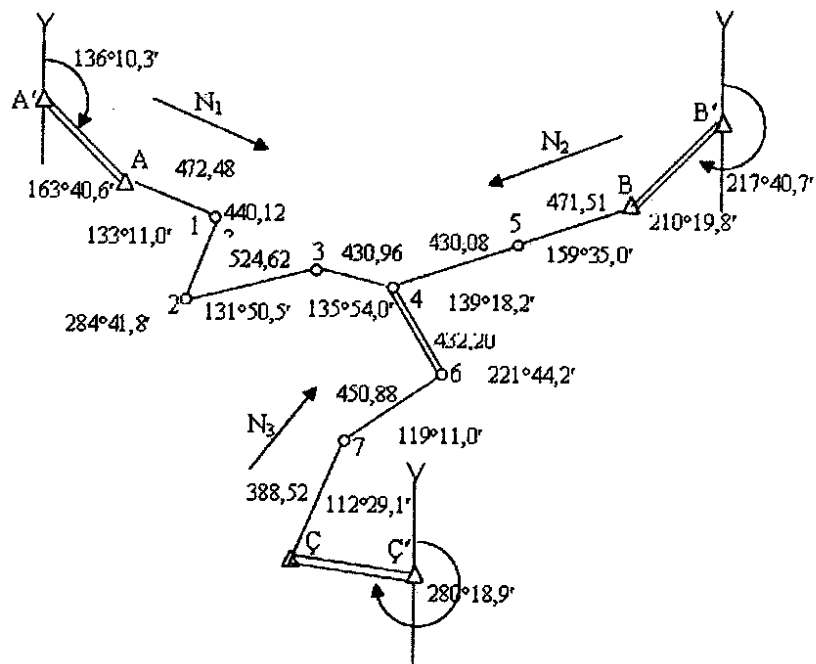
$N_2$  ýörelge üçin:

$$\alpha_{4-6} = \alpha_{n-1} + \sum \beta - 180 \cdot n = 217^\circ 40,7' + 509^\circ 13,0' - 540^\circ = 186^\circ 53,7'$$

$N_3$  ýörelge üçin:

$$\alpha_{6-4} = \alpha_{n-1} + 180 \cdot n - \sum \beta = 280^\circ 18,9' + 540^\circ - 453^\circ 24,3' = 6^\circ 54,6'$$

$$\text{ýa-da } \alpha_{4-6} = 6^\circ 54,6' + 180^\circ = 186^\circ 54,6'$$



3.2.1-nji surat. Bir düwünli nokarlary deňagramlaşdyrmagyň shemasy.

Düwünli çyzygyň üç tarapyndan hasaplamak ýoly bilen alnan direksion burçunyň bahasy bir-birine deň bolmaýar. Bu bolsa ýörelgede gorizont burçlary ölçemegiň we berlen direksion burçlaryň nädogrylygyndan gelip çykýar. Şonuň üçin üç bahadan ýalňyşlyklar teoriýasynda görkezilen agram bahadan peýdalanmak bilen berlen direksion burçy kesgitlemek bolar. Ölçeğiň agramy hökmünde ýörelgelerdäki burçlaryň sanyna ters bolan:  $p_1 = 1 / 5$ ;  $p_2 = 1 / 3$  we  $p_3 = 1 / 3$  ululyklary alýarys. Kesgitlenen direksion burçlaryň agramly orta bahalarynyň ( $\alpha_{Baglan}$ ) tapylyşyny 3.2.1-nji tablisadan görýärsiňiz.

Baglanyşdyran çyzygyň direksion burçuny hasaplardan soňra, onuň bahasy boýunça her bir ýörelge boýunça goýberlen burç ýalňyşlygynyň ululygyny

hasaplaýrys. Burç ýalňyşlygyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$f_{\beta-t} = a_i - \alpha_{baglan}$$

Eger-de alnan burç ýalňyşlyklary goýberilýän bolsa ýa-da belli bir çäkden geçmese, onda olary her bir ýörelgede burçlary deňagramlaşdyrmak düzgüni boýunça paýlaşdyrýarys.

3.2.1-nji tablisa

Direksion burçyň agramly orta bahasyny kesgitlemegiň tablisasy

№	Direksion burçuň bahasyny kesgitlemek, $\alpha_0$	Agram, $v_i$	$\varepsilon$	$\varepsilon \cdot p$	$\nu$	$p \cdot \nu$	$p \cdot \nu^2$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	186°52,4'	0,20	0	0	+1,3	+0,26	0,34
2	53,7'	0,33	+1,3	0,43	0	0	0
3	54,6'	0,33	+2,2	0,73	-0,9	-0,30	0,27
	186°52,4'	0,86		+1,16	-0,4	-0,04	0,61

$$\alpha_{baglan} = 186^{\circ}52,4' + \frac{1,16}{0,86} = 186^{\circ}53,7'$$

$$\mu = \sqrt{\frac{[p \cdot \nu^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,61}{2}} = 0,56'; \quad M = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} = \frac{0,56'}{0,86} = 0,6'$$

Edil şular ýaly koordinatlar artmasyny hem ýokardaky tertipde deňagramlaşdyrýarys. Bu işi ýerine ýetirmek üçin, her bir ýörelgede düzedilen direksion burçlar boýunça koordinatlar artmasyny, soňra her bir ýörelge boýunça düwündäki 4-nji nokadyň koordinatasyny tapýarys. Bu işi ýerine ýetirmek maksady bilen aşakdaky formulalardan peýdalanmak bolar:

$$X_{i baglan} = X_{i berlen} + \sum \Delta x_i; \quad Y_{i baglan} = Y_{i berlen} + \sum \Delta y_i$$

Alynýan koordinatlaryň mukdary  $X_{döwün}$  we  $Y_{döwün}$  nokada gelip birleşýän ýörelgeleriň sanyna bagly bolýar. Biziň mysalymyzda olaryň sany üç. Nokadyň her bir hasaplanan koordinatasy boýunça **agramly orta bahany** hasaplaýarys. Agramyň hili görnüşinde, ýörelgäniň uzynlygyna ters bolan bahany alýarys. Ol şu

deňagramlaşdyrýarys. Bu işi ýerine ýetirmek üçin, her bir ýörelgede düzedilen direksion burçlar boýunça koordinatlar artmasyny, soňra her bir ýörelge boýunça düwündäki 4-nji nokadyň koordinatasyny tapýarys. Bu işi ýerine ýetirmek maksady bilen aşakdaky formulalardan peýdalanmak bolar:

$$X_{i baglan} = X_{i berlen} + \sum \Delta x_i; \quad Y_{i baglan} = Y_{i berlen} + \sum \Delta y_i$$

Alynýan koordinatlaryň mukdary  $X_{döwün}$  we  $Y_{döwün}$  nokada gelip birleşýän

ýörelgeleriň sanyna bagly bolýar. Biziň mysalymyzda olaryň sany üç. Nokadyň her bir hasaplanan koordinatasy boýunça **agramly orta bahany** hasaplaýarys. Agramyň hili görnüşinde, ýörelgäniň uzynlygyna ters bolan bahany alýarys. Ol şu

Analitiki toruň gorizontal burçlary  $30''-1'$  takyklykda, tehniki teodolitler bilen doly usulda(priýomda) ölçenilýär. Üçburçluklaryň içki burçlary hem ölçenilýär we şol wagtda, duran ýeriňde olaryň dogry ölçenenligi barlanylyp görülýär. Bu ýagdaýda, burç ýalňyşlygy aşakdaky formulanyň kömeginde barlanylýar:

$$\Delta\beta = \pm 1' \cdot \sqrt{3} = \pm 1,7'$$

Düzgün boýunça goýberýän ýalňyşlygyň mukdary tapylan ululykdan kiçi( $\Delta\beta \geq f\beta$ ) bolmalydyr.

Analitiki tor geçirilen wagtynda, bazisiň uzynlygy 1:5000 takyklykda ölçenilmegi zerurdyr. Bu işi amala aşyrmakda komponirlenen polat lentasy, egerde 1:10000 takyklyk gerek bolsa, onda topografiki ýagtylyk uzakölçejjisi, aralyk ölçejjisi(dlinomer) ýa-da polat simleri ulanylýar.

Ýerde ölçeğiň netijeleri barlanylyp görülden soňra, analitiki toruň punktlarynyň koordinatlaryny hasaplamagyň shematiki çyzgysy düzülýär. Çyzgyda daýanç punktlaryň gönüburçly koordinatlary, oriýentirleniş burçlary(direksion burçy) hem-de ýerdäki ölçeğiň netijeleri görkezilýär.

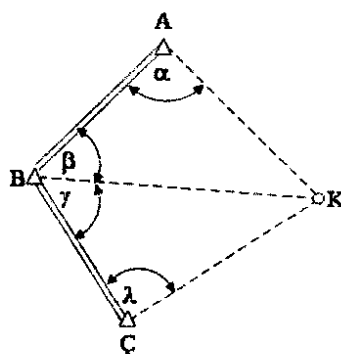
1-nji we 2-nji derejeli analitik torlary triangulýasiýa usulynda açyk we ýapyk ýerlerde triangulýasiýa we poligonometriýa punktlarynyň aralygyndan geçirilýär. Olar aýry we hatar üçburçluklar ýaly birnäçe üçburçluklardan ybarat bolýar. Köplenç ýagdaýda iki bazisiň aralygyndan geçirilen hatar üçburçluklar ulanylýar. Hatar üçburçluklar ýokary klasly daýanç torlaryna geçirilýän wagtynda takyk ölçenen bazisden başlanyp ýene-de bazise baglanylýar. Iki bazisiň arasyndaky analitik torlarda üçburçluklaryň sany 10-dan köp bolmazlygy zerur.

Üçburçluklaryň depeleri gelip, guraly ornaşdyrmak üçin mümkin bolmagy we bir-birinden görüňän nokatlaryň alynmagy hökmanydyr.

### 3.2.4. Geodeziki kesişdirmek usullary

Planly geodeziki daýanç torlarynyň usullaryndan başga göni we ters kesişdirmek, geodeziki kesişdirmek, paralaktiki burçly geodeziki kesişdirmek ýaly usullary ulanylýar.

**Göni kesişdirmek usuly.** Bu usul koordinatlary öňünden belli bolan 2-3 sany punktdan, guralyň duran nokadyny kesgitlemege esaslanýar. Meselem, koordinatasynyň kesgitlenilmegi gerek bolan punktdan 3.2.2-nji surat) koordinatlary belli bolan  $A$ ,  $B$ ,  $C$  punktlary görüňär diýeliň.  $K$  nokadyň koordinatlaryny kesgitlemek üçin  $A$ ,  $B$ ,  $C$  punktlara yzygiderlikde teodolit ornaşdyryp  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  we  $\lambda$  burçlar ölçenilýär. Soňra  $AB$  we  $BC$  çyzyklaryň uzynlyklary Pifagoryň ýa-da sinuslar teoremasy we beýleki usullaryň kömegi bilen tapylýar. Soňra ölçeglere we hasaplamalara esaslanyň  $K$  punktyň gönüburçly koordinat-lary kesgitlenilýär. Bu işi amala aşyrmak maksady bilen aşakdaky işler geçirilýär:



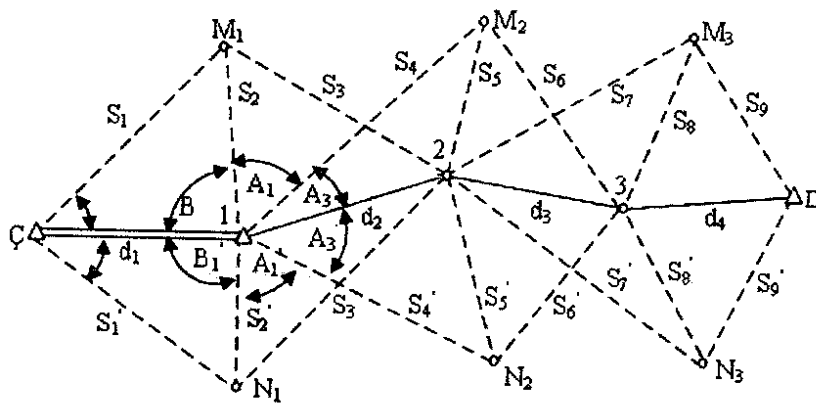
3.2.2-nji surat. Geodeziki kesişdirmek usuly.

-ölçeğiň netijelerinden we  $AB$ ,  $BÇ$  taraplaryň belli uzynlyklaryndan peýdalanyň  $AK$ ,  $BK$  we  $ÇK$  taraplaryň sinuslar teoremasynyň formulasynyň kömegi bilen hasaplanyp çykarylýar;

- $AB$  we  $BÇ$  taraplaryň belli bolan direksion burçlaryndan hem-de  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  we  $\lambda$  burçlaryndan peýdalanyň,  $AK$ ,  $BK$  we  $ÇK$  taraplaryň direksion burçlary hasaplanylýar;

-  $AK$ ,  $BK$  we  $ÇK$  taraplardan hasaplanyp çykarylan uzynlyklardan we direksion burçlarynyň bahasyndan peýdalanyň koordinatlar artmasy tapylýar.

Hasaplanyp çykarylan gönüburçly koordinatlar artmalaryny  $A$ ,  $B$  we  $Ç$  punktlaryň belli bolan gönüburçly koordinatlaryna goşup  $K$  nokadyň koordinatlary, üç sany ugur boýunça kasaplanyp çykarylýar.



3.2.3-nji surat. A. N. Durnýewiň geodeziki kesişdirmek usuly.

Üç ugur boýunça kesgitlenen gönüburçly koordinatlaryň orta arifmetiki bahasy tapylýp, ondan her bir tarap boýunça kesgitlenen gönüburçly koordinata aýrylýar we ölçege goýberlen ýalňyşlyk tapylýar. Ýalňyşlygyň ululygy 1:1000

sandan uly bolmazlygy,  $K$  punktyň gönüburçly koordinatlarynyň dogry hasaplanandygyny görkezýär.

**Geodeziki kesişdirmek usuly.** Prof. A. N. Durnýewiň teklipe eden bu usuly uzaboýuna, uzalyp giden çylşyrymly relýefli ýeriň planyny almakda peýdalanylýar (3.2.3-nji surat). Magistral ýörelgäniň punktlarynyň 1, 2, 3 we goşmaça punktlaryň ( $M_1, M_2, M_3$ ) koordinatlaryny, geodeziki kesişdirmek usulynda tapmakda magistral ýörelgäniň ilkinji başlangyç  $d$  tarapy, onuň direksion burçy  $\alpha_1$ , magistral ýörelgäniň punktlarynda ( $\zeta, 1, 3, 3$  we  $D$ ) durup, gorizontaly burçlary ( $A_1', A_2', A_3', A_4'$ ) we ş. m. ölçenilýär. Meselem, derýanyň kenaryny boýlap  $\zeta$  we  $D$  punktlarynyň aralygyndan magistral ýörelge geçirilen, şu derýanyň iki tarapyň planyny almak üçin tory emele getirmek gerek diýeliň. Şu maksatda:

1) derýanyň kenaryny boýlap 1, 2, 3 punktlarynyň birnäçesinden görünyän edilip, derýanyň çep kenarynda  $M_1, M_2$  we  $M_3$  punktlar we sag kenarynda  $N_1, N_2$  we  $N_3$  punktlar belgilenilýär;

2)  $\zeta$ -1 çyzygyň uzynlygy  $d_1$  ölçenilýär, teodolit yzygiderlik bilen 1, 2, 3 we  $D$  punktlarda ornaşdyrylyp  $A_1$  hem-de  $A_1', B_1$  hem-de  $B_1'$  ýaly burçlar ölçenilýär;

3) Tory geçirmegiň netijesinde emele gelen üçburçluklaryň bahasy hasaplanylýar. Meselem,  $CM_1I$  üçburçlugyň bir sany  $d_1$  tarapy we iki burçy  $A_1$  we  $B_1$  bilen bellemek, şu bahalardan peýdalanyň, sinuslar teoremasynyň kömegi bilen  $S_1$  we  $S_2$  taraplaryň uzynlygy,  $\zeta N_1 I$  üçburçlukdan  $d_2$  tarapdan hem-de  $A_1'$  we  $B_1'$  burçlaryň bahasyndan peýdalanyň  $S_1'$  we  $S_2'$  taraplaryň uzynlygy kesgitlenilýär.  $IM_1 2$  üçburçlugyň  $S_2$  tarapy we iki burçy  $A_2$  we  $B_2$  belli bolanda, şu bahalardan peýdalanyň  $d_2$  we  $S_3$  taraplaryň uzynlyklary kesgitlenilýär.  $IN_1 2$  üçburçlugyň bahasyndan hem şular ýaly elementler hasaplanyp çykarylýar.

Magistral ýörelgäniň  $d_2$  tarapy aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlenilýär:

$$d_2 = d_1 \cdot \sin A_1 \cdot \operatorname{Cosec}(A+B_1) \cdot \sin(A_2+B_2) \cdot \operatorname{Cosec} B_2$$

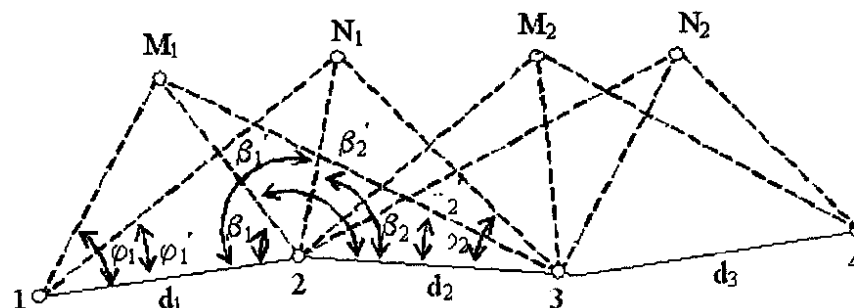
Magistral ýörelgäniň taraplarynyň uzynlygynyň iki gezek hasaplanyp görülmegi hökmanydyr. Beýleki üçburçluklaryň taraplarynyň uzynlyklary hem şular ýaly tertipde kesgitlenilýär.

4) Magistral ýörelgäniň punktlarynyň gönüburçly koordinatlary, açyk ýörelgäniň punktlarynyň kesgitlenilşi ýaly hasaplanýar;

5) Magistral ýörelgäniň punktlarynyň koordinatlaryny kesgitlemek üçin, goşmaça punktlaryň ( $M$  we  $N$ ) koordinatlary hasaplanylýar. 1 we 2 punktlaryň koordinatlary hem-de  $A$  we  $B$  burçlaryň bahalary belli bolanda, şu bahalardan peýdalanyň  $M$  punktyň koordinatasy aşakdaky formulalaryň kömegi bilen tapylýar:



Geodeziki kesişdirmek usulynda plan almak torlarynyň dogry geçirilendigini barlamak maksady bilen magistral ýörelgäniň ahyrky tarapynyň uzynlygy we şu çyzygyň direksion burçy ölçenilýär.



3.2.4-nji surat. Paralaktiki burçlary ölçemegiň shemasy.

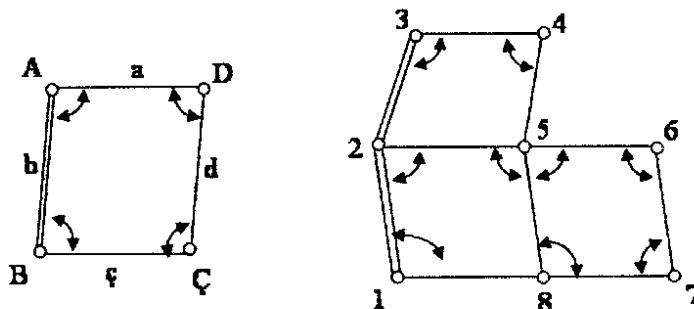
**Paralaktiki burçlary geodeziki kesişdirmek.** Bu usul binalaryň (desgalaryň) düşen ýeriniň çäginde, geodeziki daýanç torlaryny döretmek maksady bilen ulanylýar. Şu ýagdaýda magistral ýörelgä köçäniň bir tarapynda, beýlekisinde bolsa goşmaça punktlar ( $M$  we  $N$ ) belgilenilýär. Goşmaça punktlaryň her birine ştatiwe ornaşdyrylan iki sany wizir belgileri goýulýar. Bu belgileriň biri koordinatasy kesgitlenilmeli punktda merkezleşdirilýär, ikinjisi bolsa onuň ýanynda goýulýar. Ikinji nokadyň ýerdäki ýagdaýy belgilenilýär. Çünki ondan goşmaça punktyň koordinatasy kesgitlemek, hem-de ony barlamak üçin ölçegiň takyklygyny ýokarlandyrmak maksady bilen peýdalanylýar (3.2.4-nji surat).

Paralaktiki  $\phi$  burçlary ýokary takyklykly teodolitleriň kömegi bilen ( $0,7''$ - $1,5''$ ) ölçenilýär. Gorizont burçlar bolsa I we II razrýadly poligonometriýany geçirmekdäki ýaly takyklykda ( $5''$  ýa-da  $10''$ ) ölçemek bolar. Magistral ýörelgäniň soňky tarapynyň ( $d_2$ ) uzynlygyny belli tarap ( $d_2'$ ) we  $M_1$  punktuň gönüburçly koordinatasy esasanyp sinuslar teoremasynyň kömegi bilen hasaplap çykarmak bolar. Ony aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$d_2 = d_1 \cdot \frac{\sin \phi_1 \cdot \sin(\phi_2 + \beta_2)}{\sin(\phi_1 + \beta_1) \cdot \sin \phi_2}; \quad d_2' = d_1 \cdot \frac{\sin \phi_1' \cdot \sin(\phi_2' + \beta_2')}{\sin(\phi_1' + \beta_1') \cdot \sin \phi_2'};$$

Toruň taraplaryny iki gezek hasaplamagyň netijesindeki tapawut, ýol berilýän (goýberilýän) derejede bolsa, olaryň orta arifmetiki bahasy ölçegiň esasy edilip kabul edilýär.

Magistral ýörelgäniň taraplarynyň direksion burçlary, başlangyç tarapyň belli bolan direksion burçunyň bahasyna we gorizont burçlary ölçemegiň netijelerine esasanyp hasaplanyp çykarylýar. Toruň punktlarynyň koordinatlary hasaplanyp çykarylan direksion burçlaryň bahalaryna, başlangyç punktyň belli koordinatlaryna esasanyp, göni geodeziki mysaly çözmek ýoly bilen tapylýar.



3.2.5-nji surat. Diagonalsyz dörtburçluklar usulyňň shemasy.

**Diagonalsyz dörtburçluklar usuly.** Plan almagyň torlaryny diagonalsyz dörtburçluklar usulynda döretmegi, gömükli rus alymy *I. W. Zubruski* teklipe etdi. Şäherlerde, şäherçelerde we obalarda plan almagyň torlaryny geçirmekde şu usuldan peýdalanmak has-da amatlydyr. Diagonalsyz dörtburçluklar usulyň mazmuny aşakdakylardan ybarat. Ýagny dörtburçlugy iki sany galtaşýan tarapyň uzynlygy  $a$  we  $b$ , şeýle hem üç sany burçuň ululyklary belli bolanda (3.2.5-nji surat) dörtburçlugyň taraplaryny aşakdaky formulalaryň kömegi bilen hasaplap çykarmak bolar:

$$d = a \cdot \sin A + b \cdot \sin(\zeta + D) \cdot \sin \zeta;$$

$$\zeta = b \cdot \sin D + a \cdot \sin(A + \zeta) \cdot \sin \zeta.$$

Şäherleriň çäginde plan almak maksady bilen diagonalsyz dörtburçluk usulyňnyň torlaryny döretmek arkaly, dörtburçlugyň ölçenýän tarapy gysga, şeýle hem gatnawly bolan köçelerde belgilenilýär. Beýleki taraplary bolsa, üstünde ölçemek kyn bolan hem-de seýrek gatnawly köçelerde belgilense hem bolýar. Bu usulda dörtburçlugyň birnäçe burçlary ölçenilýär. Her bir dörtburçlugyň burç ýalňyşlygyny aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$X_M = \frac{X_1 \cdot \operatorname{ctg} B + X_2 \cdot \operatorname{ctg} A - Y_1 + Y_2}{\operatorname{ctg} A + \operatorname{ctg} B};$$

$$Y_M = \frac{Y_1 \cdot \operatorname{ctg} B + Y_2 \cdot \operatorname{ctg} A - X_1 + X_2}{\operatorname{ctg} A + \operatorname{ctg} B}.$$

Tapylan burç ýalňyşlyk  $f_\beta \leq f_{\beta_{\text{goýberlen}}}$  deňsizligi kanagatlandyryýan bolsa, onda ony ters alamaty bilen ölçenilen burçlara paýlaýarys. Dörtburçlugyň taraplaryny ölçemekde, köplenç gysga bazisli poligonometriýa usulyndan peýdalanylýar. Olçeğiň netijelere esaslanyp dörtburçlugyň ölçenilmedik taraplaryny, belli formulalary ulanmak bilen yzygiderlikde hasaplanyp çykarylýar. Meselem, birinji dörtburçlugyň 1-2, 1-8 we 2-5 taraplaryny hasaplap tapmak bolar, emma 3-4 we 5-4 taraplaryň uzynlygyny bolsa, şu hasaplamalara esaslanyp kesgitlemek bolar. Dörtburçlugyň birnäçe taraplary hasaplanyp tapylan magistral ýörelgä birikdirilýär. Bu ýörelgäniň punktlarynyň koordinatlary teodolit ýörelgesiniň punktlarynyň koordinatlaryna baglylykda hasaplanýlar.

Toruň punktlarynyň gönüburçly koordinatlaryny hasaplap çykarmak usuly, dörtburçlugyň haýsy burçunyň koordinatasy belli bolýanlygyna baglylykda alynýar. Meselem, 1 punktyň koordinatasy we 1-2 tarapyň direksion burçy belli bolsa, 1-2-3-4-5-6-7-8-1 ýapyk poligonyň ähli elementlerini kesgitlemek mümkin bolýar (3.2.5-nji a surat). Bu ýagdaýda dörtburçlugyň punktlarynyň koordinatlary ýapyk poligonyň punktlarynyň koordinatlarynyň kesgitleniş usulynda tapylýar. Dörtburçluklaryň 1-2, 2-3, 1-8 we 7-8 taraplaryny, ön geçirilen daýanç torlaryň taraplaryny döretmek bilen olaryň uzynlyklary 1, 2, 3, 7 we 8 punktlarynyň koordinatlary öňünden belli bolýar. Bu ýagdaýda dörtburçluklaryň 3-4-5-6-7 taraplary açyk poligony emele getirýär we 3, 4, 5, 6, 7 punktlarynyň koordinatlary açyk poligonyň punktlarynyň koordinatlary esasynda hasaplanyp çykarylýar.

### III.3. DURAN ÝERIŇI KESGITLEMEGIŇ GLOBAL SISTEMASY

#### 3.3.1. Umumy düşünje

*GPS* – bu iňlis sözleriniň ilkinji üç uly harpy, ýagny “*Global Positioning system*” sözleri bolup, “*Duran ýeriňi kesgitlemegiň global sistemasy*” diýen manyny aňladýar.

Sputnik geodeziki ölçegler *GPS* (*Global Positioning System, ABŞ*), we ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система, Россия) nawigasion sistemalaryň apparatlaryndan gelýän signallar boýunça işleýär. Ýewropa birleşikleri hem edil şular ýaly bir sistemany, ýagny GNSS-2 “*GALILEO*” döretmek üçin işler alyp barýarlar.

Bu sistemalar baradaky maglumatlary 3.1-nji tablisadan görmek bolar.

3.1-nji tablisa

**Nawigasion sputnik sistemalarynyň esasy häsiýetnamalary**

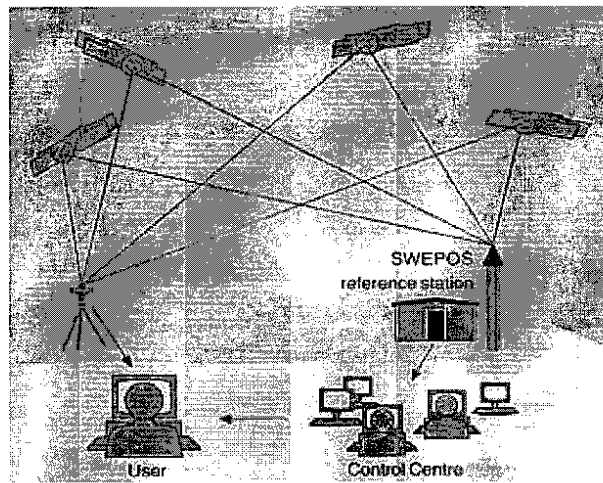
Esasy häsiýetnamalary	ГЛОНАСС	GPS	GALILEO
Ýeriň emeli hemralarynyň sany (ätiýaçlykda)	24 (3)	24 (3)	27 (3)
Orbital tekizlikleriň sany	3	6	3
Orbital tekizlikdäki ýeriň emeli hemralarynyň sany	8	4	9
Orbitalar	Tegelege ýakyn		
Orbitalaryň beýikligi, km	19100	20145	23200
Orbitalaryň ýapgytlygy, gradusda	64,8°	55°	56°
Koordinatlar sistemasy	ПЗ-90	WGS-84	-

*GPS* serişdesi ýeriň daşyndan ýörite maksatly aýlanýan, **28** sany Ýeriň emeli hemrasyndan, ýerdäki duran nokatlaryň koordinatларыny we beýikligini kesgitlemek maksady bilen ýeriň üstündäki stansiýalar ulgamyndan we sany çaklendirilmedik mukdardaky priýomniklerden, hasaplaýyş gurluşlaryndan ybarat bolan serişdedir. *GPS* tehnologiýasy ýeriň üstündäki duran nokadyň üç ölçegli koordinatларыny kesgitlemek maksady bilen ulanylýar.

**Nawigasiýa.** *GPS* serişdesi radiosignallar arkaly ulanyjylaryň priýomniginde, duran nokadynyň koordinatларыny durnukly we takyk kesgitleýär. Kesgitlemegiň takyklygy onlarça metrden bir metre çenli, gerek bolan ýagdaýlarda ondan hem takyk möçberde kesgitlep bolýar. Bu bolsa hereket edýän (uçarlaryň, dikuçarlaryň, kosmos raketalarynyň, awtomobiliň, gäminiň we ş.m.) serişdeleriň nawigasion mysallaryny çözmek üçin ýeterlidir.

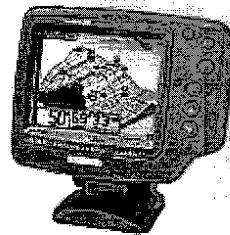
**Ýerdäki ölçegler.** “*Duran ýeriňi kesgitlemegiň global sistemasy*” diýen täze düşünje 1970-njy ýyllaryň başlarynda döredi. Ol “*nawigasiýaly sistema*” düşünjesi bilen deňşdireniňde umumyrakdyr. Ýerdäki ölçegler adamyň şu günki döwrebap serişdesi bolmak bilen geodeziýada, kartografiýada, planimetriýada, geofizikada, has takyk senagat binalaryny we ýollary gurmakda we ş.m. ýer ölçeg

meselerini we mysallaryny aňsatlyk bilen çözmäge mümkinçilik berýär (3.3.1-njy surat).



3.3.1-nji surat. Geodeziki ähmiýetli GPS sistemalary.

1982-nji ýylda **Massaçusetyň** tehnologiýa institutynda (ABŞ) **GPS** tehnologiýasyny kämilleşdirmek boýunça professor **Ç. Kunselmanyň** ýolbaşçylygynda ylmy - barlag topary döredilýär.



3.3.2-nji surat. GPS tehnologiýaly eholot.

Eger-de uçurylýan raketalar we ýeriň emeli hemralary bu sistemanyň mehaniki esasy we mysallary bolsa, radiotehniki we hasaplaýyş mikroelektron gurluşlar - onuň beýnisi we nerw sistemalary bolup durýar. Olar bilelikde sistemanyň teoretiki we informasion esasyňy emele getirýärler. Şeýle arabaglanyşyk sistemasy bolmasa, ondaky serişdeler işlemez.

Priýomnigiň platasy ýokary duýgur trakty özünde saklaýar. Ol kosmosdan alnan signallary çylşyrymly matematiki işlemek maksadyndaky gurluşdyr. Şu gurluş ýokary derejeli kompýuteriň, ýokary tizlikli we uly huşly (ýatly) mikroelektron shemalarynyň hem-de içki gurluşlarynyň, şeýle-de beýleki çylşyrymly elementleriň esasynda döreýär.

Şu ajaýyp ansamblyň esasyny matematiki algoritmi dolandyrýar. Ol bolsa hasaplaýyş maşynynyň programmasy görnüşinde bolýar. **GPS** şol bir wagtda häzirki zaman ýokary tehnologiýasynyň önümi we serişdesi bolup durýar.

Häzirki zaman ösen tehnologiýasy balyk senagatynda, gämileriň hereketlerini dolandyrmakda zerur bolan täze gurallaryň döremegine getirdi. Bu gurallaryň birine **eholot** diýilýär. Gural balykça ýa-da gämiä ýüzüjä özüni edil öýündäki ýaly duýmaklyga mümkinçilik berýär. Guralyň ýaýlymynda suw astynyň sürüsiniň näçe metr çuňdugyny, balyksürüsiniň nirede ýerleşýändigini we näçe metr çuňlukda ýatandygyny, ýüzüp barýan gäminiň önündäki suw astynyň relýefini (gaýalary, saý ýerleri we ş.m. gäminiň ýüzmegi üçin howply), elementleri görmäge we ondan sowlup geçmäge mümkinçilik berýär. Şonuň ýaly-da ýüzmegiň iň ýakyn ýoluny görkezýär (3.3.2 -nji suratlar).

Eholotlary öndürýän esasy kom-paniýalar **Garmin, Hummin-bird, Eagle, Lowrence** we ş.m. bolup durýar. Agzalan kompaniýalar öndürýän önümlerini alyjylarynyň, olaryň isleglerine görä ýasamaga ýöriteleşýärler.

Eholotlar özleriniň goýberýän şöhleleriniň hem-de lokalizasiýaly toplumynyň kömegi bilen suwuň aşagyndaky obýektiň ýerleşen ýerini kesgitleýär. Eholotyň ýaýlymynda suw astynyň profili we balyklaryň möçberi suratlandyrylýar. Suwyň aşagyndaky hadysalary: bir, iki, üç ýa-da köp ölçegli tekizlikdäki şekillerde görmek bolýar.

Balyk tutmak we gämi sürmek üçin her bir adam ehlot guralyny özüçe goýlan meselä baglylykda saýlap alýar. Munuň üçin ehlotlaryň iň sada kysymyny ulanmak ýeterlikdir. Emma ýokary takyklykdaky ölçeg netijelerini aljak bolsak, onda ehloty öndürýän kompaniýany hem-de guralyň ýasalyş takyklygyny hasaba almak zerurdyr.

### 3.3.2. GPS serişdesiniň geodeziýada ulanylyşy

**Tebigy baýlyklar.** Käbir ýagdaýlarda tebigy baýlyklary ýeterlik peýdalanmak üçin has takyk maglumatlar gerek bolýar. Takyk maglumatlary almak üçin ýeňil we arzan düşýän usullary we gurallary ulanmak zerur. Meselem, GPS serişdesiniň kömegi bilen ýeriň üstünde döredilen analitiki torlarda geçirilýän topografiki surata almagyň netijelerinden peýdalanyp oba hojalygynda ekerançylyk meýdanlarynyň kartasyny düzmek mümkin. Şonuň ýaly-da GPS serişdelerini oba hojalyk tehnikaşydyr enjamlaryny, maşynlaryny tygşytly peýdalanmakda ulanmak bolar. GPS serişdesiniň kömegi bilen döredilen surata almagyň maglumatlary gasma baýlyklary peýdalanmakda, geologiki gözlegleri geçirmekde, geofiziki, gidrografiki surata almada, şeýle hem geologiki gözleg işlerini geçirmekde wajyp ähmiýete eýe bolýar (3.3.3-nji surat).

**Geodeziki daýanç torlaryny döretmek.** GPS serişdesiniň kömegi bilen surata almak ýokarda agzalan artykmaçlykdan daşary dürli derejeli takyklykdaky geodeziki torlaryny döretmekde hem ajaýyp serişde hasaplanylýar. Bu gural özüniň ýokary onjeýliligi we takyklygy bilen tapawutlanyp. Dürli derejedäki daýanç torlaryny köpeltmek işlerini geçirmekde, işleri çalt we ýokary hilli alyp barmak mümkinçiligini döredýär. Bu işleri geçirmek ykdysady taýdan amatlydyr.

**Kadastr surata almak.** GPS serişdesiniň dürli görnüşli araçäkleri dikeltmekdäki ýerine ýetirýän işleri her günki der dökülen, ýerine ýetirilmesi kyn agyr zähmet, onuň kömegi bilen çaltlyk we ýokary hilli torlar ýeriň üstünde ornaşdyrylýar.



3.3.3-nji surat. GPS sistemasynyň geografiki barlaglarda ulanylyşy.

GPS serişdesi bilen surata almagyň *statiki* we *knematiki* usullary bar. Olaryň kömegi bilen hususy eýeçiligiň araçäklerini dikeltmek, şeýle hem olary dayanç torlaryna berikdirmek, her bir ýer böleginiň (uçastoklaryň) burç ýagdaýyny kesgitlemek we topografiki hem-de surata almagyň beýleki görnüşlerini geçirmek wajyp bahalary alyar.



3.3.4-nji surat. GPS gurallarynyň aerosuratlary deşifirlemekde ulanylyşy.

**Fotogrammetriýa.** Häzirki wagtda kinematiki surata almagyň yzygiderli geçirilmegi süýşýän(hereket edýän) obýektleriň traýektoriyasyna gözegçilik

etmäge mümkinçilik döretdi. Fotogrammetriýa ylmynyň pudagynda GPS serişdesiniň süýşýän kabul edijisi(priýomnigi) bilen fotogrammetriki hemranyň fokus merkeziniň arasynda belli bolan giňişlik arabaglanyşygy bardyr. Şonuň bilen birlikde süýşýän kabul edijiniň ýagdaýyny hasaplamak bilen biz kameranyň ýagdaýyny giňişlikde kesgitleýäris. Eger-de bize kameranyň ýagdaýy eksponirlenýän wagtynda belli bolsa, onda biz fotogrammetriki surata almagy ýerde, ýagdaýy belgilenmedik nokatsyz geçirip bileris. Häzirki wagtda GPS serişdesiniň maglumatlaryny döwrebap işlemek, ýerdäki bellikleri ulanmazdan, fotogrammetriki kartalaşdyrmagy ýerine ýetirmäge mümkinçilik berýär.

**Geoinformasion sistema(GIS) we tebigy baýlyklary ulanmak.** Ýeriň bahasynyň gymmatlamagy we tebigy baýlyklara bolan islegiň artmagy bilen GPS serişdelerini dolandyryň, öz işine ökde hünärmenlere ynam bildirip başlanyldy. GIS we tebigy baýlyklary ulanmak ulgamlary-ny, ýazgyda saklamak we onuň öz gezeginde uly göwrümdäki geografiki informasiýaly agtaryş mehanizmlerini emele getirmegi ulanyjylar üçin ajaýyp şertleri döredýär (3.3.4-nji surat).

Emma ýerdäki alnan informasiýalary köp möçberdäki özara baglanyşykly ýeke-täk bir bütewi koordinatlar sistemasyna birleşdirmeseň, olary ulanmakda belli bir kynçylyklar ýüze çykýar. Ony bolsa obýektleriň käbirleriniň bölekleriniň (uçastoklary) bir-biri bilen utgaşmazlygy bilen düşündirmek mümkin. Ähli obýektler ýeriň üstünde hakyky ýagdaýyna degişli bolsa, onda olar geografiki obýektler adyny alýar. Maglumatlar berlende ilki bilen obýektiň umumy geografiki esasyňy geçirmek gerek. Ol bolsa öz gezeginde ýerleşen ýeriň üsti baradaky informasiýa esaslanýar. Seýle-de, olar dürli görnüşli informasiýalar bilen baglanyşdyrylýar (ýer üstüniň ulanylyşy, tebigy baýlyklar, syýasy araçäkler, aragatnaşyk serişdeleri we ş.m.). GPS serişdesi şular ýaly esaslary döretmekde takyklygy, arzanlygy we täsirliligi bilen surata almagyň beýleki usullaryndan tapawutlanýar.

### 3.3.3. Hemraly WM101, WM102 GPS geodeziki serişdeleri

Hemra ulgamly geodeziki serişdäni perspektyiwaly tekizlikde oriýentirlenmeginiň netijesinde *WM101* ýa-da *WM102* kabul ediji gurluşlaryň we *PoP* görnüşli geodeziki ölçegleri hasaplamaga niýetlenen kompýuter programmalarynyň esasynda döredildi. Bu serişde *WM Satellite Surveying* kompaniýasynyň we *Layka Heyer-burg AG* we *ABŞ Magnowoks* firmalarynyň bililigidäki önümidir. Serişde häzirki zamanyň oriýentirlenmek bilen baglanyşykly bolan sebitara meselelerini maksimal amatlylyk bilen çözmekde artykmaçlygy döredýär (3.3.5-nji surat).

Bu serişde ýeriň daşyndan ýörite geodeziki maksatly aýlanan 28-e ýakyn emeli hemradan goýberlen signallary ýeriň üstünde duran guralyň kabul etmegi esasynda özünde bar bolan magnitli göterijilerine ýazýar we alnan maglumaty *kompýuterler e* geçirmäge mümkinçilik döredýär. Amatly şertlerde Türkmenistanyň territoriýasyndaky islendik nokatdan emeli hemralaryň ýedisinden, iň bolmanda alty sanysyndan gelýän signallary kabul edip,



hasaplamany geçirmegiň netijesinde nokadyň koordinatlaryny we beýikligini hasaplamak mümkin.

*Nawstar* görnüşindäki ýeriň emeli hemralary berlen maglumatlary kabul etmek we hasaba almak bilen birlikde, alnan maglumatlary häzirki zaman EHM-lerinde işlemegiň usullaryny hem amala aşyrýar. Üç ýa-da ondan-da köp ýeriň emeli hemrasyndan alnan maglumatlar boýunça ýerdäki duran nokatlaryň geografiki, gönüburçly koordinatlary  $10\text{ mm} - 2 \cdot 10^{-6}$  (WM101) we  $5\text{ mm} - 1 \cdot 10^{-6}$  (WM102) otnositel takyklykda, stansiýalar bir-birine görünmese, onda islendik howa şertlerinde hem gije, hem gündiz maglumatlary almaga mümkinçilik berýär.



3.3.5-nji surat. WM101 tipdäki GPS guraly.

Toplumly WM101 kabul ediji gurluşyň  $16.8\text{ kg}$  agramy bolup, ol nokatdan-nokada geçirmek üçin oňaýlydyr. Gural dört kanally kabul ediji (priýomnik) bolup, C/A kodda işleýär we 1 ýygyllykly yrgyldylara jebisleşdirilendir. Şonuň ýaly-da ulanyjylaryň isleglerine laýyklykda işçi diapozony 2 ýygyllykly yrgyldylara hem kadalaşdyryp bolýar. WM102 kabul edijisi gurluşy boýunça M101-iň kämilleşdirilen görnüşi hasaplanylýar. Onuň standart mysallary 1 we 2 ýygyllykly yrgyldylara jebisleşdirilendir. Berlen maksatnamaly üpjünçik IBM PC XT ýa-da bilelikdäki kompýuterlerde işlenilýär.

Bu serişdäniň harby hereketlerde aňtaw işleri üçin niýetlenen, jübüde göterilýän has ýönekeý görnüşleri hem bar. Olaryň kömegi bilen berlen suduryň daşyndan aýlanyp, ýeriň üstüni sanly kartada görmek bolar.

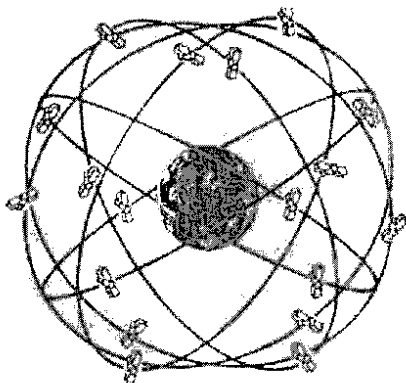
#### 3.3.4. GPS serişdesiniň döremegine esas bolan baş pikir

GPS gurallarynyň segmentleri we elementleri häzirki zamanyň “ýokary tehnologiýasyna” esaslanan şekilde ýasalandyr. Şonuň ýaly-da onuň esasynda goýlan pikirler örän sadadyr. Geliň, indi şol pikirleriň iň wajyplarynyň başisine seredip geçeliň.

**Birinji pikir:** Hemra çenli aralyk boýunça ýeriň üstünde duran ýeriňi kesgitlemek. GPS serişdesiniň kömegi bilen duran nokadyň koordinatlaryny kesgitlemek, hemralara çenli aralygy kesgitlemäge esaslanýar. Bu bolsa, duran nokadymyzyň koordinatlary boýunça, kosmosdaky ýeriň emeli hemralarynyň toparyna çenli aralyklary ölçemäge esaslanýandygyny görkezýär. Hemralar takyk koordinirlenen hasaplamagyň başlangyjynyň wezipesini ýerine ýetirýärler.

Mysal hökmünde **A** ýeriň emeli hemrasy 11000 kilometrde ýerleşýär diýeliň, onda biziň çaklanylýan gurşawymyzyň(töweregimiziň) radiusy 11000 kilometre deňdir. Onuň merkezi **A** ýeriň emeli hemrasy bilen gabat gelyär diýip hasaplanýar.

Eger-de şol bir wagtyň özünde **B** ýeriň emeli hemrasyna çenli aralyk 12000 kilometr diýsek, onda bu ýene-de biziň ýerleşen ýerimiziň giňişligini köpräk gysgaldar. Şonuň bilen birlikde, biziň ýerleşen sebitimiz(nokadymyz) **A** hemradan 11000 kilometr we **B** hemradan 12000 kilometr aralyklar hasaplanýlar, ol bolsa, iki sany sferanyň kesişen çägidir, ýagny sebitidir(3.3.6-njy surat).



3.3.6-njy surat. GPS hemralarynyň Ýeriň daşyndan aýlanyşy.

Eger-de biz aralygy ölçemegi maksat edip, üçünji **Ç** hemra çenli aralygy ölçesek, onda duran ýerimizi kesgitlemegi azyndan iki sany nokatdan taparys. Bu iki nokat 13000 kilometr radiusly sferadaky töwerek bilen kesişýär. Sferanyň kesişmegi bilen 11000 kilometr we 12000 kilometr radiusly töwerekler alynýar.

Adatça, iki nokadyň birisi dogry bolmadyk çözütdir. *GPS* serişdeleriniň hasaplaýyş serişdeleri dürli görnüşli kabul edijiler bilen üpjün edilen. Olar iki sany mümkinçilikde duran ýeriň hakyky ýagdaýyny awtomatiki kesgitleýär.

Şonuň bilen birlikde biz özümiziň beýikligimizi takyk bilýäris, meselem, deňizde ýüzüp ýören deňizçileriň ýagdaýy deňiz derejesindedir. Deňiziň derejesi beýikligiň başlangyç **0** beýikligi hasaplanylýar(kabul edilen referens-ellipsoide baglylykda). Bu ýagdaýda biz ýeriň emeli hemrasyndan ölçegleriň birini aradan aýyrmaly bolýarys.

*Şeýlelikde:*

- Ýerleşen ýeriň koordinatlary, hemralara çenli aralyklary ölçemek bilen hasaplanylýar.

- Duran ýeriň kesgitlemek üçin, dört sany ölçeg geçirmek zerurdyr.
- Eger-de dogry bolmadyk çözüwi aradan aýyrsak, üç ölçeg ýeterlidir.
- Ýene-de bir ölçegi geçirmek tehniki sebäplere görä zerurdyr.

**Ikinci pikir:** *Hemra çenli aralygy ölçemek.* Hemra çenli aralygy ölçemegiň beýany örän sadadyr. Biz onuň bilen mekdep maksatnamalarynda fizika we matematika dersleri boýunça köp gezek duşupdyk. Hemralara çenli aralygy kesgitlemek - hereketiň tizliginiň onuň wagtyna köpeltmek hasylydyr - diýen deňlemä esaslanýar. *GPS* serişdesi hemradan bize gelýän radiosignallaryň näçe wagtda ýetýändigini ölçemäge ukyplydyr. Soňra, şu ölçenen wagt boýunça aralyk kesgitlenilýär.

Atmosferada radiotolkunlar ýagtylygyň tizligi bilen deň derejede ýaýraýar, ýagny sekuntda 300000 kilometrdir. Eger-de biz hemranyň radiosignallary goýberen takyk wagtyny anyklap bilsek, hem-de ony kabul eden wagtymyz bilen deňeşdirsek, onda signalyň näçe wagtda gelendigini kesgitlep bileris. Radiosignalyň hereketiniň tizligini onuň sekuntda geçen wagtyna köpeltmek bilen, hemra çenli aralygy kesgitleäris.

Bu ýagdaýda wagty ölçemekde ulanýan sagadymyz has takyk bolmalydyr, ýagny ýagtylygyň atmosferada örän çalt hereket edendäki wagtyny ölçemäge ukyply bolmalydyr. Eger-de hemra edil kellämiziň ýokarsynda ýerleşen bolsa, ondan goýberlen radiosignal 0.06 sekuntda bize gelip ýeter.

*GPS* serişdesinde wagty ölçemek has kämilleşdirilen usulynda geçirilýär. Ol ýygtylygyň atom standartyna esaslanýar. Bu bolsa hemranyň bortundaky sagadyň nanosekunt takyklyk bilen ölçenmegini esaslandyrýar we bahasy boýunça 0.00000001 sekunda deňdir.

Radiosignalyň geçen wagtyny ölçemek, esasy kynçylyk bolup durýar. Bu bolsa, hemradan signallaryň goýberlen wagty bilen ýerdäki kabul edijiniň başlangyç wagtlarynyň gabat gelmegine esaslanýar. Onuň üçin *GPS* serişdesini döredijiler ajaýyp pikiri tapdylar, ýagny hemradaky we kabul edijilerdäki wagtlary sinhronlaşdyrdylar. Ol hem şol bir wagtyň özünde, deň wagtdaky iki sany kodyň generirlenmegini üpjün edýär.

Bize bolsa diňe hemradan goýberlen radiosignalyň koduny kabul etmek we kabul edijimiziň haçan generirländigini ýüze çykarmak galýar. Şeýlelikde, bir hemradan goýberlen koduň hereketini, kabul edijide signalyň anyk geçen wagtyny

göryäris. Kodly signallary goýbermegiň artykmaçlygy wagtyly hereketiň ölçenilmegini howanyň islendik wagtyly şertlerinde ulanylyp bilmegidir.

Ýeriň emeli hemralary we kabul edijiler örän çylşyrymly sanly yzygiderlikleri generirleýär. Kodlar ýörite maksat bilen çylşyrymlaş-dyrylýar, olary sadalaşdyryp, birmeňzeş deňeşdirmek we beýleki sebäplere görä ulanýarlar. Umuman alanda, kodlar örän çylşyrymly bolmak bilen, tötänleýin uzyn impulsalaryň hatary görnüşinde seredilýär. Hakykatda bolsa, olar örän anyk saýlanyp alnan “pseudotötänleýin yzygiderlikleri” alýar we her bir millisekuntndan gaýtalanýar.

*Şeýlelikde:*

- Hemra çenli aralyk goýberlen radiosignalyň kabul edijä çenli geçen wagty aralygyny ölçemege esaslanýar.

- Hemra we kabul ediji şol bir wagtyň özünde, şol bir pseudotötänleýin radiosignallary generirlemäge ukyplydyr. Ol umumy wagtyly birliginde geçirilýär(hemralaryň ýeriň üstünden uçuş beýikligi takmynan 20200 kilometrdir. Olar ekwatoryň tekizligine alty orbita boýunça 55<sup>o</sup> ýapgytlykda hersinde 4 sany emeli hemradan hereket edýärler we aralary 60<sup>o</sup> uzaklyk boýunça süýşürilendir. Hereket edişleri boýunça ýeriň üstüne endigan paýlanandyr).

- Hemradan goýberlen radiosignalyň näçe wagty gijä galandygyny, bortdaky sagatlaryň we kabul edijiniň pseudotötänleýin kodlaryna baglylykda aralyk hasaplanyp çykarylýar.

**Üçünji pikir** -bu has kämilleşdirilen wagtyly baglanyşdyrylmagy. Eger-de hemra we kabul ediji sinhronlaşdyrylan ýagdaýdan 0.01 sekunt gysarsa, onda ölçegde goýberlen ýalňyşlyk 2993 metre deň bolar. Şu ýagdaýda meseläniň bir tarapyňy, ýagny sagady sinhronlaşdyrmagy örän ýönekeý we takyk üpjün etmek zerurdyr.

Hemralaryň bortunda atom sagatlary ornaşdyrylandyr. Olar örän ýokary takyklygy hem-de bahasy boýunça gymmatdyr. Bu sagatlaryň biriniň bahasy ABS pulunda takmynan 100000 dollara barabardyr. Geodeziki maksat bilen hereket edýän ýeriň her bir emeli hemrasynda şu hili sagatlaryň dördüsi oturdylandyr. Beýle edilmeginiň esasy sebäbi, ýokary ynamlylyk bilen wagtyly ölçemegi üpjün etmekdir. Emeli hemralaryň her biriniň agramy takmynan 900 kg, uzynlygy 7.84 metr we radiusy 1.35 metr bahalarda bolýar.

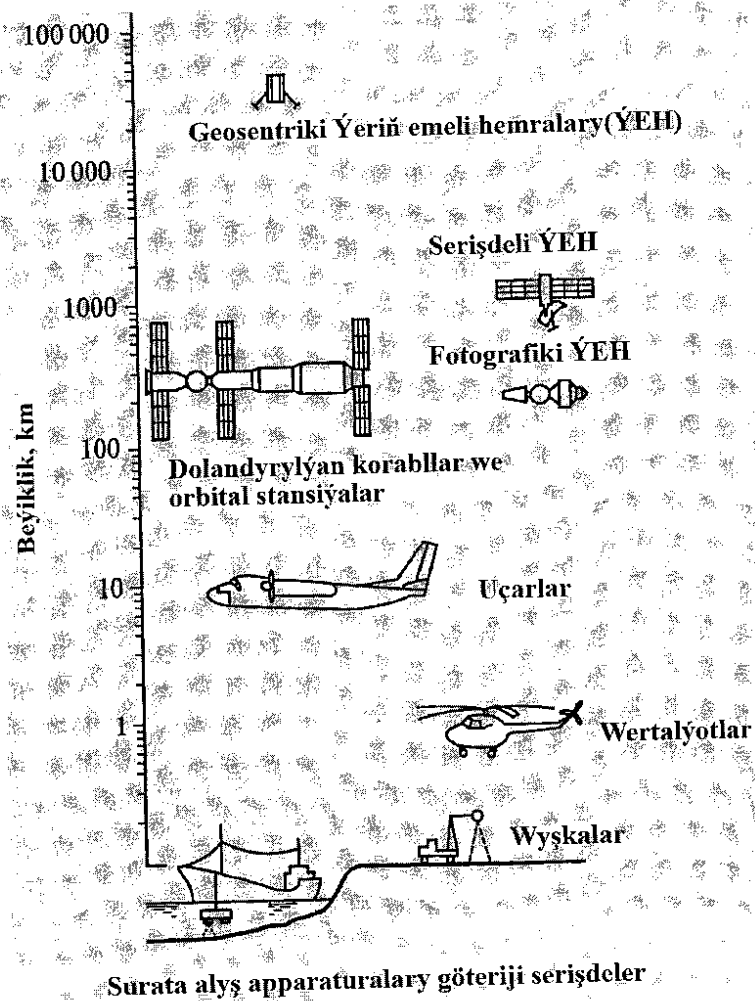
Emeli hemralaryň her birine çenli aralygy ölçemek maksady bilen, üç ölçegi geçirmek we nokadyň ýagdaýyny üç ölçegli giňişlikde kesgitlemek mümkin. Emma dört sany ölçeg kabul edijiniň hasap böleginiň deňişlilikde, nätakyk hereketini aradan aýyryr.

GPS serişdesi üç ölçegli ulgamdyr. Onuň esasynda nokadyň tekizlikdäki ýagdaýynyň alnyşyna iki ölçegde seredip geçeliň.

Kabul edijiniň sagady atomly däl diýeliň, ol kämil sagat diýeliň. Onuň ýöreýşi kwars sagadyna deňişli diýip alalyň, emma wagtyly ýeke-täk ulgam bilen deňeşdirilmedik hasaplalyň. Şeýle-de ol takyk wagtdan bir sekunt yza galýar diýiliň. Geliň indi şu wagtda signallaryň duran ýerimizi kesgitlemäge, edýän täsirine seredeliň.

Biz A hemradan dört sekunt, emma B hemradan bolsa alty sekunt aralykda ýerleşýäris diýip pikir etsek, onda şu iki ölçeg tekizligikde, gözegçiniň hakyky duran nokadyny baglanyşdyrmak üçin ýeterlidir.

Eger-de biz bir sekunt yza galýan sagatly kabul edijini ulansak, onda ol A hemra çenli aralykdan baş sekuntlyk, emma B hemra çenli aralykdan bolsa ýedi sekuntlyk aralykda ýerleşeris. Netijede, beýleki bir nokatda kesişýän, täze iki sany sfera emele geler. Geliň biz takyklygy ýokarlandyrmak üçin oňa ýene-de bir ölçegi goşalyň. Iki ölçegli mysalda bu bolsa üçünji hemranyň ulanylmagyny aňladýar.



3.3.8-nji surat. Uçýan serişdeleriň dürli beýikliklerden hereket edişi.

Biz has kämil sagady ulanyýarys diýip pikir etsek, onda Ç hemra gözegçiniň ýerleşýän hakyky nokadyny sekiz sekuntlyk aralykda, netijede bolsa, üç tekizlik

bir nokatda kesişýär, ýagny olar üç hemranyň nokatdan hakyky uzaklygyny görkezýär.

Eder-de ähli üç ölçege yza galan bir sekuntlaryny goşsak, onda täze alnan töwerekler hakyky aralyklarda, ýagny “*pseudo aralyklarda*” tapylar we bir nokatda kesişmeýärler. Netijede, käbir üçburçlyk alnyp, biziň agtarýan nokadymyz şol üçburçlygyň içinde, niredir bir ýerinde ýerleşer.

Şonuň bilen birlikde, bir wagtyň özünde 5, 7 we 9 sekuntlyk aralyklarda **A**, **B** we **Ç** nokatlara baglylykda biziň ýerleşen nokadymyz sferiki üstlerde ýokdur. Bu hakykata laýyk dälidir.

Kabul edijiniň kompýuteri pseudo aralyklary ölçemekde, alnan ýalňyş signallary işlände, käbir wagt aralygyny (şol bir bahany ähli ölçeşlerde) aýyrmakdan (ýa-da goşmakdan) başlaýar. Kompýuter ähli ölçeşleriň wagtynyň töwerekleriň bir nokatda “*kesişmegini*” gazanýança, wagta düzedişleri girizmegini dowam etdirýär.

Ýokarda aýdylanlardan ugur alsak, onda üç ölçeşli duran ýeriňi kesgitlemekde (bir wagtyň özünde üç koordinatany, geografiki giňligi, uzaklygy we şol bir ýer ellipsoidi üçin kabul edilen şertli üstünden beýikligini) hökmany ýagdaýda dört sany ölçeş geçirmelidir. Bu ölçeş, öz gezeginde, kabul edijiniň sagadynyň diňe bir wagtly ulgama getirilmeginiň ýalňyşlygyny aradan aýyrmak maksady bilen geçirilýär.

*GPS* serişdeleriniň dört ölçeşli teswirlemeleriniň ulanylmagy, onuň takyklygyna has aýdyň derejede täsir edýär. Eger-de wagtyň hakyky masştabynda duran ýeriňi yzygiderli kesgitlemek gerek bolsa, iň bolmanda dört sany kanally ölçeşleri almaga ukyply bolan kabul edijileri ulanmak zerur. Ol bolsa, dört hemranyň mydamalyk signallary kabul etmegi we ilkinji signallary işlemeginiň aýratyn kanallarynyň alynmagynda gazanylýar.

*Şýlelikde:*

- Takyk wagtly baglanyşyk - hemra çenli aralygy ölçemegiň açarydyr.
- Hemralar wagt boýunça takykdyr, çünki olaryň bortunda atomly sagatlar ulanylýar.
- Kabul edijileriň sagatlary, has kämil bolmasa-da bolar, emma wagt boýunça süýşmegi trigonometriki hasaplamalary geçirmek bilen aradan aýyrmak mümkin.
- Bu mümkinçiligi gazanmak üçin dördünji hemra çenli aralygy ölçemek hökmanydyr.
- Dördünji ölçeş geçirmegiň zerurlygyny kabul edijiniň gurluşy kesgitleýär.

**Dördünji pikir:** *Kosmos giňişliginde* hemranyň ýagdaýyny kesgitlemek. Şu wagta çenli pikirlerimizden ugur alsak, onda bir hemranyň kosmos giňişliginde nirede ýerleşýändigini bilýärdik. Şoňa salgylanyp, duran nokadymyzy hemralaryň koordinatlary we olara çenli aralyk boýunça kesgitleýäris. Emma kosmos giňişliginde ýokary tizlik bilen hereket edýän hemranyň, nirededigini bilmek çylşyrymly meseledir.

Ýeriň üstünden 18000-21500 kilometr ýokardan uçýan ýeriň emeli hemralary adamzadyň ajaýyp oýlap tapyslarynyň biridir. Şu beýiklikdäki ähli serişdeler bütewilikde ýeriň atmosferasyndan daşarda ýerleşýärler. Hemranyň Ýeriň orbitasyndaky uçuşy sada matematiki kanun bilen esaslandyrylýar. Aýyň hereketine meňzeşlikde, hereket edýän hemralaryň aýlanmasy ýaly görnükli ynamlydyr. Aýyň ýeriň daşyndan aýlanmak hereketi millionlarça ýyllaryň dowamynda, üýtgeşmelere sezewar bolmazdan geçýär. *GPS-iň* hemralary hem Ýeriň orbitasy boýunça edil şular ýaly hereketleri başdan geçirýär (3.3.8-nji surat).

Hemralaryň hereket edýän trayektoriyasy öňünden bellidir, kabul edijileriň kompýuterinde her bir hemranyň islendik wagtda nirede ýerleşýändigini görkezýän “*maglumat(almanah)*” bardyr.

Ulgamy has-da kämilleşdirmek maksady bilen, ýeriň üstünde *GPS* serişdeleriniň hemralarynyň ýagdaýyna gözegçilik etmek üçin ýöriteleşdirilen agtaryş stansiýalary(*jemi 5 sany*) bardyr. *GPS* serişdesiniň hemralary Ýeriň daşyndan takmynan, 12 sagadyň(ýagny, 11 sagat 58 minutyň) dowamynda bir gezek aýlanýar. Olar barlanýan stansiýalaryň üstünden günüň dowamynda iki gezek geçýärler. Bu bolsa olaryň takyk beýikligini, giňişlikdäki ýagdaýyny we tizligini kesgitlemäge mümkinçilik döredýär

Stansiýada hemranyň hereket ediş parametrleri kesgitlenenden soňra, olar şu maglumatlary yzyna hemralara geçirýärler we hemranyň kompýuterinde öňki bar bolan maglumatlary çalyşýar. Soňra uly bolmadyk düzedişleri girizmek bilen, hemradan aralygy ölçýji kodly signallary hemradan yzygiderli Ýeriň üstüne goýberýär.

*GPS-iň* hemralary diňe psewdotötänleýin aralygy ölçýji kodlary Ýeriň üstüne goýbermek bilen çäklenmän, eýsem olar özleriniň orbitasyndaky takyk ýagdaýyny we bortundaky ulgamlaryň ýagdaýy baradaky maglumatlary hem ýere goýberýär. Şu maksatly ýeriň emeli hemralarynyň hemmesi şeýle, maglumatlary Ýeriň üstüne özüniň kosmos giňişligindäki takyk ýagdaýynyň kesgitlemegi üçin goýberýär.

*Şeýlelikde:*

- Öz koordinatларыny kesgitlemek üçin bize hemra çenli aralygy, şonuň ýaly-da kosmos giňişliginde her bir hemranyň ýerleşen ýagdaýy gerekdir.
- *GPS-iň* hemralary örän ýokardan uçýarlar. Şonuň ýaly-da olaryň orbitasy durnuklydyr we ýerleşen ýerini ýokary takyklyk bilen çaklamak mümkindir.
- Deňeşdiriji stansiýa her bir hemranyň orbitadan sähelçe gyşarmasyny ölçýär we olar baradaky maglumatlary hemradan Ýeriň üstüne goýberýär.

**Bäşinji pikir:** *Signallaryň ionosferada we atmosferada saklanmagy.* Ulgam näçe kämil hem bolsa, ýalňyşlyklaryň iki hili görnüşi onuň takyklygyna täsir edýär. Şu ýalňyşlyklardan has täsirli rägi radiosignallaryň, Ýeriň ionosfera gatlagyndan zaryad-lanan(gurplanan) bölekjikleriň bolan ýerinde, ýagny 120-200 kilometre çenli beýiklikde döreýär.

Şu bölekjikler ýagtylygyň ýaýramak tizliginiň üýtgemegine, şonuň ýaly-da, *GPS-iň* radiosignallarynyň tizligine hem täsir edýär. Bu bolsa ýerde duran kabul edijiniň kömegi bilen nokadyň koordinatларыny kesgitlemekde uly ýalňyşlygyň

döremegine täsir edýär. Ol öz gezeginde, radiotolkunlaryň ýaýraýyş tizliginiň hemişelik diýen pikirimizi aradan aýyrýar.

Ýalňyşlygyň aralygy kesgitlemekdäki täsirini azaltmagyň iki hili usuly bardyr.

Birinjiden, ortaça ionosferaly adaty arassa asmanly günlerde, radiotolkunlaryň tizliginiň üýtgeýşiniň nähili boljakdygyny aýdyp bileris. Soňra ähli ölçeglere düzedişleri girizýäris. Emma gynansak-da ähli günler bir-birine meňzeş bolmaýar.

Beýleki bir usulda iki ýygylýkdaky yrgyldylary getirýän radiosignallaryň tizliklerini derňemek bilen ýalňyşlyklar düzedilýär.

Şeýlelikde, iki sany dürli ýygylýkdaky *GPS* serişdesiniň signallarynyň geçen wagtlaryny deňeşdirmek bilen, olaryň nähili säginýändigini kesgitläp bolar. Düzetmegiň bu usuly çylşyrymly bolmak bilen, ol diňe iki ýygylýkly has kämilleşdirilen *GPS* serişdeleriniň “*iki ýygylýkly*” kabul edidiji üçin ulanylýar.

*GPS-iň* signallarynyň ionosferany kesip geçenden soňra, olar atmosfera gelip düşýärler we howa hadysalarynyň täsirinde bolýarlar. Atmosferadaky suw buglary hem radiosignalyň tizliginiň üýtgemegine görnükli täsir edýär. Ýalňyşlyklar radiosignalyň ionosferadan geçende emele gelýän görnüşine meňzeşdir, emma olara düzedişleri girizmek mümkin däl diýen ýalydyr. Olar radiosignallaryň geçişiniň jemli tizligine az täsir edýär. Olaryň ululygy, duran ýeriňi kesgitlemekdäki ýalňyşlygy, adaty köçäniň ininden uly bolmaýar.

**Ýalňyşlyklaryň beýleki görnüşleri.** Hemralardaky atom sagatlary(her hemrada atom sagatlarynyň dördüsi oturdylýar) näçe takyk hem bolsalar, olarda belli bolmadyk käbir ýoýulmalar ýüze çykýar. Ýeriň üstünde ýöriteleşdirilen satansiýalar hemralaryň bortundaky sagatlaryň işleýiş takyklygyna gözegçilik edýär. Olary deňeşdirýär, barlag döwründe ujypsyz gyşarma anyklanylşa, olar dessine düzedilýär.

Ýerdäki kabul edijiler käbir ýagdaýlarda ýalňyşýar. Kabul edijiniň kompýuteri matematiki operasiýany tegeleklemegi ýa-da elektriki päsgelçilikleriň psewdotötänleýin kodlarynyň nädogry işlenilmegine gödek ýalňyşlyklaryň döremegine sebäp bolýar.

Ýoýulmalaryň ýene-de bir görnüşü - bu “*köp şöhleklik*” ýalňyşlygydyr. Bu haçan-da *GPS-iň* hemralaryndan goýberlen radiosignallarynyň daşky gurşawdaky predmetlerden we üstlerden serpikmegi netijesinde, kabul edijä gelip düşmegidir.

Ýokarda seredilip geçilen ýoýulmalaryň ýüze çykyş çeşmeleriniň ählisi jemlenilýär we her bir *GPS* serişdesine geçirilýär.

**Geometriýada - käbir burçlar beýlekilerinden gowy.** *GPS* serişdeleriniň ölçemekde has ýokary takyklygyny gazanmak maksady bilen, özboluşly geometriki ýagdaýlar hasaba alynýar. Oňa “*Geometric Dilution of Precision-GDOP*” takyklygy peseltmegiň geometriki sebäbi diýilýär. Onuň esasy mazmuny *GPS* hemralarynyň, kosmos giňişliginde özara(bir-birleri bilen baglanyşykly) ýerleşmegi, geometriki gatnaşygy döredýär. Onuň bolsa öz gezeginde bu häsiýetlere baglylykda hemralaryň arasyndaky aralyklaryň kesgitlenýän ýerimize çenli uzynlygynyň birnäçe gezek ulalmagyna ýa-da kiçelmegine getirmegi mümkindir.



Biz duran nokadymyzy sferanyň üstünde diýip pikir edýäris we ol merkezi hemralar bilen gabat getirilendir. Geliň, indi bolsa biz her bir ölçegiň özünde kiçijik nätaklyklaryň saklaýandygyna esaslanyp, anyk töwerekler diýip hasap edeliň.

Kesgitlenmedik sebitleriň bolmagy, duran nokadymyzyň “*takyk kesgitlenen nokatda durýarys*” diýip pikir edip bolmaýandygyny görkezýär. Biz diňe şu kesgitlenmedik sebitiň içinde ýerleşýäris diýip bileris.

**Takyklygyň peselmeginiň geometriki esasy.** Sferalaryň kesişýän sebitleri (duran ýeriň kesgitlenmedik sebiti), hemra tarap ugurlarynyň arasyndaky burçlara baglydyr. Ýerleşen ýeriň sebitlerinde aýdyň uly bolmadyk kwadratyň ýa-da güýçli süýndirilen we nädogry dörtburçlugyň bolmagy mümkindir. Gysgaça aýdanymyza, hemra tarap ugruň arasyndaky burç näçe uly bolsa, şonça-da duran ýeriňi kesgitlemek takykdyr.

Şu aýdylanlardan ugur almak bilen, ýerdäki kabul ediji hasaplamak meselelerini çözmek üçin kompýuter bilen üpjün edilendir. Olar gözgeçilik üçin alynýan ähli GPS hemralarynyň ýagdaýyny oňositellikde analizleýär we içinden iň amatly, oňyn ýerleşen dört sanysyny saýlap alýar.

**GPS-iň takyklygy.** GPS serişdeleriniň ýalňyşlygyna dürli çeşmelerden alnan ýoýulmalary täsir edýär. Bu çeşmeleriň her biriniň ölçegiň takyklygyna edýän täsiri atmosfera ýagdaýyna we GPS serişdesiniň häsiýetine baglydyr. Şonuň bilen birlikde takyklyk maksada laýyklykda, Amerikanyň Birleşen ştatlarynyň Goranmak ministrliginiň hemralarda goýlan S/A (“*Selective Availability*”-çäklendirilen ululyk) serişdesiniň kömegi bilen peseldilip bilner. Bu ýagdaý GPS serişdesiniň ýardamy bilen taktiki garşydaşyň, duran ýeriňi kesgitlemekde artykmaçlygy gazanmazlyk maksadynda işlenilendir. Eger-de şu ýagdaý işe girizilse, onda GPS serişdesiniň kömegi bilen, duran nokadyň ýagdaýyny kesgitlemegiň takyklygyna edýän ýalňyşlyklaryň jemi aýdyň derejede artýar we takyklyk peselýär.

*Şeýlelikde:*

- Ýeriň ionosfera we atmosfera gatlaklary GPS signal-larynyň säwmeği öz gezeginde duran ýeriňi kesgitlemekde ýalňyşlygy döredýär.
- Şu ýalňyşlyklaryň käbirleri matematiki we modelir-lemek ýoly bilen aradan aýrylyp bilner.
- Ýalňyşlyklaryň beýleki görnüşleri hemralaryň sagady, kabul edijiler köpşöhlelik bolup durýar.
- Hemralaryň kosmos giňişliginde iň oňaly(amatly) ýerleşmekleri duran ýeriňi kesgitlemekdäki ýalňyşlyklaryň jeminiň azalmagyna getirer.

### 3.3.5. Hemrally geodeziki ölçegleriň görnüşleri we usullary

Hemrally geodeziki apparatura dürli ýagdaýda işlemäge mümkinçilik berýär. “*Statika*” ýagdaýynda ölçegler iki ýa-da birnäçe punktada gözganmaýan priýomnikler bilen bir wagtyň özünde geçirilýär. Priýomnikleriň haýsy hem bolsa birini baza hökmünde ulanýarys. Galan priýomnikleriň ýagdaýy bazala görä oňositellikde kesgitlenilýär. “*Statika*” ýagdaýyndaky ölçegler düzgün boýunça

punktlaryň arasyndaky aralyk uly (15 kilometrden köp) bolanda ýerine ýetirilýär. Gözegçiligiň wagty prunktlaryň arasyndaky aralyga, hemralaryň sanyna, ionosferanyň we troposferanyň ýagdaýyna, gerek bolan takyklyga bagly bolup, ol adaty 1 sagatdan köp bolmaýar.

*Statiki ölçegler* - GPS ölçegleriniň iň takyk tehnologiýasydyr, emma bu usul her bir stansiýada (punktda) uzak wagtlap gözegçiligi talap edýär. Statiki ölçeglerde ähli GPS - lerdäki bolşy ýaly, iň azyndan iki sany GPS priýomnikleriň (bir priýomnigiň bazaly çyzygy ýazýan her bir nokadynda) ulanylmagyny talap edýär. Bu ýagdaýda her bir priýomnik bir wagtyň özünde dört umumy hemradan ölçegleri ýazmalydyr. Ölçegler uzak periodly wagtlar aralygynda ýazmalydyr (adaty 45-den 60 minuda çenli).

*“Çalt statistikanyň” ýagdaýyny (režimi) ölçegiň dowamlylygyny 15 kilometre* çenli aralykda, rugsat berijiligiň bir meňzeş bolmadyk aktiw algoritmi ulanmak bilen gysgaltmak bolar. Bu ýagdaýda gözegçiligiň dowamlylygy **5-20 minut** aralygynda bolýar.

*“Statika” we “Çalt statika” ýagdaýlarynda bir wagtyň özünde 4 ýa-da ondan köp hemralara 8 ýa-da ondan köp bolan wagtda gözegçilik etmek zerurdyr. “Çalt statika” ýagdaýynda ölçemek bazaly çyzyklaryň komponentlerini  $\pm 0.5$  mm + 1 ppm takyklykda kesgitlemäge mümkinçilik berýär.*

*“Reokkupasiýa” ýagdaýy (režimi) haçan-da berlen punktda ölçegi geçirmek üçin gerek bolan hemralaryň sany ýetmese, ýagny bir wagtyň özünde hemralaryň görünmese ulanylýar. Bu ýagdaýda ölçegi gerek bolan berlenleri ýygnamak maksady bilen birnäçe seans ýerine ýetirýärler. Ýygnaýan maglumatlary kompýuterde işlemek tapgyrynda bir netijäni çykarmak üçin ähli berlenleri birleşdirýärler.*

*“Kinematika” ýagdaýy (režimi) süýşýän stansiýanyň hereket edýän koordinatlaryny kesgitlemek üçin hyzmat edýär. Bu ýagdaýda bazaly duran we süýşýän stansiýalardaky priýomnikler ähli ölçegiň dowamynda geodeziki hemralar bilen elmydama üzülmek kantaktda (arabglanyşykda) bolmagy bilen geçirilýär. Hereketi başlamazdan önürti inisializasiýa geçirýärler. Bu bolsa fazaly ölçeglere birmeňzeş däldegi üçin düzedişi girizmegi aňladýar.*

3.2-nji tablisa

**Ornuňy kesgitlemegiň takyklygyny häsiýetlendirýän parametrler**

Ölçemegiň ýagdaýy	Apparatura			
	Iki ýygyllykly		Bir ýygyllykly	
	<i>a</i> , mm	<i>b</i> , mm/km	<i>a</i> , mm	<i>B</i> , mm/km
Statika	5	1	10	2
Çalt statika	5...10	1	10	2
Reokkupasiýa	10...20	1	10...20	2
Kinematika	10...20	1	20...30	2
Dur-ýöre	5...10	1	10...20	2

*“Dur-ýöre” ýagdaýy – bu kinetiki režimiň görnüşüniň biri hasaplanýlar. Bu usulda hereket edýän stansiýa nokatdan nokada aralykda durup, takyklygy*

ýokarlandyrmak maksady bilen 5-50 sekunduň dowamynda wagt birliginde (epohasynda) ölçegleri geçirýär.

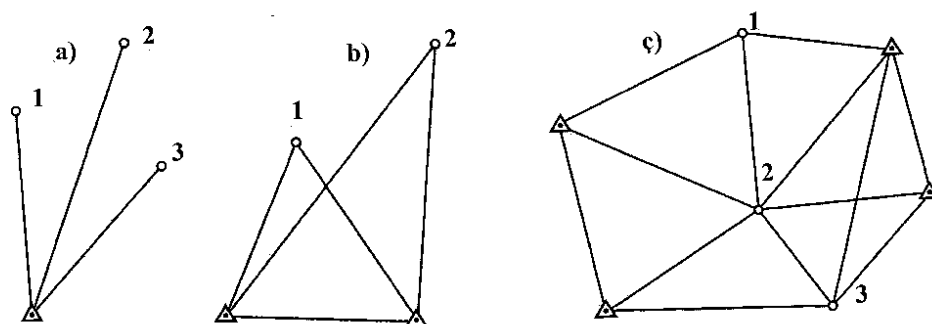
Duran ýeriňi kesgitlemegiň orta kwadrat ýalňyşlygynyň bahasyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen mm-de kesgitlemek bolar:

$$m = a + bD,$$

Bu ýerde  $D$  - bazaly we hereket edýän priýomnikleriň arasyndaky aralyk, kilometrde;

Parametrler  $a$  we  $b$  bahalary 3.2-nji tablisada getirilendir.

Hemraly ölçegler bilen geodeziki torlary gurmagyň shemasy 3.3.9-njy suratda görkezilendir. Shema her bir çyzygyň ahyrynda hemraly priýomnikleriň goýlandygyny görkezýär. Onuň kömegi bilen berlen çyzyklar boýunça gönüburçly koordinatlar artmalaryny ( $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta Z$ ) kesgitlemek üçin sinhron ölçegleri geçirýärler.



3.3.9-njy surat. Hemraly geodeziki torlary gurmagyň shemasy:

$a$ ,  $b$  – şöhleli usul;  $c$  – torly usul.

Belgiler:  $\triangle$  – daýanç punkty;  $\circ$  – kesgitlenilýän punkt.

Geodeziki torlar şöhleli we torly usullaryny ulanmak bilen gurlup bilner.

Şöhleli usulda koordinatlar kesgitlenilýän punkty (3.3.9-njy a surat), ony daýanç punkty bilen birleşdirýän wektory ölçemek bilen kesgitlenilýär. Barlamak üçin koordinatlary iki gezek kesgitleýärler. Ol bolsa baglanyşdyryjy punkty birleşdirýän iki daýanç punktlardan ölçeg geçirmegiň netijesinde tapylýandygyny aňladýar (3.3.9-njy b surat).

Torly usulda (3.3.9-njy c surat) kesgitlenilýän punkt diňe bir daýanç punktlary bilen birleşdirilmän, eýsem bir-birleri bilen hem birleşdirilýä.

Punktlaryň bir bölegini torly usul bilen, emma beýlekilerini şöhleli usul bilen kesgitlenilýän torlar hem bardyr.

Hemraly koordinatlary kesgitlemek tehnologiýasy adaty ýeriň üstünde geçirilýän usulyndan düýpgöter tapawutlanýar. Olara ýokary takyklyk mahsusdyr. Şonuň ýaly-da howa ýagdaýlaryna we günüň dowamlylygyna bagly däl bolmagy, guramaçylykly geçirmegi, bir-biriniň arasynda özara görünmek ýagdaýynda hem



punktlaryň koordinatlarynyň kesgitlenmek mümkinçiliginiň bolmagyny bellemek bolar. Emma muňa seretmezden ýapyk we ýarym ýapyk ýerlerde (tokaýlarda, şäherleriň kwartallarynda, daglarda we ş.m.) olary ulanmak kyndyr. Bu ýagdaýda hemraly usuly adaty bilen çalyşýarlar. Bu ýagdaýda aşakdaky wariantlar mümkindir:

- hemra (sputnik) priomnikler bilen kesgitlenen punktlardan adaty geodeziki torlary dowam etdirmek;

- hemra usuly adaty usullar bilen kesgitlenen punktlar boýunça dowam etdirmek;

- torlaryň basgançak görnüşinde döredilmegi, ýagny hemraly we adaty ölçegler

bir - biri bilen çalyşylyp geçirilýär;

Punktlaryň koordinatlaryny hemraly usul bilen kesgitlemek üçin aşakdaky işler geçirilýär:

- taýýarlyk işleri, ol bolsa öz gezeginde toruň taslamasyny düzmegi, rekognessirlemegi we taslamany anyklamagy, kesgitlenýän punktlara merkezleri goýmagy öz içine alýar;

- ölçemek, ol öz gezeginde gurallary açmagy (ornaşdyrmagy), kabeller bilen onuň böleklerini birleşdirmegi, antenany sentrirlmegi we oriýentirlmegi, antenanyň beýikligini kesgitlemegi, huşly (ýatly) kartalary goýmagy, punktyň adyny we antenanyň beýikligini girizmegi, ölçemegiň gerek bolan režimini saýlamagy, ondan soňra netijeleri ölçemek we hasaba almak awtomatiki ýerine ýetirilýär;

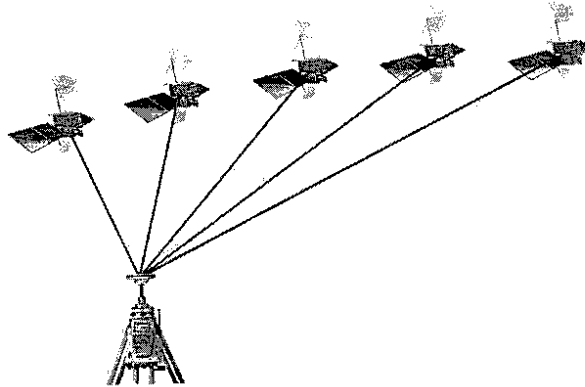
- hemra (sputnik) apparatlary bilen bilelikde goýberilýän programma paketlerini ulanyň, ölçegiň netijelerini işlemekden ybarat.

### **3.3.6. Geodeziki surata almagy geçirmekde ulanylýan referens – stansiýalar**

Soňky ýyllarda geodeziki torlary döretmekde **pozisionirlmegiň global sistemasy** (PGS) giňden ulanylýar. Şeýle-de olar **pozisionirlmegiň hemraly sistemalary** diýlip hem atlandyrylýar. Ýörite Ýeriň emeli hemralaryny ulanmak bilen punktlaryň koordinatlary kesgitlenilýär. Hemralar bolsa, Ýeriň üstünden örän ýokary beýiklige göretilen orbitalarda hereket edýärler we Ýeriň üstüne kesgitlenen interwallardan radiosignallary goýberýärler. Ýeriň emeli hemralary, ýeriň üstündäki islendik nokatda duran adamyň priýomniginiň goýberlen iň azyndan dört hemradan signallary günüň islendik wagtynda kabul etmek üçin endigan ýerleşdirilendir (3.3.10-njy surat).

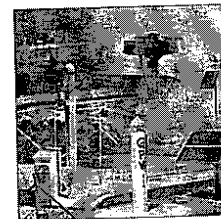
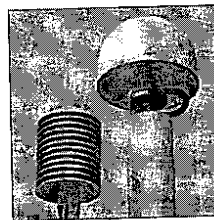
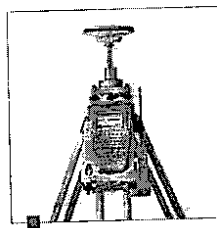
Ýeriň emeli hemralaryna edil asman ýyldyzlaryna gözegçilik eden ýaly görnüşde astronomo – geodeziki ölçegleriň dowamynda seretmek bolar. Pozisionirlmegiň global sistemasy Ýeriň üstündäki islendik nokadyň koordinatlaryny kesgitlemegi awtonom ýagdaýda geçirýär. Bu bolsa ýeriň üstünde geodeziki ölçegleri geçirmezden we triangulýasion punktlaryň arasyndan ýörelgäni geçirmezden netijeleri almak bolýar (3.3.11-nji surat).

Pozisionirlemegiň global sistemasynyň oýlanyp tapylmagy, Ýeriň üstünde geçirilýän ähli ölçegleri geçirmekde rewolýusion öwrülişigi amala aşyrdy. Bu bolsa, öz gezeginde kartalary düzmegiň informasion üpjünçiligini döretmekde täze prinsipial mümkinçilikleri açýar. Ýeriň üstünde gözegçilik edýän nokadyňy koordinatly baglamagyň öndüriligi, geodeziki usullar (öňki) bilen deňeşdirende 10-15 esse ýokarlandy. Bu ölçegleriň ählisi awtonom ýagdaýda, triangulýasion torlara hemişelik seretmezden geçirilýär. Astronomo – geodeziki berlenler topografiki we tematiki surata almalaryň ählisini ýeriň üstüne baglamak üçin zerurdyr. Emma, geodeziki toruň punktlary bolsa – kartalaryň matematiki esasynyň esasy elementidir.



3.3.10-njy surat. Priýomnikde ýeriň üstündäki nokatdan hemra signallarynyň kabul edilişi.

GPS sistemasynyň irki stadiýasynda döredilen ilkinji bazaly referens - stansiýalary, differensiýa düzedişleri (DGPS) translýasiýa etma maksady bilen kenar ýaka çyzyklarda goýlupdyr. Bu bolsa deňiz nawigasiýasynyň takyklygyny has-da ýokarlandyrypdyr. Häzirki ýokary klasly GPS ölçegleriniň giňden ýaýramagy bilen, artýan mukdarda dünýäniň ähli döwletlerinde ornaşdyrylýar. Olar, Ýer gabygynyň hereketini öwrenmek, geodeziki daýanç torlaryny döretmek, topografiki we gurluşyk işlerini üpjün etmek, geoinformasion sistemasy üçin informasiýalary ýygnamak, şeýle-de tebigy we emeli obýektleriň monitoringini geçirmek maksady bilen ulanylýar. GPS-iň bazaly stansiýalary giň spektrli amaly meseleleri çözmekde geodeziki esaslary (torlary) üpjün edýär.



3.3.11-nji surat. Islendik görnüşli surata almagy geçirmek maksady bilen ulanylýan referens – stansiýalar.

Bu ýerde häzirki döwürde ähli ösen döwletleriň territoriýasynda ähli görnüşli surata almagy geçirmek üçin referens – ellipsoidleriň döredilmegini bellemek wajypdyr (3.1.12-nji surat).

GPS-iň hemişelik hereket edýän bazaly referens-stansiýalaryň tory, şu günki güne çenli netijeli ulanylyp gelnen adaty triangulyasiýa we poligonometriýadan has netijelidir. Stansiýalar gerek bolan ýerlerinde amatly ýagdaýda (daşlaşan beýik depelerde däl) goýlup bilner. Toruň geometriýasy adaty torlardaky ýaly kritiki bolman, eýsem olaryň takyklygy ýokary we has durnuklydyr. Ulanyjy öz priýomnigini nirede işlese, şol ýerde hem goýup bilýär. Internediň üsti bilen bazaly stansiýany işe girizýär (zagružayet) we öz priýomniginiň koordinatларыny islendik referens – ellipsoidinde kesgitläp bilýär. Şonuň ýaly-da referens – stansiýa hakyky (real) wagtda (ýagdaýda) işleýän mabil priýomniklerinde gönüden göni ulanylyan RTK we DGPS berlenleri geçirmäge hem ukyplydyr. Şular ýaly torlar, islendik ölçeglerde bolup biler. Bir ýa-da iki ýeke-täk bazaly stansiýa – lokal sebir, şäher, munisipal bilim, gurluşyk meýdançasy we ş.m. üçin ýeterlikdir. Köp sanly referens – stansiýalar, GPS ulanyjylarynyň hyzmatyny uly territoriýalarda, sebitde ýa-da bütewi döwletde üpjün edip biler.

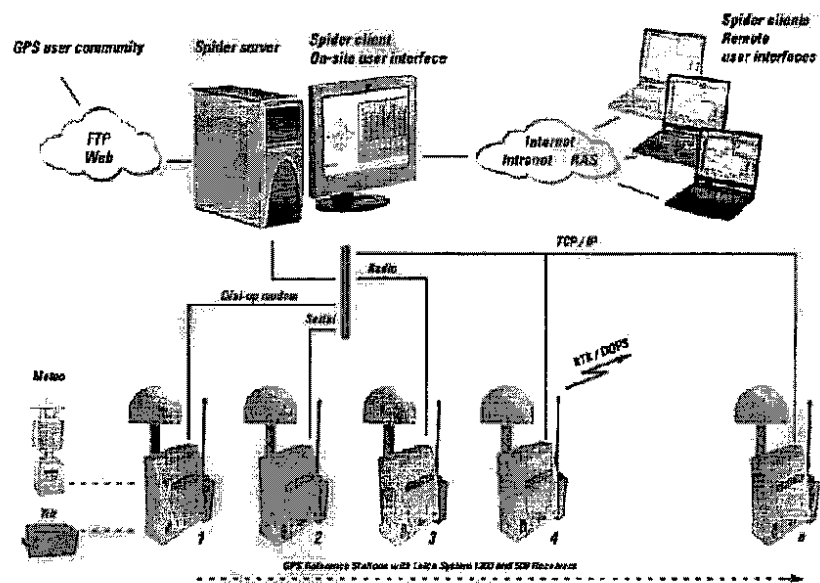


3.1.12-nji surat. Referens – stansiýalaryň berkidiliş usullary.

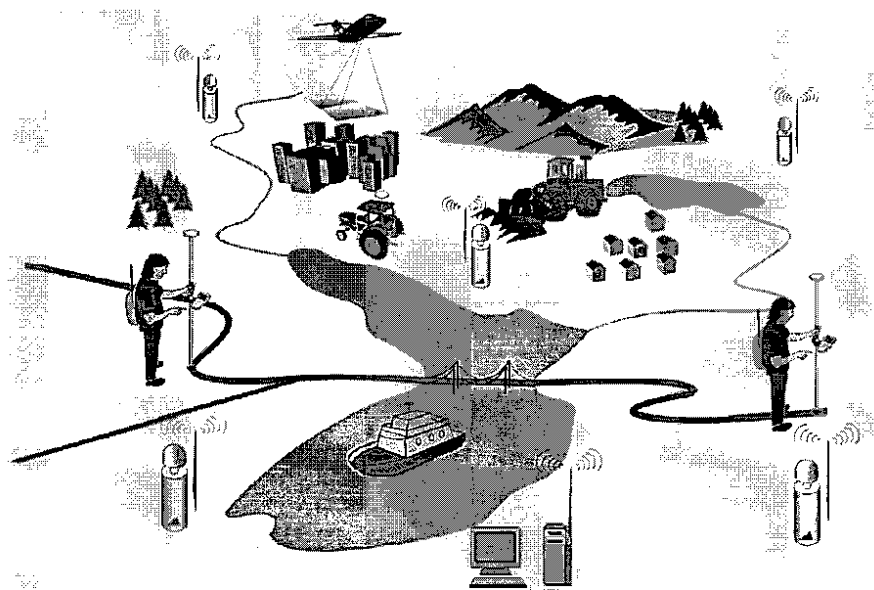
Referens – stansiýalary möçberi ýapylýan sebitiň (etrabyň, regionyň territoriýasyna) ululygyna, aragatnaşyk liniýasynyň gürllüğine, ýer üstüniň relýefine we siziň islegiňeze baglylykda alynýar.

Toruň üznüksiz işlemegi üçin maslahat berilýän bazaly stansiýanyň möçberi 5 (bäs) stansiýadyr. Bu bolsa RTK toruna düzedişleri ynamly geçirmek üçin oňaýlydyr.

3.3.13, 3.3.14-nji suratlarda bir referens – stansiýanyň komplektli düzümine girýän enjamlar we hasaplaýyş merkezini dolandyrmak üçin programma üpjünçiliginiň shematiki çyzgysy berlendir.



3.3.13-nji surat. Bir referens – stansiýanyň düzümine girýän elementler.



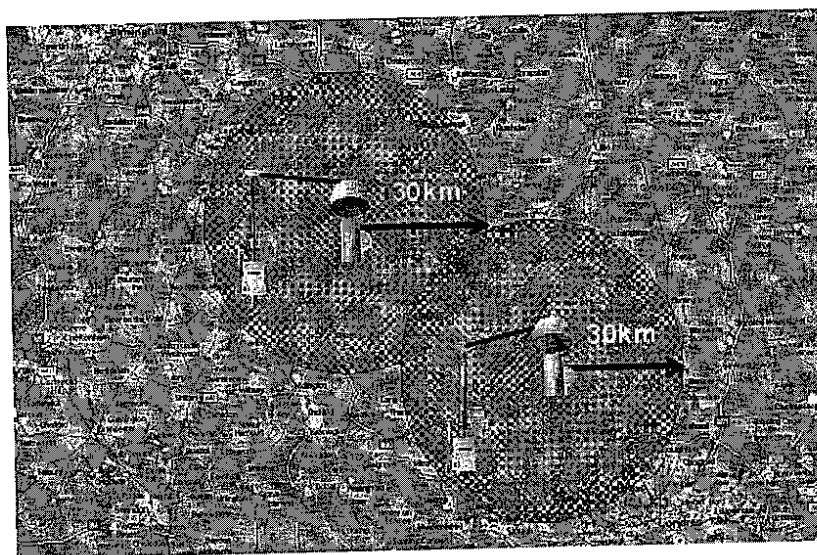
3.3.14-nji surat. Köp sanly ulanyjylar we dürli meseleleri çözmek üçin niýetlenen bazaly stansiýalar we GPS torlary.



Hemra sistemaly referens stansiýalary geodeziýada takyk pozisionirmek meselelerini çözmek maksady bilen halk hojalygynyň aşakdaky pudaklarda giňden ulanylýar:

- kadastr planlaryny we kartalaryny düzmekde we täzelemekde, ýerleri ölçemekde;
- Ýer uçastoklarynyň araçäklerini kesgitlemekde we hereketsiz ýatan emlägiň ýerleşen ýerini kesgitlemekde;
- geodeziýa we kartografiýa – geodeziki toruň dürli klasly we maksatly punktlarynyň koordinatlaryny kesgitlemek;
- aerofotosurata almak – surata almagyň merkezini baglamak;
- senagat we raýat gurluşygy;
- taslama we barlamak işleri, turbaly geçirijileri, elektrik geçiriji liniýalaryny ýatymak (geçirmek);
- topragyň we gurluşlaryň süýşmesiniň monitoringini geçirmek;
- kommunal hojalygy;
- ulaglarda ýokary takykly nawigasiýany amala aşyrmakda we ş.m.

Hemişelik hereket edýän referens – stansiýalar birnäçe elementlerden ybarat (3.3.15-nji surat). Bu elementler: hemra priýomniginden, atennadan, umumy dolandyryş (hasaplaýyş) merkezden, ýöriteleşdirilen programma üpjünçiliginden, kommunikasion gurluşdan, aragatnaşyk kanallaryndan we hojalyk infradüzüminiň bolmagyny hem talap edýär.



3.3.15-nji surat. Referens – stansiýalaryň surata almak prosessinde ulanylyşy.

Bir refenes – stansiýa 30 km-e çenli radiusdaky territoriýanyň surata alynmagyny doly üpjün etmäge ukyplydyr (3.1.12-nji surat).

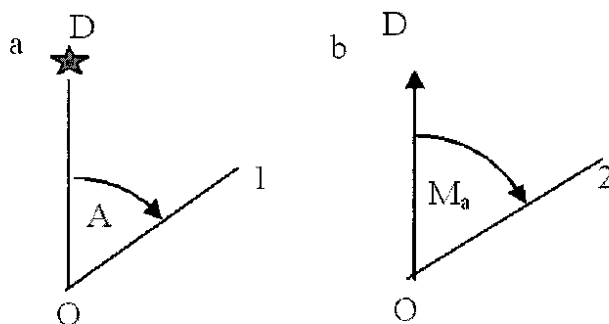


## IV. ORIÝENTIRLENMEK

### 4.1. Çyzygyň ýerde ugruny kesgitlemek

*Oriýentirlenmek* munuň özi berlen çyzygyň ugrunynyň (ýerdäki ýa-da plandaky, kartadaky), başlangyç ugra otnositellikde kesgitlenilmegidir. “*Oriens*” latyn sözi bolup, türkmen diline “*Gündogar*” diýen ýaly manyda terjime edilýär. Bu sözüň gelip çykyşy gadymy kartalaryň düzülende esasy ugur hökmünde, gündogaryň alynmagy bilen baglanyşyklydyr. Ýeriň üstünde başlangyç ugurlary hökmünde *geografiki we magnit meridianlary* alynýar.

Öňki bölümlerden belli bolşy ýaly geografiki meridiany astronomiki gözegçiligiň ýa-da ýeriň üstünde geodeziki ölçegleri geçirmek arkaly kesgitlemek bolar. Geografiki meridianyň asman jisimlerine gözegçilik etmek ýoly bilen kesgitlenýänligine esaslanyp, kartalarda, plarlarda we ş.m. ýerlerde ýyldyzjyk bilen belleýärler (4.1-nji a surat). Kiçi bolan ýer uçastogyny surata almakda we plany düzmekde çyzygyň ugrunyň kesgitlenişiniň esasy hökmünde, magnit meridiany alynýar (4.1-nji b surat).



4.1-nji surat. Geografiki we magnit meridianlary.

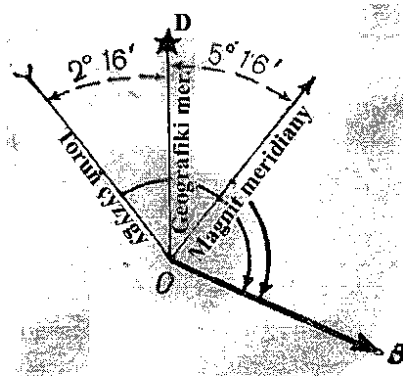
*Magnit meridiany* - bu gorizontaly we wertikal tekizlikleriň kesişip, magnit diliniň polýusynyň üstünden geçende alnan çyzygydyr (ugrudyr). Kartada ol dil (peýkam) bilen belgilenilýär. Meselem,  $D - O - 1$  burç çyzygyň azimuty, emma  $D - O - 2$  burç bolsa çyzygyň magnit azimutydyr.

Gözegçiliklerden belli bolşy ýaly, ýeriň magnit polýusy hemişelik dälendir we ol ýyl - ýyldan üýtgeýär. Ýeriň magnit polýusy bir ýylyň dowamynda *16 mile* (*29.632 km*) çenli üýtgeýär.

Häzirki wagtda *Demirgazyk polýus Kanada arhipi-lagynyň* adalar toparynyň demirgazygynda, *Prins Uels adasynyň* kenarynda ýerleşýär. Onuň geografiki koordinatlary  $74^{\circ}00' D$  (demirgazyk) giňlige we  $99^{\circ}30' Gb$  (günbatar) uzaklyga deňdir.

Günorta magnit polýusy *Antarktidada Korol Georg V* adasynyň kenarynda ýerleşýär. Onun geografiki koordinatlary:  $68^{\circ}32' G(\text{günorta})$  giňlige we  $145^{\circ}31' Gd(\text{gündogar})$  uzaklyga deňdir.

Ýeriň magnit we geografiki polýuslary bir-biri bilen gabat gelmeýänligi sebäpli, magnit we geografiki meridianlary hem gabat gelmeýärler. Magnit meridiany bilen geografiki meridianyň arasyndaky burça magnit *diliniň gyşarma burçy* diýilýär we grek elipbiýi  $\delta$  (*kiçi sigma*) harpy bilen belgilenýär.



4.2-nji surat. Ugurlaryň arasyndaky arabaglanyşyk.

Magnit diliniň demirgazyk ahyry geografiki meridiandan gündogara gyşarsa, gyşarma “+” we *gündogar*, eger-de magnit dili günbatara gyşarsa “-” we *günbatar gyşarmalary* diýilýär (4.2-nji surat). Magnit diliniň gyşarmasy ýeriň üstündäki dürli nokatlar köplügi üçin hemişelik dälendir.

**Azimut** - berlen nokadyň üstünden geçýän geografiki meridianyň demirgazyk ugrundan başlap, berlen çyzyga çenli aralykdaky gorizontaly burçdyr. Ol sagat diliniň ugruna  $0-360^{\circ}$ -a çenli üýtgeýär we  $A$  harpy bilen belgilenilýär.

“*Azimut*” arap sözünüň latynça transkripsiyasy bolmak bilen, türkmen dilinde “*Ýollar*” diýen ýaly manyny aňladýar.

**Magnit azimuty** - nokadyň üstünden geçýän magnit diliniň demirgazyk ugrundan başlap, berlen çyzyga çenli aralykdaky gorizontaly burçdyr. Ol  $0-360^{\circ}$ -a çenli sagat diliniň ugruna üýtgeýär we  $M_a$  harpy bilen belgilenilýär.

Onda, berlen çyzygyň magnit diliniň gyşarma burçy aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$\delta = A - M_a$$

**Magnit diliniň gyşarmasy.** Geodeziki meridianyň, magnit azimutynyň we magnit gyşarma burçunyň arasyndaky baglanyşygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen görmek bolar:

$$A = M_a + (\pm\delta)$$

Magnit gyşarmasy wagtyň geçmegi we ýerini (ornuny) üýtgetmek bilen tapawutlanýar. Üýtgemeler hemişelik we tötänleýin häsiýetli bolýar. Magnit

gyşarmasynyň häsiýetini, ugruň magnit azimutyny takyk kesgitlände hasaba almak zerurdyr.

Magnit diliniň gyşarmasy Ýeriň magnit meýdanynyň häsiýet (gurluşy) bilen baglanyşyklydyr.

**Ýeriň magnit meýdany** - Ýer şarynyň daşyndaky giňişlik bolmak bilen, onda magnit güýjiniň täsirleri bolýar. Ol bolsa Güniň has ýakyn, işeňňir üýtgemeleriniň täsiriniň arabaglanyşygyny görkezýär.

Magnit diliniň gyşarmasyna *asyrlar, ýyllar we gün dowamynda* gözegçilik edilýär hem-de degişli bahalary alynýar.

Magnit diliniň asyrlar gyşarmasy, onuň ululygynyň ýuwaş-ýuwaşdan köpelmegi ýa-da azalmagy ýalyrak görnüşli bolýar. Haýsy hem bolsa, belli bir çäge ýetip, gapma - garşylykly tarapa üýtgäp başlaýar. Meselem, London şäherinde mundan 400 ýyl ozal magnit diliniň gyşarma burçy  $+11^{\circ}20'$  baha deň bolupdyr. Soňra ol azalyp başlapdyr we 1818-nji ýylda  $-24^{\circ}38'$  sany alypdyr. Şondan bäri hem magnit diliniň gyşarma burçy artyp başlapdyr we häzirki wagtda, onuň bahasy takmynan,  $-11^{\circ}$  baha deňdir. Magnit diliniň gyşarma burçunyň asyrlar boýy üýtgemesi takmynan 400 - 500 ýylyň dowamynda alynýar.

Magnit diliniň gyşarma burçuny ýeňil hasaba almak maksady bilen, Ýer şarynyň dürli nokatlary boýunça magnit diliniň gyşarmasynyň ýörite kartasyny düzýärler, onda bolsa birmeňzeş gyşarmaly nokatlary egri çyzyklar bilen birleşdirmegiň netijesinde **izogonlary** gurýarlar. Olary **1:500000** we **1:1000000** masştably topografiki kartalarynda geçirýärler.

*Ýyllyk magnit diliniň* gyşarma burçy  $14' - 16'$  bahadan geçmeýär. Topografiýa kartasynyň her bir sahypasynyň çägi üçin, magnit diliniň gyşarma burçy baradaky maglumatlar, onuň düzülen wagtyna degişli bolýar, onuň ýyllyk magnit diliniň gyşarma burçuny 1:200000 we ondan uly masştably topografiki kartalarynda düzýärler (ýerleşdirýärler).

*Güniň dowamynda magnit diliniň* gyşarma burçy iki sany yrgyldyny başdan geçirýär, ertir daňdan sagat  $8^{00}$ -da gyraky gündogar ýagdaýy alýar, soňra  $23^{00}$ -a çenli gündogara süýşýär. Sagat  $3^{00}$ -a çenli ikinji gezek günbatara süýşýär. Şonuň ýaly-da, Gün çykanda ýene-de gyraky gündogar ýagdaýy alýar. Şeýle ýaly yrgyldynyň amplitudasy, orta giňlikler üçin  $15'$ -a çenli baha ýetýär. Nokadyň giňliginiň ulalmagy bilen yrgyldynyň amplitudasy artýar.

Güniň dowamynda magnit diliniň gyşarma burçuny hasaba almak örän çylşyrymlydyr.

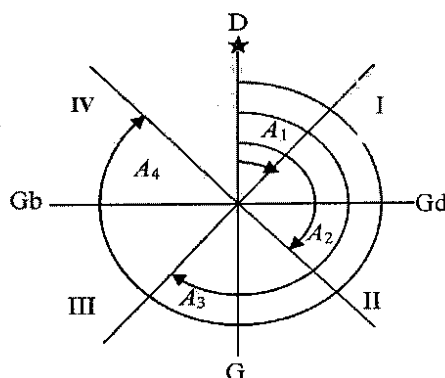
Magnit diliniň tötänleýin üýtgemegine howaly magnit dilleri(peýkamy) we magnit anomaliýalary täsir edýär.

Gozganan magnit dilleri uly sebitleri öz içine almak bilen, ýer titremelerde, wulkan atylmalarynda, polýar şapaklarynda, ýyldyrym çakmalarynda, bir güniň dowamynda Güniň üstünde köp sanly tegmilleriň dörän wagty bolyp biler. Şol wagtlarda magnit dili özüniň adaty ýagdaýyndan  $2-3^{\circ}$ -a çenli üýtgeýär. Gozganan magnit diliniň yrgyldysynyň birnäçe sagatdan, iki güne çenli dowam etmegi bilen gutarýar.

Demir, nikel we beýleki ýerden gazylyp alynýan känli sebitler, magnit diliniň ýagdaýyna güýçli täsir edýär. Agzalýan ýerlerde magnit anomaliýalary ýüze çykýar. Uly magnit anomaliýalary, aýratyn hem dagly sebitlerde ýygy-ýygýdan duş gelýär. Magnit anomaliýaly sebitlerde kompasdan, bussoldan oriýentirleri kesgitlemekde peýdalanmak bolmaýar. Magnit anomaliýaly sebitler topografiki kartalarynda ýörite şertli belgileri bilen belgilenilýär.

#### 4.2. Azimut we direksion burç barada

Ýerde çyzygyň ugruny meridiaňa görä, otnositellikde kesgitlemekde azimut we rumbdan peýdalanylýar (4.3-nji surat).



4.3-nji surat. Azimutyň çäryekler boýunça kesgitlenişi.

$A_1, A_2, A_3$  we  $A_4$ -gorizontal burçlar berlen çyzyklaryň azimutlaryny çäryekler boýunça görkezýär. Eger-de DG (demirgazyk-günorta) ok hakyky meridian bolsa onda, şu çyzyklaryň azimuty hem hakyky bolar. Eger-de DG magnit meridiany bolsa, onda bu oriýentirleniş burçlaryň magnit azimuty bolar.

Ýeriň üstündäki islendik nokatda magnit meridianynyň ýerleşmegi birmeňzeş däldir. Edil şolar ýaly çyzyklaryň azimutlary hem bir zonadan beýleki zona geçende, ok meridianlarynyň parallel dälligi sebäpli, bir-birinden tapawutlanýar (4.4-nji surat).

Meselem, A-B çyzygyň azimuty A nokatda  $A_{AB}$  deň diýeliň, B nokatda çyzygyň azimutyndan  $\gamma$  (*gamma*) burç ululygy ýaly tapawutlanýar. Çyzygyň göni azimuty onuň ters azimutyndan  $180^\circ + \gamma$  burçy ýaly tapawutlanýar we aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$A_{BA} = A_{AB} + 180^\circ + \gamma; \quad A_{AB} = A_{BA} + 180^\circ + \gamma$$

Bu bolsa hasaplama işleri geçirilende belli bir kynçylyklary döredýär. Kynçylygy aradan aýyrmak üçin, geodeziýada direksion burç diýilýän oriýentirleniş burçy girizilýär.

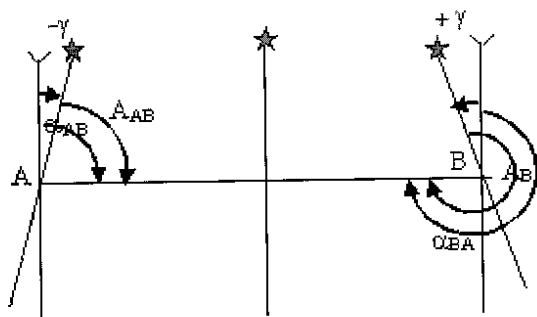
**Direksion burç** - berlen nokadyň üstünden geçýän ok meridianynyň ýa-da oňa parallel bolan çyzygyň (absissa okunyň) demirgazygyndan başlap, berlen çyzyga çenli aralykdaky gorizonta burçdyr. Ol sagat diliniň ugruna  $0^\circ$ -dan  $360^\circ$ -a çenli üýtgeýär we  $\alpha$  (alfa) harpy bilen belgilenilýär.

Direksion “*direktion*” diýen latyn sözi bolup, türkmen diline “gönükdiriji” diýen ýaly manyda terjime edilýär.

Berlen nokadyň üstünden geçýän çyzygyň azimuty bilen direksion burçunyň arasyndaky tapawuda *meridianlaryň ýakynlaşma burçy* diýilýär. Ol  $\gamma$  (gamma) harpy bilen belgilenip aşakdaky ýaly ýazylyr:

$$\gamma = A - \alpha$$

Ok meridianyň üstünde ýatan çyzyklar üçin meridianlaryň ýakynlaşmasy nola deňdir. Eger-de absissa oky, ok meridiandan saga gysarsa, ýakynlaşma goşmak “+” bolup, ol *gündogar*, çep gysarsa, onda aýyrmak “-” bahany alyp, *günbatar ýakynlaşmasy* diýlip atlandyrylýar (4.5-nji surat).



4.5-nji surat. Azimut bilen direksion burçuň arasyndaky baglanyşyk.

**Meridianlaryň ýakynlaşmasy. Geodeziki azimutdan direksion burçuna geçilişi.** Meridianlaryň ýakynlaşma burçy ( $\gamma$ ) - berlen nokadyň üstünden geçýän meridian bilen absissa okunyň arasynda emele gelýär.

Kartada geodeziki meridianyň ugry hökmünde, onuň gapdal ramkasynyň taraplary, şeýle hem geodeziki uzaklygyň birmeňzeş minut bölekleriniň üstünden geçýän çyzyklaryň ugry alynýar.

Meridianlaryň ýakynlaşma burçunyň ululygy topografiki kartalarynyň aşaky *günorta* - *günbatar* burçunda ýazylyp görkezilýär, bu bolsa sahypanyň merkezine degişlidir.

Gerek bolan ýagdaýynda, meridianlaryň ýakynlaşma burçuny hasaplamak mümkin:

$$\gamma = (L - L_0) \cdot \sin B.$$

Bu ýerde  $L$  - berlen nokadyň geodeziki uzaklygy, gradusda;  $L_0$  - nokadyň ýerleşen zonasynyň ok meridianynyň uzaklygy, gradusda;  $B$  - berlen nokadyň geodeziki giňligi, gradusda.

Nokadyň geogrefiki giňligi we uzaklygy kartadan  $0^{\circ}30'$  takyklyk bilen kesgitlenilýär, emma zonanyň ok meridianyny aşakdaky formula boýunça hasaplamak bolar:

$$L_0 = 6^{\circ} \times N - 3^{\circ}.$$

Bu ýerde N - zonanyň tertibi. Bu bahany aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$N = L / 6^{\circ} + 1.$$

Meridianlaryň ýakynlaşma burçy, haçan-da nokat ok meridianlaryň üstünde ýa-da ekwatorda ýerleşen bolsa nola deňdir. Islendik zonada ýerleşen nokatlar üçin meridianlaryň ýakynlaşma burçy  $3^{\circ}$  -dan uly bolmaýar.

Geodeziki azimuty direksion burçundan meridianlaryň ýakynlaşma burçy ýaly tapawut edýär. Olaryň arasyndaky baglanyşyk aşakdaky ýaly aňladylyp biliner:

$$A = \alpha + (\pm\gamma).$$

Şu formuladan direksion burçy ýeňil kesgitlemek bolar:

$$\alpha = A - (\pm\gamma).$$

Uly territoriýada surata alanda  $3^{\circ}$ -lyk ýa-da  $6^{\circ}$ -lyk uzaklyk boýunça zonalara bölýärler, ok meridiany hökmünde orta geografiki meridiany kabul edilýär. Nokadyň üstünden geçýän çyzygyň azimutyny magnit azimuty we direksion burç boýunça aşakdaky ýaly tapmak bolar:

$$A = M_a + \delta; \quad A = \alpha + \gamma.$$

Şu formulalara esaslanyp, magnit azimuty bilen direksion burçuň arasyndaky baglanyşygy görkezip bolar. Ol şu aşakdakylar ýaly berilýär:

$$\alpha = M_a + (\delta - \gamma); \quad M_a = \alpha - (\delta - \gamma).$$

Çyzygyň ters direksion burçy, onuň göni direksion burçundan  $180^{\circ}$  tapawut edýär ( $\alpha_{1-2} = \alpha_{2-1} + 180^{\circ}$ ). Meselem, eger-de çyzygyň direksion burçy  $\alpha_{1-2} = 234^{\circ}15'$  bolsa, onda onuň ters direksion burçy  $\alpha_{2-1} = 54^{\circ}15'$  baha deň bolar.

#### 4.3. Azimut, direksion burç we rumbyň arasyndaky arabaglanyşyk

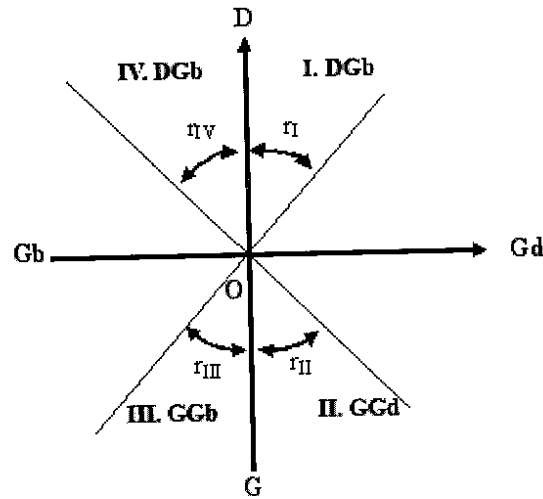
Geodeziki işleri geçirende oriýentirlenmek burçlary hökmünde diňe demirgazyk ok meridiany hyzmat etmän, günorta ok meridiany hem peýdalanylýar. Ýagny, oriýentirlemek burçy sagat diliniň ugruna hem-de garşysyna üýtgeýip bilýär, bu ýagdaýda *rumb* alynýar.

**Rumb** - demirgazyk ýa-da günorta ok meridianyndan başlap, berlen çyzyga çenli aralykdaky gorizontaly burçdyr. Ol  $0^{\circ}$ -dan  $90^{\circ}$ -a çenli üýtgeýär we *r* harpy bilen belgilenilýär. Eger-de rumb geografiki meridiandan başlansa, onda hakyky rumb, eger-de magnit meridianyndan hasaplansa, onda oňa magnit rumby diýilýär.

Rumb “*rumbach*” diýen latyn sözi bolup, türkmen diline “*ugrukdyryjy*” diýen ýaly manyda terjime edilýär.

Rumb hem edil azimut ýaly göni we ters bolýarlar. Meselem,  $r_{1-2}$  çyzygyň göni rumbyny DGd diýip alsak onda, onuň ters rumby GGb bolar, ýa-da çyzygyň rumby GGd bolsa onda, onuň ters rumby DGb bolýar (4.6-njy surat).

I çäryýekde çyzygyň ady DGd (demirgazyk-gündogar), II çäryýekde GGd (günorta-gündogar), III çäryýekde GGb (günorta-günbatar), IV çäryýekde DGb (demirgazyk-günbatar) ýaly alynýar.



4.6-njy surat. Rumbuň çäryýekler boýunça üýtgeýşi.

Ata-babalarymyz gözyetimiň ugurlaryny başgaça hem atlandyryrlar, ýagny **demirgazyk** ugra - *gaýra*, **demirgazyk-gündogar** ugra - *namaz arka*, **gündogary** - *ýokary*, **günorta-gündogary** - *guşluk*, **günorta** ugry - *ileri*, **günorta-günbatar** ugry-*kybla*, **günbatar** ugry - *aşak* we **demirgazyk-günbatar** ugry - *ogurja* diýipdirler.

Azimet, direksion burç we rumbyň arasynda 4.1-nji tablisadaky ýaly baglanyşyk bardyr.

4.1-nji tablisa

**Azimet, direksion burç we rumbyň arasyndaky baglanyşyk**

Çäryýeginiň ady	Çyzygyň ady	Azimet ýa-da direksion burç	Rumby
I	DGd	$A=r; \alpha=r$	$r=A; r=\alpha$
II	GGd	$A=180^\circ-r; \alpha=180^\circ-r$	$r=180^\circ-A; r=180^\circ-\alpha$
III	GGb	$A=180^\circ+r; \alpha=180^\circ+r$	$r=A-180^\circ; r=\alpha-180^\circ$
IV	DBb	$A=360^\circ-r; \alpha=360^\circ-r$	$r=360^\circ-A; r=360^\circ-\alpha$

Ýörelgäniň ugry boýunça galtaşýan çyzyklaryň rumblary belli bolsa, onda olaryň arasyndaky gorizonta burçlary hasaplap bolar. Bu ýagdaýda gorizonta burçlaryň ululygy  $180^\circ$ -dan kiçi bolmalydyr.

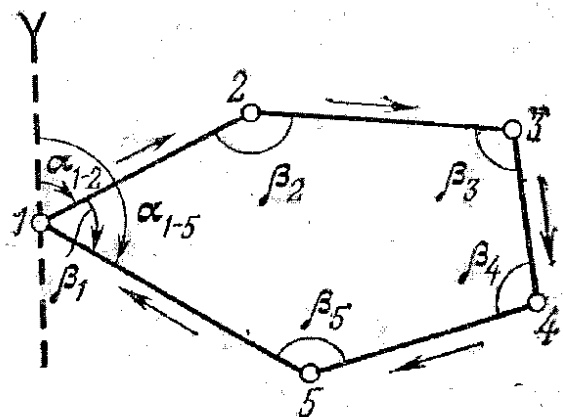
Ýörelgede haýsy hem bolsa, bir başlangyç çyzygyň direk-sion burçy (azimuty) we olaryň arasyndaky gorizontalar belli bolan halarynda, galan çyzyklaryň direk-sion burçuny (azimutyny, magnit azimutyny) hasaplap bolar.

Direk-sion burçlary aşakdaky formulalaryň kömegi bilen kesgitläp bolýar:

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n \text{ (sag burçlar üçin);}$$

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \beta_n - 180^\circ \text{ (çep burçlar üçin).}$$

Bu ýerde  $\alpha_{n-1}$  – başlangyç çyzygyň direk-sion burçy, gradusda;  $n$  - ölçenýän burçlaryň sany ( $n=1, 2, 3, 4 \dots$ ).



4.7-nji surat. Ýörelgäniň direk-sion burçlaryny kesgitlemegiň shemasy.

Iki sany galtaşýan çyzyklaryň direk-sion burçlary belli bolsa, onda olaryň arasyndaky gorizontalar burçy aşakdaky formulalaryň üsti bilen kesgitlemek bolar (4.7-nji surat):

$$\beta_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \alpha_n \text{ (sag burçlar üçin);}$$

$$\beta_n = \alpha_n + 180^\circ - \alpha_{n-1} \text{ (çep burçlar üçin).}$$

Rumblaryň çäryékler boýunça kesgitlenişine degişli mysallar:

1.  $\alpha = 45^\circ 49'$ ;  $r = DGd: 45^\circ 49'$ .
2.  $\alpha = 133^\circ 17'$ ;  $r = 180^\circ - 133^\circ 17' = GGd: 56^\circ 43'$ .
3.  $\alpha = 204^\circ 30'$ ;  $r = 204^\circ 30' - 180^\circ = GGb: 24^\circ 30'$ .
4.  $\alpha = 305^\circ 14'$ ;  $r = 360^\circ - 305^\circ 14' = DGb: 54^\circ 46'$ .

Tersine çyzygyň rumby belli bolsa, onuň direk-sion burçuny tapmak bolar.

Muňa mysal hökmünde:

1.  $r = DGd: 0^\circ 15'$ ;  $\alpha = 0^\circ 15'$ .
2.  $r = GGd: 54^\circ 35'$ ;  $\alpha = 180^\circ - 54^\circ 35' = 123^\circ 25'$ .
3.  $r = GGb: 34^\circ 05'$ ;  $\alpha = 34^\circ 05' + 180^\circ = 214^\circ 05'$ .
4.  $r = DGb: 58^\circ 19'$ ;  $\alpha = 360^\circ - 58^\circ 19' = 301^\circ 41'$ .



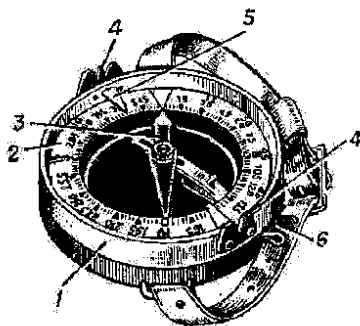
#### 4.4. Ýerde çyzygyň magnit azimutyny kesgitlemek

Kompaslar dürli - dürli bolup, olar azimutal, rumbly, tegelek, gönüburçly we kwadrat görnüşli bolýarlar. Andrianowyň kompasy (4.8-nji surat) tegelek görnüşli plastmassa gutydan ybarat bolup, merkezinde ötgür uçly iňnesi bar. Şu iňnä magnitlenen dil ornaşdyrylýar. Tutgujyň üsti aýna bilen berkidilen, aýnanyň üstüne direktrisa diýip atlandyrylýan çyzyk çyzylan, gutynyň gapdalynda berkidiji nurbaty bar. Berkidiji nurbat boşadylanda, magnit dili iňňäniň üstünde erkin aýlanýar we magnit meýdanynyň güýç çyzyklarynyň ugruny görkezýär. Kompas işledilmedik ýagdaýynda dil berkidiji nurbatyň kömegi bilen, aýna gysylyp goýulýar. Kompasyň gutysynyň aşagyna gözyetimiň taraplaryny görkeziji harplar ýazylan we töweregi  $0^{\circ}$ -dan  $360^{\circ}$ -a çenli graduslara bölünen **limb** diýip atlandyrylýan halka ýerleşdirilendir. Kompasyň halkasy aýlanýan edilip ýasalandy. Gutynyň aýnasynyň üstündäki çyzygyň, ýagny direktrisanyň kömegi bilen kompasyň limbinden hasaplar alynýar. Çyzyklary nyşana almak üçin, kompasyň gutusyna dioptr ornaşdyrylan we kiçijik üçburçlyk goýlan.

**Andrianowyň** kompasyndan gijesine nyşanalamak we peýdalanmak maksady bilen diliň demirgazyk ugruna, gözyetimiň taraplaryny görkezýän harplar, ýagny direktrisa **fosfora** gaplanandyr.

Ýerde oriýentirlenmek maksady bilen, *dag kompasyndan* peýdalanmak bolar. Bu kompas dörtburçlyk görnüşinde, mis ýa-da plastmassa plastinkasynyň ortasynda ýerleşdirilendir.

Dag kompasyynyň limbindäki gradus bahalary sagat diliniň aýlanma ugruna tarap ýazylandyr. Ugurlaryň magnit azimutlaryny ölçemekde, ondan hasap almak örän ýenildir. Kompas işledilmedik wagtynda, dili berkidiji nurbatyň kömegi bilen aýna gysyp goýulýar. Bu kompas bilen eňnitleriň ýapgytlyk burçlaryny hem ölçemek bolar.



4.8-nji surat. **Andrianowyň** kompasy:

- 1 – korpus; 2 - magnit dili; 3 – siferblata; 4 – nyşana; 5 – indeks;  
6 – berkidiji gurluş.

Ýerde takyk oriýentirlenmekde *çylşyrymly konstruksiýaly kompas - bussol* işledilýär.

Kompasy işletmezden öňürti, onuň aýry-aýry bölekleriniň işleýşini barlap görmek zerurdyr. Onuň aşakdaky talaplara saz bolmagy hökmanydyr:

1. *Kompasyň magnit diliniň duýgur (syzgyr) bolmagy hökmanydyr.* Muny barlamak üçin, kompas gorizental ýagdaýda ornaşdyrylyp, magnit diliniň demirgazyk ujunyň limdäki haýsy hem bolsa, bir sana dogry gelyänligi seredýäris. Soňra kompasa demriň bölegini ýakynlaşdyryp, magnit dilini gyşardýarys, eger-de demiriň bölegi kompasdan uzaklaş-dyrylandan soňra, magnit dili ýene-de öňki sanynyň üstüne gelse, onda kompas duýgur hasaplanylýar. Dil öňki ýerine gelmese, ýagny öňki sany görkezmese, ony magnitlendirmek gerek;

2. *Magnit dili dynçlykda duran ýagdaýynda, onuň gorizental ýagdaýda durmagy hökmanydyr.* Eger-de kompasyň diliniň bir uýy aşak, beýlekisi bolsa ýokary galýan bolsa, onda galýan ujuna mum, ýa-da sakgyç ýelmeşdirip, diliň gysyklygy (gorizental dällygi) dogurlanylýar;

3. *Kompasyň magnit diliniň eksentritetiniň haýsy hem bolsa bir sandan tapawutlanyşy, ýagny diliň demirgazyk ujunyň görkezýän sany, onuň günorta ujunyň görkezýän sanyndan 180° tapawutlanmagy zerur;*

4. *Kompasyň dioptrynyň merkezinden geçen tekizligiň limbiniň 0° we 180°-lyk diametrinden geçmegi hökmanydyr.*

Munuň üçin, haýsy hem bolsa, bir çyzygyň oriýentirleniş burçuny, barlanýan bussol bilen ölçenen azimuty, işçi kompasyň kömegi bilen ýene-de ölçenilip görülyär. Şu ýagdaýda, alnan hasabyň öňki kesgitlenen azimutdan tapawut etmezligi gerekdir. Aralykdaky tapawut edýän san, kollimasiýa ýalňyşlygy balýar, onuň netijeleriniň çyzygyň magnit azimutyny ölçände hasaba alnarmagy zerurdyr.

Ugruň azimutyny kompas bilen kesgitlemek üçin, kompas gorizental ýagdaýda tutulyp, diliň berkidiji nurbaty boşadylyr we diliň demirgazyk uýy limbdäki 0° baha dogry gelyänçä kompas aýlandyrylyr. Diliň bir ujunyň C harpy, ikinji ujunyň bolsa, IO harpynyň üstüne gelmegi, kompasyň magnit meridianynyň ugry boýunça oriýentirlenenligini bildirýär. Soňra kompasyň dioptryny kesgitlenen ugra seretdirip, şu ugry göz dioptry arkaly nyşana alynýar we dioptryň aşagyndan hasaby gradusda alýarys. Bu hasap ugruň magnit azimuty bolar. Ölçenen azimutlara esaslanyp, ugurlaryň rumbuny hem-de ugurlaryň arasyndaky gorizental burçlary hasaplamak bolar.

Bussollar görmüşleri boýunça gürli-dürli bolýarlar. Geodeziýada aýratyn hem BC we БИ markaly bussollar işledilýär. BC markaly bussoly XIX asyryň ortalarynda Russiýanyň harby Akademiýasynyň ýolbaşçysy G. F. Stefan oýlap tapypdyr. Oriýentirlemek burçlarynyň ölçenilişi edil kompaslardaky ýalydyr.

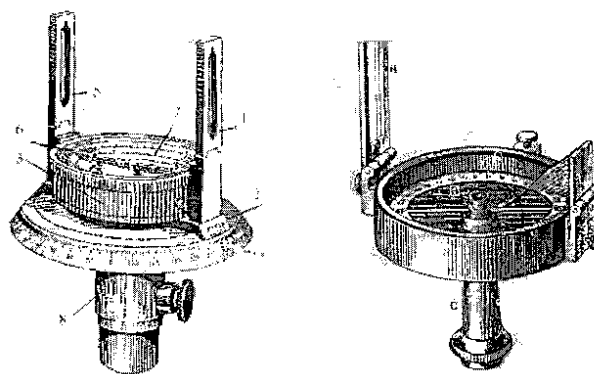
#### 4.5. Bussol we onuň bilen çyzygyň magnit azimutyny ölçemek

Bussollar hem edil kompaslar ýaly dürli-dürli bolup, geodeziýada aýratyn hem BC we БИ markalary ulanylýar. BC bussoly limden(1), alidadadan(2) we kompasdan(3) ybarat (4.8-nji surat). Limb sagat diliniň ugrunda 0°-dan, 360°-a çenli kesimler bilen bölünendir. Her iki sany çyzygyň arasy, ýagny limbiň

bölekleri  $1^\circ$ -a deň, her baş we on gradyslara dogry delýän çyzyklar beýlekilerinden uzynrakdyr. Her onunjy gradusyň bahasy sanlar bilen ýazylyp görkezilendir. Alidada göz çeni(4) we predmet(5) dioptrlary goýlandyr. Alidada limbiň okunyň daşynda aýlanýan edilip ornaşdyrylandyr. Dioptrlar plastinkalardan ybarat bolup, göz çeni dioptrynyň bolsa ulurak kesimi bardyr. Predmet dioptrynyň kesiginiň ortasynda obýektlere takyk seretmek üçin gyl(inçe sim) ornaşdyrylandyr. Bussol işledilmedik wagtynda dioptrlar kompasyň üstüne ýatyrylýar. Aşagyndaky alidadanyň dugasyna hasaply halka(6) çyzylandyr. Hasaply halkanyň bölekleriniň takyklygy  $5'$  baha deňdir. Bussolyň korpusyna rumbly halka(7) ornaşdyrylan. Ondaky gradus bölekleri demirgazyk we günorta nokatlardan başlap, çepe we saga  $0^\circ$ -dan  $90^\circ$ -a çenli ýazylan. Bussoldaky kompasyň magnit dilini herekete getirmek maksady bilen, kompasyň gabyny sagat diliniň ugrunda aýlandyrmak gerekdir. Gap sagat diline tarap ugurda aýlandyrylanda, diliň göterilip, kompasyň aýnasyna degip durmagy mümkindir.

Bussoly nokada ornaşdyrmakda, onuň wtulkasyny (8) üç aýagyň (ştatiwiň) ujuna geýdirip, nurbat bilen berkidýäris. Soňra üç aýak nokada goýulýar. Bussoly işletmezden önürti, onuň işleýiş derejesini barlamak hökmanydyr. Barlamagy edil kompasyň barlanyşy ýaly geçirmek bolar.

Ýerde ugruň magnit azimuthyny *BIII* kysymly bussol bilen ölçemekde, gural ugruň başlangyç nokadyna goýulýar. Şu ýagdaýda, bussol üç aýagyň üstünde aýlandyrylyp, magnit diliniň demirgazyk ujuny, limbdäki  $0^\circ$ -a dogry getirilmegi gerekdir. Soňra bussoluň göz we predmet dioptrlary arkaly geçýän çyzygy, ahyrky nokatda ornaşdyrylan çelgä dogrulanyp, göz dioptrynyň aşagyndaky hasaply bölekden gradusda hasaplary alýarys. Her iki sany hasaply bölekden alnan bahalaryň orta arifmetiki bahasy çykarylyp, göz dioptry tarapdaky hasaply halkasyndan alnan sana goşulýar. Bu san ugruň magnit azimuthy bolýar. *BC* markaly bussolyndan ýeriň üstüniň sudurly planyny alnanda hem peýdalanylýar.



4.9-njy surat. *BC* we *BIII* markaly bussollar.

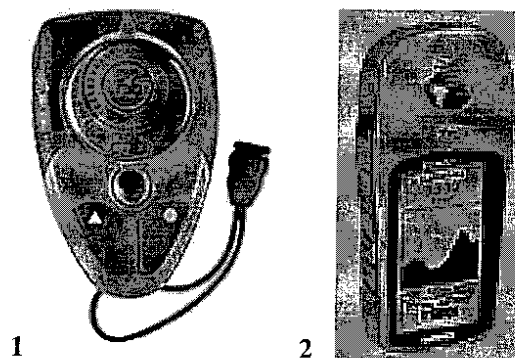
*BIII* markaly bussolyny inlis mehanigi **Şmalkader** ýasapdyr. Bu bussol tegelek görnüşindäki gutyjkdan(1) ybarat bolup, gutyjygyň merkezindäki inňä

magnit dili(2) ornaşdyrylandyr. *BIII* markaly bussolynda magnit diline ýeňil kagyz ýa-da alýuminden ýasalan bussol halkasy(3) berkidilen bolup, dil halka bilen bilelikde aýlanýar. Bussolyň halkasyna sagat diliniň ugrunda, her bir gradusdan araladyp, gradusly çyzyklar çyzylan, bu bölekleriň bahasy her 10 bölegine **10°-lyk** bahalar ýazylandyr. Bussolyň **180°-lyk** görkeziji çyzygy demirgazyga, **0°-lyk** bahany görkezýän çyzygy bolsa hasaply, göz dioptryna(4) dogurlanýar.

Predmet dioptrynyň(5) kesiginden gyl (inçe sapak) geçirilendir. Dioptry yzygiderlikde basmak bilen gutujygyň üstünde ýatyrmak bolar. Göz dioptrynyň aşaky ujy deşik bilen dogurlanylýar. Göz dioptrynyň işçi deşiginden seredeniňde, dioptrdaky üç granly optiki prizma, bussolyň halkasyndaky çyzyklary ulaldyp görkezýär. Ýerdäki çyzyklaryň magnit azimutyny *BIII* bussol bilen ölçemekde, bu guraly çyzygyň başlangyç nokadynda, mümkin bolsa, gorizonta ýagdaýynda saklamak hem-de göz we predmet dioptrlary arkaly geçen çyzygyň ugry, kesgitlenilýän çyzygyň ahyrynda ornaşdyrylan çelgä dogurlanyp, bussolyň hasaply halkasyndan san alynýar. Bu san çyzygyň ugrunyň magnit azimuty bolar.

#### 4.7. Geodeziýada ulanylýan täze elektron kompaslary

**Silva kysymly elektron kompasy.** *Silva* - nawigasiýaly serişdeleriniň giň köpçüligini öndürýän, dünýäde ilkinji orunlary eýeleýän, Şwesiýanyň iri kompaniýasydyr. Ýaňy ýakynda şol kompaniýa amatly, sanly kompaslaryny ýasamaga başladylar. Bu gural elniň aýasynda ýeňil ýerleşýär (4.9-njy 1 surat).



4.9-njy surat. **Silva we GARMIN etrex summit GPS tipli**  
elektron kompaslar

*Silva Nomad* elektron kompasy düzülen huşuny alýar. Onuň kömegi bilen, hereket edýän marşruty ýatda saklamak bolar. Şonuň ýaly-da, kompasyň huşunyň esasynda, şol ýol bilen yzyňyza gaýdanda, öňki marşruty tersine yzarlamak bolar. Gural Siziň öňki huşda saklanan marşrutdan sähelçe gyşarsaňyz, dessine düzediş ýoluny görkezýär. Şonuň ýaly-da, bir ilatly ýerden beýlekisine barmak maksadyndaky iň gysga bolan ýollary hem görkezýär. Silva kompaniýasynyň

kompasyny ulanmagyň esasynda, hereket edip baryan marşrutyň indiki nokadyny görmek bolar.

Şonuň ýaly-da, gural deňizde uly bolmadyk gämilerde hereket edende örän peýdalydyr. Silva kompaniýasy tarapyndan şu kompasa sport derejesi düzüldi. Beýle diýildi, islendik hereketiň ugruny takyk kesgitlemek mümkinçiliginiň bardygyny aňladýar.

Kompasyň ölçegleri  $9\text{ sm} \times 5.8\text{ sm}$  çäklerdedir. Gural batareýany gurplandyrmak (zarýadlandyrmak) maksady bilen düzülen indikatoryny alýar. Bu bolsa gijesine kompasyň nawigasiýaly hereketleri kesgitlemekde ulanylmagyna esas döredýär.

Guralyň agramy bary-ýogy 86 gramdyr. Guralyň toplumyna birnäçe litiýewli batareýkalar girýär. Olaryň kömegi bilen, gural 500 sagadyň dowamynda üznüksiz işlemäge ukyplydyr.

**Elektron kompas we barometr** (4.9-njy 2 surat). *GARMIN etrex summit* GPS elektron kompasy we barometrli nawigatory - bu *etrex* gurallarynyň soňraky kysymydyr. Ol özüniň soňky gömüşlerinden tapawutlylykda *etrex summit* husunda 20 sany marşruty, her bir marşrutda 50 sany nokady saklamaga ukyplydyr. Gural GPS priýomniginden daşary, barometriki beýiklik ölçeyjisiniň we elektron kompasyň wezipelerini özünde jemleýär. Beýiklik ölçeyji nawigatory deňiz derejesinden nokatlaryň beýikligini, GPS serişdesiniň berlenlerine esaslanmasyz atmosfera basyşy boýunça kesgitleýär. Gural dogry gurplandyrylan ýagdaýynda 3 metre çenli ýalňyşlykda, nokatlaryň beýikliklerini kesgitlemegini üpjün edýär. Guralyň ýaýlymynda, ýer üstüniň beýiklik grafigini(profilini) we nokatlardaky basyşlary gurmaga (wagt we geçilen ýollar esasynda) mümkinçilik berýär. Elektron(magnit) kompasyň kömegi bilen gözyetimiň ugurlaryny, GPS serişdesiniň mümkinçiligini ulanmazdan kesgitlemek bolar. Adaty GPS nawigatorlary kompasyň wezipesini, haçan-da hereket edýän obýektiň tizligi  $2\text{ km/sagatdan}$  az bolmadyk ýagdaýlarynda, şeýle hem hemralaryň ýyldyzlar ýaly görünýän şertlerinde ýerine ýetirýär. Elektron kompas gözyetimiň ugurlary boýunça hereket etmedik wagtynda, hemralary ýyldyzlar gömüşinde(jaýyň içinde bolsaňda) ulanmagyň esasynda, oriýentirlenmegi geçirmäge mümkinçilik döredýär.

## V. GEODEZIKI ÖLÇEGLER

### V.1. ÖLÇEGLERİN GÖR�ÜŞLERİ

#### 5.1.1. Umumy düşünje

Geodeziýada ölçenilýän obýektleriň ölçenilişine we görmüşine baglylykda çyzykly, burçly we fiziki ululyklary ýaly toparlara bölünýär. Çyzykly ölçeglere, meselem, triangulýasiýada bazisiň uzynlygyny, poligonometriýada çyzyklaryň uzynlyklaryny; gorizental we wertikal burçlary; fiziki ululyklardan köpräk: howanyň temperaturasynyň, basyşynyň, çyglylygynyň ölçenilişini sanamak bolar.

Islendik ululygy ölçemek aşakdakylardan durýar:

1. Ölçenýän ululygyň ölçenip alnyş usulyna baglylykda *göniden-göni* we *gytaklaýyn* bolýar;
2. Şol bir ululygyň ölçeniş sanyna baglylykda *esasy* we *artykmaç* bolup biler;
3. Ölçeg şertleriniň hemişelikligine baglylykda *deň* we *deň däl* takykly bolýar;
4. Eger-de haýsy hem bolsa bir ululyk, birnäçe gezek ölçenen we her bir aýry ölçeğiň netijesi bir-birine bagly bolmazdan alynsa, onda oňa *bagly däl* ölçegler diýilýär.

*Gönüden-göni ölçegler* ölçenilýän ululygyň özüni ölçesek alynýar. Gytaklaýyn ölçegler haçan-da haýsy hem bolsa ululygyň bahasyny beýleki ululyklary ölçemek we belli formulalaryň kömegi bilen hasaplamak ýoly bilen alynsa bolýar. Meselem, tekiz üçburçlugyň iki *A* we *B* burçlary ölçenen, emma üçünji *Ç* burçy bolsa  $C=180^{\circ}-(A+B)$  formulanyň kömegi bilen hasaplasak alynýar. Ýene-de bir mysal, ýagny geçip bolmaýan *AB* aralygy ölçemekde çyzygyň başlangyç we ahyrky nokatlarynyň gönüburçly koordinatlary belli bolsa, onda **Pifagoryň** teoremasynyň formulasyny ulanyp çyzygyň uzynlygyny kesgitleýäris. Onda, *Ç* burçuň we *AB* çyzygyň uzynlygynyň kesgitlenmegi gytaklaýyn ölçeglere degişlidir.

Belligiň beýikligini, aýry duran baglaryň beýikligini, geçip bolmaýan çyzyklaryň uzynlygyny ölçemekde *göniden-göni* ölçegleri geçirip, trigonometriýanyň belli formulalaryny ulanyp tapylyşy hem gytaklaýyn ölçegleriň mysaly bolup biler.

Gytaklaýyn ölçeglere mysal edip, tekiz üçburçlyklaryň alty sany elementini tapmakda, onuň üç sany elementini, ýagny iki sany burçy we olaryň arasyndaky tarapy ýa-da iki tarapy, olaryň arasyndaky burçlary ölçemek bilen tapylyşyny görkezmek bolar. Şu ýokarda sanalan elementler zerur(esasy) ölçegleriň sanlaryna degişlidir.

**Gönüden-göni ölçegleriň** takyklygy ulanylýan gurala, ölçeğiň usulyna, daşky şertleriň ýagdaýyna we ýerine ýetrijiniň tejribesine baglydyr.

**Gytaklaýyn ölçegleriň** takyklygy *göniden-göni* ölçeg ululygynyň alnyş takyklygyna we ululyklaryň arasyndaky baglanyşygy kesgitleýän funksiýanyň görnüşine baglydyr.

Tapylan ululygyň haýsy hem bolsa bir bahasyny kesgitlemek maksady bilen geçirilýän ölçege *esasy ölçege* diýlýär. Esasy ölçege köp geçirilýän ölçege *artykmaç ölçege* diýilýär.

Meselem, çyzygyň uzynlygyny bilmek üçin iň bolmanda, bir gezek ölçemek geçirmek zerur. Eger-de çyzyk  $n$  gezek ölçenen bolsa, onda  $n-1$  ölçege artykmaç bolar.

Islendik ölçeği geçirmek üçin ölçege obýekti, ölçeýji gural we ýerine ýetiriji bolmalydyr. Ölçege bir ýa-da başga şertlerde kesgitlenen usullarda geçirilýär.

Ýokarda agzalan şertler ölçemäge esas döredýär. Ölçenilýän obýekt işiň dowamynda üýtgemeyär diýlip kabul edilendir.

Burçlary ölçemek üçin ulanylýan gurallar aşadaky burç ölçeğiniň hasaply gurluşlaryny alýar.

a) Gradus ölçeğinde töwerek  $360$  sany deň böleklere bölünýär, göni burç  $90^{\circ}$ -a deňdir.

$$1^{\circ}=60'=3600''.$$

b) Grad böleginde töwerek **400 sany** deň bölege bölünen, göni burç **100g-a**(grada) deňdir.

$$1^g=100^c=10000^{cc}.$$

ç) Artilleriýa böleginde töwerek  $60-00$  (alty müň bölek) sany deň bölege bölünýär, göni burç  $15-00$  (bir müň başýüz bölek) artilleriýa bölegine deňdir.

$$0-01=3.6'.$$

Bir artilleriýa bölegindäki duganyň uzynlygy(onuň çyzylan radiusy boýunça)  $0.0010472=0.001$  bahany alýar.

g) Radian böleginde  $1$  radian töweregiň radiusynyň, onuň dugasynyň uzynlygyna deň bolan burçdyr. Bir radian  $57.29578^{\circ}=3437.7468'=206265''$  baha deňdir.

Ölçeğiň takyklygy islendik ululygy ölçemekligiň usulyna, olaryň sanyna we ölçege hadysalaryna garaşlydyr. *Deň takykly ölçege* birmeňzeş netijäniň bir ýa-da takyklygy boýunça deň bolan başga bir gural bilen deň şertlerde geçirilen ölçege dir. Ýokardaky agzalan şertler bozulan ýagdaýynda alnan netije *deň däl takykly* bolýar. Köp ýagdaýlarda deň we deň däl takykly ölçege leriň netijesinde alnan ululygyň takyklygyna baha berilýär.

Goýlan mysaly, gerek takyklykda çözer ýaly geodeziki işlerde, şol bir elementi birnäçe gezek ölçemek gerek bolýar. Ölçeğiň sany näçe köp bolsa, takyklyk şonça-da artýar.

### 5.1.2. Ölçege lerdäki ýalňyşlyklar

Ölçeğiň netijeleri, düzgün boýunça ölçeğiň hakyky( $X$ ) bahasyndan, belli derejede tapawutlanýar. Ölçeğiň netijesi( $a$ ) we ölçenýän ululygyň hakyky bahasynyň( $X$ ) arasyndaky tapawuda *hakyky ýalňyşlyk* ( $\Delta$ ) diýilýär ( $\Delta=a-X$ ).

Ýalňyşlyklar gelip çykyşy boýunça *gural, hususy(şahsy), daşky* we *usuly(metodiki)* ýalňyşlyk ýaly toparlara bölünýär.

**Gural ýalňyşygy** gurallaryň konstruksiýasyna baglylykda we hasaply bölegiň gradirowkasynyň täsiri netijesinde ýüze çykýar. Bu ýalňyşlyklar gurallaryň näsazlygy ýa-da könelmegi netijesinde hem ýüze çykyp biler.

**Hususy ýalňyşlyk** gözegçiniň aýratynlyklaryna baglylykda ýüze çykýar. Bu ýalňyşlyk gözegçiniň duýgy organlarynyň ösmezligi ýa-da organizmiň aýratynlyklary we ş.m. baglydyr.

**Daşky ýalňyşlyk** daşky gurşawyň(sredanyň) ütgäp durmagyna baglydyr. Meselem, temperaturanyň üýtgeşme durmagy, howanyň çyglylygynyň üýtgemegi, howanyň basyşynyň we ş. m. üýtgeşi bilen ýüze çykýar.

**Usuly(metodiki)** ýalňyşlygy birnäçe ölçeg serişdelerinde üýtgemeleriň kanunalaýyklygyny göz önünde tutulmazlygy we käbir formulalaryň takmynanlygyndan we ş. m. ýüze çykýar.

Ýalňyşlyklaryň ýüze çykyş şerti bolup ýerdäki ölçeg hadysalary plany ýa-da kartany gurmak we olar boýunça dürli görnüşli maglumatlary ölçeg ýoly bilen almak durýar.

Ölçegde ýalňyşlyklaryň bolmagy kanunydyr. Olaryň ululygyny berlen usul bilen birnäçe gezek ölçemek ýoly bilen ýa-da takyklygy boýunça ýokary bolan gurallary ulanmak bilen azaltmak bolar.

Ýalňyşlyklaryň ýüze çykyş kanunalaýyklary boýunça *gödek, yzygider* we *tötänleýin* ýaly toparlara bölünýär.

**Gödek ýalňyşlyklar köplenç** ýagdaýlarda şowa netijeleriň, ýagny ýerine ýetirijiniň hüşgär dälidiginden ýüze çykýar. Bu ýalňyşlyklar gaýtadan ölçemek ýoly bilen ýüze çykarylýar we olary hakyky bahalary bilen çalşyrylýar.

Gödek ýalňyşlyklaryň ýüze çykmagy, ölçegde bolup ýa-da bolman hem biler. Eger-de haýsy hem bolsa ululygy, meselem burçy ýa-da çyzygynyň uzynlygyny diňe bir gezek ölçesek, onda gödek ýalňyşlygy ýüze çykarmaga hiç hili mümkinçilik bolmaýar. Iki ölçegi geçirmek bilen gödek goýberlen ýalňyşlygy ýüze çykarmak bolar. Emma alnan netijelerden belli bolşy ýaly, iki ölçeg hem şol bir ýerine ýetirijiniň we birmeňzeş guralyň kömegi bilen geçirilen bolsa, onda birinji usulda goýberlen ýalňyşlyklar ikinji ölçegde hem goýberilýär. Şonuň üçin hem, ýalňyşlyklary ýüze çykarmakda, şol bir ululygy birnäçe gezek ölçemek üçin dürli ýollar we usullar ulanylýar. Meselem, çyzygyň uzynlygynyň adaty, emma dürli uzynlykdaky ölçeg lentalarynyň, ruletkalarynyň kömegi bilen ölçenilmegini, gorizontul burçlary birnäçe usullar, emma her bir usulyň arasynda gorizontul tegelegiň limbini dürli ugurlarda oriýentirlenmegi bilen ölçenilişini mysal getirmek bolar.

*Gödek ýalňyşlyklaryň* emele gelmeginiň sebäpleri psihologiýa ylmynyň çäğine degişlidir. Şonuň üçin hem, bu ýalňyşlyklar teoriýasynda seredilmeýär.

*Yzygyder ýalňyşlyklar* ýüze çykyşyna baglylykda, şol ýa-da başga bir kanuna görä ölçegiň netijesine girýär. Her bir ölçegiň görnüşinde ýa-da usulynda yzygider ýalňyşlyklaryň ýüze çykman kanunalaýyklyklary aýratyn goýulýar. Eger-de şol bir şertde ölçegi ýene-de birmeňzeş gaýtalasak, onda yzygider ýalňyşlykly ululygyň bahasy hemişelik bolup galar.

Yzygider ýalňyşlyklaryň ýüze çykmagynyň çeşmesi hökmünde gural (instrumental) bilen baglanyşykly daşky we hususy ýagdaýlar bolup bilerler.



Gurally ýalňyşlyklaryň ýönekeý mysaly bolup, çyzygyň uzynlygynyň ölçeg ýüpüniň kömegi bilen ölçenmegini durýar. Ölçeg lentasynyň kömegi bilen, öň **AB** göni çyzygyň uzynlygy ölçenen, ol  $l_{orta}=123.53$  metre deň diýeliň. Ony ýene-de ýasama 10 metrlik ýüpiň kömegi bilen ölçäpdirler. Alnan netijeler aşakdakylar:  $l_1=12.54$  m,  $l_2=125.8$  m,  $l_3=125.6$  m,  $l_4=126.2$  m,  $l_5=126.0$  m, we  $l_{orta}=125.8$  m ýaly berilýär. Alnan baha polatdan ýasalan ölçeg lentasynyň netijesi bilen takmynan 2,3 m tapawut edýär. Bu bolsa ölçegde hemişelik ýalňyşlygyň barlygyny görkezýär.

Polat ölçeg lentasynyň metaldan ýasalandygy sebäpli, oňa daşky gurşawyň ýagdaýy az täsir edýär. Ýagny onuň uzynlygy takyk 20 metre deň. Ony etalon diýip alalyň we ölçeg ýüpi bilen deňeşdireliň. Deňeşdirmegiň netijesinde ýüpüň uzynlygy çyglylygyň täsiri netijesinde 10 m bolman, 10.15 m süýnenligi anyklanyldy. Şonuň üçin çyzygyň üstine ýüp her gezek goýanda 0.15 m artykmaç ölçeyär.

Bu ýüpiň kömegi bilen göni çyzygyň uzynlygyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplamak bolar:

$$l = l_{olcen} = 0.15 \cdot \frac{l_{olcen}}{10},$$

Bu ýerde **0.15 m** ölçeg ýüpüniň her bir gezek goýlan sanyna düzedişi aňladýar..

*Tötänleýin ýalňyşlyklar.* Tötänleýin häsiýete eýe bolýar. Olar kesgitlenen matematiki kanunlara boýun egmezden alnan netijä girýär. Bu ýalňyşlyklar statistik kanunalaýyklyklar bilen baglanyşyklydyr.

Tötänleýin ýalňyşlyklar aşakdaky gurluşlary alýar:

1. Absolyt ululygy boýunça ýalňyşlyklar belli çäkden geçmeýär;
2. Ýalňyşlyklar näçe uly bolsa, hatarda şonça-da azdyr;
3. Goşmak we aýyrmak ýalňyşlyklar absolyt ululyklary boýunça deň we tiz-tizden duş gelýärler;
4. Ýalňyşlyklaryň jemi elmydama gutarnykly kiçi sandyr.

Tötänleýin ýalňyşlyklar edil ölçenen ululygyň hakyky we ölçenen bahasynyň arasyndaky tapawut ýaly kesgitlenilýär. Eger-de  $X$  hakyky ululyk, emma  $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$  bahalary ölçegiň netijeleri diýip kabul etsek, onda aşakdakyny alarys:

$$X - l_1 = \Delta_1; X - l_2 = \Delta_2; \dots, X - l_n = \Delta_n.$$

Tötänleýin ýalňyşlyklaryň täsirini, bir ululygy birnäçe gezek ölçemek ýoly bilen azaltmak mümkindir. Onuň iň amatly baha hökmünde *orta arifmetiki bahany* almak bolar.

### 5.1.3. Deňtakykly ölçegleri matematiki hasaplamak

Ululygyň haýsy hem bolsa hakyky( $X$ ) bahasy bilen  $X_i$  ( $1, 2, 3, \dots, n$ ) alnan deň takykly netijesine ölçeg *hatary* diýilýär. Bu ýagdaýda ölçegleriň anyk bahasyny tapmak gerek bolýar, ony aşakdaky formulanyň, ýagny *orta arifmetiki* bahanyň üsti bilen tapýarlar:

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n X_n$$

Ölçegiň sanynyň artmagy bilen ölçegiň ululygy hakyky bahasyna ymtylýar( $n \rightarrow \infty$ ).

Praktiki meseleleri çözendä, köplenç, uly sanlardan gaça durmak maksady bilen, *orta arifmetiki bahanyň şertli nol usuly*ny ulanmak bilen hasaplamagy geçirýärler. Onuň umumy formulasy aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$x = x_0 + \frac{1}{n} \cdot \sum_{n=1}^n K_i$$

Bu ýerde  $x_0$  - hakyky ( $X$ ) ululygyň bahasyna ýakyn tegelek san.

$$K_i = x_i - x_0$$

Eger-de orta arifmetiki bahany dogry hasaplasak, onda ýalňyşlyklaryň  $n$  ölçegdäki jemi aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$\sum_{n=1}^n K_i = 0$$

Bu ýerde  $K_i = x_i - x$ . Bu ululyga *tötänleýin ýalňyşlygyň gyşarmasy* diýilýär.

Geodeziki ölçeglerinde *orta kwadrat ýalňyşlyk* hem otnositel ýalňyşlyk ýaly ulanylýar. Soňky ululyk absolýut ýalňyşlygyň ölçenen ululyga gatnaşygy bilen kesgitlenilýär we drob görnüşinde ýazylýar.

Orta kwadrat ýalňyşlygyny aşakdaky formula arkaly kesgitläp bolar:

$$M = \sqrt{\frac{[\Delta^2]}{n}}$$

Bu ýerde  $n$  - ölçegleriň sany,

$$D_1 = X_1 - X; D_2 = X_2 - X; D_3 = X_3 - X; D_n = X_n - X.$$

Ölçegleriň takyklygy predel (aňryçäk) ýalňyşlyk bilen kesgitlenilýär. Ol aşakdaky formula ýaly ýazylýar:

$$\Delta_{\text{çäktli}} = 3 \cdot m.$$

**Çyzykly ýalňyşlyklaryň** takyklygynyň häsiýetini otnositel ýalňyşlygy hasaplamak bilen bahalamak bolar. Otnositel ýalňyşlygy hasaplamak, absolýut ýalňyşlygyň bahasyny kesgitländen soňra geçirmek bolar. Absolýut ýalňyşlygy ( $\Delta_{abs}$ ) onuň hakyky ( $X$ ) bahasy bilen ölçenen ( $l$ ), şol ululygyň arasyndaky tapawut ýaly seretmek bolar:

$$\Delta_{abs} = X - l.$$

Eger-de ölçenen ululygyň hakyky bahasy belli bolmasa, onda oňa derek onuň ýakyn  $X_{yakyn}$  bahasyny ulanmak bolar.

Otnositel ýalňyşlygy absolýut ýalňyşlygyň hakyky ýa-da oňa ýakyn gatnaşygy ýaly alynýar we aşakdaky ýaly berilýär:

$$\Delta_{otn} = \frac{\Delta_{abs}}{X} \text{ ýa-da } \Delta_{otn} = \frac{\Delta_{abs}}{X_{yakyn}}$$

Mysallara seredip geçeliň:

**1-nji mysal.** Eger-de  $X=100.0 \text{ m}$ ;  $l=98.0 \text{ m}$  bolsa, onda formula goýmak bilen aşakjdaylary alarys:

$$D_{abs} = 100.0 - 98.0 = + 2.0 \text{ m}; D_{otn} = 2/100 = 1/50.$$

bolar.

**2-nji mysal.** Eger-de  $X=1000.0 \text{ m}$ ;  $l=998 \text{ m}$  bolsa, onda formula goýmak bilen aşakdakylary alarys:

$$D_{abs} = 1000.0 - 998.0 = + 2.0 \text{ m}; D_{otn} = 2/1000 = 1/500$$

bolar.

Islendik ölçegiň takyklygyna otnositel ýalňyşlygyň ululygyna seredip baha bermek bolar. Biziň mysallarymyzda ikinji ölçegiň takyklygy has ýokarydyr.

Ýalňyşlyklaryň teoriýasynda hakyky ( $X$ ) bahanyň ýerine, onuň ýakyn ( $X_{yakyn}$ ) bahasyndan peýdalanmak kabul edilendir we bu teoriýa aşakdaky formulanyň amatlydygyny subut etdi:

$$m = \pm \sqrt{\sum \frac{K_i}{n-1}}$$

Orta kwadrat ýalňyşlygyň hasaplanyşyna degişli mysaly 6.1-nji tablisadan görüp bolar.

6.1-nji tablisa

**Orta kwadrat ýalňyşlygyň hasaplanyş mysaly**

Ölçegleriň tertibi	Çyzykly ölçegiň bahasy $l, m$	$\Delta = l - a$ (sm)	$\Delta^2$
1	287.66	+2	4
2	287.78	+14	196
3	287.57	-7	49
4	287.72	+8	64
5	287.51	-13	169
6	287.62	-4	16
$X_{orta}$	287.64	$\Sigma=0$	$\Sigma\Delta^2=498$

Orta arifmetiki bahany ýokarda bellenilen formula arkaly hasaplalyň:

$$X_{orta} = \frac{287.66 + 287.78 + 287.57 + 287.72 + 287.51 + 287.60}{6} = \frac{1725.84}{6} = 287.64 m.$$

Onda, orta kwadrat ýalňyşlyk:

$$m = \pm \sqrt{\frac{498}{6}} = \pm 9.11 sm.$$

Predel ýalňyşlygy:

$$\Delta_{\text{çäkli}} = 3 \times m = 3 \times 9.11 = 27.33 \text{ sm}$$

bolar.

Orta arifmetiki bahanyň orta kwadrat ýalňyşlygy aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$M = \frac{m}{\sqrt{n}}.$$

biziň mysalytmyzda:

$$M = \pm \frac{0.09}{\sqrt{6}} = \pm 0.03 m. \text{ bolar.}$$

Onda, otnositel ýalňyşlyk:

$$\Delta_{otn} = \frac{0.03}{287.64} = \frac{1}{7828.63} = \frac{1}{7800}.$$

bolar.

Deň takykly çyzyk ölçeglerini bahalamak üçin, EHM-riň *BASIC* dilinde düzülen hasaplamak programma aşakdaky ýaly berilýär:

```

10 rem "Deň takykly ölçegleri bahalamak"
20 input "Ölçegleriň sanyny giriziň"
30 for I=1 to N:input D(I):next I
40 P=0: for I=1 to N:V(I)=P+D(I):next I
50 Ls=P/N:for I=1 to N: V(I)=D(I)-Ls:next I
60 for I=1 to N:K(I)=(V(I)) D2: next I
70 K=0:D=0
80 for I=1 to N:K=K+V(I):D=D+K(I):next I
90 if K=0 then 110
100 if K<>0 then print "Ölçegler nädogry": end
110 M=sqr(D/(N-1)):S=M/sqr(N):Dp=3*M
120 print "Ölçegdäki orta ýalňyşlyk"
130 print using "M=####.###";M
140 print "Orta arifmetiki ýalňyşlygyň orta arifmetiki bahasy"
150 print using "S=####.###";S;"Metr"
160 print "Çäkli ýalňyşlygyň ululygy"
170 print using "Dp=####.###";Dp;"Metr"
180 end

```

Orta kwadrat ýalňyşlygyň burçlar boýunça hasaplanyp geçişine 6.2-nji tablisada berlen maglumatlar boýunça seredip geçeliň.

6.2-nji tablisa

Orta kwadrat ýalňyslygyň hasaplanýş mysaly

Ölçegleriň tertibi №/№	Ölçenen gorizontal burçlar, $\beta$	$\delta = \beta_{orta} - \beta$	$\delta^2$
1	215°59'	+1'	1
2	216°01'	-1'	1
3	216°00'	0	0
4	215°59'	+1'	1
5	216°01'	-1'	1
	$\Sigma\beta = 1080^\circ 00'$	$\Sigma\delta_i$	$\Sigma\delta_i^2 = 4$

Ölçenen gorizontal burçlaryň orta arifmetiki bahasy aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$\beta_{orta} = \frac{215^\circ 59' + 216^\circ 01' + 216^\circ 00' + 215^\circ 59' + 216^\circ 01'}{5} = \frac{1080^\circ 00'}{5} = 216^\circ 00'$$

Onda, burçlary ölçemekdäki ýalňyslyk aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$m = \pm \sqrt{\frac{4}{4}} = \pm \sqrt{1} = \pm 1$$

Deň takykly burç ululyklary bahalamakda EHM-riň *BASIC* dilinde düzülen programma aşakdakylardan ybarat:

```

10 def fng (X)=fix(X/100)+(X/100-fix(X/100))/0.6
20 def fnm(X)=fix(X)*100+(X-100(X))*60
30 rem "Deň takykly ölçegleri bahalamak"
40 input "Ölçegleriň sanyny giriziň";N
50 for I=1 to N:input B(I):B(I)=fng(B(I)):next I
60 p=0:for I=1 to N:p=p+B(I):next I
70 Ls=p/N:for I=1 to N:V(I)=B(I)-Ls:next I
80 for I=1 to N:K(I)=(V(I)) ^2:next I
90 K=0:D=0
100 for I=1 to N:K=K+V(I):D=D+K(I):next I
110 if K=0 then 130
120 if K<>0 then print "Ölçegler nädogry":end
130 M=sqr(D/(N-1)):S=M/sqr(N):Dp=3*M
140 M=fnm(M):S=fnm(S):Dp=fnm(Dp)
150 print "Ölçegdäki orta ýalňyslygy"
160 print using "M=##.###";M
170 print "Orta kwadrat gyşarmanyň orta arifmetiki bahasy"
180 print using "S=##.###";S

```

```

190 print "çäkli ýalňyşlygyň bahasy"
200 print using "Dp=##.###";Dp
210 end

```

#### 5.1.4. Deňdäl takykly ýalňyşlyklary matematiki hasaplamak

Deňdäl takykly ölçegleriň netijelerini hasaplamak üçin, ölçegiň *agramy* baradaky düşüňjäni girismek gerek bolýar. Agram, ölçenen netijäniň amatlylyk derejesini kesgitleýär. Alnan netije näçe amatly bolsa, onuň agramy hökmünde  $P$  - orta kwadrat ýalňyşlygyň kwadratyna ters proporsional ululyk alynýar. Ony aşakdaky formula arkaly aňlatmak bolar:

$$P = \frac{c}{m^2}.$$

Bu ýerde  $c$  - berlen hatar ölçegler üçin hemişelik ululyk.

Birnäçe ölçegden alnan  $p$  - orta arifmetiki agramy  $P$  bilen belgilesek, onda:

$$\frac{p}{P} = \frac{m^2}{M} = \frac{m^2}{\left(\frac{m^2}{\sqrt{n}}\right)^2} = n.$$

orta arifmetiki agram, bir ölçegiň netijesiniň agramyndan  $n$  gezek uludyr.

Deňdäl takykly ölçegiň netijelerini bahalamakda orta kwadrat bahadan peýdalanylýar. Ölçeg netijeleriniň agramy orta kwadrat bahasyna baglylykda proporsionaldyr, ýagny:

$$P_1 = \frac{1}{m_1^2}; \quad P_2 = \frac{1}{m_2^2}; \quad P_3 = \frac{1}{m_3^2}$$

Käbir obýekt birnäçe gezek ölçenen diýeliň, birinji ölçegiň agramy  $P_1$ , ikinji ölçegiň agramy  $P_2$  diýeliň; onda ölçegiň netijeleriniň jemi aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{m_2^2}{m_1^2}$$

**1-nji mysal.** Haýsy hem bolsa bir burçy ölçäniňdäki orta kwadrat ýalňyşlyk  $m_1=20$ , we  $m_2=40$ , bolsa, onda burçy ölçäniňdäki agram aşakdaky ýaly bolar:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{40^2}{20^2} = \frac{1600}{400} = 8$$

Eger-de  $P_2=1$  diýip kabul etsek,  $P_1=8$ ,  $P_1=1$  diýip kabul etsek  $P_2=1/8$  baha deň bolar.

Deňtakykly hatar ölçegleriň netijelerini bahalamakda, aýry-aýry ölçeglerdäki orta kwadrat bahasyndan, deňdäl takykly hatar ölçegleriniň netijelerini bolsa, bir-birine baglylykda her bir hatar üçin agramy bire deň bolan ölçegiň orta kwadrat bahasyndan, ýagny agram birliги diýilýän bahadan peýdalanylýar. Meselem, ýerdäki obýekt iki gezek ölçenen, birinji ölçegiň agramy  $P_1$ , orta kwadrat ýalňyşlygy bolsa  $m_1$ , ikinji ölçegiň netijesiniň agramy  $P_2$ , onuň bahasy bolsa, m-e deň diýeliň. Ölçegleriň agramynyň hasaplanylş formulasyndan peýdalanyňp, aşakdakylary almak bolar:

$$\frac{P_1}{1} = \frac{\mu^2}{m^2} \text{ onda } \mu^2 = P_1 \cdot m_1^2.$$

Eger-de ölçegleriň sany  $n$  bolsa, onda aşakdakylary alarys:

$$\mu_1^2 = P_1 \cdot m_1^2; \mu_2^2 = P_2 \cdot m_2^2; \mu_3^2 = P_3 \cdot m_3^2; \dots; \mu_n^2 = P_n \cdot m_n^2.$$

Bu deňlemeleriň ähli hataryny jemlemek bilen aşakdakyny alarys:

$$n \cdot \mu_n^2 = [P \cdot m_n^2] \text{ bu ýerden } \mu = \pm \sqrt{\frac{[P \cdot m_n^2]}{n}}$$

Bu formula agramyň birlik bahasyny hasaplaýjy formula bolup, ondan deňdäl takykly ölçegleriň netijelerini bahalamakda peýdalanylýar.

Obýektiň birnäçe deňdäl takykly ölçeg netijeleriinden peýdalanyňp, tapylan ygtybarly baha umumy *orta arifmetiki* baha diýilýär. Bu baha, her bir ölçegiň öz agramyna köpeldilen jemleriniň agramlarynyň jemlerine bölünmegine deňdir. Ol aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$L_o = \frac{l_1 \cdot P_1 + l_2 \cdot P_2 + l_3 \cdot P_3 + \dots + l_n \cdot P_n}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n} = \frac{[l_n \cdot P_n]}{[P_n]}$$

Bu ýerde  $l_1, l_2, l_3, \dots, l_n$  - her bir aýry ölçegleriň netijeleri;

$P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$  - şu ölçegleriň her biriniň agramy.

Umumy orta arifmetiki bahanyň orta kwadrat bahasyny hasaplamagyň formulasy aşakdaky ýaly berilýär:

Bu ýerde  $P = P_1, P_2, P_3, \dots, P_n = \sum P_n$ .

Deňdäl tekykly ölçegleriň bahalarynyň hasaplanyşyna degişli mysaly 6.3-nji tablisadan seredip bilersiňiz.

6.3-nji tablica

Ölçeg- leriň tertibi	Ölçenen burçlaryň bahasy	Ölçegle- riň sany, $n$	Ölçegle- riň agra- my, $P$	$v$	$V^2$	$P \cdot V^2$
1	73°08'10"	3	1	+6	36	36
2	73°08'06"	9	3	+2	4	12
3	73°08'08"	6	2	+4	16	32
4	73°08'00"	15	5	-4	16	80
5	73°08'04"	12	4	0	0	0
			$\Sigma=15$			$\Sigma=160$

Ölçenen ululygyň *orta arifmetiki bahanyň has ygtybarly* ýakyn bahasyny aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$\bar{\beta} = 73^{\circ}08' + \frac{10'' \cdot 1 + 6'' \cdot 3 + 8'' \cdot 2 + 0'' \cdot 5 + 4'' \cdot 4}{1 + 3 + 2 + 5 + 4} = 73^{\circ}08' + \frac{60''}{15} = 73^{\circ}08'04''$$

Bu ýerde  $\bar{\beta}$  - orta agram.

Agram birliginiň orta kwadrat ýalňyslygyny aşakdaky formula boýunça tapýarys:

$$\mu = \pm \sqrt{\frac{160}{5-1}} = \sqrt{60} = 6,3''$$

Orta agramyň orta kwadrat ýalňyslygyny aşakdaky formula boýunça kesgitlemek bolar:

$$M_0 = \frac{\mu}{\sqrt{P}} = \frac{6,3''}{\sqrt{15}} = 1,5''$$

### 5.1.5. Ýeriň üstündäki ölçeg elementler

Ýeriň üstündäki aýry-aýry ýerleri suratlandyrmak maksady bilen, onuň ähli nokatlaryny has sada kabul edilen üste geçirmek gerekdir.

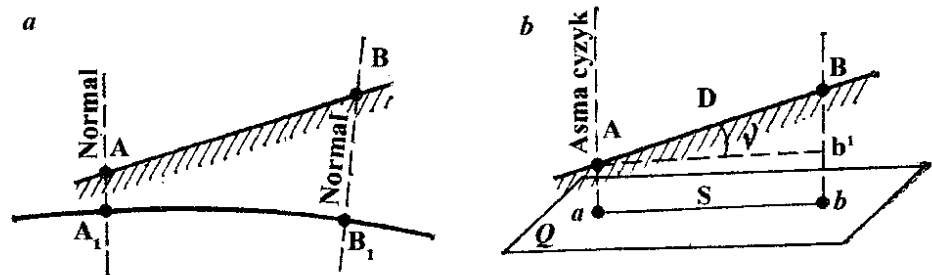
Haýsy hem bolsa, bir ýer bölegini kabul edilen üste alnan usul boýunça düşürmäge *teswirlemek* diýilýär. Alnan surata bolsa şol ýer böleginiň *proýeksiýasy* diýilýär. Geodeziýada köplenç gönüburçly(ortogonal) proýeksiýa ulanylýar.

Geodeziki ölçeglerde esasy üst hökmünde kabul edilen üste ugrykdyrylan normal(perpendikulýar) teswirleýji çyzykdan peýdalanylýar. Ýerdäki AB göni



çyzygy ellipsoidiň üstüne  $AA_1$  we  $BB_1$  normal çyzyklar boýunça teswirläliň (5.1.4-nji surat). Netijede,  $AB$  göni çyzygyň  $A_1B_1$  proyeksiýasyny alýarys. Şu ýerde, şeýle soragyň ýüze çykmagy mümkindir, ýagny haçan ellipsoidiň üstüni tekizlik diýip kabul edip boljak ýa-da ýeriň egriligini hasaba almalymy? Soragy düşündirmek üçin aşakdaky häsiýetlere seredip geçeliň.

Ölçegleri  $20 \times 20 \text{ km}^2$  we ondan kiçi bolan kwadraty ýa-da radiusy  $10 \text{ km}$  hem-de ondan kiçi bolan tegelek ýeriň üstüni suratlandyrmakda ýer şarynyň egriligini hasaba almasaň hem bolar. Şu ölçegdäki ýer üstüni tekizlik hökmünde kabul etmeklik ylmy tarapdan doly subut edilendir.



5.1.4 - nji surat. Çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy:  
 $a$  – ellipsoidiň üstünde;  $b$  – gorizonta tekizlikde.

Ýerdäki  $AB$  göni çyzygy perpendikulýar ýerleşen gorizonta tekizlige teswirläliň (5.1.4-nji a surat). Netije-de,  $AB$  göni çyzygyň gönüburçly ýa-da ortogonal proyeksiýasyny alarys.  $P$  tekizlikde alnan  $ab$  çyzyga ýerdäki  $AB$  göni çyzygyň gorizonta kesimi diýilýär.

Asma çyzygy ýeriň üstünde tapmak maksady bilen, asma ýükjagazly sapagy ýa-da optiki sentrirleri ulanmak mümkin. Ýerde göni çyzygyň uzynlygyny inwar siminiň, fiziki we optiki uzakölçýjileriniň, ölçeg lentalarynyň ýa-da beýleki has sada usullaryň kömegi bilen ölçemek bolar.

$M$  tekizlikdäki  $BAS$  gorizonta burçuň proyeksiýasyny tapjak bolsak, onda  $AB$  we  $AS$  taraplaryň üsti bilen asma teswirleýji tekizlikleri geçirýäris. Bu tekizlikleriň  $M$  tekizlik bilen kesişmeginde  $esasy$  burçy alýarys, bu  $BAS$  **gorizonta burçydyr** (5.1.4-nji b surat). Ol, geodeziýada  $\beta$  harpy bilen belgilenilýär.

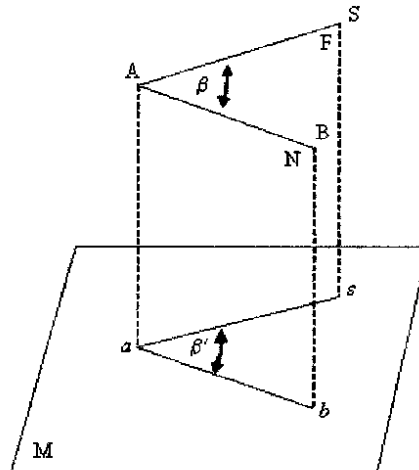
Gorizonta burçlar ýerde ýöriteleşdirilen burç ölçýji gurallarynyň kömegi bilen ölçenilýär. Geodeziki işlerde diňe gorizonta burçlar ölçenilmän wertikal burçlar hem ölçenilýär.

*Weretikal burç* bu, ýeriň üstündäki çyzyk bilen gorizonta tekizligiň arasyndaky burçdyr (5.1.5-nji surat). Ol, geodeziýada  $v$  (nýu) harpy bilen belgilenilýär.

Çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplanylýar:

$$S = D \times \cos v.$$

Bu ýerde  $S$  - çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy, m;  $D$  - ölçenen çyzygyň uzynlygy, m.



5.1.5-nji surat. Gorizonta burçuň tekizlikdäki proyeksiýasy.

**1-nji mysal.** Eger-de  $v=6^\circ$ ,  $D=185.13$  metr bolsa, onda formula goýmak bilen aşakdakyny alarys:

$$S = 185.13 \times \cos 6^\circ = 184.12 \text{ m}$$

Kiçi wertikal burçlarda, ýerdäki göni çyzygyň uzynlygy, gorizonta kesiminiň uzynlygyndan az tapawutlanýar. Eger-de  $v=0^\circ$  deň bolsa, onda ýerdäki göni çyzygyň uzynlygy, onuň gorizonta kesiminiň uzynlygyna deň bolar.

## V.2. ÝERDE ÇYZYGYŇ UZYNLYGYNY ÖLÇEMEK

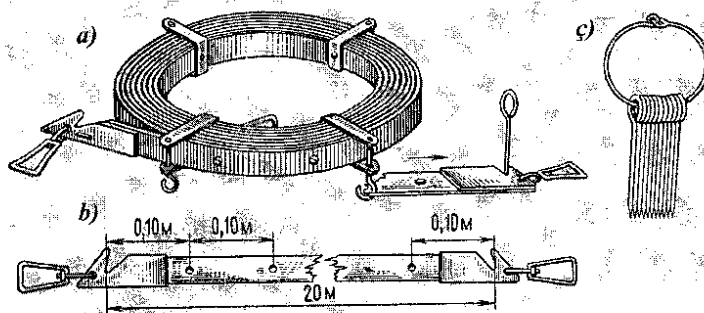
### 5.2.1. Umumy düşünje

Çyzygyň uzynlygyny ölçemek diýmek, bu ony haýsy hem bolsa belli bir etalon birligi bilen deňeşdirmek diýmekdir. Ýerde çyzygyň uzynlygy dürli usullar bilen ölçenilýär. Olar ulanylýan gurallara, ölçegiň talap edilýän takyklygyna, ýerli şertlere baglydyr. Çyzygyň uzynlygyny ýer ölçeg lentalary, ruletkalar, dlinomerler, inwar simi, optiki we fiziki (ýagtylyk, lazer we radio) uzakölçeýjileriniň (dalnomerleriň) kömegi bilen ölçemek bolar. Çyzyklaryň uzynlyklary ýalňyşlyklar teoriýasy atly bölümimizden bilşimiz ýaly, *gönüden-göni* we *gytaklaýyn* usullary bilen ölçemek bolar. Çyzygyň uzynlygyny gönüden-göni usuly bilen ölçemekde uzynlyk ölçeýji gurallary çyzygyň üstünde durmak bilen iş geçirilýär. Muňa mysal edip, çyzygyň uzynlygynyň ölçeg lentasynyň, optiki we fiziki uzakölçeýjileriň, inwar siminiň we ş.m. kömegi bilen ölçenilmegini getirmek bolar. Gytaklaýyn ölçemekde haýsy hem bolsa başga elementleri ölçemek, şeýle-de ölçenýän çyzygynyň uzynlygyny funksional baglanyşykly formulalary ulanyp hasaplamak bilen kesgitleýärler. Mysal edip, çyzygyň başlangyç we ahyrky nokatlarynyň gönüburçly koordinatlary boýunça, Pifagoryň teoremasynyň formulasyny ( $a^2 + b^2 = c^2$ ) ulanyp hasaplanşyny, şeýle-de çyzygyň uzynlygynyň iki tarap we olaryň arasyndaky burç boýunça, kosinuslar teoremasyny ulanyp kesgitlenişini getirmek bolar.

Uzakölçeýjiler optiki we fiziki diýen toparlara bölünýär. Optiki uzakölçeýjiler iki hili görnüşde: *hemişelik bazisli üýtgeýän burçly* we *üýtgeýän bazisli hemişelik burçly* bolýarlar.

“Bazis” gelip çykyşy boýunça latyn sözi bolup, türkmen diline “*esas*” diýen ýaly manyda terjime edilýär.

Fiziki uzakölçeýjileri üç hili görnüşde: ýagtylyk, radio we lazerli bolýarlar. Häzirki wagtda has köp ýaýran uzakölçeýji lazerlidir.



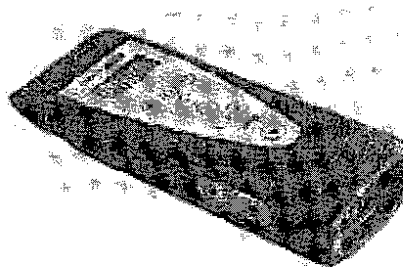
5.2.1-nji surat. JCIH-20 tipdäki ölçeg lentasy.

**Ölçeg lentasy bu,** ýuka polat lenta bolup (5.2.1-nji 1 surat), onuň uzynlygy 20 metr, ini 10-15 mm we galyňlygy 0,4-0,5 mm-e deňdir. Lentanyň ýanynda

goşmaça halkaly metal gazyklar (çüýler) bolýar(5.2.1-nji 2 surat). Halkaly gazyklaryň sany 6 ýa-da 11 bolýar. Haçan-da, çyzygyň uzynlygy 100 metre çenli bolsa 6 sany, eger-de ondan köp bolsa, 11 sany gazykly halka ulanylýar. Halkaly gazyklar metal (polat) siminden ýasalyp, onuň diametri 5 mm, uzynlygy bolsa 30 sm-e deň bolýar.

Ölçeg lentasynyň uzynlygy onuň başyndaky we ahryyndaky kesimleriniň arasyndaky aralyk bilen kesgitlenilýär. Eger-de lentanyň uzynlygy 20 mert bolsa, onda lenta 20 sany esasy bir metrlik böleklere bölünendir. Her bir metr aralyga özüniň uzynlyk tertibi ýazylandyr, ýagny lentanyň iki tarapynda hem belgilenip görkezilýär. Olaryň hasaby, bir tarapa göni(1, 2, 3,.....19) beýleki tarapynda bolsa (19, 18, 17,.....0) ters ugurlarda ýazylandyr. Ýarym metrlik bahalar, tagma bilen möhürlenlen her desimetr aralykdan bolsa deşijekler bardyr. Ölçeg lentasyndan hasap 1 sm takyklykda alynýar. Göni çyzygyň uzynlygyny ölçände halkaly gazyklar lentanyň 0 m we 20 m-e goýlan gädiklere geýdirip, çyzygyň üstünde gazyklary ýere dürtmek bilen iş geçirilýär. Ölçeg wagty lenta hökmany yagdaýda 10 kg güýç bilen çekilmelidir. Ony ýerine ýetirmek magsady bilen, lentanyň başlangyjyndaky we ahryyndaky tutguçlardan peýdalanylýar.

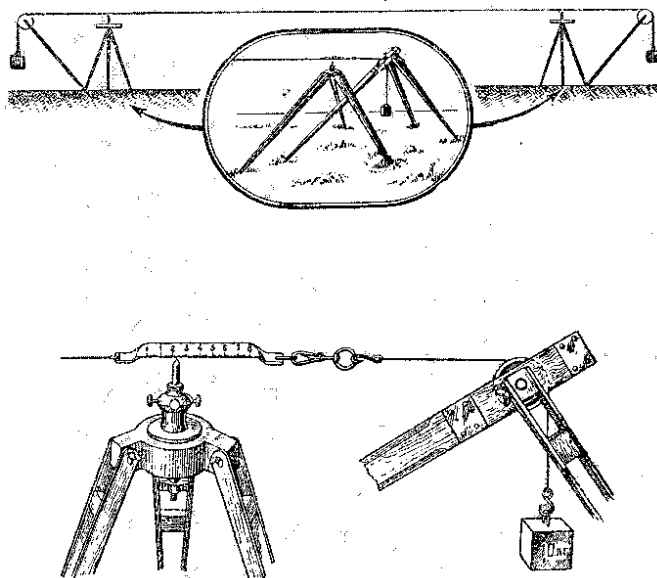
100 metrden az aralyklary ölçemekde ruletkalary ulanmak amatlydyr. Olaryň uzynlygy 5, 10, 20, 50 we 100 metr aralyklarda bolup biler. Bu ruletkalar ýüpden, plastmassadan we polat materialdan ýasalan bolýar. Çyzygyň uzynlygyny ölçemekde polatdan ýasalan, ýörite geodeziki ruletkalar 50 m we 100 m uzynlyklarda ulanylýar. Olardan hasap almak millimetr we santimetr takyklykda geçirilýär.



5.2.2-nji surat. Leica kompaniýasynyň Disto Classic elektron lazerli ruletkasy.

**Leica kompaniýasynyň Disto Classic elektron lazerli ruletkasy.** Gural 30 metre çenli aralygy serpidirijisiz (ortažatelsiz) we 100 metre çenli aralyklary bolsa, ýöriteleşdirilen markany ulanmagyň netijesinde, çaltlyk bilen çyzygyň uzynlygyny  $\pm 3-5$  mm takyklykda ölçemek bolýar (5.2.2-nji surat). Lazerli ruletkanyň kömegi bilen ýerdäki sudurlaryň meýdanyny we jaýlaryň göwrümlerini, jaýyň içinde ölçegleri geçirip bellikleri etmek(biçmek), şonuň ýaly-da, onuň daşynda şu işleri alyp barmak mümkindir. Ruletka belli göwrümdäki huşy bilen üpjün edilendir. Bu bolsa, ähli geçirilen ölçegleriň maglumatlaryny saklamaga we ony kompýutere geçirmäge mümkinçilik berýär (5.2.1-nji tablisa).

Çyzygyň uzynlygyny ölçemekde, takyk gurallaryň biri bolup aralykölçeýji(dlinomer) ulanylýar. Bu asma görnüşindäki ölçeg gurallarynyň biridir. Aralykölçeýjide polat simi, iki sany bellenen nokatlaryň arasynda asma ýagdaýda çekilýär. Bu gurallaryň esasy gurluşy bolup, ölçeg diskasy we hasap mehanizmi durýar. Ölçeg diski ölçegiň geçirilýän wagty, simiň näçe aýlaw edendigini görkezýär. Aralykölçeýji **АД-1М** bir gezekde 5-den 500 m-e çenli aralygy ölçemäge mümkinçilik berýär (5.2.3-nji surat).



5.2.3-nji surat. Çyzygyň uzynlygyny ölçeýji **АД-1М** guraly.

Inwar simi demiriň 65 %-ni we nikeliň 35 %-ni özüne birleşdirýän splawdan ýasalandyr. “Inwar” gelip çykyşy boýunça grek sözi bolup, türkmen diline “*Garyndy*” diýen ýaly manyda terjime edilýär. Bu sime temperaturanyň uzynlyga giňelmesiniň koeffisiýenti az täsir edýär. Gural hem edil aralykölçeýji ýaly asma görnüşlidir.

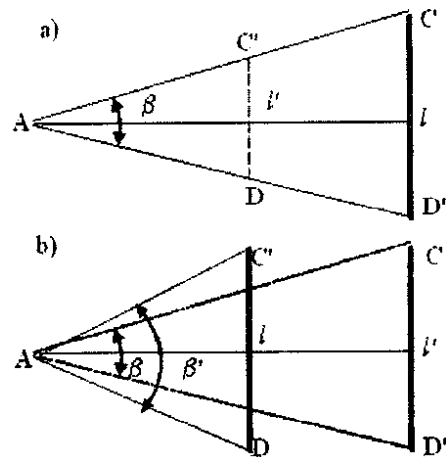
Inwar simi 24, 48 we 72 metr uzynlyklarda bolýar. Inwar siminiň toplumyna: iki sany ştatiw, iki sany blok stanogy, iki sany selik (nyşanalayjy), ýokary takykly niwelir we agramy 10 kg-a deň bolan ýük (gir) girýär. Ölçeğiň dowamynda inwar simini goňşy ştatiwleriň arasynda yzygiderlikde çekýärler. Ştatiwler çyzygyň ugrunda deň aralyklardan goýulýar. Çyzygyň uzynlygyny inwar simi bilen ölçemek, ýokary takyklygy üpjün edýär, emma onuň tersine köp wagty we agyr zähmeti talap edýär.

Optiki uzakölçeýjiler aralygy kesgitlemek üçin optiki elementleriň ýa-da optiki gurallaryň ulanylmagy bilen geçirilýär. Onuň teoriýasynyň esasynda *ACD*

üçburçlugyň güýçli çekilen çözüwi goýlandyr. Aralygy aşakdaky formula bilen hasaplap çykarmak bolar:

$$S = \frac{l}{2} \cdot \operatorname{cgt} \frac{\beta}{2}.$$

Bu ýerde  $S$  - ölçenýän çyzygyň uzynlygy (üçburçlugyň beýikligi);  $l$  - uzakölçeýjiniň bazisiniň uzynlygy (üçburçlugyň esasy);  $\beta$  - paralaktiki burç.



5.2.4-nji surat. Optiki uzakölçeýjiler.

Optiki uzakölçeýjileriň konstruksion aýratynlyklary boýunça iki hili görnüşli bolýar:

**a) Hemişelik paralaktiki** burçly ( $\beta$ ) we üýtgeýän bazisli ( $l$ ) bolýarlar. Çyzgyda  $\beta$  - hemişelik burç,  $CD - l$  we  $C'D' - l'$  bazisler bolsa üýtgeýär (5.2.4-nji a surat).

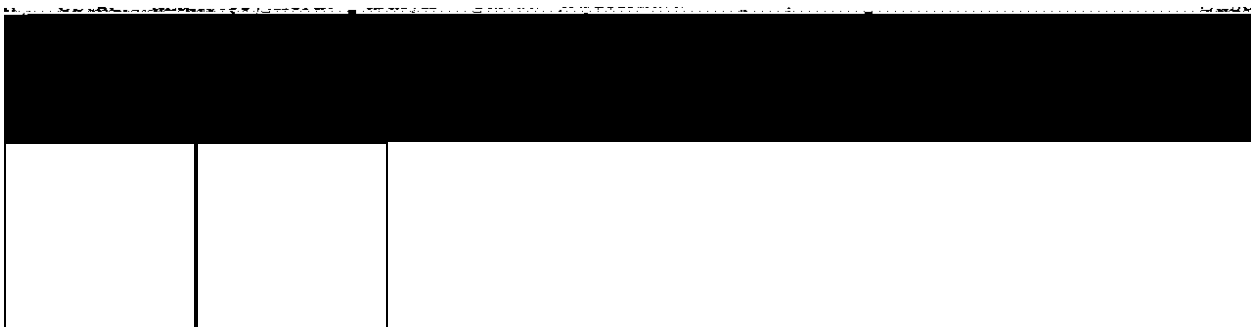
**b) Hemişelik bazisli** ( $l$ ) we üýtgeýän paralaktiki burçly  $\beta$  uzakölçeýjileri tapawutlanýar. Çyzgyda  $CD$  we  $C'D'$  bazisler hemişelik,  $l$  we  $l'$  paralaktiki burçlar bolsa üýtgeýändir (5.2.4-nji b surat)

**Köp ýaýran uzakölçeýji** hökmünde hemişelik burçly üýtgeýän bazisli hasaplanylýar. Hemişelik burçly ikilenç şekillendirýän uzakölçeýjiň bölekleri we geodeziki gurallaryň görüş trubasynyň obýektiwiniň düwünli nokadynyň üstünden geçýän şöhleleri emele getirýär. Uzakölçeýji bölekler, sapaklar torunda ýerleşdirilendir. Sapaklar toruny görüş trubasyna, oklaryň kömegi bilen berkidýärler.

Sapakly optiki uzakölçeýjilerde aralyk aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

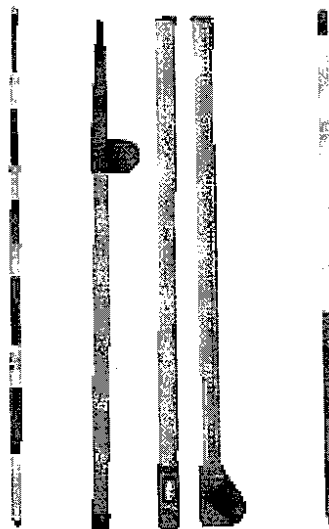
$$S = g + f + e.$$

Bu ýerde  $g$  - guralyň aýlanma okundan obýektiwiň merkezine çenli aralyk;  $f$  - obýektiwiň fokus aralygy;  $e$  - esasy fokusdan tagta çenli aralyk.



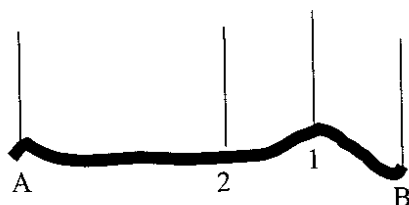
Gazyklaryň uzynlygy  $0,25-0,30$  metr bolmalydyr, olaryň birisini ýeriň üsti bilen deň derejede(esasy gazyk), beýlekisini bolsa  $5-6$  sm ýerden ýokarda galdyryp kakýarys. Esasy gazygyň depesine nokadyň ýagdaýyny (ýerleşen ýerini) görkezýän çüýjagaz kakykylýar. Çüýüň depesi gazykdan  $3-4$  mm ýokarda bolmalydyr (5.2.6-njy surat);

2) Başlangyç we ahyrky nokatlarda çyzygyň uzynlygynyň ölçeniliş takyklygyny ýokarlandyrmak üçin çelgileri (5.2.7-nji surat) dikýäris. Çelgi (weha) agaçdan ýa-da metaldan ýasalyp, uzynlygy  $2-3$  m, diametri  $2-3$  sm bolan gurluşdyr. Ony daşky töwerekdäki predmetlerden has oňat tapawutlandyrmak maksady bilen her kesgitlenen aralyklardan ( $10-20$  sm) gyzyk - ak reňke boýaýarlar;

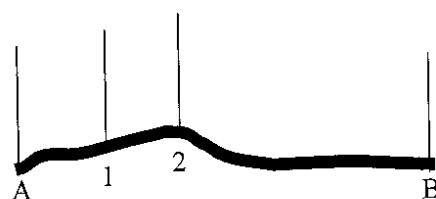


5.2.7-nji surat. Geodeziki çelgileriň görnüşleri.

Uly aralyklary ölçänlerinde, (eger-de olaryň arasy görünyän bolsa), onyň ölçeniliş takyklygyny ýokarlandyrmak maksady bilen, ýer üstüniň relýefine baglylykda her  $50-100$  metr aralyklardan çyzygyň üstüne goşmaça çelgileri goýýarlar. Netije-de, başlanyç we ahyrky nokatlarda goýlan çelgileriň üstünden geçen wertikal tekizligi geçireris. Bu hadysa *çyzygy asmak* diýilýar. Çyzygyň uzynlygyny asmagyň iki hili: “Özüne tarap” we “Özüňden aňry” usuly bar.



5.2.8-nji surat.



5.2.9-njy surat.

Çyzygy asmakda  $A$  we  $B$  nokatlarda çelgileri goýýarys we gözegçi “özüne tarap” usulynda asmak üçin başlangyç  $A$  nokatda durýar. Ahyrky  $B$  nokatda bolsa çelgi goýulýar. Çelgileriň ugry boýunça  $B$  nokatdan gözegçä tarap 1 çelgini, soňra 2, 3, ...,  $n$  çelgileri çyzygyň üstüne dikýäris (5.2.8-nji surat). Çelgiler şu ýagdaýda bir-biriniň gabadynda goýmak bilen bir gönüde ýerleşdirilýär. Çyzygy asmagyň “özüňden aňry” usulynda gözegçiden ( $A$  nokatdan)  $B$  nokada tarap yzygiderlikde, 1 soňra 2, 3, 4, ...,  $n$  çelgileri goýýarys (5.2.9-nji surat). Bu usulda 1 çelgi  $B$  nokada tarap ugurda 2 çelgini, ol hem öz gezeginde 3 çelgini ýapýar, netijede çyzygyň üstünde goýlan çelgiler bir gönüniň üstünde ýerleşmez. Diýmek, usullaryň içinde “özüne tarap” usuly has amatlydyr.

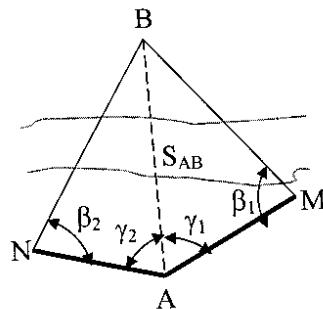
Çyzygyň uzynlygyny ölçemegi iki adam geçirýär. Öňdäki ölçeyjide halkaly gazyklar bolup, olary ölçegiň dowamynda, lentanyň uzynlygyna baglylykda ýere dürtüp gidýär. Yzdaky ölçeyji lentanyň nol gädigini (ştrihini) başlangyç nokatda duran çüýüň gapdalyndaky 1, halka ildirýär we öňdäki ölçeyjini çyzygyň üstüne çykarýar we lentanyň ahyrky 20 m gädigine 2 halkaly gazygy dürtýär, soňra yzdaky ölçeyji çyzygyň başlangyç nokadynda dürtülen 1 halkaly gazygy alýar we öňdäki ölçeyjiniň ýere dürtlen 2 halkaly gazygyna tarap ýöreyär, gazyga gelip ýene-de ölçeg lentasynyň 0 gädigini 2 gazykdaky halkaly gazyga geýdirýär. Öňdäki ölçeyjini ýene-de çyzygyň üstüne çykarýar. Soňra, öňdäki ölçeyji ölçeg lentasynyň 20 m gädigine 3 halkaly gazygy ýeriň üstüne dürtýär. Şeýle-de yzygiderlikde çyzygyň üstünde ölçeg lentasyny  $n$  gezek goýýarys we ölçegiň dowamynda galan  $q$  galyndyny hem ölçýär. Ölçegiň dowamynda yzdaky ölçeyji ähli gazyklary ýygnaýar.

Ölçenen çyzygyň uzynlygyny aşakdaky formula arkaly hasaplap çykarmak bolar:

$$S_{\text{ölç.}} = 20 \times n + q$$

**3-nji mysal.** Eger-de  $n=7$ ,  $q=11.23$  m –e deň diýeliň, onda çyzygyň uzynlygy aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$S_{\text{ölç.}} = 20 \times 7 + 11.23 = 140 + 11.23 = 151.23 \text{ m}$$



5.2.10-njy surat.

ulanmak bolar.

Ölçegiň dowamynda, adaty jarlaryň, derýajyklaryň, gür gyrymsy baglaryň we ş.m. üstünden geçmeli bolýar. Şu ýagdaýda, ölçeg lentasy bilen ölçegi geçirmekligiň mümkinçiligi kynlaşýar. Bu aralyklary ölçemekde, haýsy hem bolsa çyzygy baglanyşdyrýan beýleki bir elementi ýa-da elementler toplumyny ölçemek, soňra belli formulalary ulanyp, çyzygyň uzynlygyny kesgitlemek bolar.

Bu ýagdaýda *sinuslardyr kosinuslar* teoremlarynyň hem-de başlangyç we ahyrky nokatlaryň gönüburçly koordinatlary belli bolsa, onda *Pifagoryň teoremasynyň* formulasyny



Sinuslar teoremasy boýunça bir tarapyň uzynlygy we olara seplesýän iki burçy ölçäp,  $S_{ab}$  çyzygyň uzynlygyny tapmak bolar (5.2.10-njy surat). Çyzygyň uzynlygyny aşakdaky formulalary ulanyp kesgitlemek bolar:

$$S'_{AB} = b_1 \cdot \frac{\sin \beta_1}{\sin(\beta_1 + \gamma_1)}; \quad \text{ýa-da} \quad S_{AB} = b_2 \cdot \frac{\sin \beta_2}{\sin(\beta_2 + \gamma_2)}.$$

Bu ýerde  $b_1$  we  $b_2$  - bazis çyzyklarynyň uzynlygy, metrde;  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\gamma_1$  we  $\gamma_2$  - ölçenilen gorizonta burçlar, gradusda.

Kosinuslar teoremasyny, haçan-da üçburçlugyň iki tarapy we olaryň arasyndaky gorizonta burç belli bolsa, ulanmak bolar (5.2.11-nji surat). Usuluň kömegi bilen  $S_{1-2}$  çyzygyň uzynlygyny aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlemek bolar:

$$S_{1-2} = a^2 + b^2 - 2 \times a \times b \times \cos \beta$$

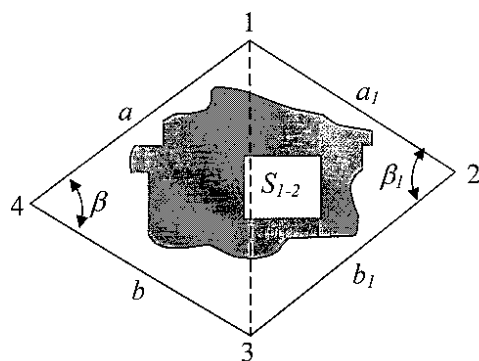
ýa-da

$$S'_{1-2} = a_1^2 + b_1^2 - 2 \times a_1 \times b_1 \times \cos \beta_1.$$

Bu ýerde  $a$ ,  $b$ ,  $a_1$  we  $b_1$  - bazis çyzyklaryň uzynlyklary, m;  $\beta$  we  $\beta_1$  - ölçenen gorizonta burçlar, gradusda.

Çyzygyň uzynlygynyň Pifagoryň teoremasynyň formulasynda kesgitlenişine degişli mysallara biz IX bölümimizde seredip geçipdik.

Çyzygyň uzynlygyny ölçänden soňra, onuň ýapgytlyk burçuny, gorizonta kesiminiň uzynlygyny kesgitlemek maksady bilen ölçegler geçirilýär. Bu meselä degişli mysaly hem geçen bölümlerimizde seredip geçipdik (III bölüme seret).



5.2.11-njy surat.

onuň gorizonta kesiminiň uzynlygyna düzedişleri kitabyň III bölümünde belleýişimiz ýaly girizmek bolar:

Çyzygyň uzynlygy aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$D = (a - b) \times 100; \quad D' = (a - c) \times 200; \quad D'' = (c - b) \times 200.$$

Bu ýerde 100 we 200 - uzakölçejiniň koeffisiýentleri.

Optiki sapakly uzakölçejileri bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemekde, teodolit başlangyç nokatda, ahyrky nokada bolsa uzakölçejiniň reýkasy ýa-da niwelir reýkasyny goýýarys (5.2.12-nji surat). Teodeolidi iş ýagdaýyna getirip, görüş trubasynyň  $c$  gorizonta sapagyny, takmynan reýkanyň ortasyna seretdirýäris. Soňra, teodeolidiň görüş trubasynyň görüş meýdanyndaky  $a$ ,  $c$ , we  $b$  sapaklaryndan reýkadan hasaplary alýarys. Alnan hasaplar boýunça, çyzygyň uzynlygyny kesgitlemek bolar we

**1-nji mysal.** Eger-de  $a=865\text{ mm}$ ,  $c=785\text{ mm}$  we  $b=700\text{ mm}$  bahalary alýan bolsa, onda çyzygyň uzynlygy aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$D = 100 \times (865 - 700) = 100 \times 165 = 16.5\text{ m}; D=16.5\text{ m}.$$

$$D' = 200 \times (865 - 785) = 200 \times 80 = 16.0\text{ m}; D'=16.0\text{ m}.$$

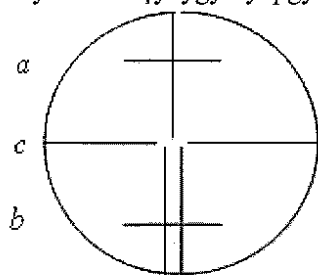
$$D'' = 200 \times (785 - 700) = 85 \times 85 = 17.0\text{ m}. D''=17.0\text{ m}.$$

Tapylan bahalaryň orta arifmetiki bahasyny kesgirmek bilen çyzygyň uzynlygyny almak mümkindir. Biziň mysalymyzda onuň bahasy  $D_{\text{orta}}=16.5\text{ m}$ -e deňdir.

Optiki uzakölçeýjiler bilen ölçenen gorizont tal kesimiň uzynlygyny aşakdaky formula boýunça hasaplamak bolar:

$$S = D_{\text{orta}} \times \cos \nu.$$

Bu ýerde  $\nu$  - çyzygyň ýapgytlyk burçy, gradusda.



5.2.12-nji surat.

**2-nji mysal.** Eger-de sapakly uzakölçeýji bilen ölçenen çyzygyň uzynlygy  $D_{\text{orta}}=16.3\text{ m}$ , ýapgytlyk burç  $\nu=30^{\circ}15'$  bolsa, onda çyzygyň uzynlygy aşakdaky baha deň bolar:

$$S=16.3 \times \cos 30^{\circ}15' = 16.0\text{ m}.$$

Eger-de ölçenýän çyzygyň ýapgytlyk burçy  $1^{\circ}$  -dan kiçi bolsa, onda gorizont tal kesimiň uzynlygyny, takmynan çyzygyň uzynlygyna deň diýip almak bolar.

Ýeriň üstünde ölçegi ölçeg lentalary we ruletkalar bilen geçireniňde, onuň takyklygy ýer üstüniň häsiýetine, çylşyrymlylygyna baglydyr. Ölçegde otnositel ýalňyşlygyň ululygy **1:3000** amatly şertlerde, **1:2000** orta we **1:1000** ýaramaz şertlerde bahalary alýar.

Uzakölçeýjiniň kömegi bilen göni çyzygyň uzynlygyny ölçemekde, otnositel ýalňyşlyk **1:10000**, inwar simi bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemegiň takyklyk **1:1000000** amatly, emma **1:500000** ýaramaz şertlerde alynýar.

Optiki sapakly uzakölçeýjiniň kömegi bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemegiň otnositel takyklygy **1:600** amatly we **1:200** ýaramaz şertlerde bolýar.

Optiki ikilenç şekillendirýän uzakölçeýjiniň kömegi bilen, çyzygyň uzynlygyny ölçemegiň otnositel takyklygy **1:5000** amatly we **1:2000** ýaramaz şertlerde alynýar.

### 5.2.3. Fiziki uzakölçeýjileri

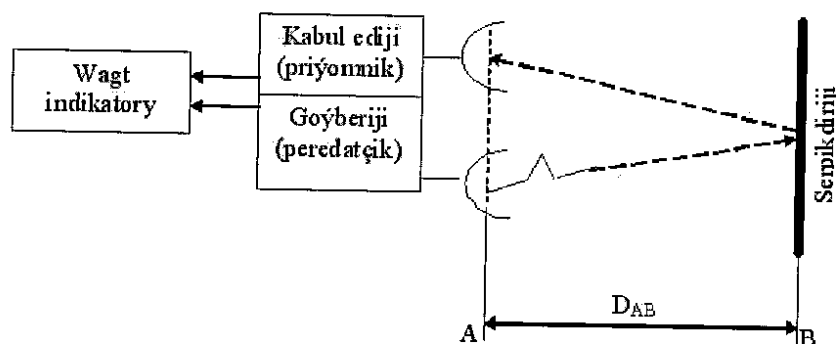
Ýagtylyk, radio we lazerli uzakölçeýjileri ölçemegiň fiziki usulyna degişlidir. Bu usullarda çyzygyň uzynlygyny ölçemegiň esasy prinsipi kesgitlenen  $t$ -wagt aralygynda elektromagnit, radio we lazer tolkunlarynyň yrgyldysynyň  $S$  ölçenilýän aralygy geçişi durýar.

Uzakölçeýjilere aşakdaky gurallar: ýagny tolkun goberiji peredatçik, ýzyna serpikdiriji (otražatel) we priýomnik degişlidir.

Yagtylyk, radio we lazerli uzakölçeýjiler iki nokadyň arasyndaky aralygy ölçemekde elektromagnit tolkunlarynyň, şu nokatlaryň arasyndan geçmek wagtyny kesgitlemäge esaslanandyr. Meselem,  $A$  we  $B$  nokatlaryň arasyndaky  $D$  aralygy ölçemek üçin  $A$  nokada uzakölçeýji,  $B$  nokatda bolsa elektromagnit tolkunlaryny yzyna serpikdiriji gural ornaşdyrylýär (5.2.13-nji surat). Uzakölçeýjiniň goýberijisinden çykan elektromagnit tolkunlary, serpikdirijä ýetip yzyna gaýdýar we priýomnige gelip düşýär. Şöhleleriň uzakölçeýjiden serpikdirijä ýetip, ondan yzyna gaýdan wagtyny( $t$ ) kesgitlemek bolar.  $A$  we  $B$  nokatlaryň arasyndaky aralygy aşakdaky formula boýunça kesgitlemek bolar:

$$S = \frac{1}{2} \cdot v \cdot \tau = \frac{c}{2} \cdot \frac{\tau}{n}.$$

Bu ýerde  $c$  - ýagtylyk tolkunynyň wakumdaky ýaýraýyş tizligi ( $c=299792458 \pm 1.2$  m/s);  $v$  - elektromagnit tolkunlarynyň ölçenen wagtdaky ýaýraýyş tizligi;  $\tau$  - elektromagnit tolkunlarynyň ikeldilen aralykdaky geçen wagty.



5.2.13-nji surat. Passiw serpikdiriji uzakölçeýjiniň işleýiş prinsipi.

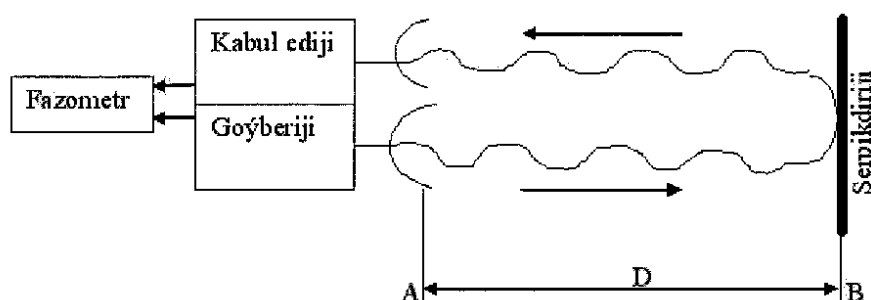
Şöhläni serpikdiriji gurluş iki hili görnüşde bolýar:

1) Uzakölçeýjiden çykan elektromagnit tolkunlaryny kabul edip ýygylgyny ýa-da ampletudasyny özgerdip yzyna gaýtaryan gural ulanylýar. Şeýle gurala aktiw gaýtaryjy diýilýär we radio uzakölçeýjilerinde ulanylýar;

2) Uzakölçeýjiden çykan elektromagnit tolkunlaryny özgertermezden, yzyna gaýtaryan gurala passiw gaýtaryjy diýilip, ýagtylyk uzakölçeýjilerinde ulanylýar. Passiw şöhlä serpikdirijileri *prizma* we *linzalardan* (ýa-da prizma bilen linzalaryň birikmesinden) taýýarlanylýar.

Elektromagnit tolkunlarynyň ýaýraýyş tizligi *impulsly* ýa-da *fazaly* usullarda ölçenilmegi mümkin. *Impulsly usulda* elektromagnit tolkunlarynyň ýaýraýyş tizligi, aralykda ölçenilýär. *Fazaly usulda* bolsa uzakölçeýjiden çykan, şeýle hem tolkun serpikdirijiden yzyna gaýdan elektromagnit tolkunlarynyň tapawudy ölçenilýär we elektromagnit tolkunlarynyň geçiş tizligi, şu tapawutdan peýdalanyň kesgitlenilýär. Şonuň üçin uzakölçeýjiler impulsly we fazaly bolýarlar.

Elektromagnit tolkunlarynyň geçiş tizligini ölçemegiň takyklygy babatynda aýdanda, impulsly usul fazaly (5.2.14-nji surat) usulyndan pesrâkdir. Şonuň üçin häzirki wagtda ulanylýan ýagtylyk, radio we lazerli uzakölçeýjileriniň işleýiş prinsipi fazaly usulyna esaslanýar. Bu uzakölçeýjileriň bir-birinden tapawudy bolup ýagtylyk uzakölçeýjilerinde elektromagnit tolkunlary halyna geýýän ýagtylyk şöhleleri, emma radio uzakölçeýjilerinde bolsa diapozondaky radio tolkunlarynyň peýdalanylmagy durýar.



5.2.14-nji surat. Aktiw serpikdiriji uzakölçeýjiniň işleýiş prinsipi.

Belli bolşy yaly, howa şertleri ýagtylyk tolkunlarynyň aralygy geçmegini ölçemegiň takyklygyna görnükli täsir edýär. Meselem, howa biraz ümür (tuman  $P=0,6$ ) bolanda, ýagtylyk uzakölçeýjileri bilen aralygy  $6-10 \text{ km}$  kemeldýar. Şonuň üçin mysaldaky maglumatlar, iň ýakyn howa şerti üçin hasaplanylýar.

Ýagtylyk uzakölçeýjileriniň kömegi bilen gündizine ölçemekde alynýan aralyk, gije bilen deňeşdireniňde iki-üç esse gysgarak bolýar. Şonuň üçin hem, lazerli uzakölçeýjileriniň işlenip çykarylmany uly ähmiýete eýedir. *1957-nji ýylda Günorta Amerikada* tellometr diýlip aýdylýan radio uzakölçeýjileri işlenilip çykarylýar. Soňra, bu radio uzakölçeýjileri geodeziki işlerde giň gollanma tapdy. Şeýle hem, dürli ýurtlarda radio uzakölçeýjileriniň üstünde alymlar tarapyndan ylmy-barlag işleri alnyp barylýp, köp görnüşli uzakölçeýjiler döredildi.

Mysalda getirilen radio uzakölçeýjileriniň işleýiş prinsipi we düzülişi dogrusynda bir-birine meňzeşdir. Olarda aralygy ölçemekde on metrlik diapozondaky (2700-3200 ýygylýklarda) gysga tolkunlar peýdalanylýar. Käbir uzakölçeýjileri bellenen dört (esasy we üç sany kömekçi) ýygylýkda işleýär. Radio uzakölçeýjileri bilen çyzyklaryň uzynlyklygyny ölçände, aktiw şöhle serpikdirijisi ulanylan ýagdaýynda ölçeğiň uzynlygy  $60 \text{ km}$ , hatda  $100 \text{ km}$  çenli artýar. Radio uzakölçeýjileriniň ýagtylyk görnüşinden tapawudy, olary gijesine, gündizine, hatda dürli hili howa şertlerinde-de ulanylmak mümkinçiliginiň bolmagydyr.

Radio uzakölçeýjileriniň ykdysady öndürilijini ýokarlandyrmak maksady bilen beýik antenalar ulanylýar. Şu ýagdaýda, aralygy ölçemek, beýik geodeziki belgä, signallara antennalary ornaşdyrmak bilen geçirilýär. İşledilýän wagty radio

uzakölçeýjileri ýerde ornaşdyrylyp, antennasy beýikigi belli bolan nokada çykarylýar.

#### 5.2.4. DISTOMAT uzakölçeýjileri we olaryň ulanylyşy

Şwesariýanyň **WILD** firmasynyň **DISTOMAT** seriýaly elektron kysymly uzakölçeýjileri özüne üç sany öndürijilikli aralyk geýdirmelerini goşýar. Uzakölçeýjileri öndürýän firmalary **Ýaponiýada, ABŞ-da, Germaniýada** we ş.m. ýurtlarynda bolup, olarda aralygy ölçemegiň ýokary tehnologiýasy işlenilip düzülenidir. Gurallaryň her biri degişli takyklykda we ölçenýän aralygyň uzynlygyna baglylykda ýasalandyr. Ähli üç model hem kiçi agramlylygy, kompaktlylygy we ulanmaga sadalygy bilen tapawutlanýar. Her bir eletron uzakölçeýjisi “**Wild**” we “**Kern**” firmalarynyň islendik görnüşli optiki teodolidine dakylýar we kompýuter zynjyryna birleşdirilip bilner. Bu uzakölçeýjileri “**Wild**” firmasynyň elektron teodolitleri bilen birleşdirilmegi, klawiaturanyň bir perdesini basmak arkaly ölçegleri hasaplamak hadysasyny we berlen maglumatlary, magnit göteriji-lerinde awtomatiki hasaba almagy ýerine ýetirip bilýär. Optiki teodolitler üçin ýöriteleşdirilen dolandyryş pultlary berilýär.

5.2.1-nji tablisa

**D2002 elektron uzakölçeýiniň tehniki häsiýetnamasy**

Guralyň häsiýetnamalary	Bahasy
Gyzygyň uzynlygyny ölçemekde standart gyşarma	$1\text{ mm} \cdot 10^{-6} D$
Adaty atmosfera şertlerinde ölçenýän çyzygyn uzynlygy	
bir prizma bilen	5 km-e çenli
iki prizma bilen	....8 km-e çenli

Häzirki wagtda ulanylýan ýagtylyk uzakölçeýjilerini ölçeg takyklygy, näçe uzak aralygy ölçäp almaga we nähili maksatlarda işlenişine seredip üç sany topara bölmek bolar:

1) *Örän takyk ölçenýän ýagtylyk uzakölçeýjiler.* Bu uzakölçeýjiler bilen çyzyklaryň uzynlyklaryny 20-30 km aralygynda, ölçemegiň takyklygy 1:300000-1:400000 çäklerinde bolýar. Olar 1 we 2 klasly döwlet geodeziki daýanç torlaryny geçirmekde, aralygy ölçemek maksady bilen ulanylýar.

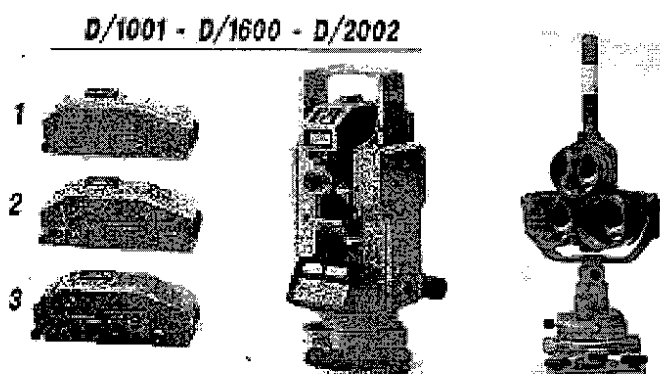
Uzak aralygy ýokary takyklyk bilen ölçenýän **D/2002** (5.2.15-nji 1 surat) elektron uzakölçeýjileriniň tehniki häsiýetnamasy 5.2.1-nji tablisada berlen.

Guralyň serpikdirijisi dürli görnüşli bolup, olardaky prizmalaryň sany, nähili maksatlar boýunça ulanylyşyna baglylykda alynýar (5.2.15-njy surat).

*Ulanylýan ýerleri:* ýokary takykly barlag işlerinde; ýer üstüniň deformasiýasyna gözegçilik etmekde, ýokary takykly poligono-metriýada, inženerçilik geodeziýasynda we ş.m.

3) **Orta ölçeg takykly ýagtylyk uzakölçeýjileri.** Bu uzakölçeýjiler bilen 5-15 km aralygyndaky çyzyklaryň uzynlygyny ölçemek mümkin. Aralygy ölçemegiň takyklygy 1:100000-1:300000 çäklerde alynýar. Olar 2 we 3 klasly döwlet

geodeziki daýanjy köpeldilen torlarynyň taraplaryny ölçemekde we inženerli-geodeziki mysallary çözmekde ulanylýar.



5.2.15-njy surat. **WILD** firmasynyň **DISTOMAT** seriýaly elektron kysymly uzakölçeýjileriniň komplekti

Orta aralyklary ölçeýji **D/1600** (5.2.15-nji 2 surat) seriýaly elektron uzakölçeýjileriniň tehniki häsiýetnamasy 5.2.2-nji tablisada berlen.

**Ulanylýan ýerleri:** kadastrly surata almalarynda, poligonometriýa torlaryny döretmekde, inženerli surata almalary we ş.m. geçirmek bolup biler.

**4) Tehniki takykly ýagtylyk uzakölçeýjileri.** Bu uzakölçeýjilere topografiki uzakölçeýjileri hem diýýärler. Olaryň kömegi bilen, 5 km-e çenli aralygy ölçemek bolar. Geçirilýän ölçeğiň takyklygy 1:10000-1:100000 çäklerde bolýar. Topografiki uzakölçeýjileri dürli masştabdaky topografiki planlary we inženerli-geodeziki işleri geçirmekde ulanylýar.

5.2.2-nji tablica

**D2002 elektron uzakölçeýjiniň tehniki häsiýetnamasy**

Guralyň häsiýetnamalary	Bahasy
Aralygy ölçemegiň standart gyşarmasy	3 mm-2·10 <sup>-5</sup> D
Adaty atmosfera şetrlerinde ölçenilýän çyzygyň uzynlygy:	
bir prizma bilen	2.5 km-e çenli
iki prizma bilen	5 km-e çenli
Ölçemegiň gysga wagty, standart ýagdaýda	2" we ondan az

Gysga aralygy ölçeýji **D/1001** (5.2.15-nji 3 surat) elektron uzakölçeýjileriň tehniki häsiýetnamasy 5.2.3-nji tablisada berlen.

5.2.3-nji tablica

**D2002 elektron uzakölçeýjiniň tehniki häsiýetnamasy**

Guralyň häsiýetnamalary	Bahasy
Aralygy ölçemegiň standart gyşarmasy	5 mm-5·10 <sup>-4</sup> D
Adaty atmosfera şetrlerinde ölçenilýän çyzygyň uzynlygy:	

	bir prizma bilen	800 m-e çenli
	iki prizma bilen	1100 m-e çenli
Ölçemegin gysga wagty, standart ýagdaýda		2" we ondan az

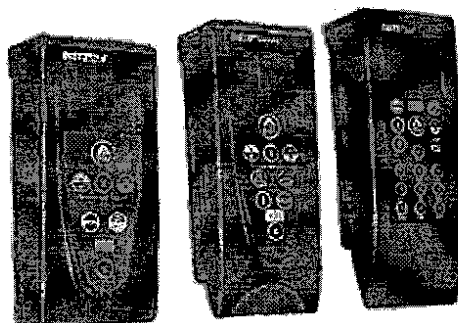
**Ulanylýan ýerleri:** Takyk we topografiki surata almalarynda, yer asty gurluşlary gurmakda we ş.m. ýerlerde ulanylyp bilner.

#### 5.2.5. DISTO görnüşindäki lazer uzakölçýjileri

Göterilýän **DISTO** görnüşli lazer uzakölçýjileri, şu tipdäki elde göterilýän lazer gurallarynyň täzeleriniň in soňky, has kämilleşdirilen görnüşidir. Olaryň kömegi bilen çyzygyň uzynlygyny çalt we hiç hili kömekçisiz ölçemek bolar. Gurallar ulanmak üçin örän sadadyr we onuň bilen işlemek köp wagtlap okadylmagy, öňünden taýýarlygy talap etmeýär (5.2.16-njy surat)

**DISTO lite** bu, örän ýeňil we kompaktly DISTO maşgalasyna degişli bolan serpikdirijisiz uzakölçýjidir. Onuň örän arzan bahasynyň we uly mümkinçilikleriniň bolmagy, takyk ölçeglerde ulanmak üçin çalyşyp bolmaýan kömekçidir. Gural matematiki hasaplamaly geçirmäge mümkinçilik berýär. *DISTO lite* guraly uly we ýeňil okalýan displeýini almak bilen *fluorissentli* ýagtýlgyçly bolup, garaňkyda batareýi goşmasyz hasaby almaga mümkinçilik berýär.

**DISTO classic** bu, DISTO uzakölçýjiler maşgalasynyň ýeňil we kompaktly görnüşidir. Onuň displeýi uly we aňsatlyk bilen okalýar. Şonuň ýaly-da, ol fluoressentlidir we maglumat berijiliklidir. Matematiki operasiýalardan daşary uzakölçýji obýektiň beýikligini, displeýe ölçegleriň maksimal/minimal bahalaryny çykarmaga hem ukyplydyr. Onuň huşy, soňky 20 sany ölçegini matematiki hasaplamagyny geçirmäge ukyplydyr.



5.2.16-njy surat. DISTO kysymly uzakölçýjiler.

**DISTO pro** bu, uly mümkinçilikli serpikdirijisiz uzakölçýjidir. Bu gural 800 sany ölçegi geçirmek üçin niýetlenen huşunyň bolmagy, ölçegleri huşda ynamly saklamaga mümkinçilik berýär. Harply - sanly klawiaturasy berlenleri ýazmaga we olary gelejekde ulanmagy guraýar. Onuň giň spektrli funksiýasynyň

bolmagy obyektleriň anyk ölçenmegini, deňeşdirmek bilen ölçemegini, tapgyrlaýyn ölçegleriň minimal we maksimal bahalaryny çykarmagy, 8 ölçegiň otra arifmetiki bahasyny hasaplamak, üçburçlugyň meýdanyny, üçegiň ýapgytlyk burçuny hasaplamak we ş.m. funksiýalary özünde jemleýär. *DISTO pro* uzakölçeýjisi jübüde görterilýän, kompýuterlere birleşdirilen we öňki huşda saklanan berlenleri geçirmäge hem-de hakyky wagt ýagdaýynda işlemek üçin mümkinçiliginiň bolmagy has-da oňaýlydyr. Gurallaryň 5.2.4-nji tablisada tehniki häsiýetnamasy berlendir.

5.2.4-nji tablisa

**Tehniki häsiýetnamalary**

Parametrleriniň ady	DISTO lite	DISTO classic	DISTO pro
Ölçemegiň takyklygy, mm			
-orta kwadrat ýalňyşlygy	±3	±3	±3
-maksimal ýalňyşlyk	±5	±5	±5
Uzaklygy, m	0.3-100	0.3-100	0.3-100
Deňeşdiren ýagdaýynda ölçemegiň wagty, sekuntda	0.16-1	0.16-1	0.16-1
Displeýden nyşana çenli minimal aralygy çykarmak	-	Bar	Bar
Ölçemegiň huşy, sany	-	-	800
Soňky 15 ölçegiň bahasyny çykarmak	-	Bar	Bar
Hasaplaýyş funksiýalarynyň ululygy	-	4	14
Displeýde hatarlar, sany	2	2	4
Kompýuter bilen arabaglanyşyk	-	-	Bar, RS232
Iýmit çeşmesi	AAAÇ tipli 4 sany		
Doly zarýadlanan batareýada ölçegleriň mukdary	3000-den köpräk		
Çañdan we suwdan goramagy	IP54		
Agramy, gramda	360	360	440
Işlemegiň temperaturasy, °S	-10.....50		

DISTO uzakölçeýjileriniň goşmaça enjamlary we serişdeleri:

- Suwly uroweni;
- Optiki nyşanalayjysy;
- Nyşananyň çäkli döwürleriniň

360  
-10.....50

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

440

360  
Işlemegiň temperaturasy °S

DISTO uzakölçeýjileriniň goşmaça enjamlary we serişdeleri:

- Suwly uroweni;





Ýapgytlyga düzediş formulasyny getirip çykarmak üçin ilki bilen ölçenen çyzygyň uzynlygyndan(D) onuň gorizental kesiminiň uzynlygyny(S) aýyrýarys , ony aşakdaky ýaly ýazýarys:

$$\Delta D = D - D_0$$

Formulada ornuna goýmak bilen

$$\Delta d = D - D \times \cos v = D(1 - \cos v) = 2 \times D \times \sin^2(v/2)$$

$$\Delta d = 2 \times D \times \sin^2(v/2)$$

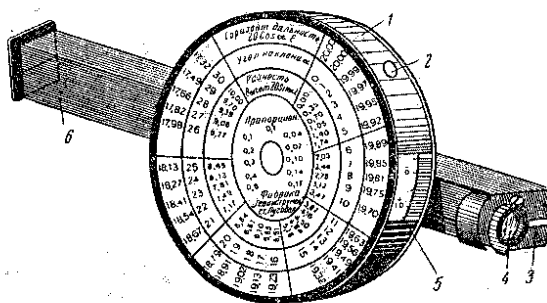
Bu ýerde  $v$  - çyzygyň ýapgytlyk burçy, onda

$$1 - \cos v = 2 \times \sin^2(v/2)$$

Ölçenen çyzygyň gorizental kesiminiň uzynlygy aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$S = D - \Delta d$$

Şu alnan netijelere baglylykda ölçenen çyzygyň uzynlygy, elmydama onuň gorizental kesiminiň uzynlygyndan artykdyr.

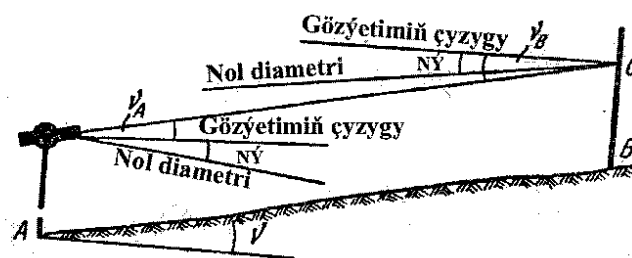


6.1.2-nji surat. Eklimetr:

1 - korpusy; 2 - perde – arretir; 3 – esasy dioptr; 4 – lupa; 5 – illýuminator;  
6 – predmet dioptry.

Ýapgytlyk burçuny ýönekeý geodeziki gural - eklimetriň (6.1.2-nji surat) kömegi bilen ölçemek bolar. Ol tegelek gap görnüşinde bolup, onuň içinde aýlanyan wertikal tegelek, göz çeni dioptrly nyşanly truba we ýerdäki predmetlere sereder ýaly dioptrdan ybarat. Wertikal tegelege noldan iki tarapa gradusly bölekler geçirilen, bölekler 0-dan ýokarda aýyrmak, emma aşakda bolsa goşmak alamatly bahalary alýar. Wertikal tegelegiň aşagyna ýük berkidilendir. Ýüküň kömegi bilen wertikal tegelegiň nol diametri gorizental ýagdaýa getirilýär. Gabyň ýokarsynda wertikal tegelegi dynçlykda saklar ýaly knopka bar. Gapda çyzygyň eňňitligine düzediş, hasaplamaný geçirmezden girizer ýaly ýörite tablisa ýelmenendir.

Ýapgytlyk burçuny ölçemezden önürti, eklimetri synagdan geçirmek zerur. Ilki bilen perdäniň işleýşini, soňra bolsa wertikal tegelegiň erkin aýlanyşyny barlamak hökmanydyr. Eklimetr bilen çyzygyň ýapgytlyk burçuny ölçmegiň takyklygy  $1^\circ$ -a deňdir.



6.1.3 – nji surat. Ýapgytlyk burçunyň eklimetr bilen ölçenilişi.

Eklimetr bilen çyzygyň ýapgytlyk burçuny ölçemek üçin, başlangyç nokatda eklimetr, ahyrky nokatda bolsa takmynan, eklimetriň beýikligi bilen deň bolan çelgi (şol beýiklik bilen deň bolan gözegçi) goýulýar (6.1.3-nji surat). Eklimetriň nyşanalaýjy we perdmeter dioptryny çelginiň ýokarsyna seretdirýäris we wertikal tegelegi boşadyjy knopkany basýarys, perdäni biraz saklap (wertikal tegelegiň nol çyzygynyň deňagramlylyk ýagdaýynda bolýança), ony goýberýäris. Soňra, wertikal tegelegiň hasaply halkasyn-dan sany alýarys. Alnan san çyzygyň ýapgytlyk burçy bolar.

Siziň her biriňiz ýaşayan ýeriňiziň, islendik meýdanynyň ýönekeý planyny düzüp bilersiňiz. Surata almak üçin planşet (kagyz ýelmenen karton bukja), üç ayakly ştatiw, ýa-da göni taýak, kompas, üç granly çyzgyç (nyşanalaýjy), galam, pozgyç we iňnebajyyk gerekdir. Surata alynýan wagtynda, planşeti elde saklamak hem bolar. Planşeti amatly saklamak üçin beýleki usullary hem ulanmak bolar.

Çyzygyň uzynlygyny köp sanly ýönekeý usullaryň üsti bilen kesgitlemek bolar. Olardan: gözçeni, maşynyň spidometriniň kömegi bilen, ädimlemek, sesiň we ýagtylygyň ýaýraýyş tizligi ýalylyry bellemek bolar.

### 6.1.2. Aralygy gözçeni bilen ölçemek

**Göz çeni ölçegi** bu, adamyň ýönekeý gözi bilen (hiç hili guralсыз) daşlaşan obýekte çenli aralygy kesgitlemekden ybarat bolýar. Bu usul, aralygy ölçemgiň sada we iň çalt usuly bolup durýar.

Ýeriň üstinde daşlaşan obýekte çenli aralygy kesgitlemegi, uzynlygy öňünden belli bolan kesimler bilen deňeşdirmek geçirilýär. Şu usul bilen aralygy ýeterlik takyklyk, gözçeni bilen yzygider ölçemegi gazanmak mümkin. Ölçegiň takyklygyna daşky gurşawuň ýer üstüniň obýektleriniň goşulyşy, ýer üstüniň we howanyň açyklygy, beýleki sebäpler täsir edýär. Şu aýratynlyklary gözçeni usuly bilen aralygy ölçemekde hasaba almak gerekdir.

Bu usul bilen aralygy ölçemgiň takyklygy, gözegçiniň gözüniň türgenleşmek ýagdaýyna baglydyr. Tejribelerden belli bolşy ýaly, 1 km çenli uzaklykda ýalňyşlyk 10-15% çenli, emma aralyk 1 km-den uzyn bolsa, onda ýalňyşlyk 30%-e çenli artýar.

### **Aralygy awtomobiliň spidometriniň kömegi bilen ölçemek.**

Awtomobiliň geçen ýoluny, onuň spidometrinden hereketiň başlangyç we ahyrky ýagdaýlarynda alnan hasaplarynyň tapawudy boýunça kesgitlemek bolar.

Gaty ortükli ýollar boýunça aralygy kesgitlemegiň ýalňyşlygy 3-6 %, emma tyýpançak gumakly ýollarda 8-12 %-den köp bolýar. Şu aralygy ölçemekdäki ýalňyşlyklar tigriň typmagy we onuň kamyryndaky basyşyň üýtgemegi netijesinde hem ýüze çykýar.

Eger-de geçilen ýoluň takyk kesgitlenmegi gerek bolsa, azimut boýunça hereketde, spidometriň görkezijisine düzedişler girizýärler. Düzedişi çalt hasaplamak maksady bilen ýeriň üstünde ýoluň korrekturaly koeffisiýentini kesgitleýäris. Şu maksatlar üçin ýoluň dowamynda göni we ters ugurlarda köp sanly maşynlar nyzamly geçilýär.

Ýoluň korrekturaly koeffisiýentini %-de aňlatmak bilen aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$K = \frac{S_{ort} - S}{S} * 100\%$$

Bu ýerde  $S_{ort}$  - ýoluň böleginde göni we ters ugurlar boýunça spidometrden alnan hasaplaryň orta arifmetiki bahasy;  $S$  - kartada ýa-da ýeriň üstünde, öňünden ölçenen ýol uçarogynyň uzynlygy.

Meselem, eger-de barlag ýolunyň bölekleriniň orta arifmetiki bahasy 4.2 km-e deň bolsa, emma kartada ölçenen uzynlyk 3.8 km-e deň diýsek, onda ýola düzediş koeffisiýenti aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$K = \frac{4.2 - 3.8}{3.8} \cdot 100 \% = 10 \%$$

bolar.

Şonuň bilen birlikde, eger-de marşrutyň karta boýunça aralygy 140 km-e deň bolsa, onda bu aralyk 154 kilometre deň bolar.

Ýoluň koorekturaly koeffisiýentini, hereketiň dowamynda 10-15 km uzynlykdaky aralyklarda kesgitlemek bolar. Onuň üçin kesimiň uzynlygyny maşynyň spidometrinden we kartadan ölçemek bolar.

**Ädimiň kömegi bilen aralygy ölçemek.** Bu usul, adaty azimut boýunça hereket edende ýer üstüniň shemasyny düzmekde, oriýentirleri karta geçirende we beýleki ýagdaýlarda ulanylýar. Ädimleriň hasaby, düzgün boýunça jübüt sanaýarlar. Uzyn aralyklary ädimiň kömegi bilen ölçände, üçem (üç ädimlemek) ädimli sanamak amatlydyr. Hasap üçin ýüz ýa-da üç ýüz jübüt ädimlerden bellik edilýär. Belligi haýsy hem bolsa bir usul bilen geçirmek bolar, bellikden soňra ýene-de gerek bolan ýagdaýynda ölçegi dowam etdirmek zerur. Çyzygyň uzynlygyny kesgitleände, ölçenen ädimleriň sanyny bir jübüt ýa-da üçem ädimleriň uzynlygyna köpeltmek bolar. Meselem, öwrümli nokatlaryň arasy marşrut boýunça 254 jübüt ädim geçilen, bir jübüt ädimiň uzynlygy 1.60 merte deň diýesek, onda geçilen ýoluň uzynlygy  $D = 254 \times 1.60 = 406 \text{ metr}$  bolar.

Orta boýly adamyň ädiminiň uzynlygy *0.7-0.8 metre* deňdir. Adamyň teoretiki ädiminiň uzynlygyny takyk, aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitläp bolar:

$$D = \frac{P}{4} + 0.37$$

Bu ýerde  $D$  - bir ädimiň uzynlygy, m;  $P$  - adamyň boýunyň uzynlygy, metrde.

Meselem, eger-de adamyň boýy 1.75 metr bolsa, onda onuň ädiminiň uzynlygy:

$$D = \frac{1.75}{4} + 0.37 = 0.43 + 0.37 = 0.8$$

$D=0.8$  metr bolar.

Ädimiň has takyk uzynlygyny, ýoluň göni çyzykly böleginde, 200-300 metr aralyklarda, onuň uzynlygyny bolsa öňünden ölçeg lentasy, fiziki uzakölçeýjileriniň kömegi bilen tapmak bolar. Aralygyň takmynan ölçenmegi üçin, ädimiň uzynlygyny *1.5 metre* deň edip almak mümkin.

**Ädimiň uzynlygynyň ölçenilişine degişli mysal:** 100 metr uzynlykly çyzyk jübüt ädimlemek ýoly bilen ölçenen, ädimleriň sany göni ugurda  $A_1=57$ , emma ters ugurda  $A_2=57.5$  bahalara deň. Onda adamyň jübüt ädiminiň uzynlygyny tapmak üçin  $A_{orta}$  bahany tapýarys. Ony aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$A_{orta} = (57.0 + 57.5) / 2 = 57.25 \text{ m.}$$

Ortaça jübüt ädimiň uzynlygy

$$D_{jubut} = 100 \text{ m} / 57.25 = 1.75 \text{ m;}$$

bolar.

Çyzygyň uzynlygyny ölçemekde, ölçenýän çyzygy jübüt ädimlemek bilen üstünden ýöräp geçýäris. Meselem,  $N=22$  jübüt boldy diýeliň, onda, ölçenýän çyzygyň uzynlygy:

$$S = N \times D_{jubut} = 22 \times 1.75 = 38.5 \text{ m.}$$

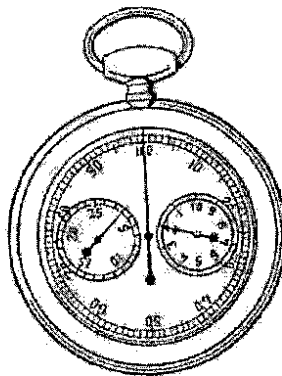
bolar

Ädimiň kömegi bilen aralygy ölçemegiň ortaça ýalňyşlygy hereketiň şertine we geçilen ýoluň uzynlygyna bagly bolup, ol 2-5 %-ni özünde saklaýar.

**Ädimleriň sanyny ädimölçeýjiniň kömegi** bilen sanamak bolar (6.1.4-nji surat). Guralyň içinde çekijik ýerleşdirilip, siltenmegiň netijesinde, ol aşak gaçýar we pružiniň kömegi bilen öňki ýerine gaýdyp gelýär. Şu ýagdaýda pružiniň dişi halkany süýşürýär, diş bolsa guralyň dilini herekete getirýär. Şiferblatanyň uly dili birliги we onluk ädimleri görkezýär, sag kiçi hasaply bölekde ýüzlük, emma çepdäki kiçide bolsa müňlik ädimler sanalýar. Ädimölçeýjini asma ýagdaýda öz eşiğiň bir ýerine baglamak bolar. Ädimlände yrgyldynyň netijesinde, guralyň mehanizmi hetekete gelýär we her bir ädimi sanalýar.

**Aralygy wagta we hereketiň tizligine görä kesgitlemek.** Bu usuly, aralygy takmynan kesgitlemek gerek bolan ýagdaýynda ulanmak bolar. Aralygy kesgitlemek üçin, hereketiň ortaça tizliginiň bahasyny, onuň wagtyna köpeltmek

ýeterlikdir. Pyýada adamyň ortaça tizligi takmynan,  $5 \text{ km/sag}$  (sagat/kilometr) alynýar.



6.1.4-nji surat. Ädimiň sanyňy ölçeýji gural.

**Aralygy sesiň we ýagtylygynyň ýaýraýyş tizligi boýunça kesgitlemek.** Ses tolkunlary howada  $330 \text{ m/s}$  (metr/sekunt) ýol geçýär, eger-de tegelekläp alsak, onda  $1$  kilometr aralygy ses tolkunlary, takmynan  $3 \text{ sekuntda}$  geçer, emma onuň tersine ýagtylyk tolkunlary sekuntda  $300000 \text{ km/sek}$  ýoly geçýär.

Şonuň bilen birlikde, ok atylan ýerinden çykan uçgyna çenli kilometrdäki aralyk, üçgunyň çykan ýerinden duran ýeriňe çenli sekuntlaryň sanyna bagly kilometre deňdir. Onuň atylan wagtyndaky sesiň gümpildisinden bäri wagty  $3$ -e bölmek bilen aralygy kesgitlemek bolar. Meselem, ses ok atylandan gözegçä gelýänçä  $18 \text{ sek}$  wagty geçdi diýeliň, onda atylan okuň ýerine çenli aralyk:

$$D = \frac{18}{3} = 6;$$

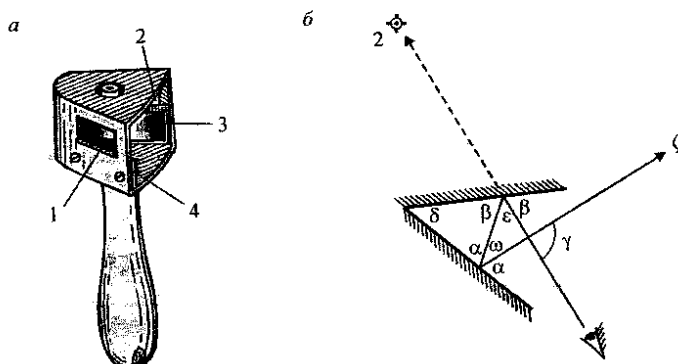
$D=6 \text{ kilometr}$  bolar.

**Eşidişiň boýunça uzynlygy kesgitlemek.** Türgenleşilen sesi eşitmek bilen aralygy ölçemek zerur bolan ýagdaýynda oňat kömek berýär. Käbir aýratyn sesler gündizine sesleriň içinde ýuwduýan bolsa, gijesine has aýdyň şertlerde amatly, gowy eşidilýar. Şu usulyň amatlylyk bilen ulanylmagy, köplenç ýagdaýlarda, gelyän sesi eşitmek maksady bilen ýerleriň saýlanylyp alynmagy wajyp bahany alýar. Ýeri saýlap alanyňda, öwürýän şemalyň gulaga göni düşmezligini gazanmalydyr. Töwerekde birnäçe metr radiusda ähli del bolan sesleri aýyrýarlar, meselem, gury ösümlikleri, gyrymsy agaçlaryň şahalaryny we ş. m. mümkin bolsa arassalaýarlar.

### 6.1.3. Surata almagyň usullary

Surata almagy geçirmezden öňürti, surata alynjak ýeriň üsti bilen tanyş bolmak we ony oňat öwrenmekden başlaýarys. Şu täsire *pekognossirowka* diýilýär. Bu işiň netijesinde shematik çyzgy, *rekognossirowkanyň shemasy* çyzylýar.

Rekognessirowkany şol ýeriň daşky araçäğinden başlaýarlar. Onuň keşbi köp halatlarda egri çyzykly bolýar. Rekognessirowka wagtynda araçägiň egri çyzykly bölegi gönüçyzykly elementlere bölünýär, araçägiň häsiýetli öwrüm nokatlary saýlanyp alynýar. Surata alynýan territoriýanyň ölçegleri has uly bolanda, ony bölekler bölüp, poligonlar (ýapyk döwür çyzyklar) döredilýär. Şol bir wagtyň özünde araçäkdäki nokatlardan sudurlary surata almagyň usullaryny belleýärler.



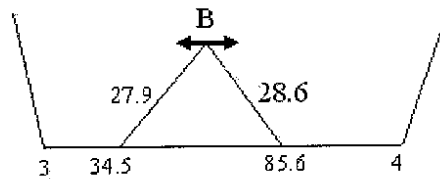
6.1.5-nji surat. Iki zerkalaly eker:

$a$  – guralyň görnüşi: 1, 2 – penjire; 3, 4 – zerkala;  $b$  – şöhleleriň ugry;  
2 – surata almag torunyň punkty;  $Q$  – perpendikulýaryň ugry;

Eger-de şeýle nokatlardan poligonyň ähli ýerinde sudurlary surata almak mümkinçiligi bolmasa, onda daşky araçäkden diagonal ýörelgäni belleýärler. Soňra, ýerde alnan nokatlary deňişli belgiler bilen berkidip, olary kagyзда çyzýarys. Netije-de, surata almak işine girisýäris. Surata almagy daşky araçäkdäki nokatlardan, oňa ýakyn ýerleri surata almak bilen başlaýarys. Öňki alnan nokatlara otnositellikde islendik nokadyň ýagdaýyny kesgitlemek üçin kesişmeler, gönüburçly koordinatlar, polýar, öwürlip geçmek, gabatlaşmak, çelgiden-çelgä ölçemek, parallel çyzyklar ýa-da olaryň kombinasiýalary ýaly usullary ulanmak holar.

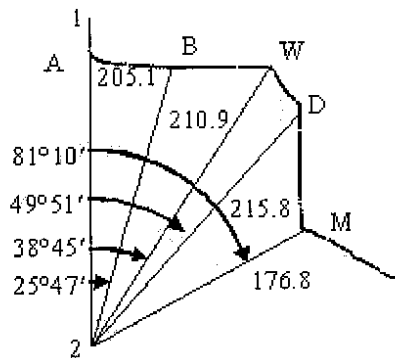
olýa, öwrülme, geçme, gabatlaşma, çelgiden-çelgä, gönüburçly koordinatlar, polýar, öwürlip geçmek, gabatlaşmak, çelgiden-çelgä ölçemek, parallel çyzyklar ýa-da olaryň kombinasiýalary ýaly usullary ulanmak

60.2 m, 76.4 m we ş. m. Uly perpendikulýarlar çyzyga (5-6) ekeriň (6.1.6-njy surat), kiçi aralyklar bolsa gözçeni bilen düşürilýär.



6.1.8-nji surat. Çyzykly kesişdirmek usuly.

**1:5000** masştably surata almakda perpendikulýarlaryň uzynlygy 50 metrden geçmeli dälär. **1:10000** masştably surata almakda bolsa 100 metre çenli bolmalydyr.



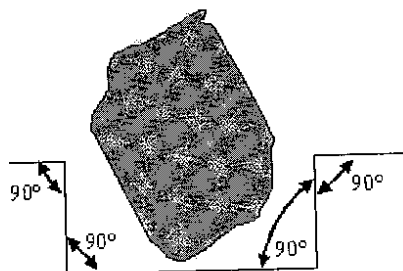
6.1.9-nji surat. Polýar usuly.

**2. Burçly kesişdirmek usuly.** A nokadyň ýagdaýyny burçly kesişdirmek usuly bilen kesgitlemek üçin (6.1.7-nji surat)  $\angle 87A$  we  $\angle A87$  burçlary ölçeýäris. Bu nokady plana geçirmekde degişli nokatlarda ölçenen burçlary transportiriň kömegi bilen alyp goýmak gerekdir.

**3. Çyzykly kesişdirmek usuly.** Bu usul bilen, haýsy hem bolsa 3-4 çyzyk boýunça 175.6 m we 208.2 m alyp goýup (6.1.8-nji surat), her nokatdan 3 nokada çenli 34.5 m we 85.6 m kesimleri ölçeýäris. Edil şular ýaly hem B nokadyň ýagdaýyny tapmak bolar.

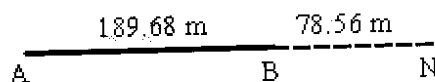
**4. Polýar usuly.** Bu usul bilen surata almak teodolidiň, menzulanyň kömegi bilen ýerine ýetirilýär (6.1.9-nji surat). Onuň üçin wizir çyzygy 2 nokada goýup, ony 1 nokada seretdirýäris. A, B, W we M sudurly nokatlary surata almak üçin, şol nokatlarda reýkany goýup, uzakölçeýjiniň kömegi bilen radius-wektoryň uzynlygyny (205.1 m, 210.9 m, 215.8 m we 176.8 m) ölçeýäris we

her bir degişli nokatlardan gorizonta tegelekden hasaplary alyars. Bu bolsa 2-1 çyzyk bilen *radius-wektorlaryň* arasyndaky gorizonta burçlary berer.



6.1.10-njy surat. Sowulyp (aýlanyp) geçmek usuly.

**5. Aýlanyp (aýlanyp) geçmek usuly.** Bu usulda surata düşürilýän territoriýanyň daşyndan ýa-da onuň araçäğine ýakyn ýerlerden aýlan-mak bilen geçirilýär (6.1.10-njy surat). Burçlary ekeriň (ýeriň üstünde göni burçlary gurmak üçin niýetlenen gural) kömegi bilen, çyzyklaryň uzynlygyny ölçemekde bolsa, polat ölçeg lentasyny ulanýars.



6.1.11-nji surat. Gabatlaşdyrmak usuly.

**6. Gabatlaşdyrmak usuly.** Bu usulda ilki bilen iki sany nokady alyars, bu nokatlara tarap ugurda agtarylýan nokadymyzy tapýars, soňra edil şu ugurlary beýleki tarapa hem geçirýäris. Şu iki çyzgyň kesişmegi netijesinde agtarýan nokadymyzy alars (6.1.11-nji surat).

**7. Ölçemek usuly.** Nokatlaryň arasyndaky çyzyklaryň uzynlygyny ölçemek bilen bilelikde, şu çyzyklaryň ugrundaky häsiýetli obýektlere çenli aralyklary ölçeyäris we onuň plandaky ýagdaýyny tapýars.

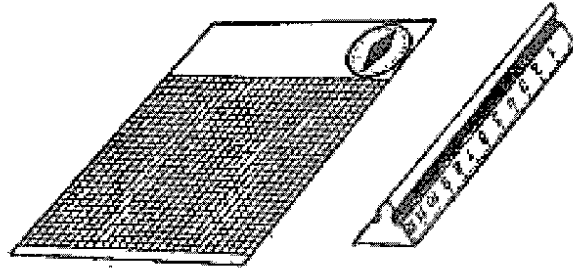
**8. Parallel çyzylar usuly.** Bu usulda surata alynýan ýeriň üstünde kesgitlenen aralyklardan parallel çyzylary geçirilýär. Soňra, şu çyzyklardan berlen ýeriň üsti surata alynýar. Bu usuly ýeriň üstüni öýjüklere bölmek, şeýle hem ýeriň üsti kiçi ownuk sudurlardan doly bolsa ulanýarlar.

#### 6.1.4. Surata almagy geçirmek

Ýer üstüniň ýönekeý planyny gurmak üçin dürli geodeziki gurallary ulanylýar. Ulanylýan gurallar düzülýän planyň görnüşine bagly bolýar.



Islendik plany gurmak üçin ýeriň üstünde dürli obýektlere çenli aralyklar we taraplaryň arasynda gorizontol burçlar ölçenilýär. Şeýle-de ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini surata almak maksady bilen dürli meseleler ýüze çykýar.



6.1.12-nji surat. Papka planşeti.

Has takyk netijeleri almak üçin hökmany ýagdaýda ädimiň uzynlygyny, ýagny ädimiň “*bahasyny*” tapmalydyr. Bu bahany tapmagy şosse ýollaryň ýakasyndaky kilometr sütünler ýa-da uzynlygy öňünden belli bolan 100-300 metrlik aralyklarda geçirmek has-da amatlydyr. Bu çyzyklaryň arasyňy deň uzynlykly ädimlemek bilen birnäçe gezek geçmek, soňra ädimleriň orta bahasyny hasaplamak gerekdir. Çyzygyň uzynlygy näçe uzyn bolsa, alnan netije hem şonça takyk bolýar.

Mysal hökmünde, uzynlygy 1000 metre deň bolan çyzykda adimleriň sany 1430 bolsa, onda ädimiň uzynlygy 0,7 metr ( $1000/1430$ ) bolar. Ädimleriň sanyny, adatça jübüt ýa-da üçem sanaýarlar.

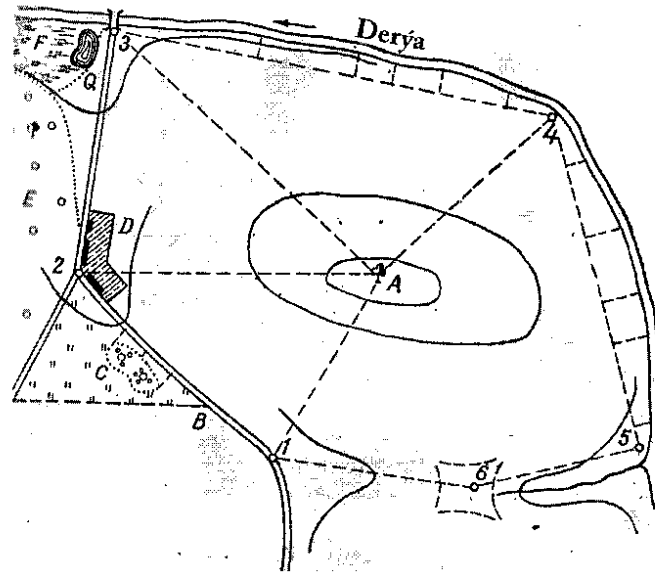
Eger-de surata alynýan ýer uly bolsa, onda surata alynýan ýeri, onuň daş töweregi boýunça birnäçe stansiýalara bölmek bilen geçirmek bolar.

Ýeriň üstünde gönüburçlary gurmakda ýa-da berlen çyzyga perpendikulýarlary geçirmekde eker ulanylýar.

Ilki bilen surata alynýan ýeri, onuň daş töweregi boýunça rekognessirowka işlerini (gözden geçirmek) geçirmekden başlaýarys. Onuň netijesinde, rekognessirowkanyň shemasyny alýarys. Surata alynýan ýeriň töwereginde goýulmaly surata alyş stansiýalary, eger-de daşky nokatlardan surata alynýan ýeriň ortasyndaky ýerler görünmese, onda daşky iki sany duralganyň arasyndan diagonal ýörelgäni geçirmek gerekdir.

Surata alynýan ýeriň 1 nokadyna planşeti gorizontol ýagdaýda ornaşdyryp, ony (6.1.12-nji surat) gözyetimiň ugurlaryna görä ugrukdyrýarys. Soňra 1-2 nokatlaryň arasyndaky aralygy ädimlemek ýoly bilen ölçeyäris, alnan çyzygyň uzynlyklaryny düzülýän planyň masşabynda 1 nokatdan 2 nokada ugurda alyp goýýarys. Netijede, planşetde 2 nokadyň ýagdaýyny alarys. Çyzygyň oriýentirleniş burçuny, ýagny onuň magnit azimutyňy kompasyň kömegi bilen ölçemek bolar. 2 nokadyň ýagdaýyny 2-1 çyzyk ýa-da ýene-de gözyetimiň ugurlary boýunça kompasyň kömegi bilen oriýetirmek bolar. 2 nokatdan 3 nokada nyşanalaýjy

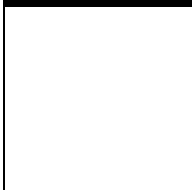
çyzgyç bilen oriýentirlenip, şu ugurda planşetde çyzgy galamyň kömegi bilen geçirýäris. Soňra 2-3 çyzgyň uzynlygyny ädimläp ölçeyäris. Alnan netijäni, planyň masstäbynda alyp goýup 3 nokadyň ýagdaýyny planşetde taparys. Galan nokatlaryň planşetdäki ýagdaýyny, ýokarda bellenişi ýaly alýarys. 6 nokadyň ýagdaýyny planşetde tapandan soňra, ýene-de 1 nokadyň ýagdaýyny planşetde taparys. Planşetde tapylan 1 nokatdyň ýagdaýy bir-birine gabat gelmeýär, netije-de ýalňyşlyk alynýar. Gabat gelmedik tapawudy ölçemek bilen ýörelgede goýberilen ýalňyşlygyň mukdaryny alarys. Tapylan ýalňyşlygy ýörelgäniň uzynlygyna proporsional paýlaýarys we düzedilen ýörelgäni alýarys.



6.1.13-nji surat. Ýer üstüniň ýönekeý plany.

Berlen ýeriň sudurly keşbini surata almak üçin, ýokarda bellenen usullary ulanmak bilen surata düşürmek bolar. Her bir stansiýadan sudurly nokatlara tarap ugurlary nyşanalaýjy çyzgyýň kömegi bilen nyşanalap, çyzgyň uzynlygyny ädimlemek ýa-da beýleki usullary ulanmak bilen ölçäp, olaryň arasyndaky aralygy planyň masstäbynda alyp goýýarys. Alnan ýer üstüniň sudurlaryny degişli şertli belgiler bilen belgileýäris. Şu işi ähli stansiýalarda geçirýäris we plany bezemek işini geçirýäris. Ýer üstüniň plany tuşda bezelýär.

Göz çägi bilen plany almakda goldaky aralyk ölçeyji, ekliometr, eker, golda uzynlygyny ädimlemek ýa-da beýleki usullary ulanmak bilen ölçäp, olaryň arasyndaky aralygy planyň masstäbynda alyp goýýarys. Alnan ýer üstüniň



bölegi kärhanada işlenilýär we iş wagty gysgaldylýar. Şonuň üçin, topografiki kartany düzmegiň aerofototopografiki usulynda işi tiz ýerine ýetirmek bilen az wagt sarp edilýär. Beýleki usullary ulanmaklygyň ýaramaz ýerlerinde (batgalyklarda, çöllük ýerlerde, daglyk sebitlerde we ş.m.) bu usuly ulanmaklyk örän amatlydyr. Häzirki wagtda uly ýeriň çäginin topografiki kartalary aerofototopografiki usulynda düzülýär. Aerofotopografiki plany almagyň maglumatlary (aerosurat, fotoplan, fotokarta, fotoshema we ş.m.) ýeke bir topografiki kartany düzmek üçin gerek bolman, eýsem olar halk hojalygynyň dürli pudaklary üçin zerurdyr.

Plan almak işi ylmy we tehniki taýdan işlenilip çykarylan maksatnamalara we görkezmelere esaslanýlar. Maksatnamalarda we görkezmelerde plan almagyň tertibi, geçirilişi we usulyýeti hem-de düzülýän kartanyň ýa-da planyň mazmuny, şeýle hem onuň maksady görkezilýär.

Umumy döwlet ähmiýetine eýe bolan topografiki kartalary we planlary Türkmenistanyň Goranmek ministrliginiň № 5 kärhanasy (uprawleniýesi) tarapyndan işlenilip çykarylan görkezmä we gollanmalara baglylykda alynýar. Şular ýaly plan almak ýurdumyzyň halk hojalyk ätiýaçlygy üçin gerek bolýar. Ol ylmy taýdan işlenilip çykarylan maksatnama esaslanyp, diýarymyzyň territoriýasynyň dürli masştabdaky topografiki kartalaryny düzmek üçin zerurdyr.

Käbir edaranyň görkezmesine we gollanmasyna baglylykda plan almak hem ulanylýar. Şular ýaly plan almak kiçi ýeriň çäginin, uly masştably planyny düzmek üçin geçirilýär. Bu kärhanalaryň görkezmeleri we gollanmalary *Türkmenistanyň goranmak ministrliginiň № 5 kärhanasy* tarapyndan tassyklanylýar.

Plan almagyň tory surata almak esasly geodeziki daýanç torlarynyň punktlaryna berkidilýär. Ululygy 25 *gektara* çenli territoriýanyň planyny almakda, şonuň ýaly-da ikinji derejeli ähmiýete eýe bolan inženerli - geodeziki işlerde, plany almagyň torlary ýönekeý torlar görnüşünde gurulmagy mümkindir.

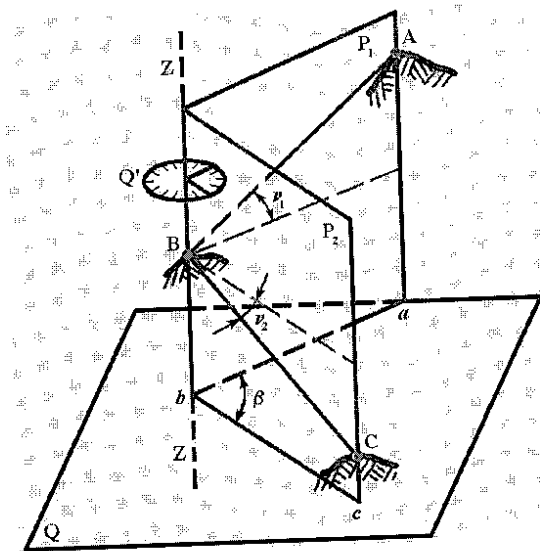
Plan almagyň torlary ýer üstüniň çylşyrymlygyna hem-de plan almagyň torunyň nähili maksat bilen gurulýanlygyna seredip alynýar. Adatça, özleşdirilmedik beýikli - pesli ýerlerde we ymaratlaryň gurulmadyk açyk ýerlerinde analitiki torlar gurulýar. Özleşdirilen we baglar ösüp oturan hem-de binalaryň bar bolan ýerlerinde teodolit ýörelgeleri geçirilýär. Aralyklar ölçenenden soňra, ýerlerde plan almagyň torlary - geodeziki kesişdirmek, geodeziki dörtburçlyk we beýleki usullarynda alnyp barylýar.

Teodolit ýörelgesiniň we analitiki torlaryň punktlarynyň koordinatlary ýerdäki burçlary we aralyklary ölçemegiň netijelerine esaslanyp hasaplanyp çykarylýar. Plany almagyň torunyň punktlarynyň ýerdäki ýagdaýy grafiki usullarda hem kesgitlenilmegi mümkin. Daýanç punktlaryň ýagdaýyny kesgitlemegiň grafiki usuly: geometriki torlary we menzula ýörelgesini geçirmek degişlidir. Bu hem öz gezeginde territoriýanyň planyny almak işleriniň görnüşleriniň bölegi hasaplanýlar. Şonuň üçin geometriki tory we menzula ýörelgesi hakyndaky maglumatlar: menzula toplumy bilen plan almak babynda, fototriangulyasiýa hakyndaky maglumatlar bolsa aerofototopografiýa usulynda plan almak babynda berlendir.

Teodolit yörelgesi hem analitiki torlara esaslanyp, ýer üstüni plana almakda däl-de, eýsem dürli inženerli - geodeziki işlerde, meselem, dürli-dürli ymaratlaryň taslamalaryny düzmek maksady bilen alnyp barylýan barlag işlerinde hem-de ymaratlary gurmakda, derýa suwlarynyň akymynyň işini kesgitlemekde, şeýle hem daýhan birleşikleriniň we beýleki hojalyklaryň araçäklerini belgilemekde, geologiki, geografiki, geomorfologiki işlerde, ýol gurluşugynda we beýleki gurulýan işlerde hem geçirilýär.

### 6.2.2. Ýerde burçlary ölçemegiň prinsipi. Teodolit

Ýerde geodeziki işleri geçirmekde gorizont al we wertikal burçlary ölçemek gerek bolýar. Gorizont al burçy ölçemegiň prinsipine seredip geçeliň (6.2.1-nji surat).  $Z$  nokatda gorizont al  $Q$  tekizligi geçireliň,  $BC$  we  $BA$  çyzyklaryň ugry  $ZZ$  wertikal çyzykdan geçýän  $P_1$  we  $P_2$  wertikal tekizlikleriň kömegi bilen  $Q$  tekizlige teswirlenilse, gorizont al we wertikal tekizlikleriň özara kesişmegi netijesinde  $Ab$  bilen  $Bc$  çyzyklar döreýär. Bu çyzyklaryň arasynda gorizont al burçy belgileýäris.



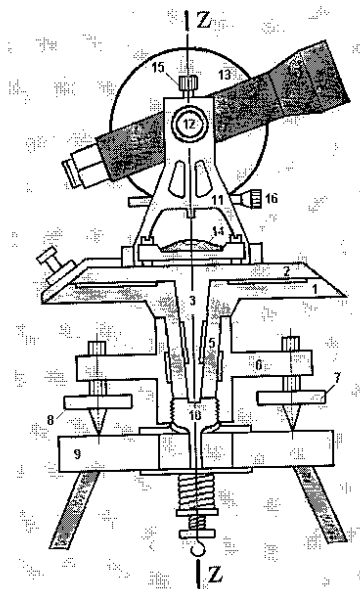
6.2.1-nji surat. Gorizont al burçy ölçemegiň prinsipi.

Diýmek, ýerdäki bir nokatdan çykan iki uguryň, ýagny  $BC$  we  $BA$  çyzyklaryň gorizont al  $P$  tekizlikdäki teswirleriniň (proýeksiýa-larynyň) arasyndaky emele gelen gorizont al burçdyr. Bu burçuň bahasyny ölçemek üçin merkezi burçuň depesinden ( $Z$ ) wertikal çyzyga ( $ZZ$ ) gradus we minutlara bölünen tegelek - limb ornaşydylan diýip pikir edeliň. Tegelekde gorizont al burçy emele getirýän  $bc$  we  $ba$  taraplaryň arasyndaky duga ( $ca$ ), başlangyç  $c$  hem-de ahyrky  $a$  nokatlar belgilenen wertikal tekizlikler hem gerekdir. Bu wertikal tekizliklere *nyşanalaýjy* tekizlikler diýilýär. Burç ölçeyän gurallarda *nyşanalamagyň* wezipesini görüş

trubasy ýerine ýetirýär. Görüş trubasynyň limbiniň üstüne, onuň merkezinden geçen okda aýlanýan alidadanyň tegelegi goýulýar. Alidadanyň, gorizonta burçuň bahasyny görkeziji dugasynyň ( $bc$ ) başlangyç  $c$  we ahyrky  $a$  nokatlaryny belgileýän sazlaýjylar bar. Bu sazlaýjy hasaply bölek görnüşünde bolup, oňa wernýer diýip aýdylýar.

Ýeriň üstünde gorizonta burçy ölçemekde işledilýän gural aşakdaky esasy böleklerden: gorizonta burçuň proyeksiýasyny döredýän *limb*, burçuň ugruny belgilemek üçin hyzmat edýän görüş trubasy hem-de limbiň merkezinden aýlanýan tegelek - *alidada*dan ybarat. Ine şular ýaly gurallar toplumyna *teodolit* diýlip atlandyrylýar. Teodolit nokada şatiw we asma ýükjagazyň kömegi bilen ornaşdyrylýar. Teodolitiň bölekleriniň bir-birine baglylykda nähili dogry ornaşdyrylandygy uroweniň kömegi bilen barlanylýar.

Berlen nokadyň ýeriň tebigy üstündäki beýikligini tapmak üçin köplenç, ýerde wertikal burçy ölçemek dogry gelýär. Wertikal burça ýapgytlyk burçy hem diýilýär. *Ýapgytlyk* burçy bu ýerde  $AB$  çyzyk bilen okuň gorizonta proyeksiýasynyň, ýagny  $Ab$ -niň arasynda emele gelen burçdyr. Ýapgytlyk burçy gorizonta tekizlikden ( $P$ ) ýokarda bolsa goşmak (+), eger-de aşakda ýerleşen bolsa aýyrmak (-) bolýar.

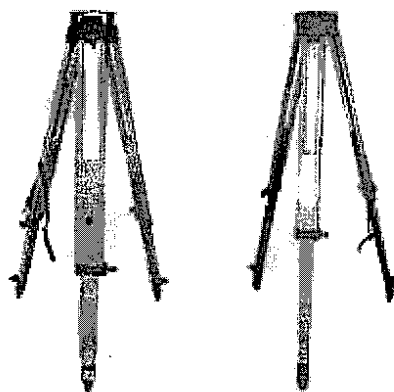


6.2.2-nji surat. Teodolitiň gurluşy.

Ýapgytlyk burçlary ölçemek üçin teodolitiň görüş trubasynyň ýanyna dikleýin wertikal tegelek ornaşdyrylýar. Wertikal tegelegi silindrik uroweni, uzakölçeýji we oriýentir - bussol bilen üpjün edilen *teodolide* - *taheometr* diýip aýdylýar.

Teodolidiň esasy bölekleriniň düzülişine we ýerine ýetirýän işine seredip, ornaşdyryjy we işçi böleklerе bölünýär. *Görüş trubasy, limb, alidada, optiki mikroskopy* (hasap almak üçin gurluş) **teodolidiň işçi; ştatiw, asma ýükjagazy, oriýentir - bussol we metal goýgujy we oriýentir - bussol** bolsa **ornaşdyryş bölekleri** bolup hyzmat edýär.

Teodolidiň limbi (1) we alidadasy (2) gorizonta tegelegi döredýär (6.2.2-nji surat). Alidadanyň aýlanýan okuna guralyň aýlanma oky (3) diýlip, bu ok limbiň okuna (4), limbiň oky bolsa metal goýgujyň (5) wtulkasyna girip durýar. Teodolidi ştatiwe ornaşdyrmak maksadynda ştatiwiň depesinde goýlan nurbatdan peýdalanylýar. Ornaşdyryjy nurbatyň ujunda ilgiji (9) bar; guraly nokatda merkezleşdirmek üçin hyzmat edýän asma ýükjagaz(10) ilgiye asylýar. Teodolidiň görüş trubasy (11) gorizonta okuň (12) kömegi bilen alidadanyň daýanjyna (13) ornaşdyrylýar. Wertikal tegelek dik ýerleşen limb bilen alidadadan ybarat. Onuň limbi görüş truba bilen bilelikde aýlanýar. Görüş trubasyny gorizonta okunyň töwereginde, wertikal tegelekde  $180^\circ$  aýlandyrmak mümkindir. Muňa, görüş trubasyny *zenit boýunça aýlandyrmak* diýilýär. Görüş trubasyndaky berkidiji (14) we öwrüji (15) nurbatlar oka berkidip goýmak we wertikal ugurda ýuwaşja aýlandyrmak üçin hyzmat edýär. Şular ýaly nurbatlar (16 we 17) gorizonta tegelegiň limbinde hem-de alidadasynda hem bardyr. Nurbatlaryň alnyşy teodolitleriň görnüşlerine we takyklygyna baglydyr. Limbiň tekizligini gorizonta, şeýle hem guralyň aýlanma okuny wertikal ýagdaýa getirmek üçin, tehniki we takyk teodolitlerde bir urowen, ýokary takykly teodolitlerde bolsa bir-birine perpendikulýar edilip, iki sany urowen ulanylýar. Limbiň we alidadanyň hasaply bölegini ulaltmak maksadynda (wertikal we gorizonta tegeleklerden hasaplary almak üçin), häzirki zaman teodolitlerinde *optiki mikroskoplar* ulanylýar.

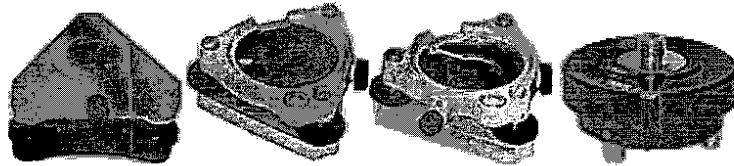


6.2.3-nji surat. Ştatiwiň görnüşleri.

Urgydan we çaňdan goramak üçin teodolidiň esasy bölekleri gaplar bilen ýapylandyr. İşledilmedik wagtynda ýa-da bir ýerden ikinji ýere görçürlende teodolit mahsus guta ýa-da gaba ýerleşdirilýär.

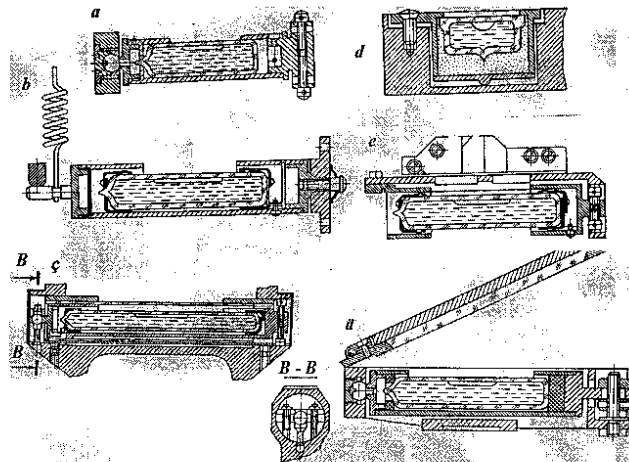
### 6.2.3. Teodolidiň ornaşdyrys bölekleri

**Ştatiw.** Ştatiw (6.2.3-nji surat) teodolit ornaşdyrylýan üç aýakdan ybarat bolup, ol guraly ýerden birazrak ýokary göterip, ölçenilýän nokadyň üstünde işlemäge şertleri döredýär. Ştatiw metaldan ýa-da agaçdan ýasalyp, üç aýakdan we metal üstden ybaratdyr. Gaýkaly nurbatlary burup ştatiwiň aýaklaryny özgertmek, ýagny ony uzaltmak we gysgaltmak bolar. Ştatiwiň aýaklaryna ötgür demir galpaklar geýdirilendir. Galpaklarda ştatiwiň aýaklaryny ýere dürter ýaly diregler bardyr. Ştatiwiň depesiniň ortasy deşikdir, ştatiwi metal goýguja berkitmekde guralyň birikdiriji nurbaty şu deşige burlup girizilýär.



6.2.4-nji surat. Metal goýguçlaryň dürli görnüşleri.

**Asma ýükjagaz.** Asma ýükjagaz teodoliti nokatda merkezleşdirmek, ýagny onuň aýlanma okuny ýerdäki nokadyň merkezine dogurlamak üçin hyzmat edýär. Ýükjagazyň agramy 100-150 gram gelýän ötgür uçly 1.0-1.5 metr ýüpli metaldyr. Teodolidiň aýlanma okuny nokada merkezleşdirmek üçin, asma ýükjagaz ştatiwiň depesinde ornaşdyrylan nurbatyň ilgijine asylýar.



Urowenleriň konstruksiyasy:

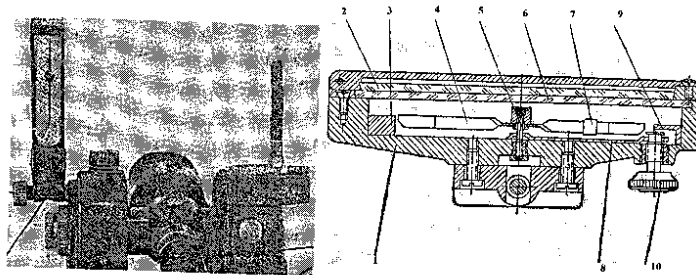
*a* - T30, 2T30 teodolitleriň uroweni; *b* - 2T2, 2T2A, 3T2KA teodolitleriň görizontal tegelekleriniň urowenleri(alidadalary); *c* - nakladnoý; *d* - tegelek, 3T2KII, 3T2KA, 3T5KII teodolitler; *e* - 2T2, 2T2A teodolitleriň alidasy; *a* - trubadaky urowenler.

6.2.5-nji surat. Teodolitlerde ulanylýan urowenler.



**Metal goýguç (metalliçeskaýa podstawka).** Metal goýguç teodolidiň işçi bölegini şatiwe birleşdirýär. Onuň teodolide goşulan ýa-da aýratyn ýasalan bolmagy mümkindir. Teodolidiň aýlanma okuny wertikal ýagdaýyna getirmek üçin metal goýgujyň üç göteriji nurbatlaryndan peýdalanylýar (6.2.4-nji surat).

**Urowen.** Urowen (6.2.5-nji surat) geodeziki gurallaryň oklaryny gorizonta we wertikal ýagdaýa getirmek hem-de işleýän wagtynda gurallaryň ýagdaýyny görkezmek üçin ulanylýar. Anyk uroweniň kömegi bilen ýapgytlyk burçlaryny ölçemek hem mümkindir. Urowenler silindrik we tegelek görnüşli bolýar. Silindrik uroweni metal gaply bolup, onuň korpusynyň içinde çüýşe naýça bardyr. Çüýşe naýçanyň içine *etil*, *efir* ýa-da *etil spirti* guýulýar.



6.2.6-njy surat. Oriýentir – bussol:

- 1 – korpusy; 2 – bussolyň aýnasy; 3 – şarkidiji şarnir; 4 – magnet dili; 5 – magnet dilini saklaýjy çüýjagaz; 6 – bussolyň üstki aýnasy; 7 – magnet dilini deňagramlaşdyryjy; 8 – hasap halkasy; 9 – magnet dilini göteriji burluş; 10 – magnet dilini berkidiji nurbat.

Uroweniň hasap böleginiň bir kesiminiň burç ululygyna (2 mm) onuň bölek bahasy diýilýär. Uroweniň bölek bahasy geodeziki gurallarda aýratyn hem 1'-dan 0.1" çenli bolýar. Uroweniň böleginiň bahasy ( $r''$ ) aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlenilýär:

$$r'' = \text{mm-e deňdir.}$$

Bu ýerde  $L$  - uroweniň hasap böleginiň çyzyk uzynlygy;  $R$  - uroweniň naýçasynyň ýaýynyň radiusy;  $r''$  - burçuň radian bahasy.

Uroweniň bir böleginiň bahasy (2 mm aralykdan alynýar) belli bolsa, onuň okunyň gözyetimiň ugurlaryna baglylykda näçe gyşarýandygyny bilmek kyn düşmez. Meselem, bölegiň bahasy 30" bolsa, uroweniň düwmesi nol punktdan iki bölek geçse, oky gorizonta tekizlige baglylykda  $2 \times 30'' = 60''$  gyşaran bolýar.

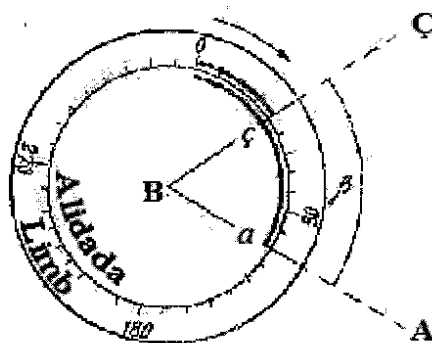
**Oriyentir-bussol** (6.6-njy surat). Oriyentir - bussol teodolidiň gorizonta tegeleginiň limbini magnit meridiany boýunça ugrukdyrmak üçin niýetlenendir. Onuň gurluşy bussolyň korpusyndan, magnit dilini berkidiji nurbatdan, wernýerden we magnit dilinden ybarat. Ol teodolidiň wertikal sütünine (kolonnasyna) berkidilýär. Teodolide oriýentirmekde gorizonta tegelegiň limbiniň noly bilen alidadanyň noly gabat getirilip, limbiň berkidilen ýagdaýynda teodolide aýlamak bilen demirgazyk ugur tapylýar we limb berkidilýär. Soňra,



alidadanýň berkidiji nurbatyny boşatmak bilen, onyň görüş turbasyny çyzygyň ahyryndaky çelgä seretdirip, optiki mikroskopyň gorizontalyndan hasaby alýarys. Alnan hasap berlen çyzygyň magnit azimuty bolar.

#### 6.2.4. Teodolidiň işçi bölekleri

**Limb.** Limb (6.2.7-nji surat) metaldan ýa-da çüýşeden (aýnadan) taýýarlanyp bilner. Metal limb magnitsizlenen demirden ýa-da galaýy - bürünç görnüşli *disk* ýa-da *kümüş - mis* garyndysyndan ýasalan halkadyr. Limbiň diametri 46-270 mm aralygynda bolýar. Metal we aýna limbiniň daş töwereginiň aralary deň edilip, bölekler (ştrihlere) bölünendir. Biri-birine ýakyn ýerleşen iki bölegiň arasyndaky ýaýyň bahasyna limbiň *bölek bahasy* diýilýär. Limbiň bölek bahasy  $1', 5', 10', 20', 30'$  we  $1^\circ$  çenli aralyklarda bolýar. Limbiň bölekleriniň her  $10^\circ, 5^\circ$  ýa-da  $1^\circ$  bahasy sagat diliniň ugrunda  $0^\circ$ -dan  $360^\circ$ -a çenli sanlar bilen belgilenendir. Limbiň bölek bahasyndan peýdalanyň, onuň böleginiň bahasyny tapmak bolar.



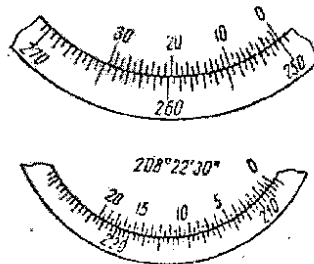
6.2.7-nji surat. Teodolidiň gorizonta tegelegi.

**Alidada.** Alidada (6.7-nji surat) tegelekden ybarat bolup, onuň aýlanma oky limbiň wtulkasynyň içine girip durýar. Onuň diametral *gapma - garşylykly* ugurunda  $0^\circ$  bilen belgilenen görkeziji bölek çyzylandyr. Gorizonta we wertika burçlary ölçemekde burçlar teodolidiň gorizonta, wertika tegeleklerine teswirilenilýär we limbden, alidadanýň görkezijisiniň kömegi bilen çemeleşip takyk hasaplary almak bolýar. Şu ýagdaýda, sanlary anyk almak maksady bilen wernýer we hasap alyş lupalaryndan peýdalanylýar. Häzirki zaman teodolitlerinde hasaplary almak üçin, wernýeriň ýerine optiki mikroskoplaryň dürli görnüşleri ulanylýar.

**Wernýer.** Wernýer (6.2.8-nji surat) limbden hasap almagyň takyklygyny artdyrmak maksady bilen, alidada çyzylan hasaply bölekdir. Limbiň we alidadanýň bölekleriniň bahalaryny aşakdaky formula boýunça tapmak bolar:

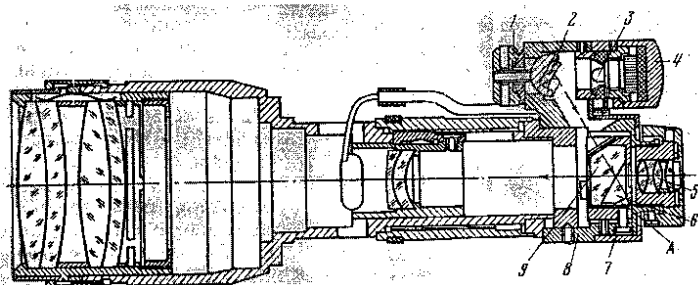
$$t = \frac{l}{n-1}$$

Bu ýerde  $l$  - limbiň böleginiň bahasy;  $n$  - alidadaky hasaplý bölekleriň bahasy;  $t$  - wernýeriň takyklygy.



6.2,8-nji surat. Teodolidiň wernýeri.

Limbiň we wernýeriň bölekleriniň bahalaryny ýonekeý göz bilen görmek kyn bolýar. Şonuň üçin limbden we wernýerden hasaplary alar ýaly, lupadan ýa-da optiki mikras-kopdan peýdalanmak has-da oňalydyr. Wernýer metal limbli teodolitlerde ulanylýar. Bu teodolitler häzirki wagtda önümçilikden doly galdy diýen ýalydyr. Limbi aýnadan ýasalan optiki teodolitlerde limbiň bahasyny görkezmek we hasaplary almak maksady bilen mahsus hasap almak *gurluşy - ştrihli* ýa-da *şkalaly* mikroskoplar ulanylýar.



2 T2KA teodolidiniň görüş trubasy (kesimi):

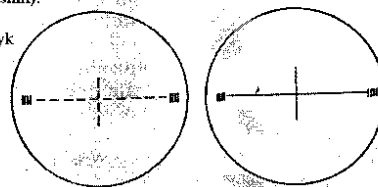
- 1-ýagtylandyryjy aýnanyň gaýkasy;
- 2-ýagtylandyryjynyň zerkalasy; 3-ýagtylyk çesmesi; 4-kolpaçok; 5-okulyar;
- 6-prizmanyň blogy; 7-oboýma;
- 8-okulyaryň korpusy; 9-prizma.

2T2A (2T2KII) teodolidiniň

sapaklar tory:

*a* - nyşana seretmezden öň;

*b* - nyşana seretdirenden soň;



limbli teodolitlere garanynda ykjam, ýeňil we işledilişi oňalydyr. Optiki teodolitleriň mikroskoplary limbden takyk sanlary almaga ýardam berýär.

Takyklygy boýunça teodolitler: *ýokary, takyk we tehniki* takykly ýaly toparlara bölünýär. Gorizonta burçlary ýokary takykly teodolitler bilen ölçemekde orta kwadrat ýalňyşlyklar  $0,5''$ -dan  $1,0''$ -a çenli aralykda bolýar. Bu teodolitlerden *T-05, T1* we ş.m. bellemek bolar.

Takyk teodolitleriň kömegi bilen, berlen burçlary ölçemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy  $2,0''$ -dan  $5,0''$ -a çenli aralyklarda bolýar. Bu *teodolitlerden 3T2KII, 3T5KII, 2T2KII, 2T5KII, 2T2, T2, T5, 2T5* we ş.m. bellemek bolar.

Tehniki takykly teodolitleriň kömegi bilen burçlary ölçemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy  $10,0''$ -dan  $1'$ -a çenli çäklerde bolýar. Bu *teodolitlerden 2T30, T30, T15, 2T30II, 2T15KII* we ş.m. bellemek mümkindir.

Häzirki zaman teodolitleriniň modellerinde, onuň ölçeg takyklygy görkezilen bolýar. Meselem, laboratoriya şertlerinde *2T2KII* teodolidi bilen gorizonta burçlary  $\pm 2''$ , wertikal burçlary bolsa  $\pm 5''$  takyklykda, *2T10KII* teodolidi bilen gorizonta burçlary  $\pm 10''$ , wertikal burçlary bolsa  $\pm 15''$  takyklykda ölçemek bolýanlygy kesgitlenildi.

#### 6.2.6. Optiki teodolitler

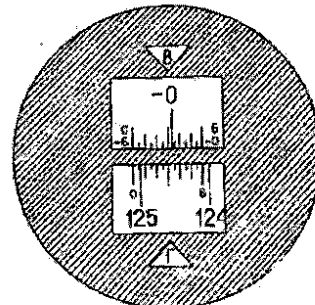
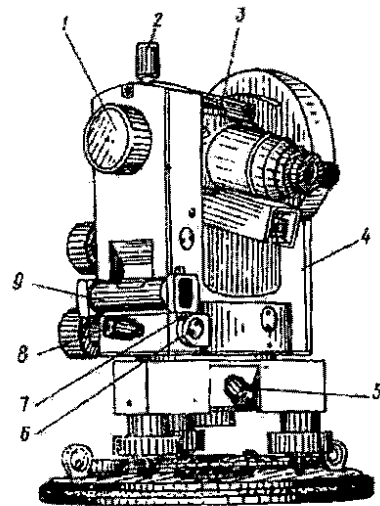
Häzirki zaman optiki teodolitleriniň limbi çyýşeden ýasalandyr. Görüş trubalary içinden fokuslanýar. Gorizonta we wertikal tegeleklerden hasaplary almak üçin, görüş trubasynyň okulýarynyň ýanyna mahsus mikroskop ornaşdyrylandyr. Mikroskopyndan seredende indeks bölekli çyýşe plastinkada gorizonta we wertikal tegelekleriň bir bölegi görünýär. Bu bolsa, gorizonta we wertikal tegeleklerden birazrak hasaplary almagy amatlaşdyrýar. Tehniki takykly teodolitleriň esasy görnüşleri bilen tanyş bolalyň:

**TOM teodolidi.** TOM optiki teodolit bolup, ol tehniki teodolitler toparyna degişlidir. Bu gural kiçijik göwrümlü, gaýtalanýan teodolittir we gorizonta burçlary  $30''$  talyklykda ölçemäge mümkinçilik berýär. TOM teodolidi ýer üstüniň planyny düzmekde, dürli görnüşli topografiki surata almagyny geçirmekde, inženerli - gurluşyk işlerinde giňden ulanylýar.

Teodolidiň esasy bölekleri ýeňil we çydamly garyndy-laryndan ýasalandyr. TOM teodolidiniň görüş trubasy içinden foksirlenilýär, onuň ulaldyş koeffisiýenti  $18\times$ , mikrometr wintleriň wezipesi görüş trubasyny asda - ýuwaş götermek we düşürmek hem-de okulýary zenit arkaly aýlamak bolup durýar. Trubanyň nyşanalajy okuny gorizonta ýagdaýa getirmek maksady bilen, trubanyň üstündäki urowenden peýdalanmak bolar. Şonuň üçin bu teodolitden, nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri kesgitlemekde hem niweliriň sypatynda peýdalanmak bolýar. Teodolidiň aýlanma okuny wertikal ýagdaýa getirmekde üçin gorizonta tegelegiň üstünde, wertikal tegelegiň tekizligine parallel edilip urowen ornaşdyrylandyr. Teodolit bilen wertikal burçlary ölçemekde şu urowenden peýdalanmak bolar.

TOM teodolidiniň bussoly görüş trubasynyň kolonnasyna ornaşdyryp, ugurlaryň magnit azimutyny ölçemek, şeýle hem magnit meridianynyň ugruny

tapmak hem bolýar. Bu ýagdaýda bussol wertikal tegelege ornaşdyrylýar. Limbiň bölegi  $1/10$ -a bölünip, ondan hasaplar gözçeni bilen çemeleşip  $1'$  takyklykda alynýar.



Mikroskopyň görüş meýdany:  
 $G = 125^{\circ}06.6'$   
 $W = 0^{\circ}27.5'$

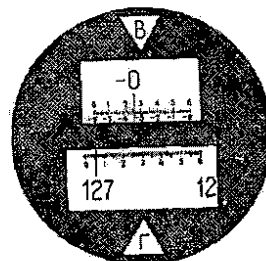
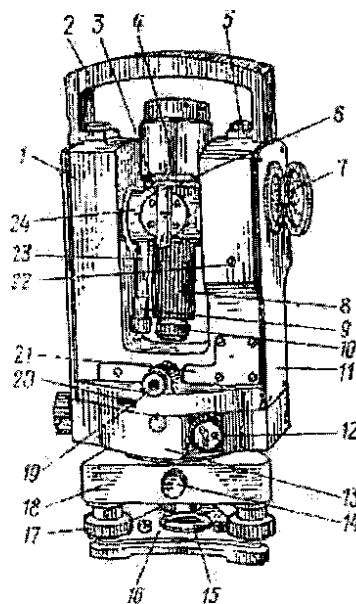
6.2.11-nji surat. Teodolit 2T30II:

- 1 - kramalýer; 2 - trubanyň berkidiji nurbaty; 3 - nyşanajyk; 4 - sütünjik;  
 5 - gorizental tegelegiň berkidiji nurbaty; 6 - gilza; 7 - düzediji nurbat;  
 8 - alidadanyň berkidiji nurbaty; 9 - gorizental tegelekdeki sisilndrik urowen.

**OTM-30 teodolidi.** Bu teodolitde görüş trubasynyň nyşanalaýjy oky mahsus kompensatoryň kömegi bilen awtomatiki ýagdaýynda gorizontallaşdyrylýar. Teodolidiň aýlanma oky tegelek uroweniň kömegi bilen wertikal ýagdaýyna getirilýär.

OTM-30 teodolidiniň gorizental we wertikal tegelekleri çüýşeden ýasalan bolup, onuň diametri 80 millimetrdir. Limbiň bölekleriniň bahasy  $1^{\circ}$ -a deňdir. Her bir gradus bölegi, minut böleklerine bölünip görkezilýär. Tegelekleriň bir bölegi hasap alyş mikroskopyndan görünip durýar. Teodolidiň aýlanma okunuň wertikal ýagdaýynda, şu tegelekleriň täsirinde mikroskopyň hasaply böleginiň bissektorynyň içinde üstme - üst düşürilýär. Bu tegelekleriň bir-birinden gyşarmasy teodolidiň aýlanma okunyň wertikal ýagdaýyndan gyşarmasyny görkezýär. Şu ýagdaýda teodolidiň aýlanma oky silindik uroweniň we metal goýgujynyň göteriji nurbatlarynyň kömegi bilen dogurlanylýar. Mikroskopyň okulýary görüş trubanyň okulýarynyň ýanyna ornaşdyrylandyr. Görüş trubasy içinden foksirlenilýär we onuň ulaldyş koeffisiýenti  $18^{\times}$  barabardyr. Berkidiji we mikrometr nurbatlary wertikal tegelekde we gorizental tegelegiň limbinde, alidadada hem bardyr. Mikroskopyň hasaply bölegi 60 bölege bölünip, ölçegiň bahasy  $1'$ -a deňdir. Bu hasaply bölekden gözçeni bilen çemeleşip,  $0,2'$  takyklykda hasaby almak bolar.

OTM-30 teodolidi bilen gijelerine işlemek üçin, limbiň we mikroskopyň hasaply böleklerini teodolitdäki fonaryň mahsus çyrasy bilen ýagtylandyrylýar.



Mikroskopyň görüş meýdany:

$$G=127^{\circ}05.4'$$

$$W=-0^{\circ}34.5'$$

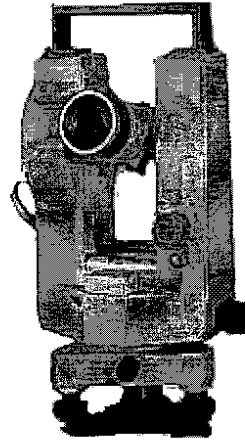
6.2.12-nji surat. Teodolit **2T5KII**:

- 1 - sütünjik; 2 - tutgýç; 3 - nyşanajyk; 4 - görüş truba; 5 - nurbat;
- 6 - nyşanalamagyň kollimonatory; 7 - aýna; 8 - kramayer;
- 9 - mikroskopyň okulýary; 10 - görüş turbanyň okulýary;
- 11 - gapdal gapagy; 12 - nurbat; 13 - aşagyň gutusy; 14 - goýgujyň berkidiji nurbaty; 15 - wtulka; 16 - tregeriň pružini; 17 - göterişi nurbat; 18 - metal goýguç; 19 - optiki sentririň okulýary;
- 20 - agtaryjy tegelegiň illýuminatory; 21 - gapak; 22 - nurbat.

**2T30II teodolidi.** Bu teodolit (6.2.11-nji surat) kiçi göwrümli optiki teodolit bolup, onuň kömegi bilen gorizonta we wertikal burçlary  $30''$ -lyk takyklyk bilen ölçemek bolar. Teodolidi merkezleşdirmegi wertikal ýerleşdirilen görüş trubanyň kömegi bilen amala aşyrmak bolar. Teodolidiň görüş trubasynda optiki nyşanalaýjysy bar. Wertikal tegelekde silindrik urowen bardyr, şonuň üçin wertikal tegelegiň limbinden hasap almazdan öňürti, gorizonta tegelegiň silindrik uroweniniň nol punktuny, metal goýguçdaky göterişi nurbatlaryň kömegi bilen orta getirip, hasap alýarlar. Bu teodolidiň komplektine oriýentir - bussoly we uly ýapgytlyk burçlarda nyşanalamak üçin okulýar geýdirgiji girýär.

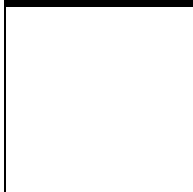
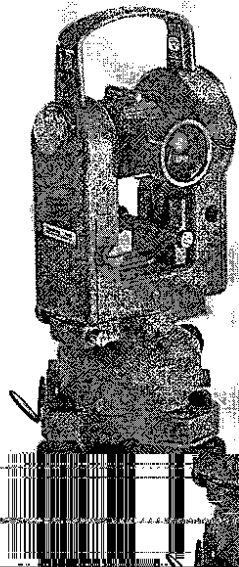
**2T5KII teodolidi.** Bu teodolit (6.2.12-nji surat) takyk teodolitler toparyna degişlidir. Onuň metal goýgujy aýrylýar (aýratyn görmüşli), ýagny teodolitden aýry ýagdaýda ýasalandyr. Bu bolsa teodeolit ýörelgesini (geçelgesini) geçirmekde gorizonta burçlary üç ştatiw usulynda ölçemäge mümkinçilik berýär. Teodeolit

vertikal burçlary ölçmek üçin kompensator bilen üpjün edilendir. Kompensator öz gezeginde silindrik uroweniň roluny ýerine ýetirýär. Teodolidiň görüş trubasyny ýerdäki obýektlere takmynan seretdirmek üçin niýetlenen nyşanajyklar bilen üpjün edilen. Bu teodolit bilen gorizonta burçlary  $\pm 5''$  takyklykda ölçemek bolar.



6.2.13-nji surat. 3T5KII teodolidi.

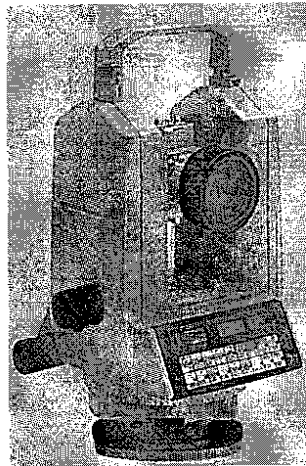
**3T5KII teodolidi.** Teodolit 2T5KII (6.2.13-nji surat) teodolidiniň esasynda ýasalandyr. Teodolit taheometriki hem-de 1 we 2 razryadly poligonometriki ýörelgelerini geçirmekde, şonuň ýaly-da köpeldilen analitiki torlary gurmakda ulanylýar. Bu teodolitleri dürli masştably topografiki kartalaryny düzmekde, gidrografiki we dürli görnüşli barlaglary geçirmekde, şäher we inženerli poligonometriýany gurmakda we ş.m. ýerlerde giňden ulanmak bolar.



6.2.2-nji tablisa

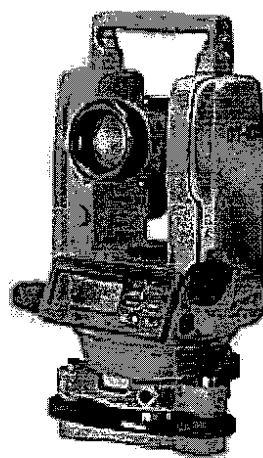
**WILD T1000 teodolidiniň tehniki häsiýetnamasy**

Tehniki häsiýetnamasy	Ululygy
Görüş trubasynyň ulaldyşy	30 <sup>x</sup>
1000 m-de görüş meýdany, metrde	27
Nyşanalamagyň iň gysga uzaklygy, metrde	1,7
Burçuň ölçenilişi	Üznüksiz
Standart gyşarmasy: gorizonta burçlar üçin	3"
vertikal burçlar üçin	3"
Indikasiýa	1'
Wertikal tegelegiň alidadasynyň kompensatory	Maýatnikli
Işçi diapazony	±2'
Takyklygy	±2"
Alidadanyň uroweniniň duýgurlugy, 2 mm-de	30"/2
Iýmit çeşmesi, wolt	12 w
Agramy: guralyňky, kg	4,9
gabynyňky, kg	3,9

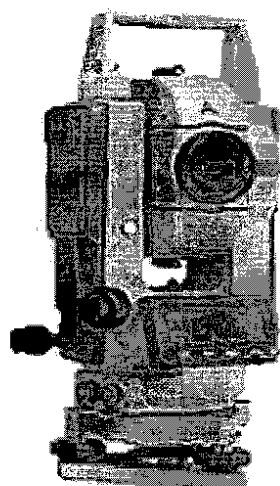
6.2.15-nji surat. **WILD T1000** teodolidi.

**Sanly teodolit DT100** (6.2.16-njy surat). Teodolit dünýä tejribeliginde ilkinji suw geçirmeyän teodolittir. DT100 tapgyrly sanly teodoliti bolmak bilen, *TONCON* kompaniýasynyň bu teodolidi göz bilen optiki mikroskopa seredip, hasap alynmagyny talap etmeyär. Burçuň ululygyny kesgitlemek üçin, onuň depelerine ornaşdyrylan ýerdäki nyşanlara seretdirýäris we monitoryň ýaýlymyndan sany okamak ýeterlikdir. Hasap almakdaky ýalňyşlyk düýbünden aradan aýrylýar we meýdan işleriniň öndüriligi hem-de işiň hili ýokarlanýar. Sonuň bilen birlikde, sanly teodolitler islendik howa şertlerinde: ýagynly, garly,

güneşli we yssy howalarda işlemäge mümkinçilik berýär. Bu bolsa işiň ondürüjiligini has-da ýokarlandyýar.



6.2.16-njy surat. **DT100** tipli teodolit.



6.2.17-nji surat. **DT50** tipli elektron teodolidi

Häsiýetnamasynyň aýratynlyklary:

- ýagmyrdan goramagyň derejesi IPX6;
- burçlary ölçemegiň ýokary takyklygy, 2"(DT-101);
- TOPCON kompaniýasynyň islendik kysymyndaky ýagtylyk uzakölçeýjileri bilen bilelikde ulanylmagy;
- RS-232C portunyň üsti bilen berlenleri çykarmak;



· döwüji okulýarlarynyň, günden goraýjy filtrleriniň, berkidiji kompasynyň we ş.m. giň saýlanmasynyň bolmagy durýar.

**DT50 tipli elektron teodolidi** (6.2.17-nji surat) Bu teodolit özüniň görnüşi, işleýiş prinsipi boýunça döwrüň ajaýyp oýlap tapyşlarynyň biridir. Teodolit düzülen lazer şöhlesiniň kömegi bilen, ahyrky nokatlarda duran nyşanalaýjylary awtomatiki ýagdaýda gözläp tapýar we perdeleri başlangyç, ahyrky nokatlarda basmak bilen ölçenýän burçuň, ýer üstüniň elementleriniň mukdaryny kesgitlemek bolar. Burçlary ölçemekde görüş turbanyň optiki mikroskopyndan hasap almak zerur däldir.

Şonuň ýaly-da lazer elektron teodolitleri *LAYKA*, *KERN* we *TONCON* kompaniýalarynyň öndürýän ýagtylyk uzakölçeýjileri bilen bilelikde ulanmak bolar.

*LDT50* teodolidini hasaplaýyş serişdeleri bilen *0.5 Mb* göwrümdäki meýdan ölçegleriniň maglumatlaryny saklaýan disketi bardyr. Bu bolsa oz gezeginde, ýer üstüniň sanly kartalaryny düzmekde alnan maglumatlary ulanmaga mümkinçilik döredýär.

#### 6.2.7. Teodolitleri derňemek we sazlamak

Teodolitler belli mehaniki, optiki we geometriki talaplara jogap berer ýaly edilip ýasalýar. Emma guralyň könelmegi we şikes-lenmegi mümkindir. Şonuň üçin teodolidi işletmezden önürti, ony synap we barlap kemçiliklerini aradan aýryp, tapylan näsazlyklary düzetmek hökmany hasaplanylýar.

Teodoldi *derňemek* (ýustirowka etmek) bilen *sazlamagyň* (powerkanyň) arasynda tapawut bardyr. *Derňemek* diýende - guralyň aýry bölekleriniň sypatyna baha bermäge düşünilýär. Synag wagtynda teodolidiň aýry bölekleriniň belli talaplara saz gelişi - gelmezligi we bölekleriň (nurbatlarynyň) sazlaşykly işleýşi, limbiň bölek kesimleriniň dogrulygy, alidadanyň eksentritetiniň ýokdugy, uroweniň düwmesiniň ýerinden erkin we mylaýym gozganyşy, görüş trubasynda sudurlaryň (ýerdäki elementleriň) anyk, rowşen görnüşi, sferiki we hromatiki aberrasiýanyň täsiriniň ýoklugy anyklanylýar.

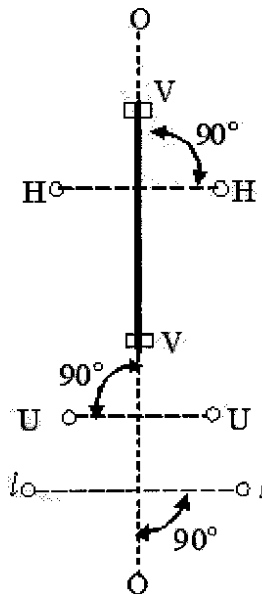
*Teodolidi sazlamak* diýende - guralyň düzüliş şerti boýunça, aýry-aýry bölekleriniň (oklarynyň) arasyndaky özara geometriki arabaglanyşygy geregiňçe düzetmäge düşünilýär. Teodolidi derňemezden we sazlamazdan önürti, ony şatiwe berk ornaşdyryp limbiň, alidadanyň, görüş turbasynyň oklarynyň daşynda erkin hem bökdençsiz aýlanyşyny berkidiji, göteriji, öwürüji nurbatlaryň dogry, erkin burluşyny anyklamak zerur.

Teodolidi sazlamakda, onuň esasy oklary ýa-da bölekleri bir--birine geometriki taýdan dogry ornaşdyrylandygyna üns berilýär. Gaýtalanýan teodolitlerde limbiň oky esasy ok *O-O* (6.2.18-nji surat), görüş turbasynyň aýlanma oky *H-H*, nyşanalaýjy oky *V-V*, şeýle hem uroweniň oky *U-U* barlagyň şertleri bolup durýar.

Teodolidi sazlamagyň esasy şertleri aşakdakylardan durýar:

1. *Gorizonta tegelekdäki silindrik uroweniň okunyň, teodolidiň esasy okuna perpendikulýar ( $U-U \perp O-O$ ) bolmagy hökmanydyr.* Bu şerti aşakdaky ýaly

barlamak bolar. Silindrik uroweni metal goýgujyndaky iki sany göteriji nurbatlaryň üstünde parallel edilip ornaşdyrylýar, nurbatlar gapma-garşylykly taraplarda burulyp, uroweniň düwmesi nol punkta (orta) getirilýär. Soňra uroweniň okuny başlangyç ugra görä perpendikulýar ýagdaýda goýýarys, ýagny üçünji nurbatyň üstünde goýýarys we şu nurbaty burmak bilen, derejäniň düwmesi nol punkta getirilýär. Şoňra, işleriň dogry geçirilenligini barlamak maksady bilen, ikinji ugry  $180^\circ$  aýlandyryarys, şu ugurda uroweniň düwmesi nol punkrda ýa-da ondan iki bölekden köp gyşarmasa, iş dogry geçirilen hasaplanylýar. Şu ýagdaýda uroweniň oky teodolidiň aýlanma okuna baglylykda perpendikulýar ornaşdyrylan hasaplanylýar. Eger-de uroweniň düwmesi nol punktdan iki bölekden köp gyşarsa, onda ilki bilen uroweniň sazlaýjy nurbatlarynyň we metal goýguçdaky göteriji nurbatlaryň kömegi bilen orta, ýagny nol punkta getirilýär. Barlag birnäçe gezek gaýtalanylýar. Gorizonta tegelekde ikinji urowen bar bolsa, onda ony hem birinji usul ýaly barlamakdakyýaly işler geçirilýär we teodolidiň aýlanma okuna perpendikulýarlygy anyklanylýar.



6.2.18-nji surat. Teodolidiň esasy oklary.

2. *Görüş trubanyň nyşanalaýjy okunyň, guralyň aýlanma okuna perpendikulýar ( $V-V \perp O-O$ ) bolmagy hökmanydyr.* Bu şert aşakdaky ýaly barlanylýar, ýagny teodolidiň  $L(R)$  tegeleginde, guralyň aýlanma oky wertikal ýagdaýa getirilýär we görüş trubanyň sapaklar torundaky gorizonta, wertikal sapaklaryň kesişme nokadyny aýdyň görünýän bir nokada nyşanalaýarys hem optiki mikroskopdan (gorizonta tegelekden) hasabyny alýarys. Görüş trubasyny zenit boýunça aýlandyryarys we alidadany  $180^\circ$  burça burup, görüş trubasyny

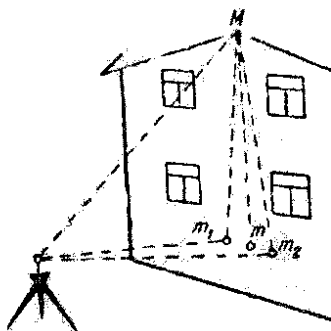
ýene-de şol nokada nyşanalaýarys we optiki mikposkopyň  $R(L)$  hasaby alýarys. Alnan hasaplaryň bir-birine deň bolmagy, turbanyň nyşanalaýjy okunyň, guralyň aýlanma okuna perpendikulýardygyny görkezýär. Hasaplaryň tapawudy mikroskopyň takyklygyny 3-e köpeldilmekden uly bolsa, ony düzetmek bilen dogurlamak zerurdyr. Şular ýaly baha *kollimasion ýalňyşlygy* diýilýär. Kollimasion ýalňyşlygy aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$2t = \frac{R - L \pm 180^\circ}{2}.$$

Bu ululygy görizental tegelekde goýmak üçin bahasyny ( $n-i$ ) aşakdaky formula arkaly tapýarys:

$$n = \frac{R + L \pm 180^\circ}{2}.$$

Bu hasaby alidadanyň öwürüji nurbatynyň kömegi bilen goýýarys. Şu ýagdaýda tordaky sapaklaryň kesişme nokady nyşanalanýan nokat bilen gabat gelýär. Sapaklaryň kesişýän nokady, nurbatlaryň kömegi bilen nyşanalanýan nokada geçirilýär.

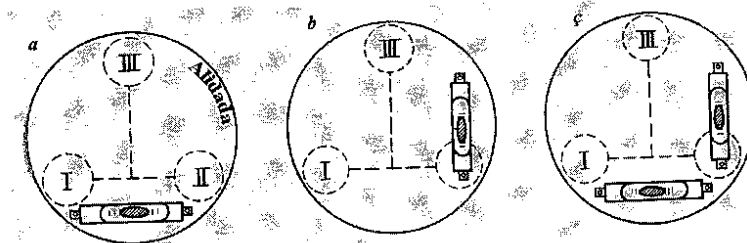


6.2.19-njy surat. Teodolidiň aýry oklarynyň barlanyşy.

3. Görüş trubanyň aýlanma okunyň, teodolidiň aýlanma okuna perpendikulýar, ýagny  $H-H \perp O-O$  bolmagy hökmanydyr. Bu şerti barlamak üçin, guralyň aýlanma oky wertikal ýagdaýyna getirilýär we tordaky sapaklaryň kesişme nokady jaýyň diwarynyň iň beýik böleginde ýerleşen bir nokady belleýäris (6.2.19-njy surat). Söňra trubanyň obýektiwli tarapyny aşaga düşürýäris we diwarda  $M$  nokadyň proyeksiýasy bolan  $m_1$  belleýäris. Bu nokady diwarda guralyň beýikligi bilen bir derejede ýerleşmegini gazanyp bilen almak zerur. Soňra, görüş trubany zenit arkaly  $180^\circ$  aýlandyryp, ýene-de şol diwardaky nokada nyşanalaýarys. Trubanyň obýektiwli tarapyny aşak düşürýäris we şu ýagdaýda sapaklaryň kesişen nokady boýunça diwarda ikinji  $m_2$  nokady belleýäris. Eger-de  $m_1$  we  $m_2$  nokatlar bir-biriniň üstüne düşseler, onda gural ýokardaky şerte laýyk

dyr. Eger-de olar bir-birine gabat gelmese, onda görüş trubanyň

ýükjagaz bir-birine gabat gelen bolsa, onda berkidiji, nurbat burulyp berkidilýär. Teodolit asma ýükjagazyň kömegi bilen  $\pm 5 \text{ mm}$  takyklykda merkezleşdirilýär. Has takyk merkezleşdirmek maksady bilen, ýokary we takyk teodolitlerde optiki sentirleri ulanylýar. Onuň kömegi bilen teodolidiň aýlanma okuny,  $\pm 2 \text{ mm-e}$  çenli takyklykda merkezleşdirmek bolar.



6.2.19-njy a surat. Teodolidiň görizortal ýagdaýa getirilişi.

2. **Teodolidi gorizontallaşdyrmak**, bu onuň aýlanma okuny *asma çyzygyň* ugruna parallel ýerleşdirmek hadysasydyr (6.2.19-njy a surat). Teodolidiň aýlanma okuny wertikal ýagdaýa getirmek (gorizontallaşdyrmak) üçin teodolidiň gorizortal tegelegindäki silindrik urowen we metal goýguyjyň göteriji nurbatlary ulanylýar. Bu işi geçirmek üçin gorizortal tegelekdäki silindrik urowenini meral goýguçdaky haýsy hem bolsa iki sany göteriji nurbatyň ugrunda goýýarys, soňra nurbatlary gapma - garşylykly ugurlarda burmak(aýlamak) bilen uroweniň düwmesi nol punkta getirilýär. Soňra görüş trubasyny ilki başdaky ugra perpendikulýar (onuň  $90^\circ$  aýlandyrylmagy bilen) goýýarys. Şu ýagdaýda uroweniň düwmesini metal goýguyjyň diňe üçünji nurbaty burup, düwmäni nol punkta getirilýär. Geçirilen işi barlamak maksady bilen, görüş trubany ikinji ugra  $180^\circ$  öwrende silindrik uroweniň düwmesi, nol punktdan gitmese ýa-da uroweniň iki böleginden köp gysarmasa gural gorizontallaşdyrylan bolýar. Eger-de gysarma iki bölekden köp bolsa, onda uroweniň düzediji nurbatlary we metal goýguçdaky göteriji nurbatlaryň kömegi bilen uroweniň düwmesi nol punkta getirilýär we iş täzeden geçirilýär. Guralyň aýlanma okuny wertikal ýagdaýyna gelyänçä, bu işiň birnäçe gezek gaýtalanmagy mümkindir.

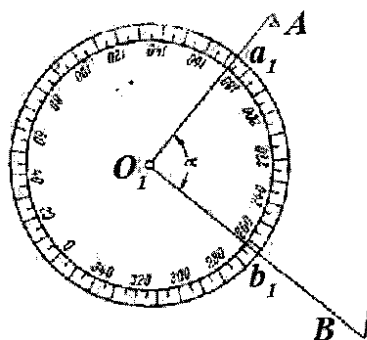
3. **Görüş trubany düzetmek** işini ýerine ýetirmek üçin guralyň görüş trubasyny açyk öwüşgüne, diwara, açyk howaly asmana seretdirip, trubanyň okulýaryndaky sapaklar torunyň *dury we aýdyň şekilini*, okulýarynyň öwrüji nurbatyny aýlamak bilen alýarys. Şeýle hem görüş trubasyny ýerdäki predmete seretdirip, onuň kramalýerini burmak bilen ýerdäki predmetiň aýdyň we dury suduryňy almak geçirilýär. Görüş trubasynyň şular ýaly sazlaşdyrylmagyna *fokusirlemek* diýilýär.

4. **Teodolidi oriýentirlemek** işi bussol surata almagy geçiren ýagdaýynda amala aşyrylýar. Oriýentirlemek magnit meridiany boýunça geçirilýär. Alidadanyň we limbiň nol hasaply böleklerini *1-2'-da* gabat getirip, alidadanyň berkidiji nurbaty bilen berkidýäris. Limbiň berkidiji nurbatyny bolsa boşadýarys,

şu ýagdaýda görüş trubanyň nyşanalaýjy okuny, bussolyň magnit diliniň noly bilen gabat gelýänçä öwürýäris. Teodolidi has takyk oriýentirlemekde limbiň öwrüji nurbatyndan peýdalanmak bolar. Guraly oriýentirläp, limbiň berkidiji nurbatyny berkidýäris we alidadanyň berkidiji nurbatyny bolsa boşadýarys. Şu ýagdaýda görüş trubany ýerdäki ugry kesgitlenilýän nokatdaky çelgä seretdirip, teodolidiň optiki mikroskopyndaky gorizonta tegelekden hasaby alýarys. Alnan hasap berlen çyzygyň magnit azimuty bolar.

### 6.2.9. Gorizonta burçlary ölçemek

Teodolidiň kömegi bilen gorizonta burçlary ölçemegiň birnäçe usuly bardyr. Olardan: *priýomlar*, *töwerekleýin priýomlar* we *gaýtalamak usullaryny* sanamak bolar.

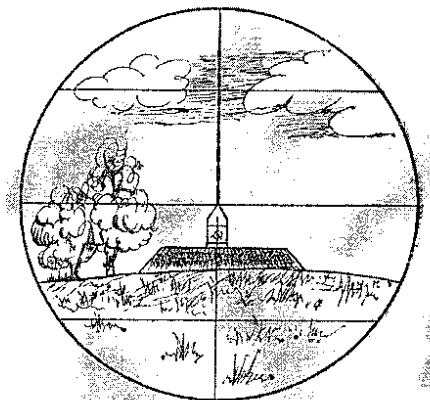


6.2.20-nji surat. Gorizonta burçlary ölçemegiň mazmuny.

**Priýomlar usuly.** Bu usulda,  $BO_1A$  gorizonta burçy ölçemek maksady bilen (6.2.20-nji surat),  $O_1$  nokada teodolidi ornaşdyryp,  $B$  we  $A$  nokatlarda bolsa çelgileri (wehalary) goýalyň. Teodolit nokatda iş ýagdaýyna getrilýär we soňra aşakdaky işler geçirilýär:

a) Teodolit ornaşdyrylan nokatdan onuň  $B$  tarapdaky nokada goýlan çelgä teodolidiň görüş trubasy arkaly seredeliň. Teodolidiň nokatlara gödek seretdirilmegi, görüş trubanyň aşagynda ýa-da ýokarsynda ornaşdyrylan nyşanajygyň (wiziriň) kömegi bilen geçirmek bolar. Bu wagtda gorizonta tegelegiň limbiniň berkidiji nurbatlary burlup berkidilen bolmagy hökmanydyr. Çelgi trubadan görünenden soňra, alidadanyň berkidiji nurbatlaryny burup berkidýäris. Soňra sapaklar torunyň kesişen nokadyny alidadanyň öwrüji nurbatlarynyň kömegi bilen, çelginiň düýbine dogurlaýarys (6.2.21-nji surat) we optiki mikroskopyň gorizonta tegeleginden hasaby ( $a$ ) alýarys. Alnan hasaby “Teodolitli surata almagynyň žurnalynda”  $B$  nokadyň garşysyna ýazýarys (6.2.3-nji tablisa). Žurnalyň birinji sütünine teodolidiň ornaşdyrylan nokadynyň ady ýa-da nokatlaryň tertibi, ikinji sütünine seredilýän nokatlaryň atlary, üçünji sütünine

gorizontal tegelekden alnan hasaplar, dördünji we başınji sütünlere gorizontal burçlar ýazylýar. Burçlary ölçände teodolodiň wertikal tegeleginiň haýsy tarapda ýatýanlygyna baglylykda, alnan hasaplaryň üstüne onuň ady, sag tegelek (R) ýa-da çep tegelek (L) diýlip ýazylýar.



6.2.21-nji surat. Görüş trubanyň ýerdäki nokada seretdirirlişi.

6.3-nji tablisa

**Teodolitli surata almakda gorizontal burçlary ölçemegiň žurnaly**

Nokatlaryň ady	Seredilýän nokatlar	Gorizontál tegelekden alnan hasaplar, gradusda	Gorizontál burçlar	
			R ýa-da L	Orta
1	2	3	4	5
O <sub>1</sub>	R(Sag tegelek)		144°51.5'	144°51.7'
	B	212°22.5'		
	A	67°31.0'		
	L(Çep tegelek)		144°52.0'	
	B	116°51.5'		
	A	331°59.5'		

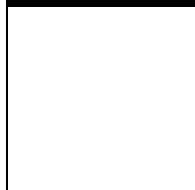
$$\beta_1 = 212^\circ 22.5' - 67^\circ 31.0' = 144^\circ 51.5'$$

$$\beta_2 = 116^\circ 51.5' + 360^\circ - 331^\circ 59.5' = 144^\circ 52.0'$$

$$\beta_{orta} = (\beta_1 + \beta_2) / 2 = (144^\circ 51.5' + 144^\circ 52.0') / 2 = 144^\circ 51.7'$$

b) Görüş truba arkaly A nokatdaky çelgä seredýäris. Şu ýagdaýda alidadanyň berkidiji nurbatyny boşadyp, turbany A nokada tarap öwürýäris, trubadan çelgini gödek tapmak maksady bilen ýene-de nyşanajykdan peýdalanmak bolar. Görüş trubasyndan çelgi görünenden soňra, alidadanyň we trubanyň

ýene-de nyşanajykdan peýdalanmak maksady bilen trubadan çelgi gödek tapmak maksady bilen

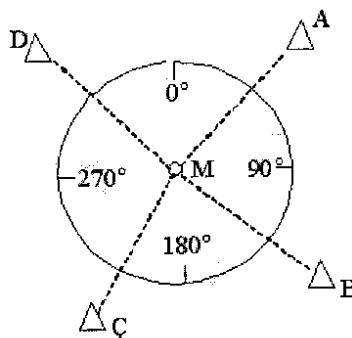


	D	182°30'30"	2°30'36"	-6"	182°30'33"	182°28'12"
	A	0°02'24"	180°02'24"	0°	0°02'24"	

Şu ýagdaýda teodolidiň görüiş trubasyny zenit boýunça aýlap, beýleki sag(*R*) tegelekde limbiň açyk, emma alidadanyň berkidilen ýagdaýynda başlangyç *A* nokada seretdirýäris. Soňra limbi berkidilen görnüşde goýup alidadany boşadýarys we sagat diliniň ugruna yzygiderlikde *D*, *Ç*, *B* we ýene-de *A* punkta seretdirip gorizental tegelekden hasaplary alyp žurnala ýazýarys. *A* punktdan alnan hasap boýunça, gorizental tegelegiň limbiniň hemişelik ýagdaýda duranlygy barlanylýar, bu geçirlen gözegçilik ölçemegiň birinji doly priýomyny düzýär.

Iki ýarym priýom bir doly priýomy düzýär. Şular ýaly usullaryň gorizental burçlary ölçemekde birnäçesiniň bolmagy mümkindir. Bu guralyň takyklygy we burçy ölçemekdäki gerek bolan görkezmä (instruksiýa) baglydyr. Seretmekde, bir usuldan beýleki usula geçmekde limb  $180^\circ/n$  deň bolan burça öwrülýär, bu ýerde *n* - usullaryň sany.

Žurnalda birinji usulyň maglumatlary ýazylandyr. Iň soňky sütünde başlangyç punkta otnositellikde nol ugra getirilen hasaplaryň ortaça bahasy ýazylýar. Beýleki usullaryň hasaplary nol ugra getirilýär we birnäçe usullardan gutarnykly ortaça ugur alynýar hem-de gorizental burçlary ugurlaryň tapawudy ýaly kesgitlemek bolar. Bu usuly punktda ugurlaryň sany ikiden köp bolan ýagdaýynda ulanmak amatlydyr.



6.2.22-nji surat. Gorizental burçlary gaýtalamalar usuly bilen ölçemegiň shemasy

**Gaýtalamalar usuly.** Gaýtalamalar usuly her bir burçy birnäçe, aýratyn gaýtalamak usuly bilen ölçemäge mümkinçilik berýär. Onuň üçin gorizental tegelegiň limbinde alidadany takmynan, *1-2'-da* deň bolan baha goýup, limbiň aýlanmagy bilen trubany çepdäki *A* punkta seretdirip (6.22-njy surat), limbi berkidýäris we optiki mikroskopdan *a* hasaby alýarys, soňra alidadany boşadyp, sag tarapdaky *AMB* ölçenýän burçuň sag *B* punktyna seretdirýäris hem-de alidadany berkidýäris, soňra ölçenilýän burçuň takmynan, bahasyny kesgitlemek üçin gorizental tegelekden *a* hasaby alýarys. Şondan soňra limbi boşadýarys we

ýapyk alidadada trubany birinji  $A$  punkta seretdirýäris we limbi berkidýäris. Soňra alidadany boşadýarys we turbany  $B$  punkta seretdirýäris. Bu bolsa gorizental burçuň gorizental tegelegiň limbinde ikinji gezek goýuldygy bolýar. Öňki aýdylanlara esaslanyp limbde gorizental burçy birnäçe gezek goýmak bolar. Bu ölçegiň takyklygyna baglydyr. Soňky  $B$  punktdan  $B_n$  - hasap,  $n$  gezek ölçenen gorizental burçuň ululygyny kesgitle-mäge mümkinçilik berýär ( $\sum \beta = B_n - a$ ). Burçuň ululygyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen tapmak bolar:

$$\beta = \frac{B_n + k \cdot 360^\circ - a}{n}.$$

Bu ýerde  $k$  - alidadanyň nol hasabynyň näçe gezek limbiň nulyndan geçendigini görkezýän san.

Şeýle burç ýarym usul bilen ölçenilýär. Şonuň ýaly-da wertikal tegelegiň beýleki ýagdaýynda burç ölçenilýär we şu iki ölçeg bir doly usulyny düzýär. Usullaryň sanynyň birnäçe bolmagy mümkindir.  $M$  punktdaky burçlaryň ählisi  $360^\circ - a$  çenli artykmajy bilen ölçenilýär.  $M$  punktdaky ölçenen we bolmaly burçlarynyň jemi  $360^\circ - a$  deň bolmalydyr we burçy ölçemekde  $30''$ -lyk takyklykdaky teodolit ulanylan bolsa, onda burç ýalňyşlygy aşakdaky çäkten geçmeli dälär:

$$j_{\beta \text{gober}} = \pm(15' \cdot \sqrt{n})'$$

Bu ýerde  $n$  - ölçenen burçlaryň sany.

Gaýtalamalar usuly bilen, gorizental burçlary ölçemekde teodolidiň iki hasabynyň ýalňyşlygy burçuň  $n$  gezek netijesine girýär we burçuň bir esse ýalňyşlygy  $n$  gezekden kiçelýär. Şonuň üçin, bu usuly köp hasap ýalňyşlykly teodolitler ( $T30$ ,  $2T30$  we ş.m.) üçin ulanmak amatlydyr.

#### 6.2.10. Wertikal burçlary ölçemek

Wertikal burçy teodolidiň kömegi bilen ölçemek amatlydyr (6.2.23-nji surat). Teodolidiň gorizental tegeleginde bolan bölekler, onuň wertikal tegeleginde hem bardyr. Wertikal tegelegiň gorizental tegelekden tapawudy bolup, görüş trubanyň gorizental okynyň daşynda aýlandyrylanda, limbiň tegelegi bilen birlikde aýlanmagy, alidadanyň bolsa, ýerinden gymyldamazlygydyr. Görüş trubanyň nyşanalaýjy okunyň wertikal tegeleginiň uroweniniň okuna parallel bolmagy, wernýerdäki hasabynyň nol bolmagyny gazanýar. Bu bolsa wertikal tegelegiň nol diametriniň görüş trubanyň nyşanalaýjy okuna hem-de uroweniň gorizental okuna parallel bolan ýagdaýynda alynýar. Emma köplenç, şu şert ýerine ýetirilmeýär. Ýagny, wertikal burçy ölçemekde görüş trubany ýerdäki nokada nyşanalaýarys we wertikal tegelekden hasap alýarys. Bu hasap wertikal burçdan ( $\nu$ )  $N\dot{Y}$  burç tapawutlanýar. Wertikal tegelegiň nul ýeri ( $N\dot{Y}$ ) - bu wertikal tegelegiň uroweniniň düwmesiniň merkezde, ýagny nol punktda bolan ýagdaýynda, görüş trubasynyň

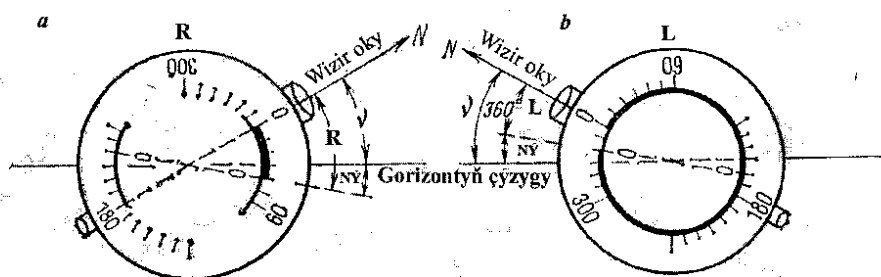


nyşalaýjy oky bilen, alidadanyň nol hasaply bölekleriniň arasynda emele gelýär. Wertikal burçlary ölçemekde nol ýeri ( $NÝ$ ) burçuny hasaba almak zerurdyr.

Wertikal burçlary hasaplamazdan öňürti, teodolidiň wertikal tegeleginiň  $NÝ$ -ini hasaplamak zerurdyr. Teodolidiň wertikal tegeleginiň  $NÝ$ -ini hasaplanýş formulalary gurallaryň tiplerine baglydyr.  $NÝ$ -ini kesgitleniş formulalaryny aşakdaky ýaly ýazmak bolar:

$$NY = \frac{L + R}{2} \text{ ýa-da } NY = \frac{R + L}{2}.$$

Bu ýerde  $R$  - teodolidiň wertikal tegeleginiň sagynda bolan ýagda-ýynda alnan hasap, gradusda;  $L$  - teodolidiň wertikal tegeleginiň çepinde bolan ýagdaýynda alnan hasap, gradusda.



6.2.23-nji surat. Ýapgytlyk burçlary ölçemeginiň beýany.

Wertikal burç ölçenende teodolidiň wertikal tegeleginiň  $NÝ$ -i bize belli diýeliň. Onda, wertikal tegelek görüş trubasyna baglylykda sagda bolan ýagdaýynda  $A$  nokada nyşanalap ölçenen wertikal burç, aşakdaky formula boýunça hasaplanýar:

$$v = \frac{L - R}{2} \text{ ýa-da } v = \frac{R - L}{2}.$$

Şeýle hem, teodolidiň wertikal tegeleginiň  $NÝ$  belli bolsa, onda aşakdaky wertikal burçy formulalary ulanyp kesgitlemek hem bolar:

$$v = L - NÝ = NÝ - R$$

Eger-de teodolidiň wertikal tegeleginden alnan hasaplar  $0^\circ$ -dan  $60^\circ$ -a çenli aralykda bolsa, onda bu hasaplara  $360^\circ$  goşulýar.

6.2.5-nji tablisa

Wertikal burçlary ölçemeginiň žurnaly

Nokatlar		Wertikal tegelegiň ýagdaýy	Wertikal tegelekden hasaplar	Wertikal tegelegiň $NÝ$	Wertikal burç ( $v$ )
Stansiýa	Şeredilýän				
1	2	L	$-2^\circ 16.0'$	$-0^\circ 00.5'$	$-2^\circ 15.5'$

		R	2°15.0'		
--	--	---	---------	--	--

**1-nji mysal.** Vertikal burç 2T5 teodolidi bilen ölçenen, onuň wertikal tegeleginden aşakdaky hasaplar alnan, ýagny  $R=5^{\circ}24,3'$  we  $L=-5^{\circ}24,9'$ . Onda, ölçenen wertikal burç, wertikal tegelegiň nol ýeri boýunça aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$NY = \frac{-5^{\circ}24,9 + 5^{\circ}24,3}{2} = -0^{\circ}00,3'.$$

Onda, wertikal burçy aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$\nu = \frac{-5^{\circ}24,9' - 5^{\circ}24,3'}{2} = \frac{-10^{\circ}49,2'}{2} = -5^{\circ}24,6'.$$

Vertikal burçuň dogry ölçenenligini barlamak maksady bilen burçy beýleki formulalary ulanmak bilen hasaplaýarys. Hasaplamaşy aşakdaky ýaly geçirýäris:

$$\nu = L - NY = -5^{\circ}24,9' - (-0^{\circ}00,3') = -5^{\circ}24,9' + 0^{\circ}00,3' = -5^{\circ}24,6'$$

ýa-da

$$\nu = NY - R = -0^{\circ}00,3' - (5^{\circ}24,3') = -0^{\circ}00,3' + 5^{\circ}24,3' = -5^{\circ}24,6'$$

**2-nji mysal.** Vertikal burç 2T30II teodolidi bilen ölçenen we şu aşakdaky hasaplar alnan diýeliň (6.5-nji tablisa), Vertikal tegelegiň nol ýerini aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$NY_{1-2} = \frac{-2^{\circ}16,0' + 2^{\circ}15,0'}{2} = -\frac{0^{\circ}01'}{2} = -0^{\circ}00,5'.$$

Vertikal burçy aşakdaky kesgitlemek bolar:

$$\nu_{1-2} = \frac{-2^{\circ}16,0' - 2^{\circ}15,0'}{2} = -\frac{4^{\circ}31'}{2} = -2^{\circ}15,5'$$

Vertikal burçlaryň hasaplanşyny barlamak üçin belli formulalary ulanmak arkaly tapalyň:

$$\nu = L - NY = -2^{\circ}16,0' - (-0^{\circ}00,5') = -2^{\circ}16,0' + 0^{\circ}00,5' = -2^{\circ}15,5'$$

ýa-da

$$\nu = NY - R = -0^{\circ}00,5' - (2^{\circ}15,0') = -0^{\circ}00,5' + 2^{\circ}15,0' = -2^{\circ}15,5'$$

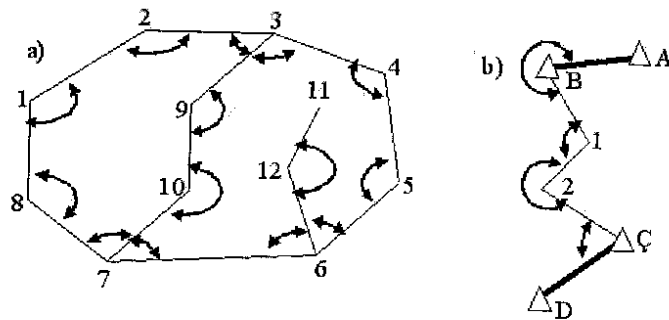
Vertikal burçlaryň dogry ölçenmegi üçin, onuň wertikal tegeleginiň nol ýeriniň üýtgemezligi gerekdir. Eger-de nol ýeri özgeren bolsa, onuň ululygy optiki mikroskopyň takyklygynyň ikilenç mukdaryndan uly bolmazlygy zerurdyr. Vertikal tegelegiň *NY-niň* üýtgemegi uroweniň düwmesiniň naýçanyň takyk ortasyna getirilmezliginden, görüş trubanyň nokada anyk nyşanalanmaz-lygyndan, hasap almakda ýalňyş bahanyň alynmagyndan ýüze çykyp biler. Şonuň üçin wertikal burçy ölçemekde, ölçemegiň takyklygyna täsir edýän sebäpleri azaltmak gerekdir.

Vertikal burçlar teodolit bilen ölçenende, wertikal tegelegiň nol ýerini her iş gününiň dowamynda 2-3 gezek kesgitlemek hökmanydyr. Şu ýerde bir zady bellemek gerek, ýagny her halda wertikal tegelekden hasap almazdan önürti, uroweniň düwmesini takyk naýçanyň ortasyna getirmek, görüş trubany nokada anyk nyşanalamak, teodolidiň aýlanma okuny takyk, wertikal ýagdaýa getirmek

zerurdyr. Wertikal burçlary ölçände, teodolidiň wertikal tegeleginiň nol ýerlerine deň ýa-da oňa ýakyn sanlaryň bolmagy hökmany şert hasaplanylýar.

#### 6.2.11. Teodolit ýörelgesini geçirmegiň taslamasyny düzmek we ýerde geçirilýän işler

Teodolit ýörelgesiniň depeleri, ýerde geodeziki bellikler bilen belgilenen köpburçluk görnüşli geçirilýär. Surata almak wagtynda, köpburçlugyň  $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$  taraplary we bu taraplaryň arasyndaky  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_n$  gorizonta burçlary ölçenilýär. Ölçeğiň netijelerine esaslanyp, köpburçlugyň depeleriniň gönüburçly koordinatlary, eger-de ýörelge ýapyk bolsa, onda meýdanyny hem kesgitlemek bolar.



6.2.23-nji surat. Teodolit ýörelgeleriniň görnüşleri.

Teodolit ýörelgeleriniň *açyk*, *ýapyk* (poligon), *diagonal* we *asma* ýörelgeler görnüşinde bolmagy mümkindir (6.2.23-nji a surat). *Açyk görnüşündäki* teodolit ýörelgesi iki sany bazis çyzyklarynyň (bazis - uzynlygy we oriýentirleniş burçlary belli bolan çyzyk) aralygynda geçirilýär (6.2.23-nji a suratda, 3-9-10-7 ýörelge). Teodolit ýörelgesi bir daýanç punktdan başlap, ýene-de şol punkta gelse, onda *ýapyk ýörelge* emele gelýär (6.2.23-nji a suratda, 1-2-3-4-5-6-7-8 ýörelge). Ýörelgäniň bir depesi daýanç punktdan başlap, beýlekisi bolsa gönüburçly koordinatlary belli bolmadyk nokatda galsa onda, bu *ýörelge asma* bolýar (6.2.23-nji a suratda, 11-12-6 ýörelge). Eger-de ýörelge poligonyň içinde iki sany daýanç punktlarynyň arasynda geçirilse, onda ýörelgäniň *diagonal* görnüşü alynýar (6.2.23-nji b suratda, A-B-1-2-Ç-D ýörelge).

Teodolit ýörelgesini geçirmegiň dowamynda ýerine ýetirilýän işler:

- 1) Teodolit ýörelgesiniň taslamasyny düzmek;
- 2) Surata alynjak ýeri rekognossirowka etmek;
- 3) Teodolit ýörelgesiniň nokatlaryny ýerde berkitmek;
- 4) Teodolit ýörelgesini geçirmek wagtynda ölçeg işleri;
- 5) Ölçeğleriň netijelerini hasaplamak we teodolit ýörelgesiniň punktlarynyň koordinatlaryny kesgitlemek ýaly işlerden durýar.

Teodolit *yörelgesiniñ taslamasy* kiçi masştably topografiki kartasynyñ esasynda düzülýär. Kartada plany alynýan ýeriň çägendäki birnäçe triangulýasiýa, poligonometriýa punktlary we ýeriň çägendäki araçäkler ýa-da planşetleriñ ramkasy çäklendirilýär.

Taslamany düzmekde aşadakylary göz önünde tutmak zerurdyr:

1. Teodolit *yörelgeleri* maksada laýyk bolmalydyr. Onuñ dürli maksat üçin geçirilenliginden, oña edilyän talaplar hem dürli-dürli bolýar. Meselem, plan almakda teodolit *yörelgesine* esaslanýan bolsa, punktlaryñ plany alynýan ýeriň çäginde bir sydyrgyn ýerleşmegi zerur. Olarda teodolit *yörelgesiniñ* punktlaryny belgilemek, nokatlara guraly ornaşdyrmak we erkin işlemek mümkin bolmalydyr. Punktlardan surata alynýan ýeriň oňat görünmegi we ölçeg işlerini geçirmeklik ýeňil bolmalydyr. Şäherdir şäherçeleriñ planyny almakda teodolit *yörelgesi* köçedir -geçelgeler boýunça alynmalydyr. *Yörelge* ýap, arna ýaly uzalyp gidýän obýektleriñ taslamasyny düzmek maksady bilen alnyp barylýan gurluşyk işlerde, teodolit *yörelgesi* obýektleri boýlap geçirilýär. Dürli görnüşdäki gidrotehniki ymaratlary gurmak wagtynda teodolit *yörelgesi*, olaryñ gyrasyny boýlap daýhan birleşikleriñ planyny almakda araçäkleri ýakalap geçirilýär;

2. Teodolit *yörelgesini* geçirmekde ölçegiñ netijelerini almak we olara baha bermek üçin teodolit *yörelgesi* triangulýasiýa, poligonometriýa ýa-da surata almak esasly torlaryñ planly punktlaryna birleşdirilmegi zerur;

3. Teodolit *yörelgesiniñ* her bir tarapy *350 metrden* uzyn bolmaly däldir. Çyzyklaryñ uzynlygy özleşdirilen ýerde *20 metrden*, özleşdirilmedik ýerlerde *40 metrden* gysga bolmazlygy hökmanydyr. Poligonda ýa-da *yörelgede* gysga tarap bilen uzyn tarapyñ çalşylp gelmegini gazanmalydyr;

4. Başlangyç we ahyrky punktlaryñ arasyndaky aralyk, bellenen ýeriñ çäginde uzyn bolmazlygy gerekdir.

*Rekognessirovka* teodolit *yörelgesiniñ* taslamasyny düzenden soňra, topografiki plany almakda esaslanýan geodeziki daýanç punktlaryñ ýagdaýyny tapmak maksady bilen, surata alynýan ýeri gözden geçirmek we barlamak maksady bilen alnyp barylýar. Şu döwürde teodolit *yörelgesiniñ* taslamasyna baglylykda geçirmek mümkinmi - mümkin dälmi hem-de geodeziki daýanç punktlarynyñ, şu ýeriñ çäginde barlygy ýa-da ýoklugy kesgitlenilýär.

Teodolit *yörelgesiniñ* taslamasyny düzmek we surata alynýan ýeri gözden geçirmek hem-de barlamak (*rekegnessirovka*) wagtynda, ýokardaky aýdylan talaplar bilen bir hatarda aşadaky şertleriñ hem ýerine ýetirilmegi gerekdir:

1. Teodolit *yörelgesiniñ* yzygiderli ýerleşen punktlarynyñ bir-birinden görünmegi;

2. Teodolit *yörelgesiniñ* nokatlary guraly ornaşdyryp işlemek üçin amatly ýerlerden alynmalydyr;

3. Teodolit *yörelgesiniñ* taraplaryny ölçäp bolýan (mümkin bolsa) ýerlerden geçirmek;

4. Sudurlary we relýefi plana almagy ýakynlaşdyrmak maksady bilen berk ornaşdyrylan we köp wagtlap saklanylýan ýerleriniñ alynmagy;

5. Punktlaryň plan alynýan ýerler üçin bir görnüşli tertipde belgilenilmegi hökmanydyr.

Rekognessirowkanyň netijesine esaslanyp teodolit ýörelgesi geçirilýär we işiň meýilnamasy düzülýär.

Binalaryň düşen ýeriniň çäginde, teodolit ýörelgäniň punktlary metal gazyklar, metal turba ýa-da relsiň bölegi kakylp belgilenilýär. Şular ýaly ýerlerde, ýer asdy kommunikasiýa guýularynyň gapaklaryndan hem, punktlaryň sypatynda peýdalanmak bolar. Punktyň tertibi onuň şu ýerdäki iň ýakyn obýektlerine ýazylyp goýulsa, punktlary tapmak ýenilleşýär. Teodolit ýörelgesiniň punktlaryny ýerde belgilmek bilen birlikde, bu punktyň ýerleşen ýeriniň takmynan plany çyzylyp gidilýär.

Özleşdirilmedik ýerlerde teodolit ýörelgesiniň punkt-laryny metal turba ýa-da agaç gazyk kakylp belgilenilýär. Teodolit ýörelgesi aýyk tor görnüşinde geçirilse, onda onuň her başynjy punkty poligonometriýa reperi ýa-da toprak reperleri bilen bagla-nyşdyrylýar. Toprak reperleriniň töweregi üçburçlyk ýa-da dörtburçlyk şeklinde gazylyp goýulýar.

Teodolit surata almagyny şäher we şäherçeleriň territoriýasynda geçirende nokatlary berkitmek bilen baglanyşykly käbir kemçilikler ýüze çykýar. Ýagny, adaty ýagdaýlarda şäher we şäherçeleriň territoriýasynda teodolit ýörelgesi asfaltlanan we betonlanan ýerler boýunça geçirmek zerur bolup durýar. Bu ýagdaýda ýörelgäniň nokatlaryny ýörite çüýleriň kömegi bilen berkidilýär. Asfaltta ýa-da betonlanan üstde y ýeňil tapmak üçin nokadyň daşynda dürli reňkleri(köplenç gyzyň, ýaşyl) ulanyp şertli belgileri galdyryýarlar.

#### 6.2.12. Teodolit ýörelgesini geçirmekde ölçeg işleri

Teodolit ýörelgesini geçirmekde aşakdaky işler ýerine ýetirilýär:

a) Teodolit ýörelgesiniň öwrümli burçlary  $30''$  ýa-da  $1'$  takyklykdaky tehniki teodolitleriň kömegi bilen doly priýomlar usuly bilen ölçenilýär. Her bir ýarym usulda teodolidiň limbini takmynan,  $90^\circ$ -a öwürülýär. Teodolit ýörelgesiniň tarapy gysga bolan ýagdaýynda punktda çelginiň ornuna çüýli gazyklary( $30$ - $50$  sm-däki demir bölegi) kakmaklyk hem bolar.

Burçlary ölçemekde her bir ýarym usulda ölçeg burçlaryň tapawudynyň  $\pm 1'$ -dan geçmezligi gerekdir.

b) Teodolit ýörelgesiniň taraplarynyň uzynlygy iki gezek, yagny göni we ters ugurlarda ýa-da iki gural bilen göni ugurda ölçenilýär. Aralygy ölçemekde uzynlygy  $20$  metr gelýän ýörite hasap bölekli polat zolakdan, ruletkadan ýa-da takyk optiki uzakölçeýjilerden peýdalanmak bolar.

Teodolit ýörelgesiniň taraplarynyň uzynlygy iki gezek ölçeg netijeleriniň tapawudy, ölçeg amatly bolan ýerlerde her  $100$  m-e  $4$ - $5$  sm, ölçeg amatsyz bolan ýerlerde bolsa,  $7$ - $10$  sm-den geçmezligi hökmanydyr.

Ölçenilýän çyzygyň gorizontaý projeksiýasyny kesgitlemek maksady bilen ýapgytlyk burçlar ölçenilýär. Eger-de aralygy ölçemek üçin polat zolak işledilýän bolsa, gorizontaý burç ölçenilýän wagtynda ýapgytlyk burçy hem ölçenilip gidilýär.

Ölçenen çyzygyň  $D$  uzynlygyny aşakdaky formula boýunça hasaplaýarys:

$$D = n \cdot l_0 + r$$

Bu ýerde  $n$  – ölçenýän çyzykda bütewi goýmalaryň sany;  $l_0$  – ölçeň guralynyň nominal uzynlygy (20, 30, 50 m we ş.m.);  $r$  – galyndy, metrde.

Ýeriň üstündäki berlen çyzygy göni  $D_{göni}$  we ters  $D_{ters}$  ugurda ölçeýäris. Ölçeşleriň  $\Delta D = D_{göni} - D_{ters}$  tapawudy, ölçenilýän kesimiň 1:2000 böleginden geçmeli dälär. Eger-de şu şert ýerine ýetýän bolsa, onda  $D_{orta} = (D_{göni} + D_{ters})/2$  formula bilen çyzyklaryň orta arifmetiki bahasyny hasaplaýarys. Eger-de şert bozulan bolsa, onda ölçeği gaýtalaýarys.

ç) Teodolit ýörelgesiniň punktlarynyň koordinatlaryny döwlet ýa-da surata almak esasly koordinatlar sistemasynda kesgitlemek maksady bilen, teodolit ýörelgesiniň koordinatlary belli bolan punktlara berkidilýär.

Teodolit ýörelgesi geçirilen ýerde daýanç punktlary bolmasa, uly takyklyk talap edilmeyän ýagdaýlarynda, teodolit ýörelgesi belli masştably kartadan kesgitlenilse hem bolar. Kartanyň bolmadyk ýagdaýynda, bu nokadyň koordinatasy şertli ýagdaýda bir sana deň diýlip kabul edilýär. Bu ýagdaýda teodolit ýörelgesiniň bir tarapyň ýa-da iki tarapyň magnit azimutyny teodolitiň bussolynyň kömegi bilen ölçemek bolar.

### 6.2.13. Teodolit surata almagynyň materiallaryny hasaplamak

Teodolit ýörelgesiniň maglumatlaryny hasaplamakda aşakdaky işler ýerine ýetirilýär:

Teodolit surata almagynyň maglumatlaryny işlemek üçin ilki bilen ýörelgäniň nokatlarynyň gönüburçly koordinatlaryny hasaplamak gerekdir. Nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny hasaplamak maksady bilen, “*Nokatlaryň gönüburçly koordinat-laryny hasaplamak*” atly tablisany hasaplaýarys (6.2.6-njy tablisa):

1. Bu tablisa ilki bilen teodolit surata almagynyň netijeleri boýunça ýörelgäniň depelirindäki gorizont burçlary hasaplaýarys. Gorizont burçlar “*Priýomlar*” usuly bilen ölçenen bolsa, onda burçlaryň ululygyny (teodolitiň iki tegeleginde) aşakdaky formulalaryň üsti bilen hasaplamak bolar:

$$\beta = a - b \text{ we } \beta' = a' - b'$$

Bu ýerde  $a$  we  $b$  - teodolitiň sag ( $R$ ) ýa-da çep ( $L$ ) tegeleginden alnan hasaplar, gradusda;  $a'$  we  $b'$  - teodolitiň çep ( $L$ ) ýa-da sag ( $R$ ) tegeleginden alnan hasaplar, gradusda.

Alnan netijeler biri-birine deň bolmalydyr. Olar bir-birine deň bolmasa we netije teodolitiň hasaply gurluşynyň ikilenç takyklygyndan geçmese, onda bu bahalaryň orta arifmetiki bahasyny hasaplanýlar. Soňra, tapylan gorizont burçuň orta arifmetiki bahasyny 6.2.6-njy tablisanyň “*Gorizont burçlar*” sütüniň 2 “*Ölçenen burçlar*” diýen sütünine ýazýarys.

Gorizont burçlary tablisa ýazmak meýdan ölçeşleriniň esasynda geçirilýär. Ölçenen her bir gorizont burç ýörelgäniň degişli ýerinde ýazylyar. Gorizont burçlary ( $\beta$ ) formulanyň üsti bilen hasaplasak, onda alnan baha esasy

6.2.7-nji tablisa

## Nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny poligonlar boýunça kesgitlemegiň wedomosty

N/N	Gorizontal burçlar, gradusda		Direksion burçlar	Rumblar	Çyzyk-ýň gorizon-l kesim. uzyn. m.	Gönüburçly koordinatlar artmasy, m.				Nokatlaryň koordinatlary, m.	
	Ölçenen	Düzedil.				Hasaplanan		Berkidilen		±X	±Y
1	125°42.5' +0.2'	125°42.7'	125°48.8'	GGd: 54°11.2'	462.80	+0.11 -201.52	+0.09 +416.62	-201.41	+416.71	+2120.80	-509.25
2	144°51.5' +0.2'	144°51.3'	150°57.1'	GGd: 29°02.9'	386.38	-337.78 +0.07	+187.61 +0.06	-337.69	+187.68	+1919.39	-92.54
3	111°46.2' +0.2'	111°46.4'	219°10.6'	GGb: 39°10.6'	301.63	+0.07 -233.82	-190.54 +0.06	-233.75	-190.48	+1581.70	+95.14
4	137°08.8' +0.2'	137°08.8'	262°01.5'	GGb: 82°01.5'	284.26	+0.07 -39.44	+0.06 -281.54	-39.37	-281.48	+1347.95	-95.34
5	193°06.0' +0.2'	193°06.2'	248°55.2'	GGb: 68°55.2'	276.12	-99.31 +0.06	-257.64 +0.05	-99.25	-257.59	+1308.58	-376.79
6	84°33.4' +0.2'	84°33.4'	344°21.5'	DGb: 15°38.5'	391.90	+0.09 +377.39	+0.07 -105.66	-99.25	-257.59	+1209.33	-634.38
7	189°16.0' +0.2'	189°16.2'	335°05.2'	DGb: 24°54.8'	360.00	+0.08 +326.50	+0.07 -151.65	+377.48	-105.59	+1586.81	-739.97
8	93°33.5' +0.2'	93°33.7'	61°31.5'	DGd: 61°31.5'	434.82	+0.10 +207.31	+0.08 +382.22	+326.58	-151.58	+1913.39	-891.55
1								+207.41	+382.30	+2120.80	-509.25
ΣB <sub>olç</sub>	1079°57.9'				P=2897.91	Σ+911.20	Σ+986.45	Σ+911.4	Σ+986.6		
ΣB <sub>bol</sub>	1080°00'					Σ-911.87	Σ-987.00	Σ-911.47	Σ-986.69		
f <sub>B</sub>	-0°02.9'					f <sub>x</sub> =-0.67 m	f <sub>y</sub> =+0.55 m	0,00	0,00		

$$f_{\text{goyber}} = \pm 1.5 \cdot \sqrt{n} = \pm 1.5 \cdot \sqrt{8} = \pm 4.2'$$

$$f_{\text{abs}} = \sqrt{0.67^2 + 0.55^2} = 0.87 \text{ m};$$

$$f_{\text{om}} = \frac{0.87}{2898} = \frac{1}{3300};$$

ölçeg bolmak bilen, teodolidiň ýarym priýomyny düzýär. Teodolidiň beýleki tegeleginde kesgitlenen  $\beta$  burç artykmaç ölçeg bolup, burçyň sag we çep tegeleginde ölçenen ýarym priýomlar usulyny düzýär.

Şular ýaly tertipde ýörelge boýunça, ähli gorizonta burçlaryň ululyklaryny hasaplap, olaryň orta arifmetiki bahalary boýunça tablisa ýazýars.

Tablisadaky ýazylan hasaplaryň esasynda ölçenen gorizonta burçlary kesgitlemek üçin, EHM-leriň **BASIC** dilinde düzülen programma şu aşakdakylar ýaly berilýär:

```
10 rem "Gorizonta burçlary hasaplamak"
20 def fng(X)=fix(X/100)+(X/100-fix(X/100))/0.6
30 def fnm(X)=fix(X)*100+(X-fix(X))*60
40 input A,B,A1,B1
50 A=fng(A):B=fng(B)
60 A1=fng(A1):B1=fng(B1)
70 if A<B then A=A+360
80 U=A-B
90 if A1<B1 then A1=A1+360
100 U1=A1-B1:DU=U-U1
110 if abs(DU)<=0.016 then 130
120 if abs(DU)>0.016 then print "Alnan hasaplar nädogry":end
130 U2=(U+U1)/2:U2=fnm(U2)
140 print "Ölçenen gorizonta burçlar"
150 print using "U2=#####.#";U2
160 end
```

2. Ölçenen gorizonta burçlaryň ýalňyslygyny hasaplalyň, onuň üçin tablisanyň birinji wertikal sütünine ýörelgäniň tertibini, 2-nji sütünine bolsa ölçenen gorizonta burçlary ýazýars. Soňra, burçlary ölçemekde goýberlen ýalňyslygyň ululygyny aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitleýäris:

$$f_{\beta} = \sum_{i=1}^n \beta_{ölçenen} - \sum_{i=1}^n \beta_{bolmaly}$$

Bu ýerde  $\sum \beta_{ölçenen}$  - ölçenen gorizonta burçlaryň jemi, gradusda  $\sum \beta_{bolmaly}$  - bolmaly gorizonta burçlaryň jemi, gradusda;  $f_{\beta}$  - ölçegde goýberlen ýalňyslyklar.

Eger-de ýörelge ýapyk bolsa, onda bolmaly gorizonta burçlaryň jemi aşakdaky formulanyň kömeginde hasaplanylýar:

$$\sum_{i=1}^n \beta_{bolmaly} = 180^{\circ} \cdot (n - 2);$$

Bu ýerde  $n$  - burçlaryň sany.

Biziň mysalymyzda poligon boýunça burç ýalňyslygy aşakdaky baha deň bolar:

$$f_{\beta} = 1079^{\circ}57,9' - 180^{\circ}(8-6) = 1079^{\circ}57,9' - 1080^{\circ}00,0' = -2,1'$$

Eger-de ýörelge açyk ýa-da diagonal görnüşli bolsa, onda aşakdaky formulalar ulanylýar(12.7-nji tablisa):



12.8-nji tablisa

Nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny açyk ýörelge boýunça kesgitlemegiň wedomosty											
N/N	Gorizontal burçlar, gradusda		Direksion burçlar	Rumblar	Çyzyk-ýň gorizon-l kesim. uzyn, m.	Gönüburçly koordinatlar artmasy, m.				Nokatlaryň koordinatlar, m.	
	Ölçenen	Düzedil.				Hasaplanan		Berkidilen		±X	±Y
						±Δx	±Δy	±Δx	±Δy		
8	-0,7'		61°31,5'			-0,11	+0,10			+2120,80	-509,25
1	91°29,7'	91°29,0'	150°02,5'	GGd: 29°57,5'	235,00	-203,60	+117,35	-203,71	+117,45	+1917,09	-391,90
A	170°08,0'	170°07,3'	159°55,8'	GGd: 20°04,8'	415,05	-0,20	+0,19	-390,02	+142,69	+1527,07	-249,11
B	200°34,5'	200°33,8'	139°21,4'	GGd: 40°38,6'	235,90	-0,12	+0,11	-178,12	+153,66	1347,95	-95,35
4	-0,7'	280°11,7'	39°10,6'		P=885,95 m	-178,00	+153,55				
3											
Σβ <sub>olç</sub>	742°23,7'					Σ-772,42	Σ+413,50	Σ-772,85	Σ+411,90		
Σβ <sub>bol</sub>	743°20,9'					Σ-772,85	Σ-413,90				
f <sub>β</sub>	+0°02,8'					f <sub>k</sub> =+0,43 m	f <sub>y</sub> =-0,40 m				

$$f_{\beta_{goyber}} = \pm 1,5 \cdot \sqrt{n} = \pm 1,5 \cdot \sqrt{8} = \pm 4,2'; \quad f_{abs} = \sqrt{0,43^2 + 0,40^2} = 0,59 m; \quad f_{otn} = \frac{0,59}{886} = \frac{1}{1500};$$

$$\sum_{i=1}^n \beta_{bolmaly} = \alpha_o - \alpha_n + n \cdot 180^o \text{ (sag burçlar üçin);}$$

$$\sum_{r=1}^n \beta_{bolmaly} = \alpha_n - \alpha_o + n \cdot 180^o \text{ (çep burçlar üçin).}$$

Bu ýerde  $\alpha_o$  we  $\alpha_n$  - başlangyç we ahyrky çyzyklaryň direksion burçlary, gradusda.

Diagonal ýörelge boýunça, burç ýalňyslygynyň ululygy aşakdaky baha deň bolar (12.7-nji tablisa):

$$f_{\beta} = 742^{\circ}23,7' - (71^{\circ}31,5' - 49^{\circ}10,7' + 4 \cdot 180^{\circ}) = +2,8'$$

Tapylan ýalňyslyklaryň dogry ýa-da nädogrylygyny anyklamak üçin goýberilýän ýalňyslygyň mukdaryny hasaplaýarys. Ol aşakdaky formulanyň esasynda kesgitlenilýär:

$$f_{\beta \text{ goýberilýän}} = (\pm \Delta' \cdot \sqrt{n})'.$$

Bu ýerde  $\Delta'$  - guralyň takyklygyna bagly bolan san.

Goýberilýän ýalňyslygyň ululygy ýapyk ýörelge boýunça aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$f_{\beta \text{ goýberilýän}} = \pm 1,5' \cdot \sqrt{8} = \pm 1,5' \cdot 2,83 = \pm 4,2.$$

Diagonal ýörelge boýunça goýberilýän burç ýalňyslygy aşakdaky ýaly tapmak mümkin:

$$f_{\beta \text{ goýberilýän}} = \pm 1,5' \cdot \sqrt{4} = \pm 1,5' \cdot 2 = \pm 3'.$$

Tapylan ýalňyslyk bilen goýberilýän ýalňyslyk deňsizligi, ýagny  $f_{\beta \text{ ölçenen}} \leq f_{\beta \text{ goýberilýän}}$  kanagatlandyrmalydyr.

Eger-de talap edilýän şert ýerine ýetýän bolsa, onda tapylan ýalňyslygy ters alamaty bilen ölçenen gorizonta burçlara paýlaýarys. Ýalňyslygy paýlamakda, gorizonta burçlaryň haýsynyň taraplary gysga bolsa, şol burça köpräk paýlamak bilen geçirmek bolar.

Ölçenen gorizonta burçlara paýlanýan ýalňyslyklary hasaba almak bilen düzedenden soňra, düzedilen gorizonta burçlary alýarys we tablisanyň 3-nji sütüne ýazýarys.

Gorizonta burç ýalňyslyklaryny berkitmek üçin, EHM-leriň **BASIC** dilinde düzülen *açyk ýörelge*, programma aşakdaky ýaly berilýär:

```
10 def fng(X)=fix(X/100)+(X/100-fix(X/100))/0.6
20 def fnm(X)=fix(X)*100+(X-fix(X))*60
30 rem "Gorizonta burç ýalňyslyklary berkitmek"
40 input "Gorizonta burçlaryň sanyny giriziň";N
50 dim B(N)
60 Input Ab,Aa
70 for I=1 to N:input B(I):B(I)=fng(B(I)):next I
80 Ab=fng(Ab):Aa=fng(Aa)
90 if Ab<Aa then Ab=Ab+360
100 Bj=Ab-Aa+N*180
110 B=0:for I=1 to N:B=B+B(I):next I
```

```

120 fb=B-Bj:fg=1*sqr(N)/60
130 if abs(fb)<=abs(fg) then 150
140 if abs(fb)>fbs(fg) then print "Gorizental burçlary barlaň":end
150 K=-fb/N:for I=1 to N:B1(I)=B(I)+K:next I
160 B1=0:for I=1 to N:B1=B1+B1(I):next I
170 if Bj=B1 then 190
180 if Bj<>B1 then print "Hsaplary barlaň":end
190 print "Düzedilen gorizental burçlar"
200 for I=1 to N:print using ""B1(;"I;") =#####.#";
B1(I)=fmm(B1(I):next I
210 end

```

3. Wedomostdaky 4-nji sütüni doldyrmak işine başlaýarys, bu direksion burçlary hasaplamak diýen sütündir. Çyzyklaryň direksion burçlaryny hasaplamak üçin aşakdaky formulalary ulanýarys.

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + 180^\circ - \beta_n \text{ (sag burçlar üçin);}$$

$$\alpha_n = \alpha_{n-1} + \beta_n - 180^\circ \text{ (çep burçlar üçin).}$$

Bu ýerde  $\beta_n$  -düzedilen gorizental burçlar, gradusda.

Şu ýerde bir zagy bellemek, ýagny başlangyç çyzygyň direksion burçunyň ( $\alpha_{n-1}$ ) üstüne  $180^\circ$  goşanda, gorizental burçuň ( $\beta_n$ ) ululygyndan kiçi bolsa, onda ýene-de  $360^\circ$  sany goşup ( $\alpha_{n-1} + 180^\circ + 360^\circ$ ), soňra gorizental burçuň aýrylýandygyny bellemek bolar. Biziň mysalymyz boýunça, wedomostda 1 - 2 çyzygyň direksion burçundan hasaplamaga başlap, şu çyzygyň direksion burçunda hem tamamlanýarys. Başlangyç çyzygyň direksion burçundan başlanyp, şu çyzygyň direksion burçunyň alynmagy hasaplamanyň barlagy geçendigini görkezýär.

Diagonal ýörelge boýunça, çyzyklaryň direksion burçlaryny hasaplamagy 8 - 1 çyzykdan başlap, 4 - 3 çyzykda hem gutarýarys. Ahyrky 4 - 3 çyzygyň direksion burçunyň alynmagy hasaplamanyň barlagy bolup durýar.

Direksion burçlary hasaplamak üçin EHM-leriň **BASIC** dilinde düzülen programma aşakdaky ýaly berilýär:

```

10 def fng(X)=fix(X/100)+(X/100-fix(X/100))/0.6
20 def fmm(X)=fix(X)*100+(X-fix(X))*60
30 rem "Çyzyklaryň direksion burçlaryny hasaplamak"
40 input "Çyzyklaryň sanyny giriziň";N
50 dim B(N),A(N),K(N)
60 input "Başlangyç çyzygyň direksion burçuny giriziň":A(0)
70 A(0)=fng(A(0))
80 for I=1 to N: input B(I):B(I)=fng(B(I):next I
90 for I=1 to N:K(I-1)=A(I-1)+180
100 if K(I-1)<B(I) then K(I-1)=A(I-1)+180+360
110 A(I)=K(I-1)-B(I)
120 if A(I)>360 then A(I)=A(I)-360:next I
130 for I=1 to N:A(I)=fmm(A(I):next I
140 print "Çyzyklaryň direksion burçlary"

```

```
150 print using "A(“;I,”)=#####.##”;A(I)
160 end
```

4. Eger-de *plan ýörelgäniň rumblary* boýunça gurulýan bolsa, onda tablisanyň 6-njy sütünini hasaplaýarys. Bu işi geçirmek üçin çyzyklaryň hasaplanan direksion burçlarynyň bahalaryny kitabyň “*Oriýentirlenmek*” diýen bölümünde azimutyň, direksion burçuň we rumbyň arasyndaky arabaglanyşyk diýen temany özleşdirmek zerurdyr we hasaplamany geçirmek bolar. Ilki bilen çyzyklaryň ugry hasaplanylýp, soňra onuň bahasy ýerleşýän çäryegine baglylykda kesgitlenilýär.

5. Çyzyklaryň direksion burçy we gorizental kesiminiň uzynlyklary boýunça *koordinatlar artmasyny* ( $\Delta x$  we  $\Delta y$ ) hasaplaýarys, olary aşakdaky formulalaryň üsti bilen kesgitlemek bolar:

$$\Delta x = S \times \cos \alpha; \quad \Delta y = S \times \sin \alpha$$

Bu ýerde  $S$  - çyzygyň gorizental kesiminiň uzynlygy, metrde.

$\cos \alpha$  we  $\sin \alpha$  - funksiýalaryň bahasyny ýöriteleşdirilen trigonometriki tablisalardan ýa-da häzirkî zaman hasaplaýjy, funksional mikrokalkulyatorlaryndan, kompýuterlerden peýdalanyp tapmak bolar. Şeýle hem ýörite gönüburçly koordinatlar artmasynyň baş, alty ýa-da ýedi belgili tablisalaryndan kesgitlemek bolar.

Çyzyklaryň uzynlygy we direksion burçlary boýunça çyzyklaryň gönüburçly koordinatlar artmasyny, **MK-51** hasaplaýyş mikrokalkulyatorlaryny ulanyp, aşakdaky ýaly hasaplamak mümkin:

$$\Delta x = (\alpha)^\circ (\alpha)' (\alpha)'' \Pi^+ \cos D$$

$$\Delta y = \Pi \rightarrow X \sin D$$

Çyzyklaryň gönüburçly koordinatlar artmalaryny hasaplamak üçin EHM-leriň **BASIC** dilinde düzülen programmasy aşakdaky ýaly berilýär:

```
10 def fng(X)=fix(X/100)+(X/100-fix(X/100))/0.6
20 def fnm(X)=fix(X)*100+(X-fix(X))*60
30 rem “Çyzyklaryň gönüburçly koordinatlar artmasyny hasaplamak”
40 input “Çyzyklaryň sanyny giriziň”;N
50 dim A(N),D(N),DX(N),DY(N)
60 print “Çyzyklaryň gorizental kesiminiň uzynlyklaryny giriziň”
70 for I=1 to N: input D(I):next I
80 print “Çyzyklaryň direksion burçlaryny giriziň”
90 for I=1 to N:input A(I):A(I)=fng(A(I)):next I
100 for I=1 to N
110 DX(I)=D(I)*cos(A(I)*3.14159/180)
120 DY(I)=D(I)*sin(A(I)*3.14159/180) next I
130 print “Çyzyklaryň gönüburçly kooordinatlar artmasy”
140 for I=1 to N: print using “DX(“;I,”)=#####.###”; DX(I);”Metr”
150 print using “DY(“;I,”)=#####.###”;DY(I); ”Metr”:next I
160 end
```

6. Koordinatlar artmasyny her bir çyzyk boýunça hasap-landan soňra, ýörelgäni berkitmek işine girişýäris. Berkitmegi geçirmek üçin, ilki bilen çyzyklar

boýunça hasaplanan koordinatlar artmasynyň jemini kesgitleýäti. Eger-de ýörelge poligon(ýapyk döwür çyzyklar) görnüşli bolsa, onda koordinatlar artmasynyň jemi, absissa we ordinata oklarynda nola deň bolmalydyr. Emma absissa( $f_x$ ) we ordinata( $f_y$ ) oklary boýunça gönüburçly koordinatlar artmasynyň jemi nola deň bolman, eýsem örän kiçi san alnar. Bu ýagdaýda goýberilen ýalňyslyklary aşakdaky ýaly kesgitlemek bolar:

$$\sum \Delta x = 0 \neq f_x \text{ we } \sum \Delta y = 0 \neq f_y.$$

Poligonda absissa oky boýunça çyzyk ýalňyslygyň mukdarynyň kesgitlenişine degişli mysala seredip geçeliň, Ýagny absissa gönüburçly koordinata oklary boýunça çyzyklar artmalarynyň jemleri:  $\sum \Delta x = +911,29 \text{ m}$  we  $\sum \Delta x = -911,87 \text{ m}$  bolsa, onda şu sanlaryň jemi ýörelgede goýberlen ýalňyslyk bolar, ony aşakdaky ýaly görkezme bolar:

$$f_x = +885.74 + (-886.24) = -0,50 \text{ m};$$

Ordinata oklary boýunça çyzyk ýalňyslygyň mukdary, eger-de  $\sum \Delta y = +986,45 \text{ m}$  we  $\sum \Delta y = -987,00 \text{ m}$  bolsa, aşakdaky ýaly alarys:

$$f_y = 913.81 + (-914.43) = -0,62 \text{ m}.$$

Eger-de ýörelge açyk ýa-da diagonal görnüşinde bolsa, onda çyzyk ýalňyslygyny tapmagy aşakdaky ýaly geçirilýär:

$$f_x = \sum \Delta x_{hasap} - \sum \Delta x_{bolmaly}; \quad f_y = \sum \Delta y_{hasap} - \sum \Delta y_{bolmaly}.$$

Bu ýerde  $\sum \Delta x_{hasap}$  we  $\sum \Delta y_{hasap}$  - hasaplanylýan koordinatlar artmasynyň jemi, metrde;  $\sum \Delta x_{bolmaly}$  we  $\sum \Delta y_{bolmaly}$  - bolmaly koordinatlar artmasynyň jemi, metrde.

Diagonal ýörelgede bolmaly koordinatlar artmasy aşakdaky formulalar boýunça hasaplanylýar:

$$\sum \Delta x_{bolmaly} = X_{ahyr} - X_{başl}; \quad \sum \Delta y_{bolmaly} = Y_{ahyr} - Y_{başl}$$

Bu ýerde  $X_{ahyr}$  we  $X_{başl}$  - başlangyç we ahyrky nokatlaryň absissa oklary boýunça gönüburçly koordinatlary, metrde;  $Y_{ahyr}$  we  $Y_{başl}$  - başlangyç we ahyrky nokatlaryň ordinata oklary boýunça gönüburçly koordinatlary, metrde.

Biziň mysalymyzda absissa we ordinata oklarynda goýberlen çyzykly ýalňyslyklaryň ululygy aşakdaky ýaly bahany alýar:

$$f_x = 832.79 - (1287.80 - 2120,80) = -832.79 - (-833.00) = +0,21 \text{ m};$$

$$f_y = 273.09 - ((-235.87) - (-509,25)) = 273.09 - 273.38 = -0,29 \text{ m}.$$

7. Ýalňyslygyň ululygyny hasaplandan soňra, goýberilýän ýa-da goýberilmeýänligini barlamak maksady bilen absolýut we otnositel ýalňyslyklary aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$f_{abs} = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}; \quad f_{otn} = \frac{f_{abs}}{P} \leq \frac{1}{2000}.$$

Bu ýerde  $f_{abs}$  we  $f_{otn}$  - absolýut we otnositel ýalňyslyklarynyň ululygy, metrde;  $1/2000$  - ölçegiň takyklygyna bagly bolan ululyk;  $P$  - ýörelgäniň uzynlygy, ýa-da perimetri, metrde.

Biziň mysalymyz boýunça poligon boýunça absolýut we otnositel ýalňyslygyň mukdary aşakdaky bahalara deň bolar:

$$f_{abs} = \sqrt{0,67^2 + 0,55^2} = 0,87 \text{ m}; \quad f_{otn} = \frac{0,87}{2898} = \frac{1}{3300} \leq \frac{1}{2000};$$

Diagonal ýörelge boýunça absolýut we otnositel ýalňyşlygyň mukdary aşakdaky ýaly alynýar:

$$f_{abs} = \sqrt{0,43^2 + 0,40^2} = 0,59 \text{ m}; \quad f_{otn} = \frac{0,59}{886} = \frac{1}{1500} \leq \frac{1}{1000};$$

8. Koordinatlar artmasyny berkitmek üçin absissa we ordinata oklary boýunça tapylan çyzyk ýalňyşlyklary ( $f_x$  we  $f_y$ ), her bir çyzygyň uzynlygyna proporsional paýlaýarys. Düzedişleri çyzyklaryň uzynlygyna proporsional paýlamakda aşakdaky formulalar ulanylýar:

$$\vartheta_x = \frac{f_x}{P} \cdot S \quad \text{we} \quad \vartheta_y = \frac{f_y}{P} \cdot S.$$

Bu ýerde  $P$  we  $S$  onluk ýa-da ýüzlük metrlerde aňladylýar. Ýokardaky formulalardan görnüşi ýaly düzedişiň bahasy poligondaky çyzyklaryň gorizont kesimleriň uzynlygyna proporsionaldyr. Düzedişiň alamatyny tapylan çyzyk ýalňyşlyklaryň ters alamaty bilen alynýar.

9. Nokatlaryň gönüburçly koordinatларыny hasaplamak. Bu işi geçirmek üçin, çyzyklaryň düzedilen koordinatlar artmasyny we başlangyç nokadyň gönüburçly koordinatларыny peýdalanyp, beýleki nokatlaryň koordinatларыny tapýarys. Nokatlaryň gönüburçly koordinatлары aşakdaky ýaly kesgitlenilýär:

$$X_n = X_{n-1} \pm \Delta x_n; \quad Y_n = Y_{n-1} \pm \Delta y_n$$

Bu ýerde  $X_n$  we  $Y_n$  - kesgitlenilýän nokatlaryň gönüburçly koordinatлары, metrde;  $X_{n-1}$  we  $Y_{n-1}$  - başlangyç nokatlaryň gönüburçly koordinatлары, metrde.

6.2.8-nji tablisa

**Nokatlaryň gönüburçly koordinatлары hasaplamagyň tablisasy**

Nokatlaryň gönüburçly koordinatlary nasaplamaýyň tablisasy					
Nokatlaryň tertibi, № / №	Ölçenen gorizont burçlar, gradusda	Direksion burçlar, gradusda	Gorizont kesimleriň uzynlygy, metrde	Nokatlaryň gönüburçly koordinatlary, metrde	
				X	Y
1	2	3	4	5	6
PP48	0.00	44.550		1000.000	1000.000
PP49	16817.0				
I	23524.0	56.275	201.700	1112.048	1167.702
		0.883	151.800	1263.877	1170.002
II	9515.0	85.642	200.150	1279.150	1369.520
PP51	25442.5	21.275			

PP50				
	74335.0		P=553.650	
<b>Burç ýalňyşlygy</b> $f_{\beta}=0.033$			$f_x=0.172\text{ m}$	
<b>Göýberilýän burç ýalňyşlygy</b> $f_g=0.050$			$f_y=0.148\text{ m}$	

“Nokatlaryň koordinatlaryny hasaplamak” tablisasyny göniden - göni EHM-leriň huşuna maglumatlary girizmek bilen hasaplamak we gurmak bolar. Bu işleri amala aşyrmak maksady bilen, ýöriteleşdirilen programma GIS MapInfo, Panorama, GisTolking, AutoCad, AutoMap we ş.m. ösen tehnologiýalar, dünýä tejribesinde giňden ulanylýar. Bu programmalar rastr kartalary, aerokosmos suratlary bilen hem işlemäge ukyplydyr.

“Nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny hasaplamak” tablisasy EHM-leriň BASIC dilinde, programmanyň esasynda işlenmegi, gysgaldylan görnüşinde 6 sany sütünleri özünde jemleýär.(6.2.8-nji tablisa). Programmanyň ölçenen gorizontaly burçlary, başlangyç çyzygyň direksion burçy, ölçenen çyzyklaryň uzynlyklary, başlangyç(eger-de, ýörelge ýapyk bolsa) we ahyrky nokatlaryň (eger-de ýörelge açyk ýa-da diagonal keşbinde bolsa) gönüburçly koordinatlaryny girizmek bilen, hasaplamak işlerini geçirip we netijeleri almak mümkin.

#### 6.2.14. Teodolit ýörelgesiniň planyny gurmak

Plany gurmagy standart kagyзда, koordinatlar toruny gurmakdan başlaýarys. Koordinata tory kwadrat görnüşinde gurulýar. Adatça, koordinata torlarynyň uzynlyklary, gurulýan planlaryň we kartalaryň masştablaryna baglylykda alynýar. Eger-de kartanyň masştably 1:10000 bolsa, onda kwadratlaryň taraplarynyň uzynlygy 10 sm, 1:25000 - 4 sm, 1:50000, 1:100000 we 1:200000 masştably kartalary üçin bolsa 2 santimetrden alynýar. 1:1000, 1:2000, 1:2500 we 1:5000 masştably planlarda kwadratnyň taraplarynyň uzynlyklary 10 sm aralykdan alynýar. Eger-de kwadratnyň tarapyň uzynlygy 10 sm bolsa, onda tory gurmakda F. B. Drobysýewiň çyzygyjyndan peýdalanmak mümkindir(6.2.25-nji surat). Bu çyzygyň kömegi bilen gurlan tory, Pifagoryň teoremasynyň formulasynyň üsti bilen barlamak hem bolar.

0	10	20	30	40	50	71,71
---	----	----	----	----	----	-------

6.2.25-nji surat. F. B. Drobysýewiň çyzygyjy.

Gerek bolan kwadratlaryň sanyny, guruljak planyň gönüburçly koordinatlarynyň bahalary boýunça kesgitlemek bolar. Eger-de 1:10000 masştably kartanyň tolary üçin hasaplamany geçirsek, onda onuň 1 sm-e ýerde 100 m uzynlyk birliginiň düşýänligini hasaba almak zerurdyr. Absissa we ordinata oklary boýunça kwadratlaryň sanyny aşakdaky formulalary ulanmak bilen kesgitlemek bolar:

$$L_x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{d}; \quad L_y = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{d}.$$

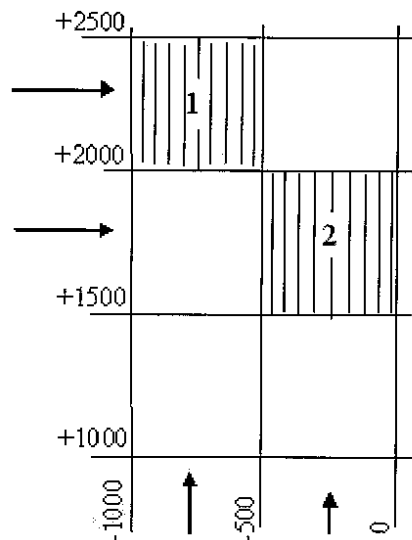
Bu ýerde  $d$  - kartanyň ýa-da planyň masşabynda 4, 5, 10 sm-e (kwadratyň tarapyna) düşýän aralyk;  $x_{\max}$  we  $x_{\min}$  - absissalar oky boýunça iň uly we kiçi bahalary, metrde;  $y_{\max}$  we  $y_{\min}$  - ordinata oklary boýunça iň uly we kiçi sanlarynyň bahalary, metrde.

Biziň mysalymyz boýunça kwadratlaryň sany, eger-de kartanyň masşaby 1:10000 bolsa, onda  $X$  we  $Y$  oklar boýunça aralyklar aşakdaky ýaly alynar:

$$L_x = \frac{2120,80 - 1209,33}{50} = \frac{911,47}{50} = 18,2 \text{ sm};$$

$$L_y = \frac{92,54 - (-891,55)}{50} = \frac{984,09}{50} = 19,7 \text{ sm}.$$

Planyň ýa-da kartanyň toruny oňat ýiteldilen  $T$ ,  $T1$ ,  $T2$  ýaly gaty galamlar bilen çyzýars. Tory gurandan soňra,  $F$ ,  $B$ ,  $Drobysýewiň$  çyzgyjynyň kömegi bilen dogry gurulanlygyny barlaýars. Toruň her bir kwadratlarynyň dogry gurulanlygyny barlamak üçin, gurlan bir kwadratyň diagonalyny sirkul - ölçeyjiniň kömegi bilen ölçäp alyp, sirkulyň aýajyklarynyň kömegi bilen alnan ädimi, tordaky beýleki kwadratlaryň diagonalary bilen deňeşdirýäris, eger-de olaryň arasynda tapawut bolmasa ýa-da 0,2 mm aralykdan köp geçmese, koordinata torlarynyň dogry gurulandygyny görkezýär.

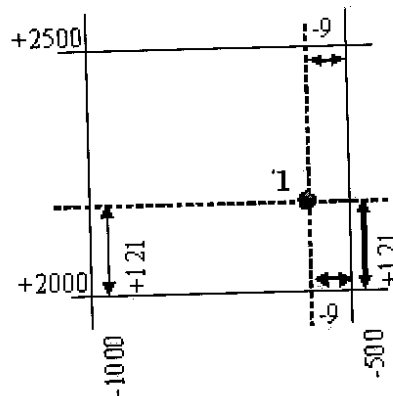


6.2.26-njy surat. Koordinatlar tory.



Tory guranymyzdan soňra, onuň her bir oklaryna degişli sanlary ýazmak bilen belgileýäris. Koordinata oklarynyň bahalaryny ýazmakda, gurulýan planyň ýa-da kartanyň sahypasynyň takmynan orta düşmegini gazanmalydyr.

Biziň mysalymyzda 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8-nji nokatlaryň gönüburçly koordinatlary boýunça, koordinata torunyň absissa we ordinata oklarynyň belgileriniň bölegini 6.2.26-njy suratdan görýärsiňiz. Şu tor boýunça 1 we 2 nokatlary, olaryň gönüburçly koordinatlary boýunça, “Nokatlaryň gönüburçly koordinatlaryny hasaplamagyň tablisasyndan” alyp guralyň. Bu nokatlaryň koordinatlary aşakdaky bahalara deň:  $X_1=2120,80\text{ m}$ ;  $Y_1=-509,25\text{ m}$  we  $X_2=1850,08\text{ m}$ ;  $Y_2=-133,85\text{ m}$ . Nokatlaryň düşýän kwadratlary suratdan görýärsiňiz (6.2.27-nji surat).



6.2.27-nji surat. Berlen nokady koordinatlary boýunça geçirmek.

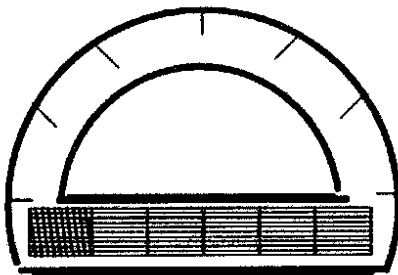
Nokatlary gurmak üçin kese masştab çyzgyjyny, sirkul - ölçýjini ulanýarys.

Nokady gurmazdan öňürti, ilki bilen biziň nokadymyzyň haýsy absissa oklarynyň arasynda ýerleşýändigini kesgitlemek gerekdir. 1 nokadyň koordinatlaryna esaslansak, onda ol günortada  $2000\text{ m}$  we demirgazykda bolsa  $2500\text{ m}$  bahasy bolan absissa oklarynyň aralygynda, ordinata oklary  $-1000\text{ m}$  günbatarda we  $-500\text{ m}$  gündogarda çäklenýär. Nokadyň düşýän kwadratyny galam bilen basman, kwadraty ýeňil tapar ýaly derejede ştrihleýäris. Kwadratny günorta absissa okundan demirgazyk ugurda nokadyň koordinatlar oky boýunça artmasyny, ýagny  $\Delta x = 2120,80 - 2000,00 = 120,80\text{ metr}$  ( $\Delta x \approx 121\text{ m}$ ) ululygy  $2000\text{ metrlik}$  kwadratny günbatar we gündogar taraplarynda sirkul - ölçýjiniň we masştab çyzgyjynyň kömegi bilen alyp goýýarys. Kwadratny gapdal taraplarynda alnan iki nokady gorizonta ugurda birleşdirýäris. Netijede nokadyň absissa oky boýunça ýerleşýän ýerini taparys.

Edil şular ýaly 1 nokadyň düşýän kwadratynyň demirgazyk we günorta taraplarynda alyp goýmaly koordinatlar artmasyny tapalyň, ol aşakdaky bahalara deň bolar:

$$\Delta y = -509,25 - (-500,00) = -9,25 \approx -9\text{ m}$$

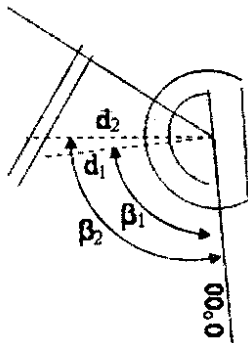
Tapylan aralygy, kese masştab çyzgyjynyň kömegi bilen degişli taraplarda goýup nokadyň ordinata oklaryndaky ýagdaýyny tapýarys. Netijede, nokadyň absissa we ordinata oklary bir nokatda kesişer. Çyzyklaryň kesişen ýeri agtarýan nokadymyz bolar. Guran nokadymyzy diametri 1 - 1,5 mm bolan tegelegi çyzmak bilen belgileýäris.



6.2.28-nji surat. Geodeziki transportir.

Edil şular ýaly tertipde poligon we diagonal ýörelgedäki nokatlary plana geçirýäris. Gurulan nokatlaryň dogrulygyny barlamak maksady bilen, goňşy iki sany nokatlaryň plandaky aralygyny sirkul - ölçýjiniň we kese masştab çyzgyjynyň kömegi bilen ölçýäris. Alnan netijäni, çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlyklary bilen deňeşdirýäris. Oňaryň arasyndaky tapawut, planda 0.2 mm-den geçmeli däldir.

Ýer üstüniň planyna reýkaly nokatlary geçirmek maksady bilen, geodeziki transportir, masştab çyzgyjy we sirkul-ölçýji zerurdyr. Geodeziki transportiriň ýerine ýönekeý mekdep transportirini ulanmak hem bolar (6.2.28-nji surat).

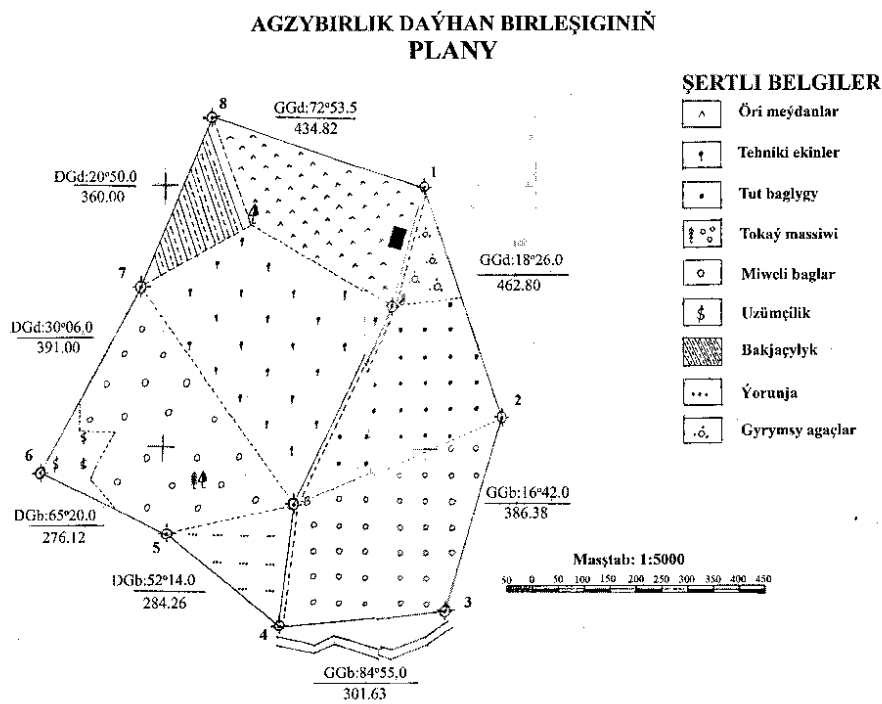


6.2.29-njy surat. Teodolit surata almagynyň nokatlarynyň polýar usuly bilen geçirilişi.

Plana sudurly nokatlary geçirmek üçin, maglumatlary teodolit surata almagynyň tablisasyndan we abrisinden (6.2.29-njy surat) alýarys. Reýkaly nokatlary alyp goýanda sagat diliniň ugruna  $0^{\circ}00'$  -dan başlap, ýer üstüni 1 nokatdan surata almakda, başlangyç ugry bolup 1-2 tarap alynýar. Bu nokada

transportiriniň  $0-180^\circ$  diametrini şu çyzyga görä goýýarys we ilki bilen başlangyç ugur boýunça gorizonta burçy alýarys. Soňra, şu ugurda 1 nokatdan surata alynýan nokada çenli aralygy sirkul-ölçeýjiniň we kese masştab çyzgyjynyň kömegi bilen alyp goýýarys we berlen nokadyň plandaky ýagdaýyny taparys.

Polýar usulynda nokatlary plana geçirmek üçin, ilki bilen başlangyç ugurdan berlen ugra çenli gorizonta burçlary ( $\beta_1$  we  $\beta_2$ ) transportiriniň kömegi bilen alyp goýýarys. Soňra, 1 nokatdan reýkaly nokatlara çenli aralyklary ( $d_1$  we  $d_2$ ) sirkul-ölçeýji we kese masştab çyzgyjynyň kömegi bilen geçirýäris.



6.2.30-njy surat. Teodolit surata almagynyň plany.

Nokadyň daşynda diametri  $1,0-1,5$  mm bolan tegelekleri çyzýarys we onuň sag tarapyndan tertibini ýazýarys. Geçirmeli ähli nokatlar surata alynmagyň usullary boýunça plana geçirilýär.

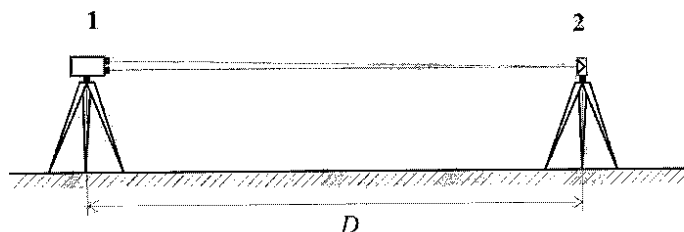
Gurlan plany deňişli şertli belgilere laýyklykda tuşda bezeyäris. Ýaşyl tuş bilen koordinat torlaryny we ösümlikleri; gök tuşda ýer üstüniň gidrografiýa torlaryny; ýer üsüniň galan elementlerini gara tuşyň kömegi bilen çyzmak bolar (6.30-njy surat).

## VII. TOPOGRAFIKI SURATA ALMAK WE PLANY GURMAK

### 7.1. Ýagtylyk uzakölçeýjileri

**Ýagtylyk uzakölçeýjisi** - bu ýagtylyk signalynyň wagt boýunça geçen aralygyny ölçeýji geodeziki guraldyr.

Ýagtylyk uzakölçeýjiniň toplumyna goýberiji (peredatçik) we kabul ediji (priýomnik) hem-de serpikdiriji girýär. Priýomoperedatçigi (1) ştatiwň üstünde ölçenýän çyzygyň başynda goýýarlar (7.1-nji surat), emma serpikdirijini (2) ýörite çelgide ýa-da ony hem ştatiwde, çyzygyň beýleki ahyrynda ýerleşdirýäris.



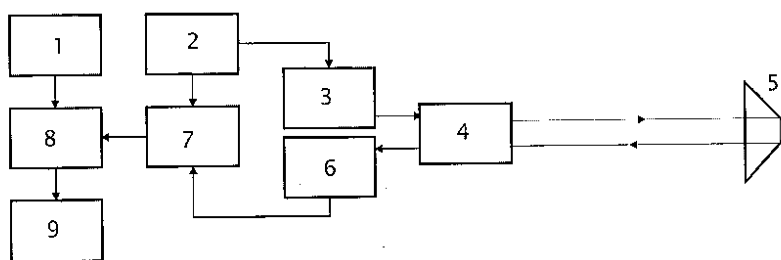
7.1-nji surat. Ýagtylyk uzakölçeýjisi bilen aralygy ölçemek.

Priýomoperedatçik ýagtylyk signalyny şöhlelendirýär, ony serpikdirijiden yzyna gaýdyp gelende kabul edip alýar. Şöhlelenenden soňra kabul edilýänçä aralykdaky wagty ölçeýär we geçilen aralygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplaýar:

$$D = \frac{v \cdot t}{2}.$$

Bu ýerde  $v$  – ýagtylygyň tizligi (orta şertlerde  $v \approx 299710$  km/s).

Wagty  $t$  hökmany ýokary takyklyk bilen ölçemek zerurdyr. Onda 1 santimetr aralygy ölçemekde takyklyk wagt birliginde  $10^{-10}$  s boljakdygyny göz öňünde tutmalydyr. Wagty ölçemek fazaly ýa-da impulsly usullar bilen ýerine ýetirilýär.



7.2-nji surat. Impulsly ýagtylyk uzakölçeýjisiniň shemasy.

Impulsly ýagtylyk uzakölçeýjilerinde (7.2-nji surat) şöhlendirmegiň lazer çeşmelerinde (3) impuls generatorynyň (2) täsiri bilen obýektiwiň (4) üsti bilen ýagtylyk impulsy periodiki goýberilýär. Şol bir wagtyň özünde ýokary takykly generatoryň (1) kömegi bilen goşujy, wagtlaýyn impulsalaryň (8) hasap mehanizmini (7) goýberýär (işledýär). Serpikdirijiden (5) gaýdan ýagtylyk impulsy üýtgediji gurluşa (6) gelip düşýär. Ol bolsa öz gezeginde goşujynyň (7) üsti bilen geçip hasap mehanizmini (8) saklaýar. Hasap mehanizmi (8) tarapyndan sanalan impulsar geçilen wagta proporsional we şoňa baglylykda hem ölçenilýän aralygy geçýär. Ölçeğiň takyklygyny ýokarlandyrmak maksady bilen çyzyk köp gezek ölçenilýär we netijeler prosessorda (9) anyklaşdyrylýar. Ölçenen aralyk tabloda öçüp ýanýar.

Ölçenen aralyklarda ýagtylygyň tizligine täsir edýän atmosfera basyşy, temperatura we howanyň çyglylygy bilen baglanyşykly düzedişleri girizýärler. Ýerdäki çyzgyň eňňitligini gorizontala ýagdaýyna getirmek üçin hem kesgitlenen düzedişleri hasaba almak zerurdyr.

Priýomoperedatçik konstruktiv aýratyn gural görmüşli bolup, ol elektron taheometriň düzümine girýän teodeolit geýdirmesi (насадку) ýa-da blogy bilen bilelikde hem ýasalýar.

Ýagtylyk uzakölçeýjileri özleriniň maksatlary boýunça döwlet geodeziki torlaryny gurmak, amaly geodeziýanyň, markşeyderiýanyň we topografiki surata almalary üçin niýetlenen görnüşleri hem bardyr.

Topografiki uzakölçeýjileriň takyklygy 2 - 3 santimetre, emma amaly geodeziýada ulanylýanlaryň takyklygy 2-3 millimetre barabardyr.

**Serpikdirijiler prizmaly we plýonka** görnüşli bolýarlar. Prizmaly serpikdirijiniň esasy elementi bolup aýna tripelp prizma bardyr. Tripelp prizma ýagtylyk şöhlelerini nireden gelen bolsa, şol ugra serpikdirýär. Ölçeğiň uzynlygyny ýokarlandyrmak üçin köp prizmaly serpikdirijiler ulanylýar.

Plýonkaly serpikdirijiler ýagtylygy **1 x 1 sm** we ondan uly ölçeğdäki plastik plýonkasyndan yzyna serpikdirýär. Plýonka ştrihler (meselem, wertikal we gorizontala) geçirilendir. Plýonkaly serpikdirijiler bilen çyzyklaryň uzynlygyny prizmaly usuly bilen deňeşdireniňde pesdir. Emma plýonkaly serpikdirijiler prizmalyny goýup bolmaýan ýerlerde, meselem, binanyň (gurluşyň) gerek bolan ýerine ýelmemek bilen berkitmek bolar. Ondan daşary hem plýonkaly serpikdirijiler prizmala seredende has arzandyr. Burç ölçeğerlerini ýerine ýetirmekde serpikdirijidäki ştrihleriň merkezi wizirlemek maksady bilen ulanylýar.

Ýeriň üstündäki predmetden signaly diffuzly serpikdirmegi ulanýan we serpikdirijini talap etmeýän ýagtylyk uzakölçeýjileri geodeziýanyň önümçiliginde bardyr. Şular ýaly uzakölçeýjileri hökmünde *“lazer ruletkalary”* durýar. Olaryň mysaly hökmünde **Disto** firmasynyň **Leica** (Şweýsariýa) guralyny görkezmek bolar. Guraly ştatiwsiz ulanýarlar, serpikdiriji hökmünde adamyň eli ulanylýar. Ýagtylyk şöhlisini gerek bolan obýekte seretdirýärler we guralyň şkalasynda 200 metre çenli aralygy 1.5 mm takyklykda alýarlar

## 7.2. Taheometriki surata almagy barada düşünje

*Taheomeriki plany almak diýende, ýeriň üstünde gorizonta we wertikal planyny stansiýada bir gezek duranda almaklyga düşünnilýär. "Teheometr" sözüniň gelip çykyşy grek sözi bolup, ol türkmen diline "Çalt ýa-da tiz ölçýäriň" diýen ýaly manyda terjime edilýär.*

Taheometrli plany almagyň netjesinde, ýer üstüniň sudurlary we relýefi teswirlenen topografiki plany ýa-da kartasy emele gelýär.

Taheometriki planlar aýratyn hem  $1:1000$ ,  $1:2000$ ,  $1:2500$  we  $1:5000$  masştablarda alynýar. Plany almagyň bu usuly köplenç çylşyrymly relýefi bolma-dyk, kiçi ýer üstüniň, şeýle hem çyzyk görnüşli uzalyp giden gurluşlaryň (binalaryň), meselem, ýollaryň, elektrik we telefon çyzyklarynyň, nebit, gaz, suw we başga turbaly geçirijileriň we ş.m. tuzalýan binalarynyň planyny almakda ulanylýar.

Taheometrli plany almakda guralyň goýulan nokadynda (stansiýada) durup, ýerdäki birnäçe nokada ornaşdyrylan peýkalara seredilýär we şu nokatlara çenli aralyk, onuň oriýentirleniş burçy hem-de nokatlaryň bir-birine baglylykda beýgelmegi we beýikligi kesgitlenilýär. Şulara esaslanyp, ýerdäki nokadyň üç sany koordinatasy stansiýa baglylykda nokatlaryň planly ( $x$ ,  $y$ ) we beýiklik ( $H$ ) ýagdaýy kesgitlenilýär.

Plan almagyň bu usulynda gorizonta we wertikal burçlary, taheometr, stansiýasyndan we reýkaly nokatlara çenli aralyklar-optiki, sapakly uzaklyk ölçýjiniň kömeginde ölçenilýär. Nokatlaryň arasyndaky beýgelemeler bolsa, triganimetriki niwelirlemegiň netjesinde kesgitlenilýär. Taheometriki plany almakdaky taýýarlyk işleri edil teodolit bilen plany almakdaky ýalydyr. Ýerde ýerine ýetirilýän işler: plany alynýan ýeri rekognossirowka etmek, plan almagyň torlarynyň punktlarynyň ýagdaýlaryny ýerde belgilemek, plany almagyň torlaryny döretmek, ýer üstüniň suduryny we relýefini plana düşürmek hem-de plany almagyň netjesini ýerde barlamakdan ybarat. Ýerde ýerine ýetirilýän ölçegleriň netijelerini (žurnallary, ýazgylary) barlamak, punktlaryň koordinatla-ryny, beýikliklerini we plany düzmek otag şertlerinde geçirilýär.

## 7.3. Taheometriki plany almakda işledilýän gurallar we enjamlar

Taheometriki plany almakda aýratyn teodolit-taheometriki reýkalary, topografiki ýagtylyk uzaklyk ölçýjileri işledilýär. Burçlary ölçýji gurallar teodeolit-taheometr, taheometr - awtomat we elektronly taheometr ýaly görnüşlerinde bolýarlar. Gaýtalanýan taheometriň wertikal tegelegiň alidadasyna urowen ornaşdyrylan hem-de optiki uzaklyk ölçýji, bussol bilen üpjün edilen teodolittir. Teodolit-taheometrlere mysal bolup:  $2T30$ ,  $2T30II$ ,  $2T5$ ,  $2T5KII$ ,  $TOM$ ,  $OTM30$ ,  $TT4$  we başga teodolitleri görkezmek bolar. Taheometriki ýörelgeleri geçirmekde aralygy ölçemek üçin teodolit-taheometrleriň görüş trubasyna dürli görnüşli uzaklyk ölçýji gurallary geýdirilýär.

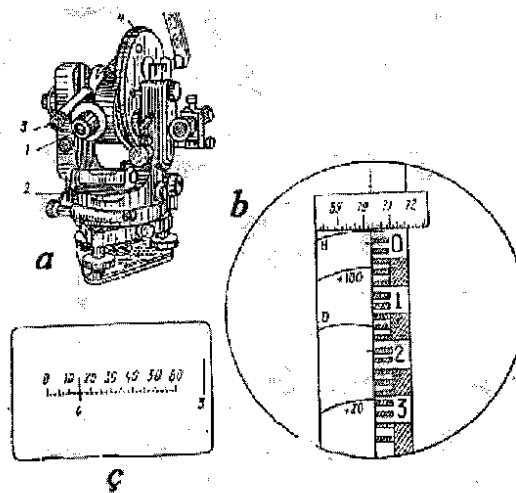
Taheometriki plany almakda soňky ýyllarda awtomat-taheometrleri hem-de elektronly taheometrleri giňden ulanylýar. Häzirki wagtda, aýratyn hem elektronly-taheometrleriň *EHM-lary* bilen birleşdirilmegi, ýer üstüniň sanly kartalaryny

döretmegiň ýeterlik esasyňy döretdi. Taheometriki surata almagyň ýörelgeleriniň analitiki esaslaryny döretmekde, *GPS* diýilýän, ýeriň daşyndan aýlanýan 28-30 sany geodeziki emeli hemralarynyň goýberýän signallarynyň esasynda, guralyň duran nokatlarynyň gönüburçly koordinatларыny kesgitleýän guraly bilen birleşdirilmegi, geodeziýa ylymyňyň öşmegini güýçli depginde artdyrdy.

Awtomat-taheometrlere öňki SSSR-de işlenilip çykarylan **TA-2**, öňki **GDR-de** işlenilip çykarylan “*Delf*” we “*Redt*” taheometrlerini mysal edip görkezmek bolar. Elektronly taheometrlerinde ähli geçirilýän ölçegler awtomatiki usulda alnyp barylýar. Nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri we beýiklikleri bilelikdäki mikrokompyuteriň kömegi bilen kesgitlemek has hem amatlydyr.

**TA-2** tipdäki awtomat taheometri görüş turbasynyň okulýarynyň(1) ýanyndaky gorizonta tegelekden(2) hasap alar ýaly şkalasyny mikroskopyň okulýary(3) ornaşdyrylan, ondan seredeniňde gorizonta tegelegiň limbi we hasaby almagyň bölek bahasy görünýär (9.3-nji surat). Limbiň bölek bahasy  $1^\circ$ , hasaply böleginiňki bolsa  $1'$  bahany alýar. Ondan göz çeni bilen çemeleşip  $0,1'$ -a çenli takyklykda hasap almak bolar, meselem, suratdaky hasap  $4^\circ 14,5'$  bolar.

Awtomat-taheometriň wertikal tegelegi(4), limbi çüýşeden ýasalan tegelege **10'-dan** araladyp, burçuň bahalary hem-de raýka seredip, nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri we aralyklary ölçemek maksadynda hyzmat edýän diagramma çyzylandyr (8.3-nji surat). Diagrammada esasy egri çyzyk(**H**), aralygyň gorizonta kesiminiň proyeksiýasyny kesgitleýän egri çyzyk(**d**) hem-de beýgelmäni ölçeyän alty sany egri çyzykdan ybarat. Beýgelmäni ölçemegiň egri çyzyklaryň koeffisiýentleri  $\pm 10$ ,  $\pm 20$  we  $\pm 100$  sanlar bolup durýar. Diagrammany wertikal tegelegiň çep tegeleginde bolan ýagdaýynda görmek bolar. Wertikal tegelegiň bölekleri we diagrammany egri çyzyklarynyň reswiri, linza we linzaly prizma ulgamlary arkaly görüş turbasyna geçirilýär we okulýardan seredende kümüş reňki berlen  $\Gamma$  şekili görünýär.



7.3-nji surat. Taheometr awtomat.

Birnäçe çyzygyň gorizonta proyeksiýalaryny we beýgelmelerini ölçemek maksadynda **TA-2** teheometri çyzygyň başlangyç nokadyna, reýka bolsa ahyrky nokada ornaşdyrylýar. Görüş turba reýka nyşanalanylýar, soňra reýka okulýar-dan görünýän  $\Gamma$  sypatly şekiliň sag tarapyna dogurlanylýar. Reýkanyň nul sany guralyň beýikligine göterilip, diagrammanyň esasy egri çyzygy( $H$ ), reýkanyň nul sanyna göterilýär. Aralygyň gorizonta egriniň garşysyndan, reýkanyň sanly böleginden hasap alynýar. Bu hasaby egri çyzygyň koeffisiýentine köpeldilip, aralygyň gorizonta proyeksiýasy we nokatlaryň özara beýgelmesi kes-gitlenilýär. Meselem, esasy egri çyzyk( $H$ ) bilen aralyk egri çyzygy,  $D$ -iň arasynda dogry gelyän reýkanyň bölekleriniň sany  $17,3 \text{ sm}$  (14.1-nji ç surat) bolar. Onda çyzygyň gorizonta proyeksiýasy  $S = 17,3 \text{ sm} \cdot 100 = 17,3 \text{ m}$  bolar. Esasy egri çyzyk( $H$ ) we onuň koeffisiýenti  $+20$  bolan beýgelmäniň egri çyzygyna dogry gelyär. Reýkanyň bölekleri(reýkadan alnan hasap boýunça) **32,3 sm** bolsa, onda beýgelme  $h = (+20) \cdot 32,3 \text{ sm} = +6,44 \text{ metr}$  bolar. Beýgelmäni esasy egri çyzyk( $H$ ) we onuň koeffisiýenti  $+100$  bolan egri çyzygynyň arasynda dogry gelyän reýkanyň bölekleri arkaly hem hasaplamak bolar. Meselem, suratda egri çyzyk we onuň koeffisiýenti  $+100$  bolan beýgelme egri çyzygynyň aralygyna reýkanyň  $6,4 \text{ sm}$  bölegi dogry gelipdir. Onda beýgelme  $h = (+100) \cdot 6,4 \text{ sm} = +6,4 \text{ m}$  bolar.

Görüş turbasyndan görünýän  $\Gamma$  sypatly aýnanyň sag tarapyndaky üç sany çyzyk, aralyk ölçeyji çyzyklary bolup, koeffisiýenti 100-e deň. Aralygyň optiki sapakly uzaklygy ölçeyji çyzyklarynyň kömegi bilen kesgitlenen uzynlygy tapylýar. Suratda sapakly uzaklyk ölçeyji bilen ölçenen aralygy  $D = 19,4 \text{ sm} \cdot 100 = 19,4 \text{ metre}$  deňdir.

Sypatly ( $\Gamma$ ) aýnanyň wertikal burçly aýnadaky indekse dogurlanyp, wertikal tegelekden  $1'$ -a çenli takyklykda hasap alynýar 9.3-nji ç suratda wertikal tegelekden alnan hasap  $70^{\circ}10'$  baha deň.  $TA-2$  taheometrinden wertikal tegelegiň nul ýerini, şu aşakdaky formulanyň kömeginde hasaplap çykarmak bolar:

$$NY = \frac{1}{2} \cdot (R + L - 180^{\circ});$$

Wertikal burçy( $\nu$ ) hasaplamak üçin şu aşakdaky formula ulanylýar:

$$\nu = \frac{1}{2} \cdot (R - L - 180^{\circ});$$

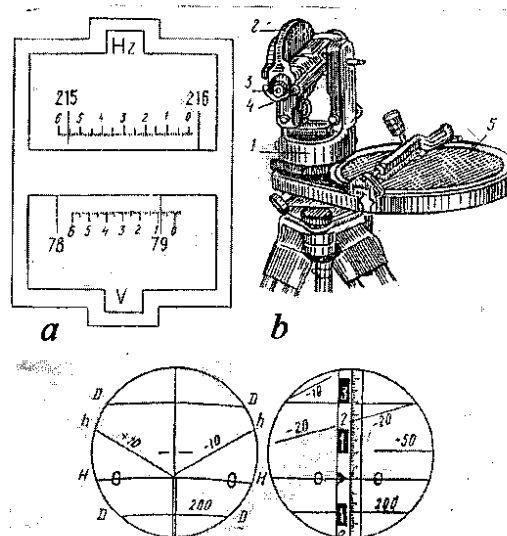
ýa-da wertikal burçy ölçemek üçin gysgaldylan formulany ulanmak bolar:

$$\nu = NY - L = (R - 180^{\circ}) - NY.$$

Bu ýerde  $R$ -teodolit-teheometriň sag tegeleginden alnan hasap, gradusda;  $L$ -çep tegeleginde alnan hasap, gradusda.

Teodolit-teheometriniň nul ýagdaýynyň  $90^{\circ}$ -a deň bolmagy gerekdir. Munda wertikal burç  $\nu = 90^{\circ} - L$  bolar. Suratda wertikal burç  $\nu = 90^{\circ} - 70^{\circ}10' = +19^{\circ}50'$  baha deň bolar.





7.4-nji surat. Taheometr Delt

TA-2 teheometri bilen işlemegin netijesini berlamak wagtynda, gorizonta burçy bir usulda  $\pm 7''$  ortaça kwadrat ýalňyşlyk bilen, ýapgytlyk burçuny bolsa  $\pm 25''$  takyklykda ölçemek mümkin. Bu teodolit bilen aralyklaryň gorizonta proyeksiýalary takmynyn 1:500-1:700 orta kwadrat ýalňyşlyk bilen ölçenilýär. Egri çyzygyň koeffisiýenti  $\pm 10$  bolanda 50-100 m aralykda beýgelmesi göni we ters ugurda  $\pm 1,6$  sm takyklykda, 100-180 m aralykda 2,1 sm, 340 m aralykda bolsa 4 sm takyklykda ölçemek bolar.

“Delt” teheometri wertikal tegelegi optiki mikroskoply teodeolitdir (7.4-nji b surat). Onuň gorizonta (1) we wertikal (2) tegeleklerinden hasaplar, görüş turbasynyň (3) ýanyna ornaşdyrylan turba (4) arkaly göz bilen çemeläp 0,1'-a çenli takyklykda alynýar. 7.4-nji suratda gorizonta tegelekden (Hz) alnan hasap  $215^{\circ}55,4'$ , wertikal tegelekden (V) alnan hasap bolsa  $79^{\circ}08,5'$  bolar.

Tegelegiň çep tarapyndaky görüş turbasyndan uzaklyk ölçeýjisiň sapaklary, esasy egri çyzyk (H) hem-de aralygyň gorizonta proyeksiýalaryny ölçemegini egri çyzygy (D), beýgelmegi ölçemegini egri çyzyklary görüňär. 8.4-nji d suratda bolsa görüş turbasyny gyýaladyp reýka sereden wagtynda görüş meýdany teswirlenen “Delt” taheometrinde aralygyň gorizonta proyeksiýasyny ölçemek, uzaklyk ölçeýjiniň koeffisiýenti 200, egri çyzygynyň (H) ýokarsynda 100, aşagynda bolsa 200, beýgelmäni ölçemek maksadynda egri çyzyklaryň koeffisiýentleri  $\pm 10$ ,  $\pm 20$  we  $\pm 100$  bahalary alýar. Aralygy we beýgelmeleri ölçemekde esasy egri çyzyk (H) reýkanyň nul hasabyna dogurlanylýar. Reýkadan alnan hasaplar, esasy egri çyzyk (H) bilen aralygyň gorizonta proyeksiýasyny kesgitlemek we beýgelmäni ölçemegini egri çyzyklarynyň arasyndaky aralygy görkezýär. 6.3.2-nji g suratda esasy egri çyzyk (H) bilen aralygyň gorizonta

projeksiýasyny kesgitlemek, ýokarky egri çyzygyň koeffisiýentiniň 100 bolanlygyndan, çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy  $0,292 \cdot 100 = 29,2 \text{ m}$  bolýar. Esasy egri çyzyk bilen aşaky egri çyzygyň arasyndaky hasap  $0,146 \text{ m}$ . Bu egri çyzygyň koeffisiýenti 200-e deň, şonuň üçin ölçenilýän çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy  $0,146 \cdot 100 = 29,2 \text{ m}$  bolar. Ölçeği barlamak maksadynda, çyzygyň uzynlygyny ikinji gezek ölçeyäris. Esasy egri çyzyk(H) bilen beýgelmäni ölçemegiň egri çyzygynyň (-20), wertikal çyzyk bilen reýka-nyň kesişýän yerinden alnan hasap  $0,218 \text{ m}$  baha deň. Şu baha boýunça beýgel-mäni kesgitleseň, onda  $h = 0,218 \cdot (-20) = -4,26 \text{ m}$  bolar. Eger-de guralyň beýikligi  $i = 1,40 \text{ m}$  bolsa, nokadyň beýgelmesi egri çyzyk boýunça kesgitlenen sana deň bolýar. Guralyň beýikligi reýkanyň nul bahasyna deň bolmasa ýa-da reýkanyň nul bahasy aşakda bolanlygyndan(ýer üstüniň päsgelçiligi sebäpli) görünmese, esasy egri çyzyk reýkanyň başga bir bahasyna dogurlanylýar. Bu ýagdaýda guralyň beýikligi( $i$ ) we esasy egri çyzyk(H), nyşanalanyan reýkanyň beýikligi( $v$ ), beýgelmäniň egri çyzygy boýunça kesgitlenen nokatlaryň arasyndaky beýgelä( $h$ ) düzedişler girizilýär. Şu ýagdaýda beýgelme aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$h = h' + i - v$$

“Delt” taheometriniň kömeginde aralyk we beýgelme TA-2 taheometriniň takyklygynda kesgitlemek bolar. “Delt” taheometrine tegelek görnüşli metal disk-stoljygy(5) ornaşdyrylan bolýar. Diske mahsus kagyz-astrolon goýulýar. Alidada aýlandyrylanda disk bilen birlikde aýlanýar, şol ýagdaýda diskdäki çyzygyç boýunça çyzyk çyzmak we aralygy berlen masştabda kiçeldip surata düşürmek bolar. Diýmek, plan almak wagtynda her bir stansiýada durup alnan sudurlar yerini üstünde çyzylyp gidilýär.

“Redi” reduksion taheometri goşmaça teswirli uzaklygy ölçeyjisi bar. Bu uzaklyk ölçeyjiniň kömeginde 180 m-e çenli aralygy 1:5000 otnositel ýalňyşlyk bilen ölçemek bolar. Şu guralda mahsus gorizonta reýka goldanylýar. Hasap bölekli mikroskopa seredeniňde gorizonta we wertikal tegelekleriň bölekleri hem-de ýapgytlyk burçlaryň tangensi(tg) we alynýan hasaply bölek görünýär. Ýapgytlyk burçuň tangensini aralygyň gorizonta proyeksiýasyna köpeltmek ýoly bilen gural ornaşdyrylen nokatda durup, ýerdäki nokadyň beýgelmesi tapylýar. Bu taheometr bilen gorizonta burçlary doly usulda(priýomda)  $\pm 5'$ , orta kwadrat ýalňyşlyk bilen ölçemek bolar. Wertikal tegelekden 0,2'-a çenli takyklykda hasap alynýar. Ýapgytlyk burçy uly bolmadyk 100 m aralykda beýgelmäni ölçemegiň takyklykgy 2-5 sm-e çenli çäkde bolýar.

#### 7.4. Trigonometriki niwelirlemek

**Triganometriki niwelirlemekde beýgelmäni kesgitlemekde** berlen çyzygyň ýap-gytlyk burçy we onuň uzynlygyna eseslanýar (7.5-nji surat). Suratda ABS üçburçlygyň BB' tarapy, şu üç-burçlygyň B nokadynyň A nokadyna baglylykda beýgelmesi( $h$ ) bolýar. Beýgelmäni kesgitlemek üçin A nokada teodolit, ýa-da teo-dolit-taheometr, B nokada bolsa dik(wertikal) ýagdaýda çelgi(reýka) ornaşdyrylýar. Teodolit-taheometriň görüş turbasyndan çelginiň ujyna, suratda M

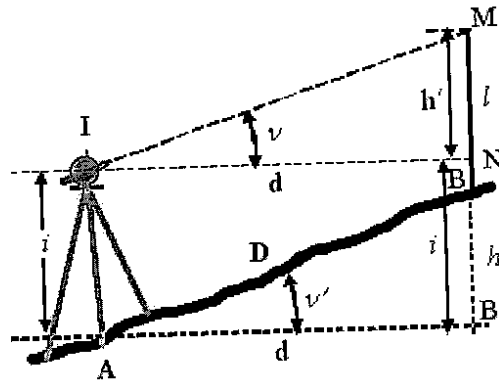
nokada seretdirip ýapgytlyk burçuny ( $\nu$ ) ölçýäris. Ýerdäki  $A$  we  $B$  nokatlaryň arasyndaky aralygyň gorizontaly proyeksiýasy  $AB=d$  bolsa  $MIN$  üçburçlukdan aşakdakyny almak bolar:  $MN = h' = d \cdot \operatorname{tg} \nu$ ; suratdan görmüşi boýunça  $h + l = i + h'$ .

Bu formu;adan  $h'$  ornuna, onuň bahasyny goýsak, onda şu aşakdakyny alarys:

$$h + l = d \cdot \operatorname{tg} \nu + i$$

Formuladan beýgelmäni tapsak, onda şu aşakdakyny alarys:

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \nu + i - l$$



7.5-nji surat. Beýgelmäni kesgitlemegiň shemasy.

Beýgelmäni şu ýokarda görkezilen formula boýunça hasaplap çykarmakda  $d \cdot \operatorname{tg} \nu$ -nyň bahasyny tapmak üçin mahsus tablisadan ýa-da hasaplaýyş mikro-kalkulýatorlardan peýdalanmak bolar. Şurata almagyň wagtynda guralyň ( $i$ ) we çelginiň ( $l$ ) beýiklikleri ruletkanyň ýa-da reýkanyň kömeginde ölçenilýär. Eger-de guralyň beýikligine deň bolan  $BN$  kesim  $B'$  nokada ornaşdyrylan çelgiden, öňden guralyň beýikligine deň bolan aralgyny belgilenip goýulsa we taheometr bilen wertikal burçy ölçemekde, onuň nyşanalayjy şöhlesi şu çelgä nyşanalansa, onda  $i = l$  bolanlygyndan niwelirlemegiň formulasy aşakdaky görmüşe gelyär:

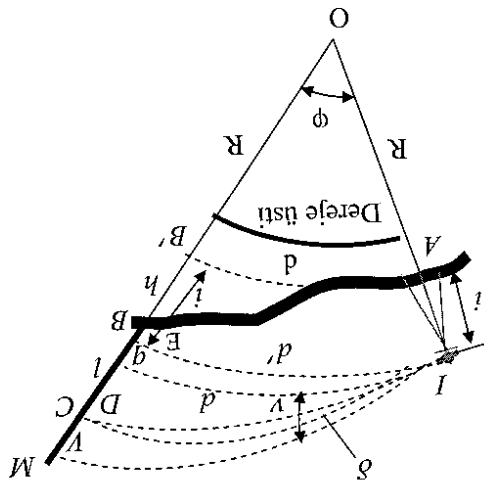
$$h = d \cdot \operatorname{tg} \nu.$$

**Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasyny** hasaba almak bilen, beýgelmäni hasapla-maga girizilýän düzediş şu aşak-daky tertipde geçirilýär. Ýokardaky bellenen formuladan aralygy ýakyn, **300 metre** çenli bolan iki nokadyň bir-birine baglylykda beýgelmesini kesgitlemekde ulan-mak bolar. Çünki beýgelmäni kesgitlemegiň bellenen formula-synda Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasynyň beýgelmä edýän täsiri göz önünde tutul-mazdan alnandyr.

Uzak aralyklary (300 metrden köp bolsa) trigonometriki niwelirle-mekde Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasynyň beýgelmäni kesgitle-mege edýän

täsinimi göz öünde tutmak bilan kesgitlenilmelidir. Yerin sferikligi we atmosferanyň refraksiýasynyň beýgellemäge nähili täsir edşine düşünmek maksadynyda mysala seredeliň (7.6-njy surat). Suratda trigonometrik niwelirlenmegiň sadalaşdyrylan görnüşündäki gyzgysynada, A nokada ornashdyrylan teodolit-tahometriň beýikligini(i), B nokada dik ornashdyrylan çelginini beýikligi (l) görkezilen. Teodolit - tahometriň wertikal oky we çelginini oky ugurlarda dowam eldirilse, yeriň merkezinde  $\phi$  burçy emele getirip kesişýär. Bu burça **merkezi burç** diýilýär. Suratda R – Yeriň radiusy.

Eger-de A nokadan Yeriň dereje(urrowen) üsti geçirtise, onda  $AB'$  duga emele gelýär. Şu ýerde  $BB'$  gyzgynyň uzynlygy A nokadyn B nokada baglylykda beýgelmesini görkezýär. Şular ýaly teodolit-tahometriň gorizonttal okundan dereje üsti geçirtise, onda  $IE$  duga emele gelýär.  $BE$  gyzgynyň uzynlygy bolsa, guralyň beýikligine deň bolýar. Suradan görnüş i ýaly,  $ID$  gorizonttal nysanalaryň şöläniň ugry  $IE$  duganyň ugry bilen gabat gelýär. Şu ýerde  $ED=q$  gyzgynyň uzynlygy, Yer üstüniň sferikliginiň beýgelma edýän täsiri üçin girtizil-yän düzedişdir.



7.6-njy surat. Trigonometrik niwelirlenmede beýgelmaniň kesgitlenişi.

Howanyň basyşynyň dürti nokatlarda dürlice bolanlygynydan gelýän şöhle  $MI$  göni gyzyk boýunça däl-de, belki  $IC$  dugasyna bolan  $ID$  göni gyzyk bilen ýöneleýär. Diýmek, wertikal burçy ölçemek wagtynda atmosferanyň refraksiýasynyň täsiri netijesinde  $\angle CID$  burçuň ýerine  $\angle DIM$  burçy ( $v$ ) ölçenilýär,  $v$  burç  $\angle CID$  burçundan refraksiýa burçy( $d$ ) ýaly tapawutlanýar. Şu ýagdaýda refraksiýanyň nokadyny beýikligine edýän täsiri üçin girtizil-yän düzediş  $MC=r$  gyzgyny uzynlygynydan ybarat bolýar.

Suradan görnüşine esaslanyň şu aşakdakyny ýazmak bolar:

$$h + l + r = v + q + i$$

$IDM$  üçburçlyk göni diýip hasap edilse, onda  $d = d'$  bolýar, onda

$$v = d \cdot tg v$$

$\nu$ -iň bahasyna onuň bahasyny goýsak, onda şu aşakdakyny alarys:

$$h + l + r = d \cdot \operatorname{tg} \nu + q + i$$

onda

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \nu + i - l + (q - r)$$

gelip çykyar. Eger-de  $(q - r)$  aňlatmany  $f$  bilen belgilesek, onda

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \nu + i - l + f$$

bolýar. Bu ýerde  $f$ -ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasy üçin girizilýän düzedişler.

Ýeriň sferikligi üçin girizilýän düzedişler nyşalaýjy şöhläniň dereje üstüne parallel bolan  $d'$  duga dogry gelmezden, gorizonta çyzyga ( $IB$ ) dogry gelmegi netijesinde emele gelýär. Bu düzedişiň formulasyny aşakdaky ýaly ýazmak bolar:

OID gönüburçly üçburçlukdan şu aşakdakyny almak bolar:

$$OD^2 = OI^2 + ID^2$$

OE we OI Ýeriň radiusy( $R$ ) diýip kabyl edilse, onda

$$OD = R + q; OE = R; ID = d.$$

Bahalary formula goýmak bilen şu aşakdakyny alarys:  $(R + q)^2 = R^2 + d^2$ ;

Bu ýerden:

$$q = \frac{d^2}{2 \cdot R + q}.$$

2· $R$ -baha görä  $q$ -niň örän kiçi bahany alýanlygy sebäpli, ol göz önünde tutulmaýar. Ýer üstüniň sferikligi üçin beýgelmäni kesgitlemäge girizilýän düzedişiň umumy formulasy şu aşakday ýaly bolar:

$$q = \frac{d^2}{2 \cdot R}.$$

Refraksiýanyň täsiri netijesinde beýiklige girizilýän düzediş şu aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlenilýär:

$$r = 0,16 \cdot q = 0,08 \cdot \frac{d^2}{R}.$$

Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasynyň beýikligi kesgitlemegine täsiri netijesinde girizilýän düzedişler bilelikde şu aşakdaky baha deň bolar:

$$f = q - 0,16 \cdot q = 0,42 \cdot \frac{d^2}{R}.$$

Ýeriň sferikligi we refraksiýasy üçin beýgelmäni kesgitlemäge girizilýän düzedişiň bahasyny trigonometriki niwelirlemegiň formulasynda ornuna goýsak, trigonometriki niwelirlemegiň fomulasy aşakdaky görnüşe geler:

$$h = d \cdot \operatorname{tg} \nu + i - l + 0,42 \cdot \frac{d^2}{R}.$$

Formuladan görnüşi ýaly Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasy üçin girizilýän düzedişler niwelirlenilýän çyzygyň uzynlygyna göni proporsionaldyr. Diýmek, niwelirlenilýän iki nokadyň arasyndaky aralyk näçe uly boldygyça, oňa girizmeli düzedişleriň mukdary artýar.

Aralygyň bahasy 300 metrden gysga bolsa, Ýeriň sferikligi we refraksiýasy üçin girizilýän düzediş 1 sm-den kiçi bolýar. Şonuň üçin topografiki kartalaryny almakda, aralyk 300 metrden uly bolsa, belli düzedişler göz önünde tutulýar.

Aralygy, optiki uzaklygy ölçeyji bilen ölçemekde peýdalanylýan trigonometriki niwelirlemegiň formulasy belli bir derejede tapawutlanýar. Ýokarda görkezilen trigonometriki niwelirlemegiň formulalaryny, iki nokadyň arasyndaky aralygynyň, gorizonta proyeksiýasy belli bolan ýagdaýynda ulanmak bolar. Trigonometriki niwelirmekde ýapgytlyk burçy optiki uzaklygy ölçeyji bilen ölçenen bolsa, beýgelmäni kesgitlemegiň formulasy başgaça bolar. Ýagny,  $h = d \cdot \operatorname{tg} \nu$  formuladaky  $d$ -niň ornuna, uzaklyk ölçeyji bilen ölçenen aralygyň bahasyny ( $d = k \cdot l \cdot \cos^2 \nu$ ) goýsak, formula aşadaky görnüşi alar:

$$h = k \cdot l \cdot \cos^2 \nu \cdot \operatorname{tg} \nu;$$

formuladaky

$$\operatorname{tg} \nu = \frac{\sin \nu}{\cos \nu}$$

bolanlygyndan, beýgelme şu aşadaky ýaly hasaplanylýar:

$$h = k \cdot l \cdot \cos \nu \cdot \sin \nu.$$

Trigonometriýadan belli bolşy ýaly  $2 \cdot \cos \nu \cdot \sin \nu = \sin 2\nu$  baha deňdir. Onda formula goýmak bilen şu aşadaky alarys:

$$h = \frac{1}{2} \cdot k \cdot l \cdot \sin 2\nu.$$

Bu ýerde  $k$ -optiki uzaklygy ölçeyjiniň koeffisiýenti;  $l$ -reýkadan alnan hasap.

Biz ýokardaky guralyň beýikligi bilen çelginiň beýikligini bir-birine deň, ýagny  $i = l$  bolan ýagdaýynda trigonometriki formulanyň alnyşyny gördük. Taheometri çelginiň ýokarsyna(ujyna) nyşanalanlarynda hem-de niwelirmekde Ýeriň sferikliginiň, atmosferanyň refraksiýasynyň täsirleri göz önünde tutulan-da, alnan trigonometriki niwelirlemegiň formulasy aşadaky ýaly bolýar:

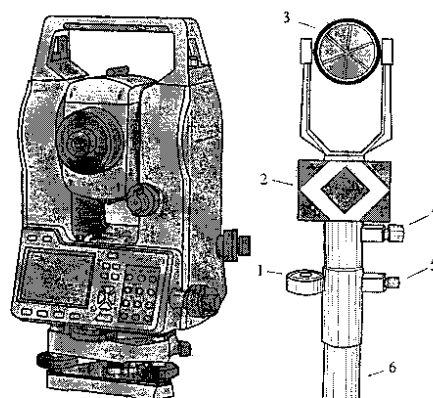
$$h = \frac{1}{2} \cdot k \cdot l \cdot \sin 2\nu + i - l + f.$$

Niwelirmek wagtynda guralyň beýikligi we çelginiň uzynlygy ruletkanyň ýa-da başga bir uzynlygy ölçeýji guralyň kömeginde ölçenilýär. Ýeriň sferikligi we atmosferanyň refraksiýasy üçin girizilýän düzediş( $f$ ), mahsus tablisalardan alynýar.

Niwelirlenilýän iki nokadyň aralygy 300 metrden gysga bolanda hem-de guralyň we çelginiň beýiklikleri bir-birine deň ýagdaýlarynda, beýgelmäni kesgitlemegiň doly formulasynda  $i$  we  $l$  göz önünde tutulmaýar(hasaba alynmaýar).

## 7.5. Elektron taheometrler

**Elektron taheometri** – bu özüne ýagtylyk uzakölçeýjini, elektron teodoliti we mikro-EHM birleşdirýän guraldyr. Ýagtylyk uzakölçeýjisi serpikdirijä çenli aralygy ölçeýär. Elektron teodolitiniň gorizonttal we wertikla tegeleginiň datçikleri tegelekler boýunça hasaplary berýär. Aralyklaryň we burçlaryň hasaplary indikasiýa we registrasiýa usullarynda geçirilýär. Mikro-EHM geodeziki mysallaryň bütewi hataryny çözmäge mümkinçilik berýär. Onuň üçin gural gerek bolan amaly programmalar bilen üpjün edilendir. Ölçemegiň we hasaplamagyň netijesinde alnan informasiýalar guralyň tablosynda ýanyp oçýär. Şeýle-de guralyň içki huşunda (ýadynda) hasaba alynýar (registirlenýär) we geljekki (soňraky) kompýuterde işlemek maksady bilen fleş - kartalarda fiksirlenýär (hasaba alynýar).



7.7-nji surat. Elektron taheometr:

- a) – esasy gural; b) – bir wagtlaýyn serpikdiriji: 1 – urowen;  
2 – wizirleýji marka; 3 – prizma; 4, 5 – berkidiji nurbatlar;  
6 – ştanga.

Elektron taheometri düzgün boýunça dolandyrmagyň iki panelini alýar. Bu paneller guralyň iki tarapynda hem ýerleşendir. Dolandyryş panelinde displeý, ölçeg prosessini dolandyrmak we el bilen informasiýany girizmek üçin klawiatura ýerleşdirilendir. Informasiýalary girizmegi we dolandyrmagy distansion pultunyň (kontrolleriň) kömegi bilen amala aşyrmak hem bolar. Taheometr paneli görmek

üçin ýagtylandyryji gurluşyny hem alyar. Şeýle-de serpikdirijili çelgini (wehany) çyzygyň üstünde goýmagy ýeňilleşdirýän, guralyň trubasynyň ugruny ýagtylyk ýygynyň kömegi bilen görkeziji hem bardyr (7.7-nji surat).

Elektron taheometrleriň programma bilen üpjün edilmegi geodeziýada köp sanly meseleleri çözmäge mümkinçilik berýär. Adatça stansiýa baradaky berlenleri (maglumatlary) girizmek we saklamak, onuň koordinatlary, nokatlaryň tertibi, guralyň beýikligi, operatoryň ady, sene, wagt, howa baradaky maglumatlar (ýeliň ugry, tizligi, temperatura, basyş) göz önünde tutulýär.

Ölçegleriň netijesi boýunça gorizonta we wertikal burçlary, çyzygyň direksion burçlaryny, gorizonta kesimiň uzynlygyny (priloženiýany), beýgelmäni, serpikdirijiniň goýlan nokadynyň beýikligi, koordinatlar artmasy, seredilýän nokadyň tekiz we giňişlik koordinatlary ýaly hasaplanylýar. Şonuň ýaly-da kesişmeleriň netijeleri boýunça koordinatlar, nokatda serpikdirijini goýmak üçin elýeterli bolmadyk aralyklary (geçip bolmaýan aralyklary) we koordinatlar, elýeterli bolmadyk obýektiň beýikligini kesgitlemek ýaly hasaplamalary geçirmek mümkinçiligi hem göz önünde tutulýar. Şeýle-de elektron taheometrlerinde taslamalary ýeriň üstüne geçirmek işlerini geçirmekde, nokatlary berlen koordinatlar bilen nokatlary teswirlemekde (süýşürmekde) aralyklary we burçlary hasaplamak programmalary hem ulanylýar. Elektron taheometrlerinde geodeziki meseleleri çözmekde ýagtylyk şöhleleriniň atmosferadaky refraksiýasy hasaba alynýar.

Häzirki döwürde dünýä bazarlarynda elektron taheometrleriň giň modelleri döredildi. Olar dürli firmalar, olaryň hatarynda Uralyň optiko-mehaniki zawodyny (Russiýa), *Sokkia* (Ýaponiýa), *Trimble* (ABŞ), *Leica* (Şweýsariýa) we beýlekileri bellemek mümkin. Bu firmalaryň ondurýan gurallary özleriniň häsiýetleri boýunça bir-birinden tapawutlanýarlar. Elektron taheometrleri bilen burçlary ölçemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy 1"-dan 6"-a çenli çäklerde alynýar. Bir prizmalı serpikdirijilerde maksimal uzynlygy 1600 metrden 5000 metre çenli çäkte berilýär. Bu ýagdaýda ölçegiň takyklygy ortaça  $2 \text{ mm} + 2 \times 10^{-6} D$  ýaly häsiýetlendirilýär, bu ýerde  $D$  - aralyk. Elektron taheometrleriň köp sanlysy aralygy serpikdirijisiz ölçýär. Şular ýaly ölçegleriň uzynlygy dürli gurallarda 70-350 metr çäklerinde üýtgeýär.

Elektron taheometrleriň ulanylmagy köp derejede işiň öndürijiligini ýokarlandyryr, ölçegleriň netijelerini işlemegi sadalaşdyrýar we gysgaldýar, ýerine ýetiriji bilen baglanyşykly bolan hasaplaryň wizual alynmagy, ölçegiň netijelerini žurnala ýazmak we hasaplamalary geçirmek bilen baglanyşykly ýalňyşlyklary aradan aýyrýar. Elektron taheometrleri bilen işlenende meýdan hasaplamalaryny geçirmek üçin ýanyňa kalkulýatory almak meselesi bolmaýar.

## 7.6. Skaner surata almagy

**Lazer skaneri** – bu surata alynýan obýektiň üstünde ýerleşýän köp sanly nokatlaryň giňişlik koordinatlaryny awtomatiki kesgitlemek üçin niýetlenen guraldyr.



Skaner obýektiň üstünden serpiýän we gurala gaýdyp gelýän lazer şöhlelerini goýberýär (goýberýär). Signalyň geçiş wagty boýunça edil ýagtylyk uzakölçeýjilerinde bolşy ýaly serpigene nokada çenli aralyk kesgitlenilýär.

Guralyň ädimleýji dwigateli aýnalaryň (zerkalalaryň) sistemasy bilen lazer şöhlesiniň ugruny üýtgedýär. Aýnalaryň (zerkalaryň) öwürülme burçy we ölçenen aralyklar boýunça nokatlaryň üç ölçegli koordinatlary hasaplanylýar.



7.8-nji surat. **Leica HDS2500** Lazer skaneri.

Skaner interfeýsli kabeliň üsti bilen kompýutere birleşdirilýär. Kompýuter bolsa goýlan programma arkaly skaneriň işini dolandyryar we ölçegiň netijelerini hasaplaýar.

Surata almagy geçirmekde obýektiň üsti “nokatlaryň toplumy” bilen örtülýär, ol bolsa köpsanly nokat bolup, olaryň gürügi millimetriň ülsünden başlap birnäçe santimetre çenli çäklerde berlip bilner. Ölçegleri netijelerini işlemek bilen obýektiň üç ölçegli modelini alarys. Bu modeli kompýuteriň ýaýlymynda görmegiň dürli burçlarynda we dürli proyeksiýalarda, şeýle-de ol boýunça surata alynýan obýektiň gyzyklanýan böleginiň ölçeglerini geçirmek mümkin.

Skaneriň çäklenen görüş meýdanynyň bolmagy we obýektiň formasy, köplenç onuň ähli bölegini, skaneriň bir gezek stansiýada goýulmagy bilen almaga mümkinçilik bermeýär. Şonuň üçin hem skanirlemegi surata alynýan obýekti birnäçe stansiýadan “*nokatlar toplumy*” bilen ýapmak bilen geçirýärler. Bu ýagdaýda nokatlar toplumy bir stansiýadan beýlekisine geçende bir-birini gaplamalydyr. Ýagny goňşy stansiýalar bir-birleri bilen umumy nokatlaryny almalydyr. Bu bolsa her bir stansiýany edil bütewi görnüşinde “*tikmäge*” mümkinçilik döredýär. Şular ýaly nokatlar hökmünde obýektiň has anyk nokady ýa-da surata almazyndan ozal obýektde goýlan ýörite nyşanlar (мишен) алынýар. Gerek bolan ýagdaýynda geodeziki ölçegleriň nyşanlarynyň merkezi bar bolan geodeziki tora birleşdirilýär. Şular ýaly baglanyşdyrmak bilen ähli surata alynýan model ýeke-täk geodeziki koordinatlar sistemasynyň totuna birleşdirilýär.

Skanerler dürli takyklykda ulanylýar (7.8-nji surat). Skanerleri saýlamak saýlanyp alnan meselä baglydyr. Takyk skanerler surata alynýan obýektiň guraldan 50 metr bolanda nokadyň ýagdaýyny kesgitlemegiň ýalňyşlygy 3-6 millimetre çenli çäklerde bolýar. Skanerden obýektlere çenli aralyk 400 metr we ondan köp bolan ýagdaýynda birnäçe santimetr takyklykda alynýar.

Lazer skanirlemek usuly ýer üstüniň planyny operatiw düzmek gerek bolan ýagdaýynda, şeýle-de binalary ýa-da jaýlaryň arkalaryny surata almakda we binalaryň takyk çyzgylary gerek bolsa ulanylýar.

### 7.7. Taheometriki plany almakda ýerde ýerine ýetirilýän işler

Taheometriki plany almakda teodolit-niweliri, teodolit-beýiklik we taheomet-riki ýörelgelerine esaslanýlar. Ýeriň üstüniň sudurlaryny we relýefini plana almakda, toruň punktlary stansiýa bolup hyzmat edýär. Punktalaryň bir-birinden görünmedi we töwerekdäki ýeriň plana alynmagyny ýakynlaşdyrmak gerekdir. Üzaboýuna uzalyp gidýän desgalaryň taheometriki planyny almak maksadynda ýörelge, plany alynýan ugurlaryň ortasyndan geçirilýär. Meýdanyň pla-nyny almakda, onuň töwreginden ýapyk poligon (köpburçluk), eger-de surata alynýan ýeriň çägi uly bolsa, ýagny ýörelgäniň daş töwe regindäki nokatlaryndan, onuň içindäki sudurlary ýa-da relýefli nokatlary surata almaga mümkinçiligi bolmasa, onda poligonyň içinden diagonal ýörelgesi geçi-rilýär. Açyk ýeriň 1:1000 masştably taheometriki planyny almakda 1 km<sup>2</sup>-da punktlaryň sany 16-dan, 1:2000 masştabda plany almakda-12-den, 1:5000 masştabda plan almakda bolsa 4-den az bolmazlygy hökmanydyr.

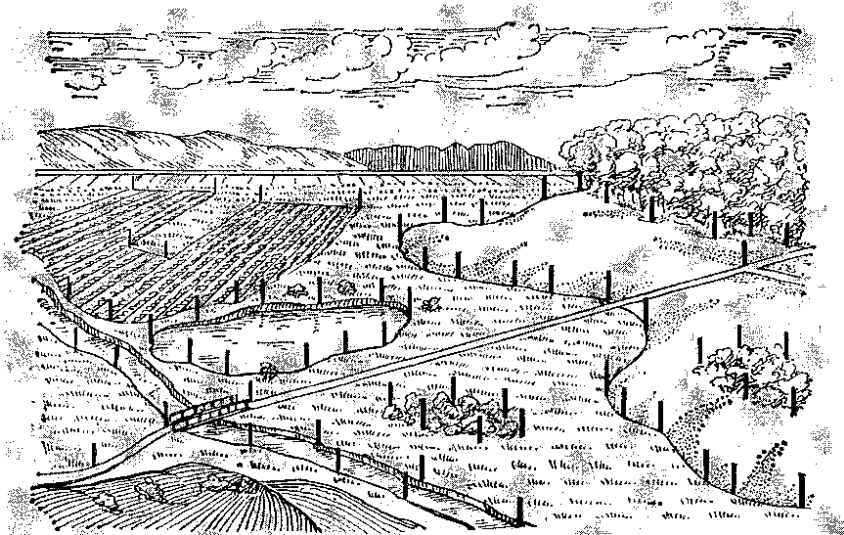
Teodolit-niwelir ýörel-gesini geçirmekde burçla-ry teodolidiň kömeginde, aralyk bolsa, ikilenç şekillendirýän uzaklyk ölçýjileri DD-3, DD-5, DH-08 optiki sapakly uzaklyk ölçýjileri ýa-da topografiki ýagtylyk uzaklyk ölçýjileri bilen ölçenilýär we toruň punktlarynyň planly koordinatlary kesgittenilýär.

Taheometriki ýörelgede geçirlen gorizonta burçlar teodolit bilen doly usulynda (priýomda) aralyk bolsa göni we ters ýörelgede optiki sapakly uzaklyk ölçýjileri bilen ölçenilýär. Gaýtalanýan teodolitler işledilende wertikal burçlar teodolidiň sag we çep tegeleginden hasaplary almak bilen triganometriki niwelirlemegiň formulalaryny ulanmak arkaly kesgittenilýär. Nokatlaryň arasyn-daky beýgelmeler kesgittenende, çyzyklar boýunça göni we ters ugurlardaky beýgelmeleriň tapawudy 100 metr aralykda 4-5 sm-den uly bolmazlyk şerti bilen geçirilýär. Tapawutlar goýberilýän bahadan geçmese, olaryň orta arifme-tiki bahasy tapylyr. Taheometriki ýörelgesi geçirilende awtomat-taheometrden peýdalanylsa, ýörelgäniň her bir tarapyň beýgelmesi çyzygyň üstünde, göni we ters ugurlarda ölçenilýär.

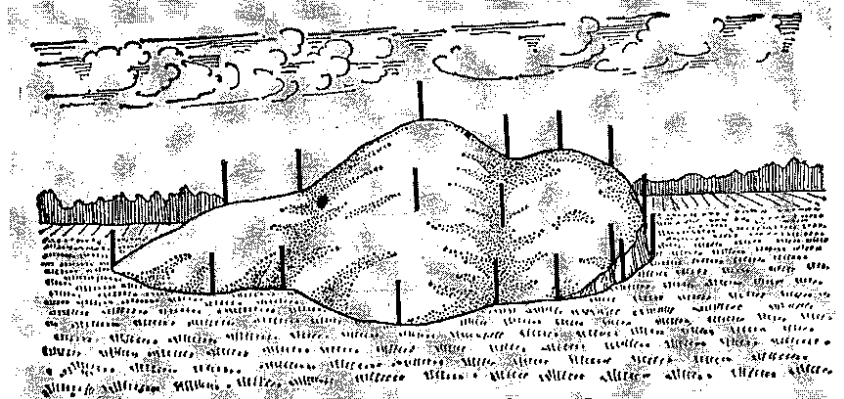
Taheometriki plany almak torlary geodeziki daýanç punktlaryna teodolit we ni-welir ýörelgeleri ýaly baglanyşdyrylýar.

Ýer üstüniň sudurly we relýefi köplenç, torlary geçir-mek bilen bir wagtynda plana düşürilýär. Munuň üçin her bir stansiýanyň töwregindäki sudurlaryň we relýefiň häsiýetli nokatlaryny belleýärler. Nokatlaryň (piketleriň) sany ýerdäki suduryň we relýefiň çylşyrym-lylygyna we plany almagyň

masştabyna baglydyr. Meselem, nokatlar depäniň ýokarsyndan, eňňidiň görünmeýän ýerinden, jar we jülgäniň gyrasyndan, suw bölüji çyzygyň öwrümlü ýerlerinden we beýleki häsiýetli ýerlerinden alynýar. 7.9-njy suratda kölüň, ýolyň häsiýetli nokat-laryndan piketleri almagyň tertibi, sanlar bilen görkezilendir. Ýol, köl we ş.m. sudurlaryň käbir ýerlerinden piketleri almak şu suduryň häsiýetine hem-de şekiline baglydyr. Sudur kwadrat, gönüburçlyk şeklinde bolsa, onuň üç sany burçundan, göni çyzyk bolsa, onda başdaky we ahyrky nokadyndan, eger-de çyzyk egrem-bugram bolsa onuň häsiýetli, egrem-bugram nokatlaryndan piketler alynýar.

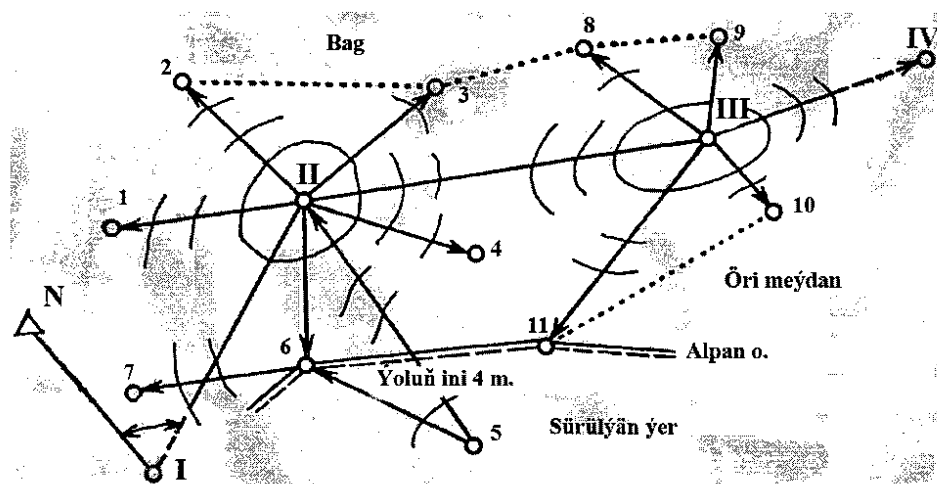


**Konturly piketleri saýlamak**



**Beýiklik piketleri saýlamak**

9.9-nji surat. Taheometriki surata almagynda sudurly we relyefli piketleriniň alnyşy



7.10-njy surat. Taheometriki surata almagynyň krokisi.

**1:500** we **1:1000** masştabda taheometriki plan almakda gorizontallar her **0,5 metre** çenli (relýefiň çylşyrymlylygyna baglylykda), **1:2000** masştabda plany almakda, ýer üstüniň relýefiniň häsiýetine seredip, her **0,5-1 metre** çenli, **1:5000**, masştably plany almakda **1-2 metre** çenli beýikliklerden alynýar. Edil şolar ýalyda, ýer üstüniň relýefiniň **1:500** masştably planyny almakda piketleriň arasyndaky aralyk **15-20 metr**, **1:1000** masştably plany almakda **20-50 metr**, **1:2000** masştably plany almakda **40-60 metr**, **1:5000** masştably plany almakda bolsa **80-100 metr** aralyklardan alynýar (7.10-njy surat).

Plany almagyň takyklygyny ýokarlandyrmak maksadynda, guralyň ornaşdyrylan nokadyndan, piketlere çenli aralygyň belli çäkdən uly bolmazlygyny gazanmak gerekdir. Meselem, relýefi **1:500** masştably plany almakda piketlere çenli aralyk **100 metrden**, anyk bolan ýer üstünden alnan sudurly nokatlara çenli aralyk **150 metrden**, has anyk sudurly nokatlara çenli **80 metrden**, iň anyk sudurlara çenli aralygyň bolsa **100 metrden** geçmezligi gerekdir. **1:2000** masştably plany almakda stansiýadan piketlere çenli bolan aralyk **200 m**, anyk sudurly nokatlara çenli aralyk **100 m**, has anyk sudurly nokatlara çenli bolan aralyk **150 metrden**, **1:5000** masştably plan almakda bolsa relýefli nokatlara çenli bolan aralyk **300-350 m**, anyk sudurly nokatlara çenli aralyk **150 m**, has anyk sudurly nokatlara çenli bolan aralyk **200 metrden** geçmezligi gerekdir.

**Ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini plana düşürmek**, taheometriki ýörelgäni geçirmek bilen bir wagtynda ýerine ýetirmekde, her bir stansiýada aşakdaky işler amala aşyrylýar:

1. Taheometr stansiýa ornaşdyrylýar we işçi ýagdaýyna (merkezleşdirilýär, gorizont tegelegiň limbi gorizontallaşdyrylýar, görüş turbasy düzedilýär hem-de oriýentirlenilýär) getirilýär. Limbi, magnit meridiany ýa-da çyzygyň ugruna oriýentirlemek bolar. Taheometriň limbini magnit meridiany boýunça oriýentirlemek üçin, guralyň wertikal tegelegine bussol geýdirilýär hem-de gorizont

tegelekde alidadanyň nuly bilen limbiň nulyny gabatlaşdyrýars we alidadanyň berkidiji nurbatyny burup berkidýäris. Soňra gorizonta tegelegiň limbini boşadýars, görüş turba alidada bilen birlikde, limbiň açyk ýagdaýynda aýlandyrylyp, bussolýň magnit diliniň boşadylan ýagdaýynda, demirgazyk magnit meridi-anynyň ugry bilen gabat gelyänçä, teodolidi aýlandyryars. Bussolýň nul punkty bilen magnit dili gabat gelen ýagdaýynda gorizonta tegelegiň alidadasynyň berkidiji nurbatyny boşadyp, limbiň berkidiji nurbatyny burup berkidýäris (ýapýars) Netijede, magnit diliniň ugry *Demigazyk magnit meridianynyň* ugry boýunça ýerleşer we teodolit *oriýentirlenen* bolýar. Şu ýagdaýda taheometriň görüş turbasy ýerdäki çelginiň duran nokadyna (onuň düýbüne, aşagyna) seret-dirilip gorizonta tegelekden hasap alynýar, alnan hasap berlen çyzygyň magnit azimuty bolýar. Limbi berlen çyzyklar boýunça oriýentirlemek üçin ýene-de alidadanyň nuly bilen limbiň nuly gabatlaşdyrylyp gorizonta tegelegiň alida-dasy, onuň berkidiji nurbatynyň kömeginde berkidilýär, limbiň berkidiji nurbaty bolşa burulyp boşadylýar. Şu ýagdaýda görüş turba uguryň alynýan çyzygynyň ahyrky nokadyna ornaşdyrylan çelginiň aşagyna seredilip, alidadanyň berkidilen nurbatyny boşadyp limbiň berkidiji nurbatyny bolsa, tersine berkidýäris, soňra görüş turbasy berlen çyzyga seretdirilip gorizonta tegelekden hasap alynýar. Netijede, ikinji ugur başlangyç ugra görä oriýentirlenen bolýar we şu ugurlaryň arasyndaky tapawut gorizonta burçyň bahasyna deň bolar;

2. Taheometr ornaşdyrylan nokatda, guralyň beýikligi ölçenilip žurnala ýazyl-ýar. Görüş turbasy yzky punktdaky reýka nyşanalanylýar, görüş turbasynyň görüş meýdanyndan sapakly optiki uzaklyk ölçejýiden, optiki mikroskopyň gorizonta we wertikal tegeleklerinden hasaplary alýars we žurnala ýazýars;

3. Görüş turbasy öňdäki nokatdaky reýka nyşanalanylýar, şu ýagdaýda hem uzaklyk ölçejýiden, gorizonta we wertikal tegeleklerden hasaplar alynýar we žurnalyň degişli sütünine we hatarlaryna ýazylýar;

4. Wertikal tegelek sag tegelekde bolsa, çepe geçirilýär. Deslap, yzdaky punktdaky reýkadan, soňra öňdäki punktdaky reýkadan hasaplar alnyp, žurnala ýazylýar. Eger-de reýkada guralyň beýikligi belgilenen bolsa-görüş turbasy reýkadan belgä, reýkada beýiklik belgilenmedik bolsa-görüş turbasy reýkanyň bahasyna ýa-da depesine nyşanalanylýar;

5. Her bir stansiýada wertikal tegelegiň nul ýeri, ýapgytlyk burçy hem-de taheometriki formulalardan peýdalanyň poligonyň taraplarynyň gorizonta proyeksiýalary çykarylýar;

6. Stansiýanyň töwregindäki sudurlaryň we relýefiň häsiýetli nokatlaryna yzygiderlikde reýkalar ornaşdyrylýar, wertikal tegelek çepde bolanda, görüş turbasy nokatlardaky (piketlerdäki) reýka nyşanalanylýar we optiki uzaklyk ölçejji çyzyklardan gorizonta hem-de wertikal tegeleklerden hasaplar alynýar. Taheometriki žurnallardan peýdalanyň stansiýadan nokatlara (piketlere) çenli bolan aralyklaryň gorizonta proyeksiýalary hem-de beýgelme-leri hasaplanylýp çykarylýar. Plany almakda awtomat-taheometrler işledilýän bolsa, nokatlara çenli bolan aralyklaryň gorizonta proyeksiýalary we beýgel-meleri, guralyň kömeginde kesgitlenilip žurnala ýazylýar. Şonuň bilen stansiýada iş gutarýar, görüş turbany öňdäki nokatdaky reýka nyşanalaýars we limbiň duran ýeriniň bozulmanlygy

barlanylýar. Birinji stansiýada işi gutaryp, taheometr ikinji stansiýa göçürilýär hem-de işler ýokardaky tertipde geçirilýär.

Taheometriki plany almakda, her bir stansiýada ölçeg işini geçirmek bilen bir hatarda göz bilen çemeleşip duralganyň töweregindäki ýeriň shematik plany çyzylýar. Bular ýaly çyzyga **kroki** diýilýär(öňki bölümlerimizde agzalyp geçipdik). Krokiniň abrisden tapawudy, onda sudurlardan daşary, ýer üstüniň relýefi görkezilýär. Krokide stansiýanyň we nokatlaryň(piketleriň) ady, tertibi ýazylýar. Planda gorizontallary geçirmegi ýenilleşdirmek maksadynda, krokide ugurlaryň ýönelişi peýkamlar bilen, relýefiň häsiýetli ýerlerinde ýerleşen nokatlardan pesde ýerleşen nokatlara, peýkamlary ugrukdyrmak arkaly görkezilýär.

### 7.8. Ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini surata almak

Taheometriki surata almakda, ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini, ýörelgäni geçirmek bilen bir wagtda alnyp barylýar. Onümçilik işleri wagtynda reýkaly nokatlary, ýer üstüniň häsiýetli nokatlaryny hasaba almak bilen saýlap almak zerur. Ýagny, her bir saýlanyp alnan nokatlaryň eňňidiň ugruny, suw akarlaryny we suw bölüji çyzyklary görkezmegi zerur. Taheometriki ýörelgede piketleriň arasyndaky aralyklar we taheometrden reýkaly nokatlara çenli aralyklar, surata almagyň masştabyna we relýefiň kesişme beýikligine bagly bolýar.

Stansiýadaky işleriň tertibi şu aşakdakylardan ybarat:

1. Taheometri surata almak üçin niýetlenilen nokatda ornaşdyrýarlar, guraly merkezleşdurýärler, işçi ýagdaýyna getirýärler;

2. Guralyň beýikligini ölçeyäris;

3. Surata alynýan taheometriki ýörelgesiniň gorizonta burçlaryny hem-de yzky we öndäki nokatlara tarapdaky ýapgytlyk burçlary, şeýle hem taheometriň L we R tegeleklerinde, optiki sapakly uzaklyk ölçeyjileri bilen aralyklary ölçenilýär;

4. Şu nokatlardan alnan hasaplar boýunça wertikal tegelegiň nul ýerini(NÝ) kesgitleýäris;

5. Limbiň nuluny ýörelgäniň yzdaky nokadyna görä oriýentirleýäris. Onuň üçin alidadanyň nul hasaby bilen limbiň nul hasabyny taheometriň çep(L) tegelegin-de gabatlaşdyrýarys we şu ýagdaýda alidadanyň berkidiji nurbatyny burup berkidýäris(ýapýarys). Limbi berkidiji nurbaty burup boşatmak bilen görüş turbany ýörelgäniň yzdaky nokadyna seretdirýäris. Görüş turbany gödek nyşanalamak üçin onuň aşagynda ýa-da ýokarsynda ýerleşen nyşanalaýjydan, has takyk seretdirmek üçin taheometriň görüş turbasyndan we limbiň öwrüji nurbatyndan peýdalanmak bolar;

6. Alidadany, limbiň berkidiji nurbatynyň ýapyk ýagdaýynda boşadyp, surata alynýan nokatlarda ornaşdyrylan reýkalara **nobatma-nobat** seretdirmek bilen aralygy ölçemek maksadynda uzaklyk ölçeyjiniň reýkasyndan we wertikal hem-de gorizonta tegelekleriň limblerinde hasaplary alýarys. Alnan hasaplary taheometriki surata almagyň žurnalynyň degişli sütünlerine ýazýarys. Uzaklyk ölçeyjiniň reýkasyndan hasap almakda, eger-de ýöriteleşdirilen, uzaklyk ölçeyji reýkalary ulanylýan bolsa, onda görüş turbanyň(haçan-da görüş turbasy ters şekil

görkezýän bolsa) aşaky sapagyny reýkanyň ýokarsyna, onuň ýokarky sapa-gyndan, reýkadan hasap alýarys. Soňra, sapaklar torunyň ortakysyny reýka-nyň ýokarsyny seretdirip 5' tegeleklemek bilen gorizonta we 1' takyklyk bilen wertikal tegeleklerden hasaplar alýarys. Haçan-da uzaklyk ölçýji sapaklaryň aşakysyny reýkanyň ýokarsyna seretdirmek mümkinçiligi bolmasa, onda ony haýsy hem bolsa bitin metr sana nyşanalanmak bilen hasaplar alynýar. Eger-de aralygy ölçemekde niwelir reýkalary ulanylýan bolsa, onda ortaky gorizonta sapagy, reýkanyň takmynan ortasyna seretdirmek bilen uzaklyk ölçýji sapaklardan hasaplary alýarys. Görüş turbasynyň gyraky sapaklarynyň *NÝ-ni* nula getirmegi, edil ortaky sapagyňky ýaly geçirmek bolar. Haçan-da reýkanyň ýokarsyna görüş turbanyň aşaky sapagyny(turbanyň görüş meýdanyn-daky görüňýän sapak) nyşanalaýan wagtymyz wertikal burçy ölçýän bolsak, onuň ýokarky sapagy boýunça nokatlaryň arasyndaky aralygy kesgitleýäris. Şu ýagdaýda reýka görüş turbany bir gezek seretdirmek bilen nokatlaryň arasyndaky aralygy we ýapgytlyk burçy ölçýäris.

Şu ýagdaýda beýgelme aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$h = s \cdot \operatorname{tg} \nu \text{ ýa-da } h = \frac{1}{2} \cdot (100 \cdot l + \Delta) \cdot \operatorname{Sin} 2\nu.$$

Ýapgytlyk(wertikal) burçy ölçemek üçin reýkadaky guralyň beýikliginiň(*i*) belgilenen ýerine nyşanalaýarys.

7. Stansiýada surata almagyň ahyrynda, taheometriň limbiniň ilki başdaky oriýentirlenen nokadyndan barlag hasabyny alýarys. Alnan hasap gorizonta tegelegiň limbiniň ilki başdaky goýulan hasabyndan 2'-dan köp tapawut etmeli däl.

Ölçeğiň ähli netijelerini, şonuň bilen birlikde barlag hasabyny hem öz içine goşmak bilen žurnala ýazýarys.

8. Žurnala ýazylyan maglumatlardan daşary, sahypada her bir stansiýa üçin ýörite abrisi, ýer üstüniň relýefiniň häsiýetli çyzyklaryny, iki goňşy punktlaryny we oriýentirlenen çyzyklaryny belgilemek bilen çyzýarlar. Žurnaldaky we abrisdäki punktlaryň tertip belgileri hökmany gabat gelmelidir.

Gorizonta geçiriljek nokatlaryň arasyny interpolirmek maksadynda dilja-gazlar(peýkamjagaz) geçirýärler. Relýefi shematiki gorizontallar bilen görkezmek bolar. Yer üstüniň sudurlaryny şertli belgileri we düşündiriş ýazgylary bilen görkezmek bolar.

Tekiz ýeriň üstüni surata alanda nokatlaryň beýikligini kesgitlemek maksadynda gorizonta nyşanalan şöhläni almak bolar. Onuň üçin taheometriň wertikal tegeleginde, onuň nul bahasyna deň bolan sany goýmak bilen niwelirmek geçirilýär. Piketleriň beýikligini kesgitlemekde belli formulany ulanmak bolar.

Eger-de surata almak esasly nokatlardan, aýratyn ýapyk sudurlary surata almak mümkinçiligi bolmasa, onda surata almagy geçiş nokatlary arkaly, piketlerden(olaryň ýagdaýy surata almagyň iki-üç nokadyndan kesişdirmek ýoly bilen tapylan bolmalydyr) geçirilýär.

## 7.9. Taheometriki plany almakda hasaplama işleri

Taheometriki plany almakda hasaplamak işlerine: taheometriki ýörelgäniň stansiýalaryň gönüburçly koordinatlaryny, cyzyklaryň ýapgytlyk burçlaryny, ýapgytlyk burçlary we ölçenen cyzyklaryň uzynlyklary boýunça olaryň gorizontalkesimleriniň uzynlyklaryny, nokatlaryň arasyndaky beýgelemeleri we berlen punktларыň beýiklikleri boýunça duralgalaryň beýikligini hasaplamak girýär. Gaýtalanýan teodolitlerden peýdalanylanda ýörelgedäki cyzyklarynyň ýapgytlyk burçlaryny, relýefi plana geçirmekde stansiýa bilen nokatlaryň arasyndaky ýapgytlyk burçlary, öňünden belli bolan triganometriki niwelirlemekde ulanylýan formulalaryň kömeginde hasaplanýlar.

Plany almagyň žurnaly barlanandan soňra, taheometriki ýörelgäniň çyzgysyny (shemasyny) çyzyp, oňa ýörelgäniň taraplarynyň uzynlyklary, öwrümlü burçlary, cyzyklaryň ortaça beýgelmeleri, daýanç punktларыnyň koordinatlary we beýiklikleri ýazylýar. Taheometriki ýörelgäniň koordinatlary, teodolitli ýörelgesiniň gönüburçly koordinatlaryny hasaplamakdaky ýaly geçirilýär. Punktларыň beýiklikleri bolsa triganometriki niwelirlemekdäki ýaly hasaplanyp çykarylýar. Geçirilen hasaplamalary “Stansiýalaryň beýikligini kesgitlemegiň žurnalynda” ýazylýar (7.1-nji tablisa).

1. Teheometriki surat almagyň maglumatlaryny işlemäge başlalyň! Onuň üçin ilki bilen “Wertikal tegelegiň nul ýerini” stansiýa üçin hasaplalyň, ol teodolit-taheometriki niwelirlemekdiň görnüşlerine baglylykda dürli formulalar ulanylýar:

$$NY = \frac{L+R}{2} \text{ ýa-da } NY = \frac{R+L}{2}.$$

Bu ýerde L we R-taheometriň çep we sag tegeleklerinden alnan hasaplar, gradusda.

7.1-nji tablisa

**Duralgalaryň beýikligini kesgitlemek tablisasy**

№/№	Çyzyklaryň gorizontalkesimleriniň uzynlyklary, metrde	Nokatlaryň arasyndaky beýgelemeler(h), metrde					Stansiýalaryň beýikligi (H), metrde
		Göni	Ters	Orta	Beýgel. düzediş	Düzedilen	
1	2	3	4	5	6	7	8
PP49							70,15
I	201,70	-0,59	+0,56	-0,57	+0,02	-0,55	69,60
II	151,80	+0,30	-0,37	+0,34	+0,02	+0,36	69,96
PP51	200,15	+1,22	-1,15	+1,18	+0,03	+1,21	71,17
	P=553,65		$\Sigma^+ = 1,52$				
			$\Sigma^- = 0,57$				



			$\sum h_{Orta} = +0,95$			
			$\sum h_{Bot.} = +1,02$			
			$f_h = -0,07$			

Taheometriň NÝ-i boýunça ýapgytlyk burçuny hasaplamak maksadynda şu aşakdaky formulalar ulanylýar(gurallaryň görnüşlerine baglylykda alynýar):

$$\nu = \frac{L-R}{2} \text{ ýa-da } \nu = \frac{R-L}{2}.$$

Ýapgytlyk burçlarynyň hasaplanyşyny barlamak maksadynda, goşmaça formulalar hem ulanylýar. Bu formulalar şu aşakdaky ýaly berilýär:

$$\nu = L - NÝ = NÝ - R$$

**1-nji mysal.** Eger-de  $L=0^{\circ}36'$  we  $R=179^{\circ}27'$  bolsa, onda wertikal tegeleginiň nul ýeriniň we nul ýeriniň(NÝ) hasaplanyşyna seredip geçeliň:

$$NÝ = \frac{0^{\circ}36' + 179^{\circ}27' - 180^{\circ}}{2} = \frac{0^{\circ}03'}{2} = 0^{\circ}01,5'.$$

Ýapgytlyk burçuny şu aşakdaky ýaly hasaplalyň:

$$\nu = \frac{0^{\circ}36' - 179^{\circ}27'}{2} = \frac{1^{\circ}09'}{2} = 0^{\circ}34,5'.$$

Ýapgytlyk burçuny goşmaça formulalaryň kömeginde şu aşakdaky ýaly hasaplalyň:

$$\nu = 0^{\circ}36' - 0^{\circ}01,5' = 0^{\circ}34,5' \text{ ýa-da } \nu = 0^{\circ}01,5' - 179^{\circ}27' = 0^{\circ}34,5'$$

Üç usul bilen hasaplanan ýapgytlyk burçlarynyň bahalary bir-birine deň, diýmek ýapgytlyk burçy dogry hasaplanypdyr.

2. Duralgalaryň arasyndaky beýgelmeleri hasaplamak üçin trigonometriki niwe-lirlemegiň doly formulasyny ulanýarys. Duralgalaryň arasyndaky aralyklar 300 metrden gysga bolan ýagdaýynda, aşakdaky formuladan peýdalanmak bolar:

$$h = D \cdot \operatorname{tg} \nu + i - l.$$

Bu ýerde  $D$ -çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy, m;  $i$ -guralyň beýikligi, m;  $l$ -wehanyň beýikligi, m.

3. Çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygyny şu aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$D = d \cdot \operatorname{Cos} \nu.$$

Bu ýerde d-ölçenilen çyzygyň uzynlygy, metrde.

**2-nji mysal.** Ölçenen çyzygyň uzynlygy  $d=201,70$  m bolsa, onda çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygyny şu aşakdaky ýaly kesgitläliň:

$$D = 201,70 \cdot \cos 0^\circ 34,5' = 201,70 \cdot 0,99994 = 201,69 \text{ m.}$$

Hasaplanan çyzyklaryň gorizonta kesimlikleriň uzynlyklaryny tablisanyň 2-nji sütünine ýazýarys.

Duralgalaryň arasyndaky beýgelmäni hasaplamak üçin  $i=1,39$  m,  $l=4,00$  m berlen onda, çyzygyň göni ugurdaky beýgelmesini, berlenleri formula goýmak bilen şu aşakdaky ýaly hasaplalyň(3-nji sütüne ýazmaly):

$$h_{PP49-I} = 201,69 \cdot \operatorname{tg} 0^\circ 34,5' + 1,39 - 4 = 201,69 \cdot 0,010036 + 1,39 - 4,00 = 2,02 + 1,39 - 4,00 = -0,59 \text{ m.}$$

Berlen çyzygyň ters ugurdaky beýgelmesini kesgitlemek üçin berlenler:  $v = 0^\circ 54'$ ,  $i = 1,41$  m,  $l = 4,00$  m bolsa, onda ters ugurdaky beýgelme şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar(4-nji sütüne ýazmaly):

$$H_{I-PP49} = 201,69 \cdot \operatorname{tg} 0^\circ 54' + 1,41 - 4 = 201,69 \cdot 0,015709 + 1,41 - 4,00 = 3,17 + 1,39 - 4,00 = -0,56 \text{ m.}$$

4. Berlen çyzygyň göni we ters beýgelmeleri boýunça orta arifmetiki bahany tapalyň, ony şu aşakdaky ýaly geçirmek bolar:

$$h = \frac{h + h'}{2} = \frac{0,59 + 0,56}{2} = 0,575 \text{ m.}$$

Bu ýerde  $h$ -çyzygyň göni ugurda beýgelmesi, m;  $h'$ -çyzygyň ters ugurda beýgelmesi, m. Alnan netijäni tablisanyň 5-nji sütünine ýazýarys.

5. Taheometriki ýörelgesinde ölçegleriň dogry geçirilenligini barlamak maksadynda, goýberlen çyzyk ýalňyşlygy kesgitleýäris. Bu ýalňyşlygy kesgitlemekde, ilki bilen orta beýgelmeleri(5-nji sütün) alamatlary boýunça jemleýäris. Eger-de ýörelge ýapyk göwürük çyzyklar(poligon) görnüşli bolsa, onda orta beýgelmeleriň jemi nula( $\sum h_{Orta} = 0 \neq f_h$ ) deň bolmalydyr. Emma hakykatda bolsa, onuň bahasy nula deň bolmaz we haýsy hem bolsa bir kiçi( $f_h$ ) baha deň bolar, bu baha ýörelgede beýgelmäni kesgitlemekde goýberlen ýalňyşlyk alynar. Haçanda ýörelge açyk görnüşli bolsa, onda ýalňyşlyk şu aşakdaky formulanyň kömeginde kesgitlenilýär:

$$f_h = \sum h_{Orta} - \sum h_{bolmaly}.$$

Bu ýerde

$$\sum h_{bolmaly} = H_{Ahyrky} - H_{Başlangyç}.$$

7.2-nji tablisa

TAHEOMETRIKI SURATA ALMAGYŇ ŽURNALY

Duralga № PP49

Guralyň beýikligi  $i=1,39$  m

Duralganyň beýikligi  $H_0=70,15$  m

2002-nji ýylyň Oguzhan aýynyň 2-i

Teodolit 2T30 № 68786

Seredilýän nokatlar	Uzakly ölçeyji hasaplar	Hasaplar, mm		NÝ	$\nu$	Gorizont kesimiň uzynlygy, m	$H_0 = S \cdot \text{tg } \nu$	Nysanalanýan beýiklik(i), m	Beýgelme (h), m	Beýiklik (H), m	Gosmaça
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	201,7	0°00'		0°01,5'				1,39			
1	40,8	253°24'	358°17'		-1°44,5'	40,8	-1,24		-1,24	68,91	
2	49,3	272°32'	359°08'		-0°53,5'	49,3	-0,77		-0,77	69,38	Suwda
3	31,8	306°03'	1°20'		+1°18,5'	31,8	+0,73		+0,73	70,78	
4	68,0	320°01'	239°15'		-0°46,5'	68,0	-0,92		-0,92	69,23	
5	60,0	334°00'	357°30'		-2°31,5'	59,9	-2,64		-2,64	67,51	
6	34,3	344°21'	359°08'		-0°53,5'	34,3	-0,53		-0,53	69,62	
7	42,3	0°03'	1°01'		+0°59,5'	42,3	+0,73		+0,73	70,88	
8	75,0	0°02'	0°28'		+0°26,5'	75,0	+0,58		+0,58	70,53	
9	100,0	32°15'	1°35'		+1°33,5'	99,9	+2,72		+2,72	72,87	
10	76,3	55°30'	2°26'		+2°24,5'	76,2	+3,20		+3,20	73,35	
11	60,0	90°00'	2°45'		+2°43,5'	59,9	+2,85		+2,85	73,00	
I		0°00'									

Biziň mysalymyda orta beýgelmeleriň jemini tablisanyň 5-nji sütüniniň aşagyndan alýarys, bolmaly beýgelmäniň jemini bolsa şu aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$\sum h_{bolmaly} = 71,17 - 70,15 = 1,02 \text{ m.}$$

Onda, tapan bahamyzy, ýalňyşlygy kesgitlemegiň formulasyna goýmak bilen şu aşakdakyny alarys:

$$f_h = (+0,95) - (+1,02) = -0,07 \text{ m}$$

6. Tapylan ýalňyşlygyň dogrulygyny barlamak maksadynda, goýberilýän ýalňyşlygyň mukdaryny hasaplaýarys. Ony şu aşakdaky formulanyň kömeginde kesgitlemek bolar:

$$f_{hgoyber} = 0,04 \frac{\sum S}{\sqrt{n}}.$$

Bu ýerde  $\sum S$  S-ýörelgäniň ýüz metrdeki uzynlygy; n-ýörelgede taraplaryň sany.

$$f_h = 0,04 \frac{5,5}{\sqrt{3}} = \frac{0,04 \cdot 5,5}{\sqrt{3}} = \frac{0,04 \cdot 5,5}{1,73} = 0,12 \text{ m.}$$

Eger-de tapylan ýalňyşlyk goýberilýän ýalňyşlyga deň ýa-da ondan kiçi bolsa, onda ýalňyşlygy ters alamaty bilen orta beýgelmelere paylaýarys we olary tablisanyň beýgelmelerine düzedişleri 6-njy sütüne ýazýarys. Orta beýgelmeleri düzediş beýgelmelerini, alamatlaryna baglylykda jemlemek bilen tablisanyň 7-nji sütünini, ýagny düzedilen beýgelmeleriň sütünini alarys.

7. Stansiýalaryň beýikliklerini, geometriki niwelirmekde belli bolan formulalary ulanmak bilen hasaplaýarys. Bu formula aşakdaky ýaly berilýär:

$$H_n = H_{n-1} \pm h.$$

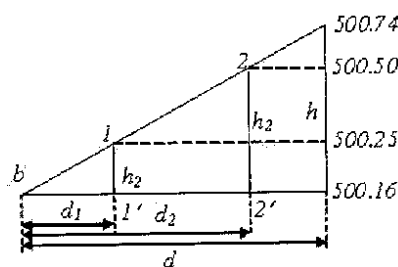
Bu ýerde  $H_{n-1}$ -başlangyç stansiýanyň ýa-da punktlaryň beýikligi, metrde;  $h$ -stansiýalaryň arasyndaky beýgelme, metrde.

Reýkaly nokatlaryň beýikliklerini kesgitlemek üçin taheometriki surata almagyň žurnalyny, 7.2-nji tablisany işlemeli bolýarys. Bu žurnaly işlemek üçin şu aşakdaky işler yzygiderlikde geçirilýär:

1. Optiki uzaklyk ölçýjiniň kömegi bilen kesgitlenen çyzyklaryň aralyklaryny gorizonta ýagdaýa getirmek. Bu işi ýerine ýetirmek maksadynda, ýokarda bellenen, gorizonta kesimiň uzynlygyny kesgitlemegiň formulasyny ulanmak bolar.

2. Stansiýalar bilen piketli nokatlaryň arasyndaky ýapgytlyk burçlaryny, wertikal topologiýa niwelini (NÝ) hasaba almak bilen trigonometriki

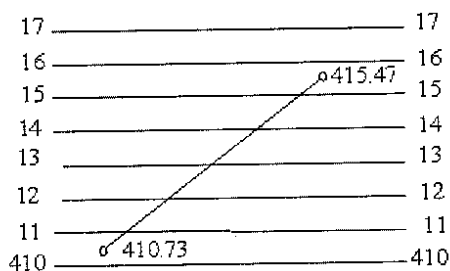




7.11-nji surat. Analitiki usul bilen gorizontallary geçirmek.

Taheometriki plana ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini geçirmekde teodolitli surata almakda ulanylýan usullary peýdalanmak bolar. Taheometriki planda beýiklik nokatlaryň arasynda gorizontallary geçirmek üçin paletkalary usulyny peýdalanmak bolar. Gorizontallary geçirmegiň beýleki usullarynyndan peýdalanmak hem bolar.

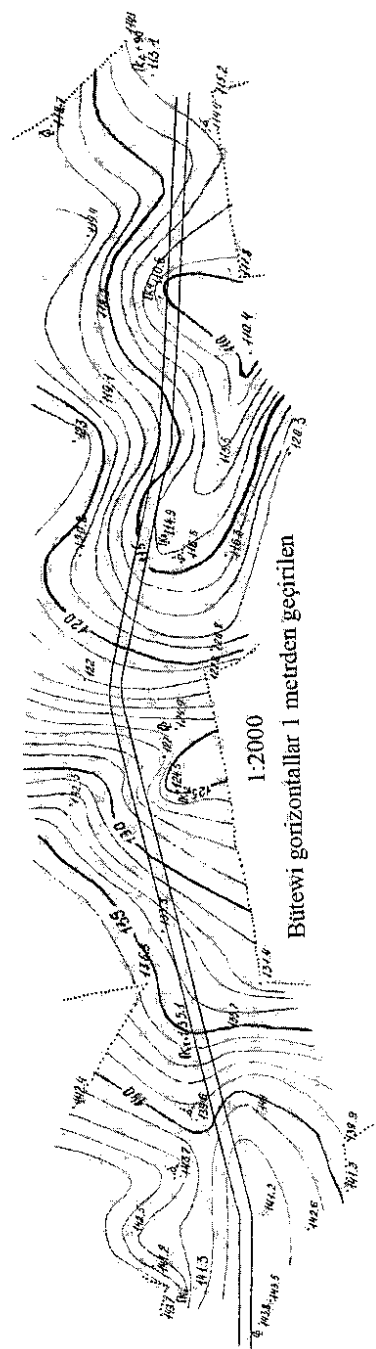
Ýer üstüniň sudurlaryny we relýefi plana geçirmekde, tegelek transportirden - taheografdan peýdalanmak has-da amatlydyr. Onuň kömegi bilen nokatlaryň polýar koordinatlary (gorizontal burç we çyzygyň uzynlygy) goýulýar. Şol bir wagtyň özünde, her bir gurlan nokadyň ýanynda surata almak esasyň beýiklikleri ýazylýar we ýer üstüniň sudurlary we relýefi gorizontallar bilen, surata almagyň abrisiniň esasynda çyzylyp gidilýär. Abrisde haýsy nokatlary bir-birleri bilen birleşdirmelidigi we relýefiň eňnitlikleri görkezilýär.



7.12-nji surat. Grafiki (paletkalar) usuly bilen gorizontallary geçirmek.

Relýefi gorizontallar bilen teswirlenen bolsa, onuň häsiýetli nokatlary, merselemdepäniň iň ýokarky nokady, olaryň başlangyç ýeri we ahyrky nokatlary, eňnidiň görünmeýän ýerleri krokiniň esasynda belgilenilýär. Kroki abris sözünüň bir görnüşi bolmak bilen, “croquis” sözi bolup, “ýer üstüniň çalt düzülen çyzygysy” diýen ýaly manyda alynýar. 7.11-nji suratda  $a$ ,  $b$ ,  $c$  we  $d$  nokatlar plana düşürilen we beýiklikleri ýazylan diýeliň. 7.11-nji suratda profil  $ab$  çyzygy boýlap görkezilen,  $aba$  we  $lal'$  gönüburçly üçburçlyklaryň meňzeşliginden aşakdaky deňlemeleri bolar:

Taheometriki surata almagyn  
**PLANY**



7.13 - nji surat. Taheometriki surata almagynnyň plany.

$$ll'=h; \quad bl'=al; \quad aa'=h; \quad ba'=d.$$

$$\text{onda, } \frac{d_1}{d} = \frac{h_1}{h} \text{ bu ýerden } d_1 = \frac{d \cdot h_1}{h}$$

Diýmek iki nokadyň arasynda-ky aralyk we nokatlaryň beýiklikleri belli bolanda, her bir noka-dyň ýanyndaky gorizontaly tapmak kyn bolmaz. Beýleki gorizontallar şuna esaslanyp tapylýar. Meselem, nokarlaryň arasyndan geçýän gorizontallaryň arasyndaky aralyk şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$d_1 = \frac{2.0sm \cdot (500.25 - 500.16)}{500.74 - 500.16} = 0.30sm;$$

$$d_2 = \frac{2.0sm \cdot (500.50 - 500.16)}{500.74 - 500.16} = 1.17sm;$$

Gorizontallaryň ýagdaýyny analitik usulda tapmak üçin köp wagt gerekligi sebäpli, şu maksat üçin grafiki usulyndan peýdalanmak amatlydyr. Bu usulda gorizontallaryň ýagdaýyny tapmakda paletka diýilýän esasbap ulanylýar (7.12-nji surat). Paletka bir-birinden belli aralykda parallel çyzyklar çyzylan aňyrsy görüňän esbapdyr. Paletkany kalka kagyzyndan, plaksiglasdan ýa-da çüýşe serişdesinden ýasalan bolýar. Parallel çyzyklaryň arasy düzülýän planyň masştabyna baglydyr. Adatça, parallel çyzyklaryň arasy 0.5 sm alynýar. Paletkanyň kömeginde, iki nokadyň arasyndan näçe gorizontaly geçirmek boljakdygyny we olaryň geçýän ýerini bilmak bolar. Meselem, relýefiň kesişme beýikliginiň 1 m bolan ýagdaýynda beýiklikleri 411 m, 412 m, 413m, 414 m we 415 m bolan gorizontallar, ýagny 5 sany gorizontaly geçirmek bolar. Onuň üçin paletka planda, gorizontallaryň geçiriljek nokatlaryň üstünde goýup parallel çyzyklaryň arasynda A we B nokatlaryň beýikligi gabat geler ýaly ýerleşdirýäris. Bu ýagdaýda A nokat 410 m we 411 m gorizontallaryň, B nokat bolsa 415 m we 416 m-li gorizont çyzyklaryň ortasynda ýatýar. Şu ýadaýda gorizont çyzyklar, nokatlaryň arasyndan geçýän gorizontallaryň ýagdaýyny görkezzer.

Olaryň plandaky çyzygyň üstüne iňňe bilen deşip geçirmek bolar. Şular ýaly nokatlaryň üstünde paletkany giýmak bilen nokatlar belgilenilýär we birmeňzeş beýiklikli nokatlary egri çyzyk bilen birleşdirip gorizontallary alarys (7.13-nji surat).

## VIII. NIWELIRLEMEK

### 8.1. Umumy düşünje

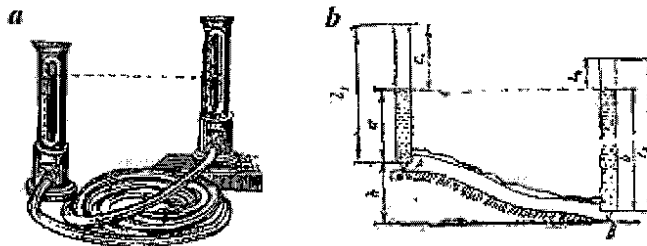
Ýerde beýikligiň kesgitlenilmegine ýa-da niwelirlenilmegine, ýeriň üstündäki nokatlaryň bir-birine baglylykda ýagdaýynyň, şeýle hem berlen ýeriň çägi üçin başlangyç diýip kabul edilen şertli üste baglylykda beýikliginiň ýa-da beýgelmesiniň anyklanylmagyna düşünilýär.

GDA-nyň ýeriniň çägindeki nokatlaryň beýikligi *Baltika deňziniň* suwunyň üstüniň dynçlykdaky we deňagramlylykdaky, asuda ýagdaýyndan (Kronşadt futstogynyň nolundan) hasaplanylýar. Şular ýaly beýiklige absolyút beýiklik diýilýär (Bu barada biz “*Geodeziýada ulanylýan koordinatlar ulgamlary*” diýen bölümimizde seredip geçipdik).

Eger-de beýiklik haýsy hem bolsa kabul edilen şertli üst derejesinden hasaplanylsa, onda oňa “*Otnositel beýiklik*” diýilýär. Nokatlaryň absolyút ýa-da otnositel beýiklikleriniň tapawudyna nokatlaryň arasyndaky *beýgelme* aýdylýar. Beýikligi  $H$  bilen, emma beýgelmäni  $h$ -harplary bilen belgilemek geodeziýada kabul edilendir.

### 8.2. Niwelirlemegiň görnüşleri

Niwelirlemek ölçenilip alnys usullaryna, ulanylýan gurallara baglylykda aşakdaky görnüşlere: *gidrostatiki*, *geometriki*, *triganometriki*, *barometriki*, *radiogeodeziki*, *stereofotogrammet-riki* we *mehaniki* ýaly toparlara bölünýär



8.2-nji surat. Gidrostatiki niwelirlemek.

**Gidrostatiki niwelirlemegi.** Gidrostatiki niwelirlemegi bir-birine birleşdirilen iki sany gatnaşykly gapdaky suwuklygyň derejesiniň bir ýagdaýda bolmagynyň kanunyna esaslanýar. Bu ýagdaýdaky niwelirlemede *gidrostatiki* niwelir diýip atlandyrylýan gural işledilýär (8.1-nji a surat). Bu niwelir iki sany çüýşe naýçasýndan ybarat bolup, metal ýa-da plastmassadan ýasalýan galybyň içine ýerleşdirilendir. Naýçalaryň uzynlygy 40 santimetrden 4 metre çenli bolmagy mümkindir. Naýçalaryň uzynlygy 20-40 metr gelýän rezin şlangasy bilen bir-birine birleşdirilendir. Şlanganyň we naýçanyň içine gaýnan sowuk suw guýulýar, suwuň derejesi şu naýçalaryň ýarysyna ýetip durýar, suwa reňk berilýär. Naýçalaryň gapdalyna millimetrlere ýa-da santimetrlere bölünen hasaply bölekler geçirilendir.



Hasaply böleklerdäki sanlar *0-dan* başlap, naýçanyň düýbünden ýokary seredilip ýazylandyr.

Bir nokadyň ikinji nokada görä beýgelmesini kesgitlemek üçin, gidrostatiki niwelirleriň naýçalaryny, nokatlara ornaşdyralyň we olardaky suwuklaryň naýçadaky ýagdaýyna baglylykda hasaplary alalyň. Meselem, *O* we *A* nokatlara ornaşdyrylan niweliriň naýçalaryndaky hasaply bölekden sanlar aşakdaky deňdiýeliň (8.1-nji b surat):

$$a = l_1 - c_1; \quad b = l_2 - c_2.$$

Şu ýagdaýda *A* nokadyň *O* görä beýikliginiň tapawudy:

$$h = a - b = (l_2 - c_2) - (l_1 - c_1);$$

ýa-da

$$h = a - b = (l_2 - l_1) - (c_2 - c_1).$$

Bu ýerde  $l_2 - l_1$ -niweliriň naýçalaryndaky suwuklygyň üstüniň tapawudy;  $c_2 - c_1$ -naýçalardaky suwuklygyň üstünden, naýçalaryň ýokary ujuna çenli bolan aralygyň tapawudy.

Eger-de nokatlardaky naýçalaryň orunlary çalşylsa, ýagny birinji naýça *A* nokatda we ikinjisi bolsa *O*-a goýulsa, onda formula aşakdaky görnüşi alýar:

$$2h = (c'_2 - c'_1) - (l_2 - l_1);$$

Deňlemäni çözüp, aşakdakyny alarys:

$$h = \frac{((c'_2 - c'_1) - (l_2 - l_1))}{2}$$

Formuladan naýçalardaky suwuklugyň üstüniň tapawudyny(*k*) kesgitlemek gerek bolýar, ony aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$k = \frac{(c'_2 - c'_1) + (c_2 - c_1)}{2}.$$

Içine suw guýlan niwelirler bilen nokatlaryň beýgelmesini *1 km* aralykda *1-2 mm* taklykda kesgitlemek bolar. Gidrostatiki niwelirleriň taklygyny ýokarlandyrmak maksady bilen naýçalarda suwuklugyň üstünden hasaplary takyk almak üçin mahsus mikrometriki nurbatlary işledilýär.

Uly taklyklygy talap etmeýän montaj işlerinde, gidrostatiki niwelirleriň naýçalaryna suwuň ornuna simap guýulýar. Şular ýaly niwelirlemekde hasaplary almakda olara mahsus konstruksiýaly mikromertiki nurbatlar işledilýär.

Mikrometr nurbatlary bolan we içine simap guýlup doldurylan, naýçaly gidrostatiki niwelirleriň beýgelemelerini *5-10 mkm* ortaça kwadrat ýalňyşlyk bilen ölçemek bolar. Bu bolsa niwelirlemegiň görnüşleriniň taklygynyň içinde iň ýokarysydygyny görkezýär.

**Geometriki niwelirlemekde** bir nokadyň beýikligi beýleki nokada baglylykda gorizonta niwelirlemek, ýagny gorizonta ýerleşen şöhle bilen niwelir reýkasynyň kesişen yerinden hasaplary almak ýoly arkaly kesgitlenilýär. Bu usulda niwelirlerden peýdalanylýar. Geometriki niwelirlemekde, nokatlaryň beýikligi

niwelirlenmegiň beýleki görnüşlerine garanda has anyrak (gidrostatiki niweirlenmekden özgerinden) tapylýar. Bu usul geodeziki daýanç punktlaryň we plany almakdaky nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri kesgitlemekde, dürli masştabdaky planlary düzmekde, inženerli gurluşlary (ýollary, gidroelektrik satansiýalary, ýaplary, ýaşaýyş jaýlary, aerodromlary we we ş.m.) teswirlemekde, käbir geologiki işlerinde, binalaryň deformesiýalaryny anyklamakda we ş.m. işlerde niwelirmek gerek bolýar.

Geometriki niwelirlenmegiň nerijesinde ýer gabygynyň dikligine (wertikal) ösüşini, okean we deňiz derejesiniň tapawudyny kesgitlemek bolýar. Niwelirlenmegiň usullary we gurallar nokatlaryň arasyndaky beýgelmäniň takyk kesgitleniş zerurlygyna seredilip alynýar.

**Trigonometriki niwelirlenmeginde** iki nikadyň arasyndaky ýapgytlyk burçy we olaryň arasyndaky çyzyklaryň uzynlygy ölçenilýär hem-de ölçegiň netijelerinden peýdalanyň, nokatlaryň bir-birine baglylykda beýgelmeleri trigonometriki formulalaryň kömegi bilen hasaplanyp çykarylýar. Niwelirlenmegiň bu görnüşinde ýapgytlyk burçuny ölçýän gurallar bolup *teodolit* - *taheometr*, *menzula komplektinde kipregel* we beýlekiler işledilýär. Trigonometriki niwelirlenmegi topografiki plany almakda, beýgelmeleriň uly nokatlarynda, meselem, dagda, baýyrlý ýerlerde we relýefiň görnüşlerini şekillendirmekde, şeýle hem binalaryň beýikliklerini kesgitlemekde ulanylýar.

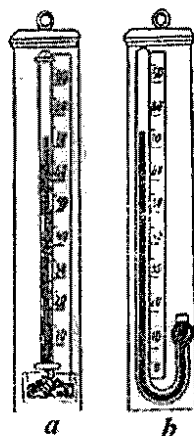
**Radioelektronikanyň öşmegi** netijesinde, niwelirlenmegiň *täze görnüş* - *radioniwelirlenmegi* giňden ulanylýar. Bu niwelirmek radio tolkunlarynyň uçardan ýere we ýerden yzyna (uçara) gaýdyp geliş wagtyna seredilip, uçaryň nähili beýiklikden uçandygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Uçaryň uçýan beýikligi radiobeýiklikölçeýji (radiowysotomer) diýip atlandyrylýan guralyň kömegi bilen 5 metre çenli takyklykda kesgitlenilýär. Soňky ýyllarda radioniwelirmek dürli görnüşli işlerde hem-de dürli masştabdaky topografiki kartalary düzmekde ulanylýar.

**Niwelirlenmegiň mehaniki** usulynda, awtomatiki niwelirler işledilýär. Tigre (welosepede) ýa-da maşyna ornaşdyrylan niwelirleriň kömegi bilen ýeriň üstündäki çyzygyň profili kagyza awtomatiki ýagdaýda çyzylýar. Bu usulda ýeriň üstündäki çyzygyň profili, niwelirlenmegiň beýleki görnüşlerine seredeniňde has çalt we aňsat düzülýär. Şonuň üçin, mehaniki niwelirmek ýokary takyklyk talap edilmeyän işlerde, meselem, ýol gurluşygunda we ýeriň profilini ýönekeý usul bilen öwrenmekde giňden ulanylýar.

**Sterofotogrammetriki niwelirlenmegi** - Ýeriň üstüni uçardan durup alnan suratlara (aerofotosurlara) seredip, mahsus fotogrammetriki gurallaryň kömegi bilen nokatlaryň beýiklikleri kesgitlenilýär we ýer üstüniň relýefi gorizontallar bilen çyzylýar. Niwelirlenmegiň bu görnüşinde, esasy işler kameral şertlerinde ýerine ýetirilýär. Sterofotogrammetriki niwelirlenmegi dürli masştabdaky topografiki planlary düzmekde ulanylýar.

**Barometriki niwelirlenmegi**. Barometriki niwelirmekde, ýeriň üstündäki nokatlaryň beýikligi we beýgelmeleri, nokatlardaky atmosfera basyşyny ölçemek ýoly bilen kesgitlenilýär. Barometriki niwelirlenmegi ýakary galýan depäniň atmosfera basyşynyň kemelmeginiň kanunalaýygyna esaslanandyr. Meselem, dag

eteginden *11 metr* beýiklikde simaply barometriň görkeziş takyklygy *1 mm* kemelýär. Atmosfera basyşy dürli şertleriň we hadysalaryň täsirinde özgerip durýar. Basyşyň özgerişine howanyň (ýelleriň) hereketi we temperaturasy täsir edýär. Şonuň üçin barometriki niwelirlemek wagtynda, temperatura we basyşyň özgerişi göz önünde tutulýar. Her bir noktada atmosfera basyşyny ölçemek bilen bir wagtda, howanyň temperaturasy we atmosfera basyşynyň özgerişi hem ölçenilýär. Nokatlaryň beýiklikleriniň tapawudyny hasaplap çykarmakda basyş we temperaturanyň özgerişine seredilip, düzedişler girizilýär.



8.2-nji surat. Simaply barometr.

Ýeriň çäginin marşrut boýunça, gözçeni bilen çemeläp, planyny almakda geologiki, geofiziki, geografiki we başga ekspedisiýalarda, dagly sebitleriň beýikligini kesgitlemekde, şeýle hem we niwelirlemegiň beýleki usullarynyň işletmegi mümkin bolmadyk ýagdaýlarynda barometriki niwelirlemeginden peýdalanylýar. Barometriki niwelirlemegiň beýleki görnüşlerden tapawudy, beýiklikleriň tapawutlaryny kesgitlemekde, nokatlaryň bir-birinden görünmegi talap edilmeýär.

Ýerlerdäki nokatlaryň basyşy(atmosfera) deňiz derejesinden beýikligi ölçenýän wagtdaky meteorologiki ýagdaýa baglydyr. Bu baglanyşyk doly barometriki formula arkaly aňladylýar. Bu formulada, seredilýän ýeriň giňligine baglylykda temperaturanyň we howanyň çyglylygyny hem-de ýokardan erkin gaçmagyň tizlenmesini atmosfera basyşyny kesgitlemekde göz önünde tutulmagy zerurdyr. Barometriki niwelirlemegiň doly formulasy görnüşinde onda gysgaldylan formuladan peýdalanylýar.

Olardan has giňden peýdalanylýany *Babiniň formulasy*dyr we ol aşakdaky ýaly aňladylýar:

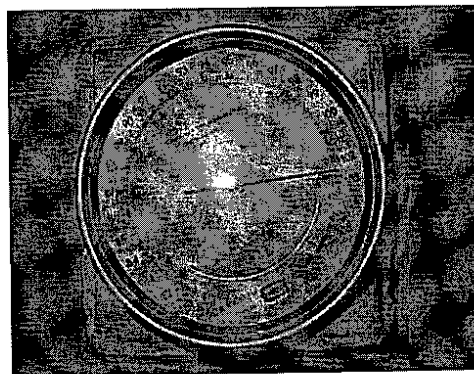
$$h = 16000 \cdot (1 + 0,004 \cdot \frac{t_1 + t_2}{2}) \cdot \frac{B_1 - B_2}{B_1 + B_2}.$$

Bu ýerde  $B_1$  we  $B_2$  - 1 we 2-nji nokatlardaky atmosfera basyşy;  $t_1$  we  $t_2$  - degişli nokatlardaky howanyň temperaturasy;  $h$  - hokatlaryň arasyndaky beýgelme, m.

Barometriki niwelirmekde atmosfera basyşyny ölçemek üçin *barometr*, temperaturany ölçemek üçin *termometr* - *praş*, howanyň çyglylygyny ölçemek üçin *psihrometr*, wagty ölçemek üçin bolsa *goşar sagady* ulanmak bolar.

Barometrler işleýiş prinsipi we gurluşy jehtden simaply we metal barometrlere bölünýär.

Simaply barometr atmosfera basyşyny örän takyk ölçeýän gural bolup, içine simap guýlan uzynlygy 80 sm çenli bolan, çüýşe naýçasýndan ybarat. Naýçanyň ýokarky ujy oňat ýapylan, aşaky ujy bolsa simaply çüýşe gaba batyrylandyr. Şonuň üçin, ol gaply barometri diýlip atlandyrylýar(8.2-nji a surat). Eger-de çüýşe naýçanyň aşaky ujy düga şekilli aýlanan bolsa, oňa dügaly barometr diýilýär(8.2-nji b surat). Bu barometrleriň gapdalyndaky hasaply bölegiň(şkalanyň) kömegi bilen, simabyň üstüniň beýikligi we atmosfera basyşy kesgitlenilýär. Simaply barometrler çalt döwürleşme sebäpli, olar meýdan ýagdaýynda köp ulanylmaýar. Olar meteorologiki stansiýalarda, stasionar ýagdaýynda atmosfera basyşyny ölçemek we barometr - aneroidleri barlamak üçin ulanylýar.



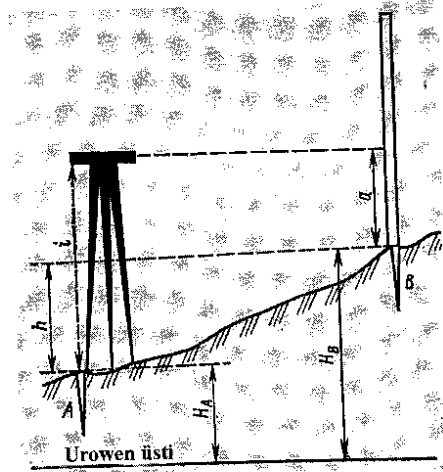
8.3-nji surat. Barometr – aneroid.

Barometriki niwelirmekde köpräk barometr-aneroidden(8.3-nji surat) meýdan ýagdaýynda peýdalanylýar. Aneroidiň esasy bölegi, içinden howasy sorulyp alnan, metal gapdan (gutydan) durýar. Korpusyň gapdaly basyşyň üýtgeýşine baglylykda aşaklanýar ýa-da göterilýär. Bu özgerişleriň täsirende tutgyçlar (ryçaglar) herekete gelip, korpusyň tegelegindäki dilli, hasaply bölegi (şkalany) boýlap süýşýär, şol wagt diliň ujy atmosfera basyşynyň näçe bolýandygyny görkezýär.

### 8.3. Geometriki niwelirmegiň usullary

Geometriki niwelirmekde işledilýän niwelirleriň teodolitlerden tapawudy aşakdakylardan ybarat: niweliriň görüş turbasy eňňit boýunça aýlanmaýar, çünki ol

Geometriki niwelirmekde bir nokadyň beýikliginiň beýleki nokada baglylykda beýgelmegini kesgitlemegiň iki hili ýoly bar. Olardan: “*Öňe*” we “*Ortadan*” niwelirmek ýaly görnüşleri, has tapawutlanýar. Şu usullara seredip geçeliň:



“Öňe” niwelirmek usulynda ýerdäki iki nokadyň(8.4-njy surat) bir-birine baglylykda beýgelmesini kesgitlemek gerek diýeliň. Onuň üçin  $A$  nokatda niwelir,  $B$  nokatda bolsa niwelir reýkasy ornaşdyrylýar. Niwelir işçi ýagdaýyna getirilip, görüş turbasy reýka nyşanalanýar we  $b$  hasaby reýkadan alyars. Guralyň beýikligini niwelir reýkasy ýa-da ruletk bilen ölçemek bolar. Niwelir reýkasy bilen guralyň beýikligini ölçemek üçin, ony guralyň ýakynynda, nokadyň beýikligi bilen bir derejede goýýars we görüş turbanyň okularyndan seredip, reýkadan hasabyny alyars, alan hasabymyz guralyň beýikligi bolar. Guralyň beýikligi nokatdan, niweliriň görüş turbasynyň nyşanalayjy okuna çenli aralyk hasaplanylýar we ol  $i$  harpy bilen belgilenýär. Alnan hasap we guralyň beýikligi boýunça nokatlaryň arasyndaky beýgelme( $h$ ) aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär:

$$h = i - b.$$

Eger-de reýkadan alnan hasap guralyň beýikliginden uly, ýagny  $i < b$ , bolsa, onda beýgelmäniň bahasy *aýyrmak*, “-”, reýkadan alnan hasap guralyň beýikliginden kiçi, ýagny  $i > b$  bolsa baha *goşmak*, “+” bahalary alyar.

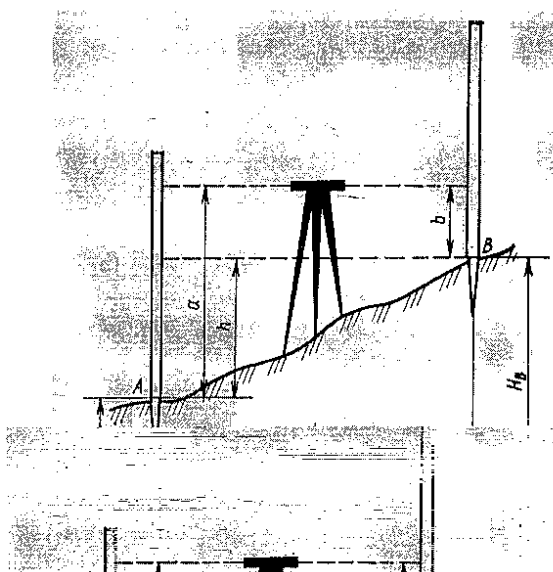
$$H_B = H_A \pm h_{AB}.$$

Ikinji nokadyň absolýut beýikligini guralyň gorizontynyň kömegi bilen hasaplamak mümkin. Guralyň gorizonty diýlende, islendik ýeriň çägi üçin alnan urowen ýa-da şertli üstden niweliriň nyşanalaýjy okyna çenli aralyga düşünilýär we aşakdaky ýaly görnüşde hasaplanyp çykarylýar:

$$GG = H_A + i.$$

Mysaly çözmek üçin ilki bilen nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni hasaplalyň, ony aşakdaky ýaly geçirmek bolar:

$$h_{AB} = 1638 - 0815 = +0823 \text{ mm}; h_{AB} = 0823 \text{ mm}.$$

$$H_B = 255,357 + 0,823 = 256,170 \text{ m. } H_B = 256,170 \text{ m.}$$
$$GG = 255.347 + 1,638 = 256,985 \text{ m}; GG = 256,985 \text{ m}.$$
$$H_B = GG - b = 256,985 - 0,815 = 256,170 \text{ m}; H_B = 256,170 \text{ m}$$


Ortadan niwelirmek usulynyň *artykmaçlyklary* aşak-dakylardan ybarat:

1. Her bir stansiýada, niwelir reýkasynyň beýgelmesine deň bolan beýgelmäni “öňe” niwelirmege seredende, birneme ulurak ölçemek mümkinçiligini berýär;

2. Niweliriň görüş trubasy, gural bilen niwelir reýkasynyň arasyndaky aralygy ulaldyp görkezmegi, öňe tarap niwelirmege seredende, iki esse dagy uzynrak aralygy niwelirmäge mümkinçilik berýär;

3. Her bir stansiýada niweliriň beýikligini ölçemek zerurlygynyň ýoklygy;

4. Guralyň iki nokadyň ortasynda takmynan ornaşdyrylmagy, ýeriň egriliginiň we atmosferanyň refraksiýasynyň täsirini örän azaldýar;

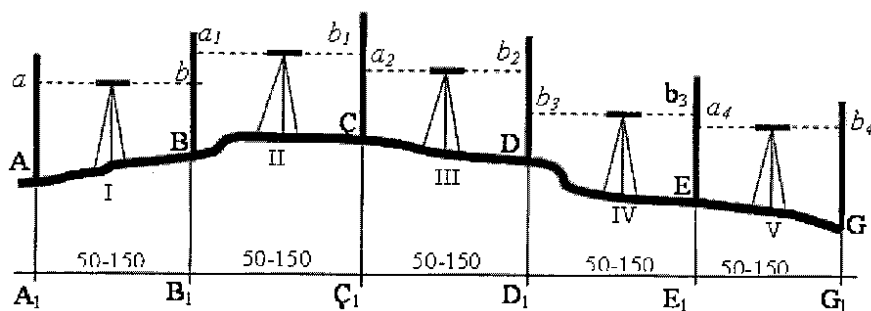
5. Guralyň niwelirlenýän iki nokadyň ortasynda çaklanyp ornaşdyrylmagy, guralyň nyşanalajy okunyň gorizont al däl ligi netijesinde emele gelýän ýalňyşlygyň täsirini aradan aýyrýar.

#### 8.4. Ýönekeý we çylşyrymly niwelirmek

Iki sany nokadyň bir-birine baglylykda beýgelmegini, olaryň ortasynda niweliri bir gezek goýlup tapsak, onda bu *ýönekeý* (sada) *niwelirmek* bolýar.

Iki nokadyň arasyndaky aralyk uly bolan ýagdaýynda (8.6-njy surat) ýa-da bir-birinden uzak ýerleşen iki sany nokadyň beýgelmegini kesgitlemek gerek bolsa, onda nokatlaryň arasynda birnäçe stansiýalara bölüp, her bir stansiýa aýratynlykda niwelirlenilýär. Niwelirmeginiň şu görnüşini *çylşyrymly niwelirmek* diýlip atlandyrylýar.

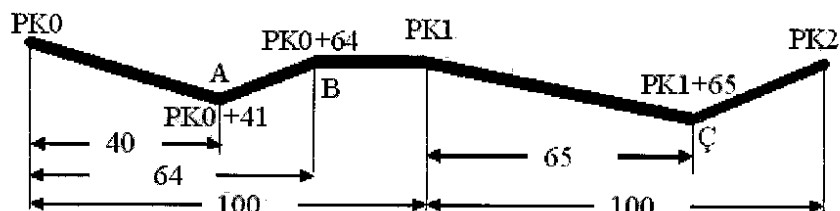
Ýer üstüniň güberçekligi we refraksiýasy çylşyrymly niwelirmegini netijesine az täsir edýär we reýkanyň hasaply bölekleriniň oňat görünmegi üçin, niwelirden reýka çenli aralygyň 70-75 metre çenli alynmak zerurlygyny döredýär. Bu aralyklar niwelirmeginiň geçirilýän ýer üstüniň relýefiniň çylşyrymlylygyna bagly bolýar.



8.6-njy surat. Çylşyrymly niwelirmek.

*A* we *G* nokatlaryň arasyndaky aralyk birnäçe böleklere bölünip niwelirlenen diýeliň. Niwelir reýkasy ornaşdyrylan nokatlar (piketler) *A* we *G* hem-de *B*, *C*, *D*, *E* harplar, niweliriň ornaşdyrylan nokatlary, ýagny stansiýalar rim

sanlary *I, II, III, IV* we *V*, niwelir reýkasyna we niweliriň göçüriliş tertibi yzygiderlikde *AA* ugur boýunça alynyp barylýar. Bu ýerde bir zady bellemek zerurdyr, ol hem **B** pikete ornaşdyrylan niwelir reýkasy *I* stansiýada öňdäki reýkanyň wezipesini, *II* stansiýada bolsa ol yzdaky reýkanyň wezipesini ýerine ýetirýär. Piket iki sany göňşy stansiýany bir-birine baglanyşdyrýandygy sebäpli, oňa *baglaýjy* nokat diýilýär. Ýörelgede **B, Ç, D** we **E** nokatlar baglaýjy nokatlar bolup hyzmat edýär.



8.7-nji surat. Piketleriň we aralyk nokatlaryň alnyşy.

Niwelirlenýän nokatlar gerek bolan baglanyşdyrýjy nokatlaryň arasynda ýerleşen bolsa, onda bu nokatlara *aralyk nokatlary* diýilýär (8.7-nji surat). Aralyk nokatlarynyň beýikligi bir nokatdan ikinjisine bagly bolmaýär. Şonuň üçin, olar bir stansiýada baglaýjy nokatlary niwelirlenilip bolandan, soňra niwelirlenilýär. Yzdaky niwelir reýkasyny öňe geçirmekde, reýka bir gezek aralyk nokatlara ornaşdyrylyp, niweliriň kömegi bilen, şol nokatlardan hasaplar alynýar. Baglaýjy nokatlardan alnan hasaplardan peýdalanyp, her bir nokadyň goňşy nokada baglylykda beýgelmesi, soňra absolýut beýikleri hasaplanylýp çykarylýar.

8.6-njy suratdan görnüşi ýaly *I, II, III, IV* we *V* stansiýalardaky baglanyşdyrjy nokatlaryň beýgelmeleri aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$\begin{aligned} h &= a - b; \\ h_2 &= a_2 - b_2; \\ h_1 &= a_1 - b_1; \\ h_3 &= a_3 - b_3; \\ &\dots\dots\dots \\ h_n &= a_n - b_n \end{aligned}$$

Eger-de stansiýalaryň sany köp bolsa, onda formuladan görnüşi ýaly edip alynmagy bilen tapawutlanýar.

Birnäçe stansiýalardaky nokatlaryň beýgelemeleriniň jemi, başlangyç **A** nokada baglylykda ýörelgäniň beýgelmesi bolar:

$$\begin{aligned} h_{AA} &= h_1 + h_2 + h_3 + \dots + h_n = \\ &= (a - b) + (a_1 - b_1) + (a_2 - b_2) + \dots + (a_n - b_n) \end{aligned}$$

ýa-da



Baglanyşdyryjy nokatlaryň absolýut beýiklikleri aşakdaky formulalaryň kömegi bilen hasaplanylýar:

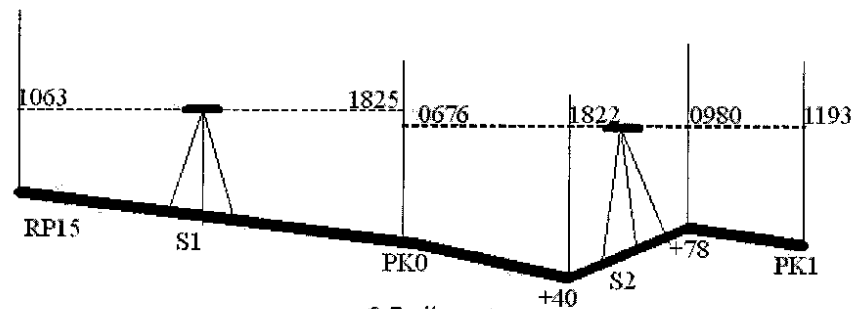
$$H_1 = H_A \pm h_1;$$

$$H_3 = H_2 \pm h_3;$$

$$H_2 = H_1 \pm h_2;$$

$$H_n = H_{n-1} \pm h_n$$

Eger-de  $B$ ,  $C$ ,  $D$  we  $E$  nokatlaryň absolýut beýgelmelerini kesgitlemek gerek bolmasa, onda ahyrky nokadyň absolýut beýikligini şu aşakdaky formula boýunça hasaplap çykarmak bolar:



8.8-nji surat. Aralyk nokatlary niwelirlenişi.

Baglanyşdyryjy nokatlaryň absolýut beýikligi hasaplanyp çykarylandan soňra, aralyk nokatlaryň absolýut beýiklikleri guralyň gorizontynyň kömegi bilen kesgitlenilýär (8.8-nji surat). II stansiýada  $GG$  aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$GG_{II} = H_{PKI} + a \quad \text{ýa-da} \quad GG_{II} = H_{PK2} + b$$

Aralyk nokatlarynyň (PK0+40, PK0+64) absolýut beýiklikleri aşakdaky formula bilen hasaplanylýar:

$$H_{PK0+40} = GG_{II} - b_{PK0+40}; \quad H_{PK0+64} = GG_{II} - b_{PK0+64}.$$

**3-nji mysal.** Eger-de  $H_{PK0} = 110,555$  m,  $a_2 = 0676$  mm,  $b_{PK0+40} = 1622$  mm we  $b_{PK0+64} = 0980$  mm bolsa, onda nokatlaryň absolýut beýikligini hasaplalyň. Mysaly çözmek üçin ilki bilen guralyň gorizontyny aşakdaky ýaly hasaplalyň:

$$GG_{II} = 110,555 + 0,676 = 111,231 \text{ m}; \quad GG_{II} = 111,231 \text{ m}.$$

Soňra aralyk nokatlaryň beýikliklerini hasaplalyň:

$$H_{PK0+40} = 111,231 - 1,622 = 109,609 \text{ m}; \quad H_{PK0+40} = 109,609 \text{ m}.$$

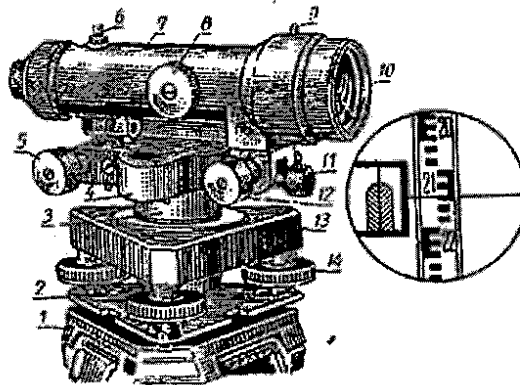
$$H_{PK0+64} = 111,231 - 0,960 = 110,341 \text{ m}; \quad H_{PK0+64} = 110,341 \text{ m}.$$

Bir-birinden uzakda ýerleşen nokatlaryň absolýut beýikliklerini kesgitlemek üçin ýerine ýetirilýän çylşyrymly işe *uzaboýuna niwelirmek* diýilýär. Uzaboýuna niwelirmäge, perpendikulýar açylyş guralyň ýörelmesine lahaligine.

Bir-birinden uzakda ýerleşen nokatlaryň absolýut beýikliklerini

niwelirleriň bir görnüşidir. Bu niweliriň nokada ornaşdyrylmagy, has az wagty almagy bilen tapawutlanýar. Olar aýratyn hem gumakly we batgalyk ýerlerini niwelirlemekde has-da amatlydyr.

Niwelirler özleriniň takyklygy boýunça *tehniki, takyk* we *ýokary takykly* ýaly toparlara bölünýär. Niwelirler görüş trubasynyň ulaldyş derejesine(koeffisiýentine), görüş meýdanyna, uroweniň böleginiň bahasyna we beýleki häsiýetleri boýunça bir-birinden tapawutlanýarlar.



8.10-njy surat. Niwelir **HB-1**:

- 1-ştatiwiň depesi; 2-pružinlenýän plastinka; 3-wertikal ok üçin baksa; 4-tegelek urowen; 5-uroweniň elewasion nurbaty;
- 6-nyşana; 7-kontaktly silindrik uroweniň korpusy; 8-kramalýera
- 9-muşka; 10-obýektiv; 11-görüş turbanyň berkidiji nurbaty.

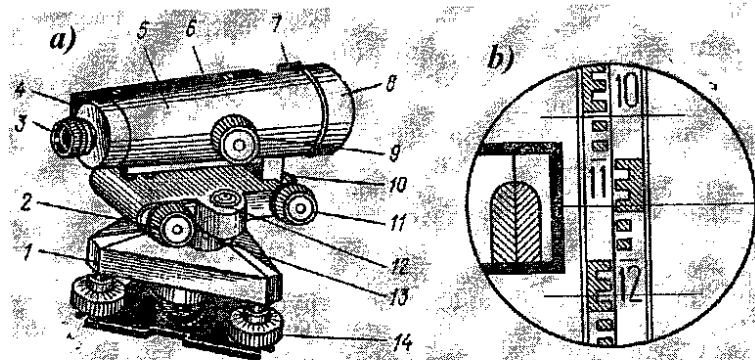
Niwelirleriň takyklygy boýunça käbir görnüşlerine seredip geçeliň:

**HB-1 niweliri.** Guralda elowasion nurbaty bardyr. Ol *HT* niwelirinden aşakdaky aýratynlygy bilen tapawutlanýar (8.10-njy surat). Niwelir işledilýän wagty ştatiwe(1), ştatiw bolsa nokadyň üstünde goýulýar. Tegelek uroweniň(4) düwmesi metal goýgujynyň göteriji nurbatlarynyň(14) kömegi bilen nol punkta getirilýär. Görüş trubasy reýka öwrüji(12), berkidiji nurbatlaryň (11) kömegi bilen niwelir reýkasyna takyk nyşanalynýar, soňra kramalýeriň(8) kömegi bilen fokuslanýar. Silindrik uroweniň okuny, takyk gorizonta ýagdaýa getirmek üçin göteriji nurbatdan(5) peýdalanylýar.

HB-1 niweliriň silindrik uroweniniň düwmesiniň ýagdaýyny görüş trubasyndan görmek mümkindir. Elewasion nurbatynyň kömegi bilen, uroweniň (derejäniň) düwmesiniň uçlary bir - birine dogrygetirilenden soňra, görüş trubasy arkaly niwelir reýkasyndan alnan hasabyň 2145 mm-e deňligini görýäris.

Takyk niwelirleriniň hataryna girýän *H-3* (8.11-nji surat) we *HC-3* niwelirleri *HB-1* we *HCM-2* niwelirleriniň esasynda düzüldendir. Görüş trubanyň ulaldyş derejesi 30<sup>x</sup>, silindrik uroweniň böleginiň bahasy 2 mm ýa-da 15<sup>x</sup> essedir. Bu niwelirleriň hem elewasion nurbaty bar. Ol 1 km aralygy  $\pm 4$  mm ortaça kwadrat

takyklykda niwelirlemäge niýetlenendir. *HC-3* niweliriniň nyşanalaýjy oky awtomatiki usulynda gorizontala ýagdaýyna getirilýär.

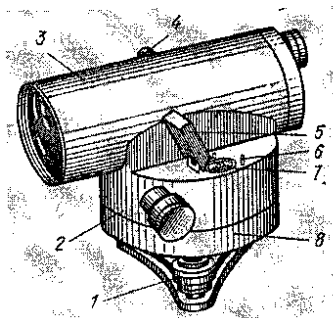


8.11-nji surat. Niwelir **H-3**:

1-görüş truba; 2-silindrik urowen; 3-görüş trubany göteriji nurbat; 5-görüş turbany berkidişi nurbat; 6-görüş trubany öwrüşi nurbat; 7-guralyň wertikal oky; 8-metal goýguç.

*HT* we *HTC* niwelirleri tehniki takykly niwelirlere degişlidir. Olar *HT*, *HB-1* we *HJL-3* niwelirleriniň ornuna işlenilip, has-da kämilleşdirilip ýasalandyr.

*HT* niweliriniň suwly uroweni ýa-da nyşanalaýjy oky awtomatiki ýagdaýynda gorizontallaşdyrylýar. Onuň gorizonta tegelegi bardyr. Ol gorizonta burçlary takmynan ölçemek üçin niýetlenendir. Görüş trubasynyň ulaldyş derejesi  $20\times$ , bu niwelir bilen  $1\text{ km}$  aralygy  $\pm 15\text{ mm}$  takyklykda niwelirlemek mümkindir. *HTC* niweliri öz-özünden gorizonta ýagdaýyna getirilýär hem-de kese nyşanalamak usulyna niýetlenendir. Onuň hem gorizonta tegelegi bardyr. Bu niwelir  $1\text{ km}$  aralygy  $\pm 30\text{ mm}$  ýalňyşlyk bilen niwelirlemäge mümkinçilik berýär.



8.12-nji surat. **H3K** tipli niweliri:

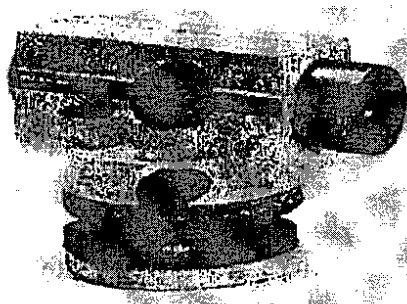
1 - göteriji nubatlar; 2 - öwrüşi nurbat; 3 - görüş trubasy; 4 - kramalyer; 5 - serpikdiriji aýna; 6 - tegelek uriwen; 7 - göteriji nurbaty; 8-gorizonta tegelek.

**H-3K niweliriniň** (8.12-nji surat) ýapgytlyk burçy kompensator bilen üpjün edilip, ony ýeriň üstünde *III* we *IV* klasly niwelirmekde, nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni kesgitlemekde ulanmak bolar. Ondan daşary, gural ýeriň aşagyndaky nokatlarda niwelirmek işlerini geçirmekde peýdalanylýar. Onuň görüş turbasyndaky optiki sapakly uzakölçeýjisi bardyr. Ol  $-40^{\circ}$ -dan  $+50^{\circ}$ -a çenli temperaturalarda işlemäge niýetlenilendir (8.1-nji tablisa).

8.1-nji tablisa

**H-3K niweliriniň tehniki häsiýetnamasy**

Tehniki häsiýetnamalary	Bahalary
Stansiýalarda beýgelmäni kesgitlemegiň orta kwadrat ýalňyşlygy(niweliriň we reýkasynyň arasyndaky aralyk 100 metre çenli bolanda)	$\pm 2$ mm-den az
1 km ikilenç ýörelgede, orta kwadrat ýalňyşlyk	$\pm 2$ mm-den az
Görüş trubanyň ulaldyş koeffisiýenti	$30^{\times}$
Obýektiwiň erkin böleginiň diametri	40 mm-den köpräk
Görüş meýdanynyň burçy	40 mm-den köpräk
Nyşanalamagyň iň gysga aralygy	2 m-e çenli
Uzakölçeýjiniň koeffisiýenti	$100 \pm 1 \%$
Kompensatoryň işleýiş çägi	$\pm 16'$
Niweliriň ölçegleri	200 x 140 x 130 mm-den köpräk
Agramy(kg): niweliriň agramy	1,8
Gabynyňky	3,5



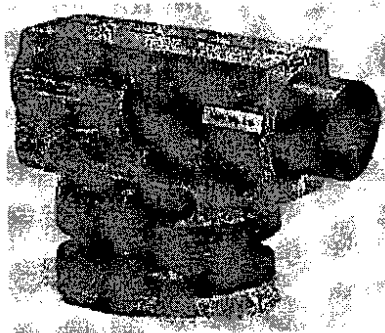
8.13-nji surat. NA-20 WILD firmasynyň niweliri.

**NA-20 niweliri** Şwesariýanyň **WILD** firmasynyň işläp taýýarlan guralydyr(8.13-nji surat). Ol agyr tebigy şertlerinde ulanar ýaly kompensator bilen üpjün edilendir. Bu gural aýratyn hem gurluşyk işlerinde giňden ulanylýar. Onuň ýokary hilli görüş trubasy, islendik şertlerde çyzygy gorizonta nişanalamaga we takyk hasaplary almaga mümkinçilik berýär. Kompensatoryň perdesini bir gezek basmak bilen guralyň işleýişini barlamak bolar. Niweliri foksir-lemegiň gysga aralygynyň bolmagy, gurluşyk meýdanlarynda hiç hili päsgelçiliksiz işlemäge mümkinçilik döredýär. Niweler gorizonta burçlary ölçemek üçin gorizonta

tegelegiň limbi bilen üpjün edilendir. Guralyň *gyzyl - sary* reňkiniň bolmagy, onuň gurluşyk meýdanynda howpsyzlyk bilen işlenilmegine ýagdaý döredýär(8.2-nji tablisa).

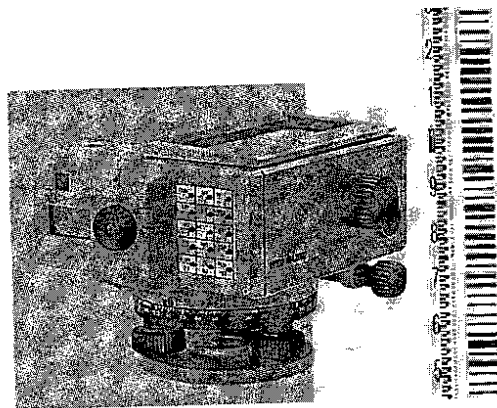
8.2-nji tablisa

NA-20 niweliriniň tehniki häsiýetnamasy	
Tehniki häsiýetnamalary	Bahalary
1 km beýgelmede standart gyşarma(mm)	2,5
Görüş trubasynyň ulasdyş koeffisiýenti	20 <sup>x</sup>
Obýektiwiň diametri(mm)	30
100 m-de görüş meýdany	4,2
Nyşanalamagyň iň gysga aralygy(m)	
Obýektiwden nyşana çenli	0,4
Wertikal okdan nyşana çenli	0,5
Hemişelik köpeldiji	100
Kompensator/urowen	Kompensator
Kompensatoryň uroweniň duýgurkugy	±0,8"
360°-lyk gorizontal tegelek	Standart
Agramy(kg)	1,6



8.14-nji surat. NA-24 WILD firmasynyň niweliri.

NA-24 tehniki niwelirleriň toparyna degişli bolup, ol Şwesariýanyň **WILD** firmasynyň önümidir (8.14-nji surat). Bu gural hem kompensator bilen üpjün edilendir. Şonuň üçin, ony ýer asty we ýer üsti gurluşyk işlerinde, uzaboýuna çyzyklaryň profilini gurmakda, dürli görnüşdäki meýdanlary niwelirmek işlerinde ulanmak has-da amatlydyr. Gural örän berk we ynamlydyr. Onuň görüş trubasy çyglylygy(suwy) geçirmeýän edilip ýasalandyr. Tegelek uroweniň düwmesini nul punkta getireniňden soňra, gural işçi ýagdaýynda bolýar. Nyşanalanýan çyzyk awtomatiki ýagdaýynda kompensatoryň kömegi bilen gorizontal ýagdaýyna getirilýär. İşlemezden öňürti, kompensatoryň sazlygyny barlamak zerur. Bu niweliriň kömegi bilen ýeriň üstünde gorizontal burçlary hem ölçemek mümkin(8.3-nji tablisa).



8.15-nji surat. NA2000 elektrton sanly niwelir.

**WILD firmasynyň NA2000 elektrton niweliri** (8.15-nji surat) dünýä bazarynda ilkinji elektron sanly niweliridir. Gural ölçeğiň netijelerini awtomatiki hasaba alýar(registrirleýär). Bu niwelirde dolandyryş pultundaky klawiaturasynyň bir perdesini basmak bilen awtomatiki usulynda, nokatlaryň takyk beýgelmelerini we olaryň beýikliklerini kesgitlemek mümkindir. Ölçemegiň esasy prinsipi, alnan sanly maglumatlary işlemek bolup, ol hem öz gezeginde ýokary takyklygy üpjün edýär we amatly netijeleriň alynmagyna şert döredýär. Ölçeğiň netijeleri sanlar görnüşinde bir wagtyň özünde kompýuteriň huşyna ýazlyp bilner. Elektron niweliriniň kömegi bilen has ýönekeý, şeýle-de özüniň bahasy takmynan arzan düşýär we amatly usullary ulanmak bilen, işlemek bolýar.

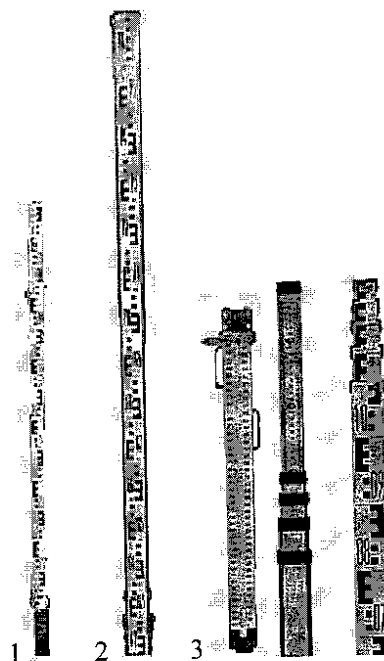
**Ulanylýan ýerleri:** ýol gurluşygynda ýer üstüniň profilini surata almakda, arhitekturada, ýeriň üstündäki islendik desgalaryň deformasiýalaryny kesgitlemekde, ýer üstüniň topografiýa kartasyny düzmek üçin surata almakda, ýer asty kommunikasiýalaryny surata almakda, emeli suw howdanlaryny gurmakda we ş.m. ýerlerde giňden ulanylýar.

Bu gural üçin ýörite zolak görnüşli, kodly, elektron hasaby alar ýaly niwelir reýkalary ulanylýar. Niwelir reýkasynyň beýikligi 4,05 metre deň bolup, onuň ýüz tarapy adaty niwelirler bilen işläp ýaly, masştably bölekleri geçirilendir(8.4-nji tablisa).

#### 8.6. Niwelirlemekde işledilýän reýkalar

Niwelirlemekde ulanylýan reýkalaryň uzynlyklary köplenç ýagdaýlarda 3-4 m, iniligi 8-10 sm we galyňlygy 2-2,5 sm ölçeglerde bolýar. Reýkalar özlerniň ulanylýan ýerlerine we ölçeğiň takyklygyna baglylykda agaçdan, metaldan ýasalýar. Metal reýkalary, adaty inwar metalyndan ýasalýar. Bu reýka 35 % nikel we 65 % demir garyndysyndan ýasalýar. Reýka başdan aýagyna çenli ak reňk bilen boýalyp, onuň iki ujyna galaýy kakylýar we ýörite maşynyň ýa-da şablonyň kömegi bilen çyzyklar çyzylýar. Reýka her bir santimetrden gara we ak reňkler çalşylyp boýalýar. Reýkadan hasaplary almagy ýeňilleşdirmek üçin

her bir desimetr bölegi iki sany baş santimetrli böleklere bölünendir (8.16-njy surat). Her bir desimetr 5 santimetrden ikä bölünen, desimetr bölekleriň ilkinji baş santimetri **E** harpyna meňzeýär. Şu bölünmeler reýkanyň ölçenip alyş takyklygyna baglydyr. Reýkadaky desimetr bölekleri *0-dan* başlap, reýkanyň ýokarsyna tarap arap sanlary bilen belgilenendir (01, 02, 03,...30).



8.16-njy surat. Niwelirmekde işledilýän reýkalar.

Niwelirmekde **bütewi, sürülme we eplenýän** görnüşli reýkalar ulanylýar.

**Bütewi reýkalarynyň** (8.16-njy 1 surat) uzynlygy 3 metr bolup, santimetrli bölekler onuň iki tarapynda hem bardyr. Reýkanyň gara reňk bilen ýazylan tarapy - reýkanyň gara tarapy, gyzyň reňk bilen ýazylan tarapy bolsa - reýkanyň gyzyň tarapy biýlip atlandyrylýar. Bu reýkalaryň şeýle edilmegi, ýeriň üstüniň ikilenç niwelirlenilip, nokatlaryň beýgelmesiniň iki gezek, ýagny bir gezek niwelirlände nokatlaryň arasyndaky hakyky beýgelmäni kesgitlemegi we ikinji gezek niwelirlenilmegi bilen, kesgittenilen beýgelmäniň dogry tapylanlygyny barlanylýar. Reýkanyň gara tarapyndaky desimetr hasaplary *0-dan 30-a* çenli sanlar bilen, emma gyzyň tarapyň başlangyç hasaby 4684, 4784, 4700 we 4800 mm-lik sanlardan başlap belgilenilýär. Bütewi reýkalar uzyn bolanlygy sebäpli, olar uzak aralyklara äkitmekde (transportirowka etmekde) we abzalhanalarda saklamakda, belli bir kynçylyklary döredýär.

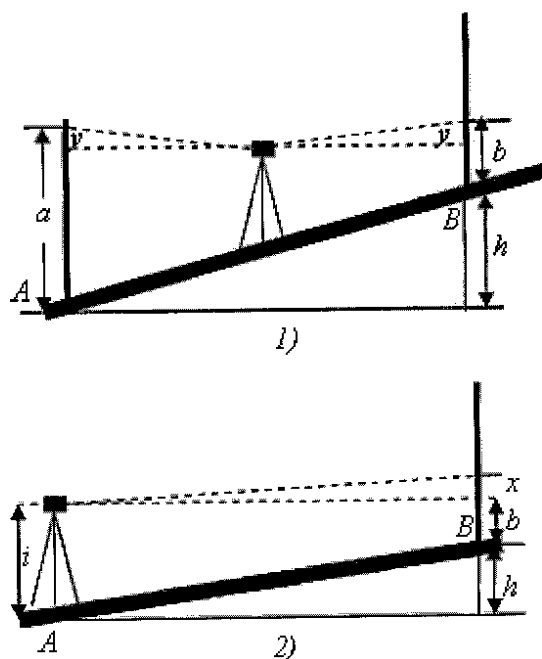
**Sürme reýkalarynyň** (8.16-njy 2 surat) uzynlygy 2,1-2,2 metr bolup, iki sany reýladan ybarat bolýar. Reýkalar bir-birine demir bentler bilen birleşdirilýär. Eger-

de beýgelme 2 metrden köp bolsa, onda ýeriň çäginä niwelirlemekde yzky reýka ýokary, reýkanyň yzdaky berkidiji nurbaty boşatmagyň esasynda ýokary çykarylmagy zerurdyr. Häzirki zaman sürme treýkalary bir-birine geýdirilen görnüşli bolmak bilen bir-biriniň içinden çykarylýar. Olaryň uzynlygy 4-5 m-e çenli aralykda bolýar we çylşyrymly relýefli ýeriň çäginä niwelirläp boljak.

**Eplenilýän reýkalaryň**(8.16-njy 3 surat) uzynlygy 3,0-4,0 metre çenli beýikligi bolup, ol 1,5-2,0 metr aralyklardan eplenilýär we iki sany reýkadan ybaratdyr. Reýkalar bir birine şarniriň kömegi bilen berkidilýär. Reýkadan uzak aralykdan ýa-da çylşyrymly beýgelmeli ýeriň üstünden hasaplary almak üçin reýkanyň ikinjisini ýokary göterip, berkidiji nurbatyň kömegi bilen berkidilip goýulýar.

### 8.7. Niwelirleri derňemek we sazlamak

Niwelirler adatça zawotda ýasalan wagty, belli mehaniki-tehnologiki, optiki we geometriki talaplara dogry geler ýaly işlenilip çykarylýar. Guralyň könelmegi, mehaniki şikeslenmegi we başga sebäpleriň netijesinde, esasy talaplaryny ödäp bilmezligi mümkin. Şonuň üçin niwelir bilen işlemäge başlamazdan öňürti, şeýle hem iş hadysasynyň dowamynda, guralyň işleýşini wagtal - wagtal barlamak gerek.



8.17-nji surat. Niwelirleriň barlanyş usullary.

Niwelirleri derňemek diýende, onuň aýry-aýry nurbatlaryny sazlaşykly aýlanmagyny, görüş trubanyň gorizonta okunyň daşyndan hiç hili bökenişsiz



aylanmagyny anyklamak bilen geçirilýär. Derňemegiň netijesinde kesgitlenen näsazlyklar meýdan (eger-de, mümkin bolsa) şertlerinde, eger-de mümkinçilik bolmasa, geodeziki gurallaryň bejerilýän ussahanasynda bejerilýär.

Tehniki niwelirleri sazlamagyň tertibi bilen tanyş bolalyň. Tehniki niwelirler aşakdaky talaplara laýyk bolmagy hökmanydyr:

1) *Niwelirleriň görüş turbasynyň nyşanalaýjy oky, onuň silindrik uroweniň okuna parallel bolmalydyr* (8.17-nji surat). Bu şerti barlamak üçin, takmynan, bir-birinden 50 metr çemesi daşlykda ýerleşen iki sany nokat bellenilýär. Bu nokatlaryň hakyky beýiklikleriniň tapawudy “öňe” we “ortadan” niwelirmek usullarynda kesgitlenilýär. Eger-de iki gezek ölçenen beýgelmeler bir-birine deň bolsalar, şert ýerine ýetýär. Beýgelmeleriň tapawudy 4 mm-den köp bolsa, onda niwelirmege düzedişleri girizmek gerekdir. Onuň üçin ikinji nokatda ornaşdyrylan reýkadan dogry hasap  $b = i - h$  formulanyň esasynda hasaplanylýp çykarylýar. Soňra görüş trubasynyň sapaklar toruny, onuň göteriji nurbatlarynyň kömegi bilen göterip, ýokardaky hasaplanylýan sana dogurlanylýar.

**HB-1** niwelirinde öwrüji nurbatlarynyň bolmanlygy üçin, uroweniň düzediji nurbatlarynyň kömegi bilen sazlaşdyrylýar. Onuň üçin görüş trubanyň nyşanalaýjy oky, elewasion nurbatyň kömegi bilen  $b$  hasaba dogurlanylýar. Şu ýagdaýda uroweniň düwmesi bir tarapa gysarýar. Soňra, uroweniň gutusynyň okulýar tarapdaky gapagy açylyp uroweniň sazlaýjy nurbatlary burulyp, düwmäniň uçlary bir-birine dogurlanylýar.

Görüş trubasynyň nyşanalaýjy okunyň, uroweniň okuna parallel dälligi netijesinde emele gelen ýalňyşlygy azaltmak üçin, niwelir beýikligi ýa-da beýgelmesi kesgitlenilýän nokatlarynyň ortasynda, çak bilen ýerleşdirilýär.

2) *Silindrik uroweniň okunyň, guralyň aýlanma okuna perpendikulýar bolmagy hökmanydyr*. Bu şerti barlamak üçin ilki bilen, uroweniň okuny metal goýguyndaky göteriji nurbatlara parallel ýagdaýda goýmaly. Soňra, nurbatlary gapma-garşylykly tarapa burup, uroweniň düwmesi naýçanyň ortasyna, ýagny nol punktyna getirilýär we üçünji nurbatyň kömegi bilen, uroweniň düwmesi nol punktyna süýşürilýär. Şu ýagdaýdan görüş turbany  $180^\circ$  öwürýäris. Eger-de uroweniň düwmesi nol punktda ýa-da ondan iki bölekden köp gysarmasa, şert ýerine ýetdi hasaplanylýar. Ýöne uroweniň düwmesi nol puntadan, onuň gyzalaryna 2 bölekden köp gysarsa welin, onda uroweniň düzediji nurbatlarynyň we göteriji nurbatlaryň ýarym aýlawlaryny düzetmeklik işlerini geçirýäris. Uroweni düzetmegi işiň dowamynda birnäçe gezek gaýtalaýarys.

3) *Tegelek uroweniň okunyň, guralyň aýlanma okuna parallel bolmagy hökmandyr*. Bu şerti barlamak üçin silindrik uroweniň kömegi bilen niweliriň aýlanma oky wertikal ýagdaýyna getirilýär. Eger-de metal goýguçdaky tegelek uroweniň düwmesi, tegelegiň merkezinde bolsa, onda şert ýerine ýetdi hasaplanylýar. Garşylykly ýagdaýda, ony sazlaýjy nurbatlaryň kömegi bilen nol punkta getirilýär.

4) *Sapaklar torunyň gorizontalyňyň, guralyň aýlanma okuna perpendikulýar bolmagy hökmanydyr*. Bu şerti barlamak üçin gural işçi ýagdaýa getirilýär we görüş trubasyny aralykda ýerleşen bir nokada ýa-da reýka nyşanalaýarys(wizirleýäris). Soňra, sapaklar torunyň gorizonta çyzygy, bellenen

nokady tutsa, şert ýerine ýetdi hasaplanylýar. Eger-de nokady tutmasa, sapaklar toruny sazlaýjy nurbatlarynyň kömegi bilen seretmek zerur.

5) *Niweliriň görüş trubasynyň nyşanalajy okunyň gorizont alýagdaýynda beýgelmäni ölçemekde, hasaply bölekleriň gorizont sapaga dogry gelmegi bilen alnyp barylýar.* Bu şerti barlamakda uzynlygy 100 metr gelyän çyzygy, öňe niwelirmek usuly bilen iki gezek niwelirlemegiň netijesinde barlaýarys. Netijede, aşakdaky aňlatma alynýar:

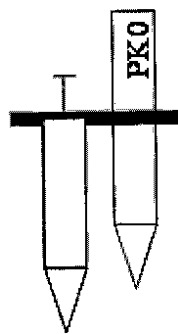
$$x = \frac{i_1 - i_2}{2} = \frac{b_1 - b_2}{2}.$$

Bu ýerde  $i_1$  we  $i_2$  - niwelirlenilýän çyzygyň depelerine ornaşdyrylan guralyň beýikligi;  $b_1$  we  $b_2$  - reýkada guralyň beýikligine deň bolan hasap, turbadaky sapaklar torunyň ortadaky gorizont çyzygyna dogurlap, beýgelmäni ölçemegiň hasaply böleklerinden (strihlerden) alnan sanlar.  $x$  - berlen çyzygy ikinji gezek niwelirmek bilen alnan hasaplar, mm-de.

Eger-de  $x < 2 \text{ mm}$  bolsa şert ýerine ýetdi hasaplanylýar,  $x > 2 \text{ mm}$  bolsa niweliri gaýtadan sazlamak gerekdir. Onuň üçin sapaklar tory  $b_1$  deň bolşa hasaba galdyrylyp, trubanyň yagdaýynda berkidip goýulýar. Soňra, uroweniň mikrometriki nurbatyny aýlandyrmak bilen beýgelmäni ölçemegiň hasaby  $b_2' = b_2 + x$  ululyga dogurlanylýar we uroweniň düwmesi nurbatlaryň ýardam bermegi bilen orta getirilýär.

## 8.8. Profili gurmak üçin niwelirmek

Profili gurmak maksady bilen niwelirmek işleri ýol gurluşygynda, gidrogeologiyada, toprak barlaglarynda, geofizikada, geomorfologiyada we başga ýerlerde giňden ulanylýar. Geometriki niwelirlemegi relýefiň mikroşekilini almaga mümkinçilik berýär.



8.18-nji surat.

**Profili gurmak maksady bilen geçirilýän niwelirmek işleri** aşakdakylary öz içine alýar:

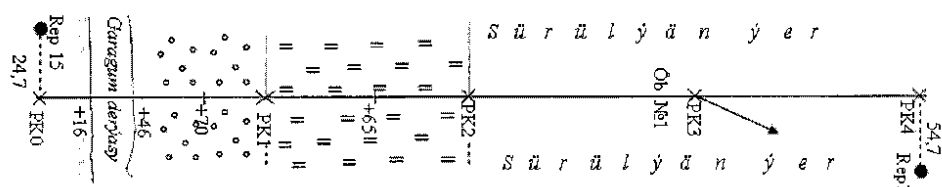
- çyzygy niwelirlemäge taýýarlamak ýa-da piketleri bölmek;
- niwelirlemegiň meýdan işleri;
- meýdan žurnalyny işlemek, piketleriň beýikliklerini hasaplamak we profili gurmak;

Piketleri bölmezden öňürti, niwelirlenilýän çyzyk boýunça ýerde öwrüm nokatlara çelgileri ornaşdyrýarys. Soňra, öwrüm çyzyklarynyň gorizont burçlary teodolidiň ýarym priýomynda ölçenilýär.

Niwelirlenilýän çyzygy, ölçeg gurallary bilen ölçemekde, ýeriň üstünde her kesgitlenilen aralykdan piketleri, şu aşakdaky tertipde belleýäris. Ýagny, başlangyç nokada ýeriň üsti bilen deň derejede gazyk kakýarys, bu bolsa ýörelgede *başlangyç nokat(piket)* bolýar. Oňa niwelirlenilýän wagty niwelir reýkasy goýulýar. Birinji gazygyň ýanynda, ikinji goraýjy (sakçy) gazyk hem ýeriň üstünden uzynlygy 15-20 sm galdyrylyp

kakylýar, oňa piketleriň tertibi ýazylýar. Başlangyç piketi nol ( $PK0$ ) bilen belgileýäris (8.18-nji surat). Piketleri bir-birinden  $100\text{ m}$  aralyklarda (relýefiň çylşyrymlylygyna baglylykda, käbir ýagdaýlarda  $50\text{ metr}$  aralykdan hem alynýar) ýerleşdirip, başlangyç piketden soňra  $PK1$ ,  $PK2$  we ş.m. alynýar. Piketleriň tertibi, niwelirlenilýän çyzygyň ahyryna tarap yzygiderlikde artýar we olar boýunça geçirilen çyzygyň uzynlygyny bilmek bolar. Eger-de, goraýjyda  $PK56$  diýen ýazgy bolsa, onda şu pikete çenli  $5,6\text{ km}$  ( $5600\text{ m}$ ) aralygyň geçilenligini aňladýar.

Eňňitleriň häsiýetli nokatlary hem-de niwelirlenilýän çyzyklaryň öwrüm burçlary, örän seýrek gabat gelýär. Bu ýagdaýda, nokatlara ýeriň üsti bilen deň derejede gazyk kakylýar we goraýjylar goýulýar. Bu nokatlar goşmaça hökmünde alnyp, olara çenli aralyk geçen piketden alynýar we onuň tertibiniň üstüne goşulýar, meselem, piketaž žurnalynda (8.19-njy surat)  $PK0$  we  $PK1$  piketleriň arasynda üç sany aralyk nokatlary  $PK0+16$ ,  $PK0+46$  we  $PK0+70$  ýerleşen, beýle diýildigi birinji aralyk nokady  $0$ -y piketinden  $16\text{ m}$ , ikinji aralyk nokadynyň  $46\text{ m}$  we üçünji aralyk nokady bolsa  $0$ -dan  $70\text{ metr}$  aralyklarda ýerleşýändigini aňladýar.  $1$ -njy we  $2$ -nji piketleriň aralygynda bir sany,  $PK1+65$  aralyk nokady ýerleşendir. Onuň bolsa  $1$ -i piketden  $65\text{ m}$  aralykda, berlen nokadyň ýerleşýändigini aňladýar. Niwelirlenilýän nokatlary olaryň tertibinden daşary öwrümiň ugry, meselem, “burç saga” ýa-da “burç çepes” diýen ýaly ýazgylary boýunça tapawutlandyrmak bolar.



8.19-njy surat. Piketaž žurnaly.

Trassanyň okundan belli aralykda, relýefiň üýtgeýşini häsiýetlendirýän şekilini görkezmek üçin keselikler, ýagny trassanyň okuna perpendikulýar ýörelgeler alynýar. Eger-de keselik öwrüm burça düşýän bolsa, onda ony bissektrisada bölýärler. Keseligiň uzynlygy we olaryň arasyndaky aralyklar, önümçiligiň talabyna, ýer üstüniň relýefine we degişli görkezmelere laýyklykda alynýar. Keseligiň nokatlary, olaryň alynýan piketinden we aralygyndan, tertibi boýunça belgilenilýär, meselem,  $PK3+20S$ ,  $PK3+20Ç$ , bu bolsa  $PK3$  piketden keselik  $20\text{ m}$  sagda(S) we  $20\text{ m}$  çepde(Ç) ýerleşýär diýilidigidir.

Keseligi bölmekde trassanyň öwrümli nokatlary, onuň üstünde bolsa, egriniň esasy nokatlary belgilenilýär. Egriniň esasynda, öwrüm egrisiniň başlanýan ( $EB$ ) ýeri belgilenilýär. Öwrüm egrisiniň ahyry( $ÖA$ ) we öwrümli egriniň ortasy( $EO$ ) degişlidir. Öwrümli egriniň esasy elementlerini kesgitlemek üçin öwrüm burçy ( $\beta$ ) we öwrümiň radiusy( $R$ ) belli bolmalydyr. Trassanyň öwrüm burçlary niwelir ýörelgesiniň ugruna gärrä sagda we çepde ýerleşmegi mümkindir. Trassanyň öwrüm burçlary gorizonta burçlary ölçeýji gurallaryň (teodolidiň,

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\beta}{2}.$$
$$B = \sqrt{T^2 + R^2} - R.$$
$$E = \frac{\pi \cdot R}{180^\circ} \cdot \beta \quad \text{we } D = 2 \cdot T - K.$$

2. Öwrüm egrisiniň başlangyjyna, egriniň( $E$ ) bahasyny goşup öwrüm egrisiniň ahyrky nokadyny tapýarys;

3. Öwrüm egrisiniň ahyrynyň alnyşyny barlamak üçin trassanyň öwrüm burçuna çenli aralyga tangensi( $T$ ) goşup, alnan netijeden domeriň bahasyny aýyryp, öwrüm egrisiniň düzedilen egrisini tapýarys.

Meselem, hasaplamak üçin aşakdaky maglumatlary alalyň: eger-de  $b=50^\circ$  we  $R=500$  metr, ýörelgede öwrüm burçy  $PK3+40$  metrlik piketde ýerleşen diýeliň, onda “öwrüm egrisini bölmek” üçin tablisasyndan tangensiň, egriniň, domeriň we bissektirisanyň bahalaryny tapalyň. Eger-de tablisa bolmasa, bu bahalary ýokarda görkezilen formulalardan peýdalanmak mümkin. Tablisanyň esasynda alnan maglumatlar aşakdakylara deň bolar:  $T=233,16$  m,  $E=436,34$  m,  $B=51,69$  m we  $D=29,98$  m.

Onda, egriniň elementlerini kesgitlemek maksady bilen aşakdaky işleri geçireliň:

Öwrüm burçy	PK3+40
- T	PK2+33,16
ÖB	PK1+6,84
+ E	PK4+36,34
ÖA	PK5+43,18
<b>Barlagy:</b> Öwrüm burçy PK3+40	
+ T	PK2+33,16
ÖA	PK5+73,16
- D	29,98
ÖE <sub>düzedilen</sub>	PK5+43,18

Egriniň esasy nokatlaryny bölenden soňra, piketleri göni çyzykdan egri çyzygyň üstüne geçirýäris. Bu ýagdaýda gönüburçly koordinatlar usulyny ulanýarys.

Şu hasaplamanyň esasynda, egriniň başlangyç nokadyny, tangensiň we öwrüm nokadynyň üsti bilen tapmak bolar. Onuň üçin, öwrüm nokadyndan tangensiň ( $T=233,16$  m) bahasyny, trassanyň başlangyjyna tarap alyp goýmak ýa-da  $PK1$ -dan  $6,84$  metr aralygy  $PK2$  ugra alyp goýmak bilen tapmak bolar. Egriniň ahyrky nokadyny, öwrüm burçundan tangensi( $T=233,16$  m) trassanyň täze ugrunda alyp goýmak bilen kesgitlemek mümkin. Egriniň ortasyny, öwrüm burçundan  $180^\circ-\varphi$  bissektrisa burçuna tarap ugurda  $B=51,69$  metr alyp goýmak bilen kesgitleýäris. Egriniň esasy nokatlaryny, ýeriň üstünde gazyklar we sakçy gazyklar bilen berkidýäris. Soňra, tangensiň üstündäki  $PK2$ ,  $PK3$ ,  $PK4$  we  $PK5$  piketleri egriniň üstüne, her bir piketiň arasynyň  $100$  metr aralyga deň bolar ýaly ýagdaýynda geçirýäris.

Beýle diýildigi, tangensiň üstünde  $PK1$   $s_1=6,84$  aralykda bolýan bolsa, şu aralyk egriniň üstünde hem bolmalydyr.

Egriniň üstüne piketleri geçirmek üçin gönüburçly koordinatlar usulyny ulanýarys.  $PK2$ -ni we  $PK3$ -i egriniň üstüne geçirmekde, başlangyç nokat bolup  $EB$  nokady, emma  $PK4$ -i we  $PK5$ -i geçirmek üçin bolsa  $EA$  nokady hyzmat edýär. Absissa( $x$ ) okunyň ugry hökmünde göni, ýagny tangensiň ugruny, emma ordinatalar oky( $y$ ) hökmünde bolsa radiusyň çyzyklaryny almak mümkin.

Egriniň üstünde, *PK2-niň* ýagdaýyny kesgitleýän ululyklar bolup  $x_1$  we  $y_1$  bahalar durýar. Olaryň bahalaryny tapmak üçin, ilki bilen kömekçi  $\gamma$  burçy, ol bolsa  $s_1=6,84\text{ m}$  dugany almak bilen aşakdaky gatnaşykdan hasaplamak bolar:

$$\frac{\gamma_1}{360^\circ} = \frac{s_1}{2 \cdot \pi \cdot R}, \text{ bu ýerde } \gamma_1 = \frac{s_1}{\pi \cdot R} \cdot 180^\circ.$$

Onda

$$x_1 = R \times \sin \gamma_1,$$

$$y_1 = R - R \times \cos \gamma_1 = R (1 - \cos \gamma_1) = 2 \times R \times \sin^2(\gamma_1 / 2).$$

*PK3* egriniň üstündäki ýagdaýy hasaplamak üçin *PK2* koordinatlaryny kesgitleýäris. *PK4* hasaplamak üçin *PK3* koor-dinatlaryny we ş.m, ulanmak bolar.

Egriniň üstüne geçirilen piketli nokatlar niwelirlenilýär we tangensiň üstünde ýerleşen piketler bilen baglanyşdyrylýar.

Eger-de niwelirlenilýän trassanyň iki gapdalynyň relýefi deň bolmasa, onda uzynlygy her tarapa 10 - 50 metre çenli bolan keselikleri niwelirmek hem alnyp barýarlar.

Piketleri bölmek bilen birlikde, ýer üstüniň zolagynyň (trassanyň ugrunyň) gözçeni surata almagy geçirilýär. Şurata almaklyk, zolagyň takmynan iki tarapyndan 30 - 40 metr inilikde alynýar.

Ähli ölçegleriň ýazgysy piketaž žurnalynda (8.18-nji surat), millimetr kagyzyndan ýasalan depderde alnyp barylýar. Žurnalyň her bir sahypasynyň, takmynan ortasyndan göni çyzyk geçirip (niwelirlenilýän tarassanyň okuny), bu gönide ähli piketleri, aralyk nokatlary we trassanyň öwrüm nokatlaryny şertli görkezýäris. Göž çeni bilen surata almagyň netijesinde alnan sudur elementleri, topografiki şertli belgileri bilen bezäp, galamda(tuşda) çyzylýar.

## 8. 9. Keselikleri surata almak

Keselikleri surata almaklygy: ýerdäki toprak işlerini, ýeriň üstünde bentleri teswirlemek we üstki suw akymalarynyň ulgamyny döretmekde, şeýle hem gurluşyk üçin işçi resminamalary taýýarlamak üçin geçirilýär. Keselikleri geometriki ýa-da trigonometriki niwelirmegiň üsti bilen geçirmek bolar.

Geometriki niwelirmegiň usullary arkaly keselikleri surata almakda awtomobil ýolunyň piketažyny bölmek bilen birlikde, her bir piketde we goşmaça nokatda, şeýle hem relýefiň häsiýetli nokatlaryndaky keselikleri hem bölýäris. Ýoluň göni çyzykly ýerlerinde keselikleri trassanyň okuna perpendikulýar edip, emma egri çyzykly ýerlerinde bolsa, egriniň radiusy boýunça bölýärler. Keselikleriň häsiýetli nokatlaryny gazyklar bilen berkidýäris we oňa trassanyň oky boýunça aralyklary ýazýars. Keselikleriň uzynlygy ýer üstüniň götermesiniň elementleriniň ählisiniň ýerleşer ýaly derejesinde alýars. Soňra, keselikleriň nokatlaryny geometriki niwelirleýäris. Hasaplary, niwelir reýkasynyň diňe gara tarapyndan alýars.

Uly kese eňňitli ýerlerde, bir stansiýadan ähli nokatlarda goýlan reýkalardan hasaby almak mümkinçiligi bolmaýar. Bu ýagdaýda niwelirmek işi

birnäçe stansiýalary almak we alnan stansiýalary trassanyň esasy nokadyna baglanyşdyrmak bilen geçirilýär.

Kiçi göwürümlü teodolitleriň(2T30, 2T30II we ş.m..) önümçilikde ulanylyp başlanylmagy, keselikleriň beýikliklerini kesgitlemekde trigonometriki niwelirlemegiň kömegi bilen surata almaklygy ýola goýdy. Onuň üçin teodolidi deňişli piketiň ýa-da goşmaça nokadyň üstünde goýýarys. Trassanyň haýsy hem bolsa bir tarapyndan *90°-lyk* burçy alýarys we relýefiň häsiýetli nokatlaryndan surata almaga girişýäris, soňra beýleki stansiýalara geçýäris.

Keselikleri trigonometriki niwelirlemeginiň kömegi bilen niwelirmek, az işi talap edýär. Şeýle-de, ol has öndürijiliklidir, ýagny keselikleri önünden ýeriň üstünde bölmek gerek bolmaýar. Bir stansiýadan, islendik görnüşli enňitlikde ýer üstüniň köp bölegini surata almak mümkinçiligi bolýar.

#### 8.10. Geometriki niwelirlemegiň maglumatlaryny hasaplamak

Islendik ölçeglerdäki ýaly, niwelirmekde hem döran dürli sebäpleriň netijesinde goýberilen ýalňyşlyklar bolup biler. Emma bu ýalňyşlyklaryň bellenen çäkli sandan geçmezligi gerekdir, çünki niwelirlemegiň netijesi barlanyp görülýär. Niwelirlemegiň netijesiniň dogrulygy, her bir stansiýada ýörelgäni niwelirläp bolandan soňra barlanyp görülýär. Ähli alnan hasaplar geometriki niwelirlemegiň žurnalyna ýazylýar(8.2-nji tablisa).

Niwelirmekde iki taraply niwelir reýkasy işledilse, her bir stansiýada niwelirmek aşakdaky tertipde alnyp barylýar we niwelirlemegiň netijeleri barlanylýar:

- yzdaky reýkanyň gara tarapyndan hasap(*a*) alynýar;
- öňdäki reýkanyň gara tarapyndan gara hasap(*b*) alynýar;
- yzdaky reýkanyň gyzyly tarapyndan hasap(*a'*) alynýar;
- öňdäki reýkanyň gyzyly tarapyndan hasap(*b'*) alynýar;
- nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni aşakdaky ýaly iki gezek hasaplaýarys:

$$h = a - b \text{ we } h' = a' - b'.$$

Niwelirmekde goýberilýän ýalňyşlyk gereginde artykmaç bolsa, ýagny nokatlaryň arasyndaky iki gezek ölçenen beýgelme, teoriýa taýdan( $h_1=h_2$ ), birbirine deň ýa-da olaryň tapawudy ulanylan guralyň ölçeg takyklygyndan geçmeli däl. Tehniki takyklyk niwelirmek üçin  $\pm 5 \text{ mm}$ -den uly bolmaly däl. Iki taraply reýkalar işledilende, reýkany her gezek goýmakda gyzyly we gara taraplardan alnan hasaplaryň tapawudy, reýkanyň gyzyly tarapyň başlangyç hasabyndan  $\pm 5 \text{ mm}$ -den köp bolmaly däl( $4684 \pm 5 \text{ mm}$ ,  $4784 \pm 5 \text{ mm}$ ,  $4700 \pm 5 \text{ mm}$ ,  $4800 \pm 5 \text{ mm}$  we ş.m.). Niwelirmekde bir taraply reýka işledilýän bolsa, onda her bir stansiýada niwelirmek aşakdaky tertipde alnyp barylýar we ölçegiň netijeleri barlanylýar.

- yzdaky reýkadan hasap( $a_1$ ) alynýar;
- öňdäki reýkadan hasap( $b_1$ ) alynýar;
- guralyň garizontyny takmynan  $10\text{-}15 \text{ sm}$  göterýäris ýa-da düşürýäris;
- yzdaky reýkadan hasap( $a_2$ ) alýarys;

• öňdäki reýkadan hasap( $b_2$ ) alýarys;

• nokatlaryň arasyndaky beýgelmäni iki gezek hasaplap çykaryrys.  
Hasaplamagy aşakdaky tertipde geçirýäris:

$$h_1 = a_1 - b_1 \text{ we } h_2 = a_2 - b_2.$$

Bu ýagdaýda hem iki gezek hasaplanan beýgelemeler bir-birine deň ýa-da olaryň tapawudy ulanylyan guralyň ölçýjilik takyklygyndan geçmezligi gerekdir.

Niwelirmekde bir taraply ýa-da iki taraply reýka işledilenden alnan ýalňyşlygyň ululygy her bir stansiýada, iki gezek kegitlenen beýgelmäniň bir-birine deň bolmazlygy mümkindir. Hasaplanan beýgelmeleriň arasyndaky tapawudyň ýol berylýän çäkden geçmezligi hökmany şertdir. Niwlerlemekde ýol berilýän çäkli ýalňyşlyklaryň mukdary mahsus görkezmelerde (instruksiýalarda) berilýär. Meselem, IV klasly niwelirmekde iki nokadyň arasyndaky ölçegiň netijeleri bir-birinden  $\pm 5 \text{ mm-den}$  kiçi ýa-da bahalara deň bolsa, belli stansiýada niwelirmek dogry geçirilen hasaplanylýar. Eger-de tapawut  $\pm 5 \text{ mm-den}$  uly bolsa, onda niwelirmegiň netijesi kanagatlanarsyz hasaplanylýp we iş täzeden geçirilýär.

Poligony ýa-da iki nokadyň arasyndaky çyzygy niwelirmekde uly ýalňyşlyklara ýol bermezlik we niwelirmegiň netijelerini barlap barmak üçin işler aşakdaky tertipde alnyp barylýar:

1) *Göni we ters ýörelgede (ugurda) niwelirmek.* Bu usuly, aýratyn niwelirlenilýän aralygyň başlangyç we ahyrky nokatlarynyň beýiklikleri belli bolmadyk ýagdaýynda, ýagny soňraky niwelirmegiň netijelerini barlamak maksady bilen geçirilýär. Bu usulda, beýgelmäniň kesgitlenýän iki nokadynyň aralygyny iki gezek: göni we ters ýörelgede niwelirleýärler. Ondan alnan netijeleriň algebraik jeminiň gapma - garşy bahasy we bir-birine deň bolmagy hökmany şert hasaplanylýar.

$$\sum_{i=1}^n h_{\text{goni}} = \sum_{i=1}^n h_{\text{ters}}.$$

2) *Iki gural bilen yzma-yz niwelirmek.* Bu ýagdaýda gural bilen ölçenen beýgelmeleriň jemi, nokatlaryň arasyndaky ikinji gural bilen niwelirmegiň netijesindeki beýgelmeleriň jemine deň gelmegi hökmanydyr. Aňlatmany aşakdaky ýaly ýazmak bolar:

$$\sum_{i=1}^n h_1 = \sum_{i=1}^n h_2.$$

3) *Ýapyk ýörelge (poligon) boýunça niwelirmek.* Bu ýagdaýda niwelirmek poligonyň haýsy hem bolsa absolyut beýikligi belli bolan nokadyndan başlap ýene-de şu nokada gelinýär. Niwelirmegiň netijesi, ýagny beýgelmeleriň jeminiň  $0(\text{nola})$  deň bolmagy hökmanydyr. Aňlatma aşakdaky ýaly berilýär:

$$\sum_{i=1}^n h_{\text{olcenen}} = 0.$$



4) *Absolýut beýikligi belli bolan iki nokadyň aralygyny niwelirmek.* Bu ýagdaýda alnan beýgelmeleriň jemi iki nokadyň beýiklikleriniň tapawudyna deň bolar:

$$\sum_{i=1}^n h_{bolmaly} = H_{ahyr} - H_{baslan}.$$

Iş wagty emele gelyän uly ýalňyşlyga ýol bermezlik şerti bilen niwelirmegiň netijesini baralamak hökmanydyr. Niwelirmegiň netijesinde alnan bahadan teoretiki bahany aýyrsak, niwelirmekdäki ýalňyşlyk gelip çykýar. Ýapyk poligony niwelirmegiň netijesinde, beýikligi belli bolan nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleriň jemi nola deň däl-de, nähilidir, başga bir sana deň bolýar. Ine şu baha, ýapyk ýörelgäni niwelirmekde alnan ýalňyşlyk diýilýär. Niwelirmekde kesgitlenen ýalňyşlygyň, bolmaly ýalňyşlykdan uly bolmazlygy hökmany şert hasaplanylýar.

Ýalňyşlyklaryň teoriýasyna görä, orta kwadrat ýalňyşlygyň mukdary, aýratyn hem ikeldilen bahasy *çäkli ýalňyşlyk* diýlip atlandyrylýar we aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$\Delta h_{\text{çäkli}} = 2 \times m.$$

Her bir stansiýadaky beýgelmäni kesgitlemekdäki orta kwadrat ýalňyşlyk yzdaky we öňdäki reýkalardan hasaplary almakda emele gelen ýalňyşlyklaryň jeminden durýar we aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlenilýär:

$$m_{\text{orta}} = \pm m_p \cdot \sqrt{2}.$$

Bu ýerde  $m_p$  - reýkadan hasap almakda orta kwadrat ýalňyşlyk.

1 km aralygy niwelirmekdäki orta kwadrat ýalňyşlygy, şu aralykda birnäçe stansiýalar boýunça beýgelmeleri ölçemegiň ýalňyşlyklarynyň jeminden durýar. Eger-de 1 km aralygy niwelirmekde 10 stansiýa alnan diýip piker edsek, onda 1 km aralygy niwelirmeginde orta kwadrat ýalňyşlyk aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$m_{km} = \pm m_{dur} \cdot \sqrt{10}.$$

Niwelirlenen aralyk 1 km-den uzyn bolsa, niwelirmegiň netijesinde alnan beýgelmeleriň çäkli ýalňyşlygy aşakdaky formulanyň kömegi bilen tapylýar:

$$\Delta h_{\text{çäkli}} = 2 \cdot m_{dur} \cdot \sqrt{n}.$$

Bu ýerde  $m_{dur}$  - her bir stansiýada niwelirmegiň orta kwadrat ýalňyşlygy;  $n$  - niwelirmekdäki duralgalaryň sany.

50 km aralyga çenli ýörelgäni niwelirmekdäki çäkli ýalňyşlyk aşakdaky formulanyň üsti bilen kesgitlenilýär:

$$\Delta h_{\text{çäkli}} = \pm 2 \cdot m_{km} \cdot \sqrt{L}$$

Bu ýerde  $m_{km}$  - bir kilometr aralygy niwelirmegiň orta kwadrat ýalňyşlygy;  $L$  - niwelirlenen ýörelgäniň kilometrdäki uzynlygy.

Surata almagyň geçirilen wagty " 23 "

Niwelir NB-1 № 234562

Howanyň temperaturasy +18

Howanyň cygilygy 754 min

Gözgeçi Atayew Yagmyrgeldi, Jumayew A. Hasaplan Hanjanowa Ä, Guzylyyew N.

Dural-galaryň tertibi, N/N	Reýkanyň duran nokady	Reýka boýunça hasaplar, mm			Beýgelmeler, mm			Guralyň gorizonty, metrde	Beýiklik, H, metrde	Goşmaça
		Yzdaky	Aralyk	Öňdäki	Hasaplanan	Orta	Düzedilen			
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I	Rep 15	1078			-0450	+1,5			115,445	
		5760			-0453	-0451,5				
	PK0	4683		1528 6213 4685					114,995	
II	PK0	1956			+1776	+1,0		116,951	114,995	
		6642			+1778	+1777				
		4686								
	+16 +46 PK0+60		2972 2967	0180 4864 4684					113,979 113,984 116,773	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

### 8.11. Ýoluň (trassanyň) uzaboýuna profilini gurmak

Geometriki niwelirlemegiň netijelerine hem-de piketaž žurnalynyň maglumatlaryna esaslanyp, ýol trassasynyň uzaboýuna profilini gurmak bolar. Niwelir ýörelgesi berlen reperleriň aralygynda ýa-da haýsy hem bolsa bir reperden başlap, ýene-de şol repere gaýdyp gelmeklik bilen geçirilýär. *Reper* - ýeriň üstünde beýikligi, ýagny şu çäk üçin kabul edilen urowen üstünden beýikligi belli bolan we ýeriň üstünde mahsus geodeziki belgiler bilen berkidilen nokat. Reperleriň beýikligi Baltika sistemadan ýa-da haýsy hem bolsa şertli üstden hasaplanylýp bilner.

Bu aşakdaky tepgyrlardan: ýagny, geometriki niwelirlemegiň žurnalyny hasaplamak we berlen ýer üstüniň profilini gurmak ýaly işlerden durýar. Profiliň masştablaryny gorizental ugurda  $1/2000$  we wertikal ugurda, ondan  $10$  esse kiçi bahasy ( $1/200$ ) alynýar.

Geometriki niwelirlemegiň žurnalyny işlemek üçin aşakdaky işler ýerine ýetirilýär (8.6-njy tablisa):

1. Geometriki niwelirlemegiň žurnalynda alnan hasaplaryň dogrulygyny barlamak üçin reýkanyň gyzyl tarapyň başlangyç hasabyny yzdaky we öňdäki nokatlar üçin ( $k=a-b$  we öňdäki  $m=a'-b'$  reýkalar boýunça) kesgitleýäris. Alnan netijeleri žurnalyň 3-nji we 4-nji sütünlerinde hasaplaryň aşagyna ýazýarys.

2. Baglanyşykly nokatlaryň arasyndaky ikeldilen beýgelmeleri ( $h$ ) aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$h = a - b; \quad h' = a' - b'$$

Bu ýerde  $a$  we  $b$  - yzdaky we öňdäki reýkalaryň gara tarapyndan alnan hasaplar, mm-de;  $a'$  we  $b'$  - yzdaky we öňdäki reýkalaryň gyzyl tarapyndan alnan hasaplar, mm-de;  $h$  we  $h'$  - nokatlaryň arasyndaky beýgelmeler, mm-de.

Berlen nokatlaryň arasyndaky ikeldilen beýgelemeleriň arasyndaky tapawut  $\pm 5$  mm çäkli bahadan geçmezligi hökmanydyr. Alnan netijeleri žurnalyň 6-njy sütünine ýazýarys.

3. Sahypa barlagyny her bir dolan sahypa görä geçirýäris. Onuň üçin ähli yzdaky we öňdäki piketlerden alnan gara we gyzyl hasaplary jemleýäris we aşakdaky formula arkaly olaryň tapa-wutlaryny tapýarys:

$$\sum_{i=1}^n (a + a') - \sum_{i=1}^n (b + b') = \sum_{i=1}^n 2h.$$

Bu ýerde  $\Sigma(a+a')$  - yzdaky tagtadan alnan hasaplaryň jemi, mm-de;  $\Sigma(b+b')$  - öňdäki tagtadan alnan hasaplaryň jemi, mm-de. Biziň mysalymyzda netije aşakdaky ýaly bolar:

$$\Sigma(a+a')=60223 \text{ mm we } \Sigma(b+b')=43753 \text{ mm.}$$

Onda formula goýmak bilen aşakdakyny alarys:

$$60223 - 43753 = 16470 \text{ mm.}$$

Ikeldilen beýgelmeleri žurnal boýunça jemleýäris we aşakdaky netijäni alýarys:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	PK 4	0846 5529 4683			-0508 -0507	+1,5 -0507,5	-0706		124,195	
VII	Rep 16			1354 6036 4682					123,689	
Sahypa barlagy	$\Sigma Y =$ =60223 mm	$\Sigma \ddot{O} =$ =43753 mm	$\Sigma + = 18388$ $\Sigma - = 1918$ $2\Sigma h = 16470$ mm		+9194 -0959 $\Sigma h_{\text{orta}} =$ +8235	+9200 -0956 +844				
$\Sigma Y - \Sigma \ddot{O} = 60223 - 43753 = 16470$ mm										

$$f_h = \Sigma h_{\text{orta}} - \Sigma h_{\text{bolmaly}} = \Sigma h_{\text{orta}} - (H_{\text{abhyrky}} - H_{\text{baqlangy}}) = +8,235 - (123,689 - 115,445) = +8,235 - 8,244 = -0009 \text{ mm}$$

$$f_{hgoyberilen} = \pm 50 \text{ mm} \cdot \sqrt{L} = \pm 50 \text{ mm} \cdot \sqrt{0,4} = \pm 32 \text{ mm}$$

Reýkacylar: Gurbandurdyýew D., Hamadow D.,  
Çyzygyçylar: Mämetnurowa J., Myratberdiyew P.

$$\sum_{i=1}^n 2h_{hasap} = 16470 \text{ mm}.$$

Diýmek, hasaplanan ikeldilen beýgelmeleriň we reýkadan alnan hasaplaryň jemleri bir-birine deň bolmagy, hasaplamanýň dogry geçirilenligini görkezýär.

4. Sahypa barlagyny geçirenden soňra, orta beýgelmeleri her bir stansiýada geçirýäris. Ony geçirmek üçin aşakdaky formula ulanylýar:

$$h_{orta} = \frac{h + h'}{2}.$$

Orta beýgelmeleri žurnalyň 7-nji sütünine ýazýarys.

5. Hasaplanylýan beýgelmeleri berkitmek işine girişýäris. Bu işi geçirmek üçin ýörelgede goýberlen ýalňyşlygy hasaplaýarys. Eger-de ýörelge ýapyk bolsa, onda beýgelmeleriň jemi aşakdaky baha deň bolmalydyr:

$$\sum_{i=1}^n h_{orta} = 0 \neq f_h.$$

Eger-de ýörelge açyk bolsa, onda aşakdaky formulany ulanmak bilen ýörelgede goýberlen ýalňyşlygy kesgitlemek bolar:

$$f_h = \sum_{i=1}^n h_{orta} - \sum_{i=1}^n h_{bolmaly}.$$

Bu ýerde

$$\sum_{i=1}^n h_{bolmaly} = H_{ahyrky} - H_{baslanyc}.$$

Bu ýerde  $H_{ahyrky}$  - ahyrky nokadyň beýikligi, m;  $H_{başlangyç}$  - başlangyç nokadyň beýikligi, m.

Biziň mysalymyzda ýalňyşlyk aşakdaky baha deň bolar:

$$f_h = +8,235 - (123,689 - 115,445) = +8,235 - 8,244 = -9 \text{ mm}$$

6. Tapylyan ýalňyşlygyň dogrulygyny barlamak üçin goýberlen ýalňyşlygyň mukdaryny hasaplaýarys. Tehniki niwelirmek üçin goýberlen ýalňyşlygyň mukdary aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$f_{hgoyber} = (\pm 50 \text{ mm} \cdot \sqrt{L}) \text{ mm}.$$

Bu ýerde  $L$  - ýörelgäniň kilometrdäki uzynlygy. Biziň mysalymyzda  $L=400 \text{ m}$  ýa-da  $0,4 \text{ km}$  baha deňdir, onda formula goýmak bilen aşakdakyny alarys:

$$f_{hgoyber} = \pm 50 \text{ mm} \cdot \sqrt{0,4} = \pm 32.$$

Şert boýunça bu baha, edilyän talaby doly kanagatlandyrýar we şu aşakdaky ýaly berilýär:

$$f_h \leq f_{hgoyber}, \text{ onda } 9 \text{ mm} < 32 \text{ mm}$$

7. Tapylyan ýalňyşlygy ýörelgedäki her bir stansiýanyň orta beýgelmesine ters alamaty bilen paýlaýarys. Paýlanan ýalňyşlygyň jemi ters alamaty bilen tapylyan ýalňyşlyga deň bolmalydyr  $+9 \text{ mm} = -9 \text{ mm}$ . Paýlanan ýalňyşlyklary

hasaba almak bilen orta beýgelmeleri düzedýäris we düzedilen beýgelmeleri( $h_{düzedilen}$ ) žurnalyň 8-nji sütünini alarys.

8. Baglanyşdyrýan nokatlaryň beýikligini aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplaýarys:

$$H_n = H_{n-1} \pm h_{düzedilen}.$$

Bu ýerde  $H_n$  - hasaplanýan nokadyň beýikligi, m;  $H_{n-1}$  - başlangyç nokadyň ýa-da reperin beýikligi, m.

Eger-de ýörelge açyk bolsa, onda başlangyç nokadyň beýikliginden hasaplamaga başlaýarys we ahyrky nokatda tamamlýarys.

Eger-de ýörelge ýapyk bolsa, onda başlangyç nokatdan (reperden) hasaplamaga başlap, ýene-de şol nokatda ony gutarýarys. Bu bolsa, geçirlen hasaplamalaryň dogry geçirilenligini barlamaga esas döredýär.

9. Aralyk nokatlarynyň beýikligini hasaplamak üçin guralyň gorizontyny hasaplamak gerekdir. Guralyň gorizonty aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplanylýar:

$$GG = H_{baş.piket} + a \text{ ýa-da } GG = H_{ahyr.pik} + b.$$

Bu ýerde  $H_{baş.piket}$  - aralyk nokadyň ýerleşen piketiniň başlangyç nokadynyň beýikligi, m;  $H_{ahyr.pik}$  - aralyk nokadynyň ýerleşen piketiniň ahyrky nokadynyň beýikligi, m;  $a$  - başlangyç nokatdan alnan gara hasap, m;  $b$  - ahyrky nokatdan alnan gara hasap, m;

**1-nji mysal.** II stansiýadaky aralyk nokatlarynyň beýikligini hasaplamak üçin guralyň gorizontyny kesgitläliň. Onuň beýikligini aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$GG = 114.995 + 1.956 = 116.951 \text{ m.}$$

ýa-da

$$GG' = 116,773 + 0,180 = 116,953 \text{ m.}$$

Hasaplanan gurallaryň gorizonty başlangyç we ahyrky nokatlarda(piketlerde) takmynan bir-birine deň. Olaryň arasyndaky tapawut( $D = GG - GG'$ ) tehnikni niwelirlemegi üçin  $\pm 5 \text{ mm}$ -den köp bolmaly däldir. Biziň mysalymyzda bu tapawut  $-2 \text{ mm}$  ( $116,951 - 116,953 = -2 \text{ mm}$ ) baha deňdir. Bu bahalaryň orta arifmetiki bahasyny tapalyň, ol  $GG_{orta} = 116,952 \text{ m}$  bolar.

10. Guralyň gorizontynyň( $GG$ ) üsti bilen aralyk nokatlaryň beýikligi aşakdaky formulanyň üsti bilen hasaplanylýar:

$$H_{aralyk}^{\circ} = GG_{orta} - b.$$

Bu ýerde  $b$  - aralyk nokatlardan alnan hasaplar, m.

**2-nji mysal.** II stansiýadaky aralyk nokatlaryň beýikligini hasaplaýň. Olaryň beýikligi aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$H_{PK0+16} = 116,952 - 2,972 = 113,980 \text{ m;}$$

$$H_{PK0+46} = 116,952 - 2,967 = 113,985 \text{ m.}$$

# Yohun uzaboyuna PROFILI

Mashtablary: gorizonta-1:2000  
vertikal-1:200

H<sub>Replis</sub>=123,689 m

S-37,4 m

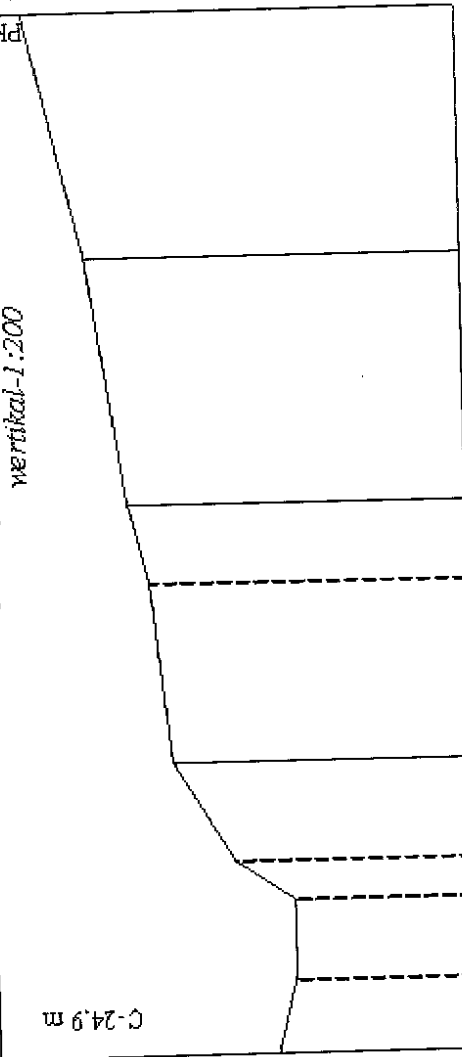
H<sub>Replis</sub>=115,445 m

C-24,9 m

PK4

PK0

126  
124  
122  
120  
118  
116  
114  
112  
110  
108



Trassanyň plany	Sürüýän ýerler				Sürüýän ýerler			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Gara be- ýiklik, m	114.99	113.98	113.98	116.77	118.66	120.08	122.28	124.19
Arabyklar, m	16	30	14	40	65	35		
Piketter	0	1	2	3	4			

8.21-nji surat. Ýer üstüniň uzaboyuna profili.

Geometriki niwelirlemegiň žurnalyny stansiýa boýunça işlemek üçin EHM-leriň *BASIC* dilinde düzülen programmasy şu aşakdaky ýaly berilýär:

```

10 rem "Geometriki niwelirlemegiň žurnalyny işlemek"
20 input A,A1,B,B1
30 K=A1-A;M=B1-B;dk=K-M
40 if abs(dk)<=5 then 60
50 if abs(dk)>5 then print "Hasaplar ýalňyş":end
60 h=A-B;h1=A1-B1;dh=h-h1
70 if abs(dh)<=5 then 90
80 if abs(dh)>5 then print "Nokatlaryň arasyndaky beýgelme nädogry":end
90 h orta=(h+h1)/2
100 print tab(10); "Geometriki niwelirlemegiň žurnaly"
110 print "
120 print "    ! Reýkadan alnan ! Beýgelme, mm    "
130 print "    Duralgalaryň ! hasaplar, mm!    "
140 print "    tertibi !    !Hasaplanan! Orta    "
150 print "    ! Yzdaky ! Öňdäki !    !    "
160 print "    !    -!    !    !    "
170 input "Duralgalaryň adyny giriziň";A$
180 print tab(9);A
190 print tab(9);A1
200 print tab(4);A$: ; print tab(27);h
210 print tab(36);h orta
220 print tab(18);B
230 print tab(18);B1
240 print "    !    !    !    !    "
250 end

```

Geometriki niwelirlemegiň žurnalyny hasaplardan soňra, profili gurmak işine girişýäris. Profili millimetre bölünen kagyza gurmak has-da amatlydyr. Bu kagyza ölçeg guralyny ulanmazdan, berlen elementleri profiliň gurulýan masştabynda alyp goýmaga mümkinçilik berýär.

Profili gurmak üçin onuň şertli üstüni saýlap alýarys, şu üstden aşak ugurda profiliň toruny aşakdaky tertipde alyp goýýarys:

- 1-nji hatar- "Trassanyň plany"-2 sm;
- 2-nji hatar-"Nokatlaryň we piketleriň beýikligi"-1,5 sm;
- 3-nji hatar-"Nokatlaryň we piketleriň uzynlygy"-1 sm;
- 4-nji hatar-"Nokatlaryň we piketleriň tertibi"-1 sm.

"*Trassanyň plany*" hataryny piketaž žurnalynyň esasynda, degişli şertli belgiler bilen geçirýäris.

Profili gurmaga başlamazdan öňürti, onuň torunda geometriki niwelirlemegiň žurnalynyň neýjesinde 2-nji we 3-nji hatarlary doldurýarys. Nokatlaryň we piketleriň beýikligini 0,01 m takyklykda tegelemek bilen ýazýarys (8.21-nji surat).

Profili gurmak üçin şertli gorizontynyň beýikligini saýlap alalyň. Şertli üstüň beýikligi nokatlaryň we piketleriň beýikligine baglylykda alynýar. Berlen



nokadyň ýa-da piketiň profildäki ýagdaýy, şertli üstden ýokarda ýerleşmelidir. Onda, geometriki žurnaldaky nokatlaryň we piketleriniň beýiklikleriniň arasynda iň kiçi beýikli nokady tapalyň, ol  $H_{min}=113,98\text{ m}$  baha deň. Şu beýiklikden ugur almak bilen profiliň şertli üstüniň beýikligini  $H_{şertli}=106\text{ m-e}$  deň diýip alalyň. Şertli üstden ýokarda profiliň wertikal masştabyny alyp goýalyň. Şu ugurda 108, 110, 112,...126 metre deň bolan aralyklardan alalyň. Profilde iň uly beýiklikli piket  $H_{max}=124,19\text{ m}$  bahasy bilen PK4 alýar. Bu bolsa profiliň wertikal masştabynyň 126 metrlik baha bilen guratýandygyny görkezýär.

Nokatlaryň we piketleriň profildäki ýagdaýy, olaryň 2-nji hatardaky beýikligi bilen wertikal masştabdaky şu beýiklige deň bolan bahanyň kesişýän yerinden almak bolar. Meselem, 2-nji hatardaky  $H_{PK0}=114,99\text{ metrlik}$  baha bilen, wertikal masştabdaky 115,00 m-lik beýikligiň kesişmegi netijesinde PK0 piketiň profildäki ýagdaýyny alarys. Şeýle tertipde, profildäki ähli nokatlary geçirýäris. Soňra, şu nokatlary yzygiderlikde bir-biri bilen birleşdirýäris we berlen çyzygyň uzaboýuna profilini alarys. Eger-de profildäki nokat aralyk nokady bolsa, onda şol nokatda şertli üste çenli üzňe çyzyk, piket bolsa bütewi çyzyklary geçirmek bilen çyzýarys.

Alnan profili, degişli şertli belgileriň esasynda, olary pfofilde görkezmeklik bilen çyzýarlar. Trassanyň okuny - gyzy, ýerüstüniň gidrografiýasyny - gök we ş.m. reňkler bilen çyzýarlar.

#### 8.12. Taslamaly(proýektli) çyzygy profile geçirmek we taslamaly beýiklikleri hasaplamak

Profilden geljekki ýoluň, ýabyň, trubaly geçirijiniň we ş.m. çyzyk görnüşli obýektleriniň taslamasyny(proýektini) düzmek üçin peýdalanylýar. Taslama çyzygy profiliniň çyzygynyň ýokarsyndan, aşagyndan, nokatlaryň arasyndan desganyň berlen eňňitligi (ýapgytlyk burçy) boýunça geçirmek bolar. Bu ýagdaýda taslamadaky berlen çyzygynyň goýberilýän ýapgytlygyndan peýdalanylýar. Çyzygyň eňňitligi ( $i$ ) nokatlaryň arasyndaky beýgelmäniň ( $h$ ), olaryň arasyndaky gorizont kesimiň uzynlygyna ( $S$ ) gatnaşygydyr. Bu aňlatmany aşakdaky yaly ýazmak mümkindir:

$$i = \frac{h}{S}.$$

Eňňitligiň alamaty goşmak we aýyrmak bolup, ol beýgelmäniň görnüşine baglydyr.

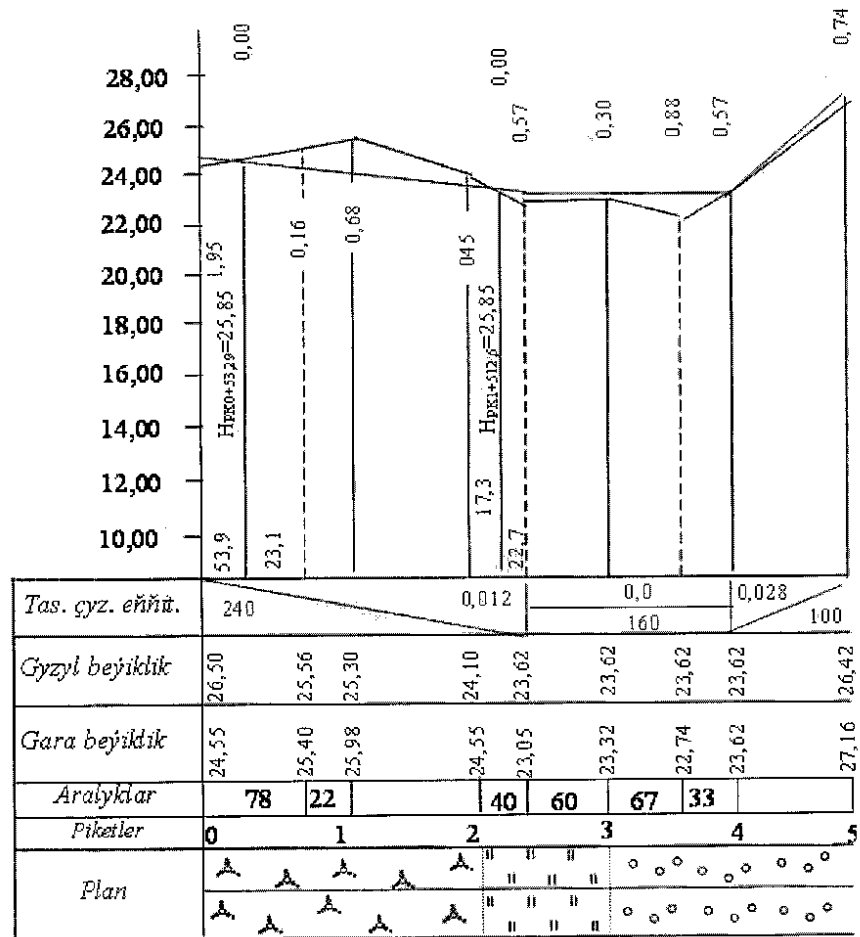
Beýgelme ( $h$ ) gönüburçly üçburçlygyň ýapgytlyk burçunyň ( $v$ ) garşysyndaky ýatan katetdir, gorizont kesim bolsa Şonuň üçin, eňňidiň( $i$ ) gatnaşygyny aňladýan sandan daşary, ýapgytlyk burçuny hem kesgitleýäris. Eňňidi görterimde (%) ýa-da münligiň bir böleginde (promillde,  $\text{‰}$ ) aňlatmak bolar. Meselem,  $h=1,00\text{ m}$ ,  $S=100\text{ m}$  bolsa, onda  $i=0,010$ ,  $v=5,7^\circ$ ,  $i=10\text{ ‰}$ , -10 münlige ýa-da 10 promil baha deň bolýar.

# ÝOLUŇ UZABOÝUNA

## PROFILI

Masştablary: gorizonta1-1:2000

wertikal-1:200



8.22-nji surat. Ýer üstüniň uzaboýuna raslamaly profile.

Trassanyň taslama çyzygyny profiliň üstüne geçirende, ýapgytlygyň 0,50-den (50 %-den) geçmezligi, taslama çyzygy boýunça ýeriň üstüni tekizlände toprak işleriniň göwrüminiň minimal, ýagny oýluklaryň we depeleriň çen-takmyn deňligini gazanmak bilen, goşmak ýapgytlykdan aýyrmaga geçende, gorizonta1 tekizliklerde alnyp barylmagyny, taslama çyzyklarynyň döwülme nokatlarynyň asma çyzyklar bilen gabat gelip, olaryň beýiklikleriniň belli bolmagy, derýalaryň

ýa-da beýleki suw obýektleriniň ýokarsyndaky taslama çyzygyň ýagdaýynyň goýlan çäkten aşakda bolmazlygyny gazanmalydyr. Meselem, suwuň gorizontyndan 2 m beýiklikde ýerleşmegini gazanmalydyr.

PK0 we PK2+40 m piketleriniň arasyndaky çyzygyň beýgelmesi  $h = -2,50$  m, şu kesimiň eňňitligi  $i = 2,50 / 240 = 0,012$  ýa-da  $12 \text{ }^0_{/100}$  bolar (8.22-nji surat).

PK2+40 m nokadyň taslama çyzygyndaky beýikligi, ýeriň üstündäki nokadyň beýikligi bilen gabat gelýär. PK2+40 m we PK4 piketleriň arasyndaky eňňitlik  $h = 0,000$  m bolýar, emma PK4 we PK5 piketleriň arasyndaky beýgelme  $h = +2,80$  m bolup, ol aşakdaky baha deň bolýar:

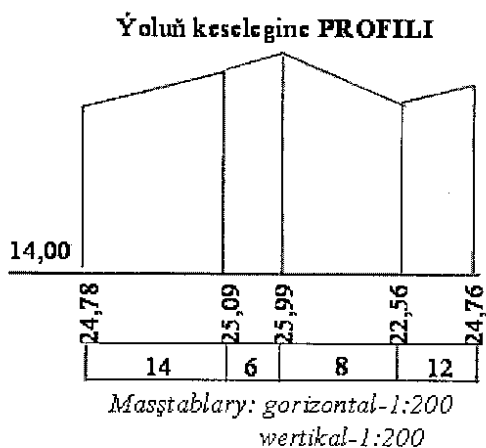
$$i = -2,80/100 = -0,028 \text{ ýa-da } 28 \text{ promill} ( \text{ }^0_{/100} ) \text{ bolar.}$$

Alnan eňňit boýunça profiliň taslama çyzygynyň üstündäki ähli nokatlarynyň taslama beýikligi aşakdaky formulany ulanyp hasaplanylýar:

$$H_n = H_{n-1} + h = H_n + i \times S.$$

Mysal hökmünde PK2+40 m nokatda taslama beýikligi aşakdaky ýaly bahany alar:

$$H_{PK2+40} = H_{pk0} + i \times S = 26,50 + (-0,012) \times 240 = 26,50 + (-2,82) = 23,62 \text{ m}$$



8.23-nji surat. Ýolyň keseligine profili.

Şunuň ýaly tertipde, beýleki taslamaly çyzyklaryň başlan-gyç we ahyrky nokatlarynyň beýiklikleri hasaplanylýp tapylýar. Bu hasaplanan beýiklikleriň ählisini profiliň torunyň “Taslama beýiklikler” hatayna ýazýarys. PK2+40 metrlik nokatdan PK4 çenli piketleriň ählisiniň taslamaly beýiklikleri 23,62 m baha deňdir. PK5 piketiniň taslamaly beýikligi, hasaplamanyň netijesinde, 26,42 m baha deňligi anyklanylady.

Piketiň taslama ( $H_{tas}$ ) we ýeriň hakyky üstüniň beýiklikleriniň ( $H_{hak}$ ) tapawudyna işçi beýiklik ( $h_{işçi}$ ) diýilýär. Ol aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$h_{işçi} = H_{tas} - H_{hak}$$

Olary profilde ýasama depede taslama çyzgyny ýokar-synda, emma oýlyk ýerlerde bolsa, taslama çyzgyny aşagynda ýazýarys.

Profiliň çyzygy bilen, taslama çyzygynyň kesişme nokadyna *nol işli* nokady diýilýär, şonuň üçin olarda beýikligem ýok pesligem (8.23-nji surat). Bu nokatlarda taslama beýikligi, ýeriň üstündäki nokatlaryň hakyky beýikligi bilen biri-birine deňdir ( $H_{tas} = H_{hak}$ ).

Nol işli nokadynyň beýikligini aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$H_{işçi} = H_{tas} + i \times d.$$

Bu ýerde  $d$  - nokada çenli gorizontal kesimiň uzynlygy, m;  $H_{tas}$  - başlangyç nokatdaky işçi beýiklik, m.

Üçburçlugyň meňzeşligine esaslanyp, gorizontal kesimiň uzynlygy( $d$ ) aşakdaky formulalaryň kömegi bilen hasaplaýarys:

$$d_1 = \frac{r_1}{(r_1 + r_2)} \cdot S \quad \text{we} \quad d_2 = \frac{r_2}{(r_1 + r_2)} \cdot S.$$

Bu ýerde  $r_1$  - başlangyç nokatdaky işçi beýgelme, m;  $r_2$  - ahyrky nokatdaky işçi beýgelme;  $S$  - nokatlaryň ýa-da piketleriň arasyndaky aralyk, m.

Mysal hökmünde  $PK0+50$  m nokadyna nol işli nokadyň beýikligini hasaplalyň. Bu işi ýerine ýetirmek üçin aşakdaky hasaplamalary geçireliň:

$$d_1 = \frac{1,95}{(1,95 + 0,87)} \cdot 78 = 53,94 \text{ m.} \quad \text{we} \quad d_2 = \frac{0,87}{(1,95 + 0,87)} \cdot 78 = 24,06 \text{ m.}$$

Meseläniň şerti boýunça  $d_1 + d_2 = S$ , biziň mysalymyzda ol  $53,96 + 26,04 = 78,00$  m baha deňdir.

Nokadyň beýikligi aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$H_{PK0+53,94} = H_{PK0} + i \times d_1 = 26,50 + (0,012) \times 53,94 = 25,85 \text{ m}$$

Edil şular ýaly galan nokatlaryň beýikligi hasaplanylýar.

Eger-de ýörelgede keseligine niwelirmek geçirilen bolsa, onda onuň profilini 8.23-nji suratdaky ýaly gurmak we bezemek bolar.

Profili bezemek işini tuşda geçirmeli, gyzyt tuş bilen ýörelgäniň okuny, ýagny “Plan” hataryny, gök reňkli tuş bilen ýer üstüniň gidrografiki toruny, galan ähli elementleri bolsa gara tuş bilen, degişli şriftleri ulanmak bilen çyzýarlar.

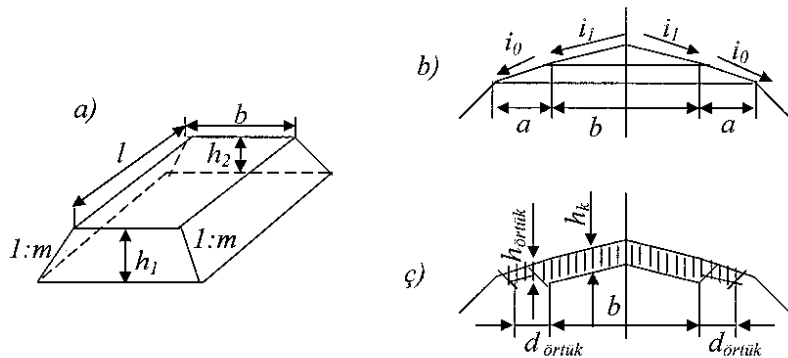
Profilde taslamanyň netijelerini: gyzyt tuş bilen taslama çyzygyna degişli bolan ähli maglumatlar(taslama çyzygy, nokatlardaky işçi beýiklikler), gök tuş bilen - nol işli nokatdan profiliň şertli üstüne çenli wertikal çyzygy, nul işli nokatlaryndan profile ýakyn nokatlara çenli aralyklary( $d_1$  we  $d_2$ ) bezelýär.

### 8.13. Toprak işleriniň göwrümini hasaplamak

Awtomobil ýollaryny teswirlemekde, toprak işleriniň göwrümini hasaplamak hökmany ýerine ýetirilýän işleriň birisi bolup durýar. Olar bolsa soňraky toprak massalaryny teswirlenilýän ýol boýunça paýlamak meselelerinde,

gurluşygyň taslamasyny gurmakda (düzmekde) we obýektiň bahasyny (gymmatyny) kesgitlemek ýaly wajyp meseleleri çözmekde görnükli orny alýar.

Awtomobil ýollarynda toprak işleriniň göwrümini kesgitlemegi kese profiller usuly ulanylýar. Şu maksat üçin awtomobil ýoluny topragyň göwrümini hasaplamak maksady bilen kiçijik (elementar) kese kesikli *prizmatoidlere*, olar bolsa trassanyň piketli we “goşmaça” nokatlaryna bölünýär.



8.24-nji surat. Prizmatoidiň göwrüminiň kesgitleniş shemasy.

Belli bolşy ýaly prizmatoidiň göwrümini *Simpsonyň formulasynyň* kömegi bilen kesgitlemek bolar (8,24-nji a surat). Ol aşakdaky ýaly berilýär:

$$V_1 = \frac{F_1 + F_2 + 4 \cdot F_{orta}}{6} \cdot l.$$

Bu ýerde  $F_1$  we  $F_2$  - prizmatoidiň kese kesiginiň meýdany;  $F_{orta} = l/2$  - uzynlykda prizmatoidiň ortasynda ýerleşen kese kesigiň meýdany;  $l$  - kiçijik prizmatoidiň uzynlygy.

$F_{orta}$  ululygy boýunça  $F_1$  we  $F_2$  kese - kesiginiň meýdanynyň ululygy boýunça aňlatsak, ýagny bu ululyklara degişli  $h_1$  we  $h_2$  işçi bellikleriň we  $m$  - eňňitligiň goýmasynyň koeffisiýentini alsak, onda aşakdakylary alarys:

$$F_{orta} = \frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{m \cdot (h_2 - h_1)^2}{4}.$$

Göwrümi kesgitlemegiň formulasyna  $F_{orta}$  ululygyň bahasyny goýmak bilen gutarnykly aşakdakyny alarys:

$$V_1 = \left[ \frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{m \cdot (h_2 - h_1)^2}{6} \right] \cdot l.$$

Massiwiň umumy göwrümi (oýlykda ýa-da güberçekde) kiçi bölekleriň jemi görnüşinde tapylýar:

$$V = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{F_{i-1} + F_i}{2} - \frac{m_i \cdot (h_i - h_{i-1})^2}{6} \right] \cdot l_i$$

Gurluşyk geçjek meýdany niwelirmek maksady bilen taslamany (projektini) düzýärler. Niwelirmegiň geçiriljek ýerini rekognossirowka etmek wagtynda düzülýän taslama barlanylýar. Eger-de topografiki plan 1:500 masştabda düzülýän bolsa, onda içki kwadratlaryň taraplarynyň uzynlygyny 10 - 20 metrden, 1:1000 masştabda 20 m, 1:2000 masştably bolsa - 40 metre deň edilip alynýar. Daşky kwadratyň taraplarynyň uzynlygyndan 10 esse kiçi almak bolar. Rekognossirowka geçirilýän wagtynda, nokatlaryň beýikliklerini hasaplamak üçin, kwadratlaryň birnäçesiniň depelerine reperleri we markalary nähili baglanyşdyrmak gerekligi kesgitlenilýär.

Kwadratlaryň torunyň shemasyny ýere geçürmekde, onuň birnäçe daşky bölegini boýlap göni çyzyk geçirýärler. Bu çyzykda, daşky kwadratyň taraplarynyň uzynlygyna deň bolan çyzyk belgilenilýär, soňra çyzygyň uçlaryna (1 we 5) yzygiderlikde teodolit ýa-da eker ornaşdyrylyp, 16-1-5 we 1-5-20 göni burçlar ýasalýar. Bu göni burçlar ýörelgede 1-16 çyzyk hem-de bu çyzyk içki kwadratlaryň 1, 6, 11 we 16 hem-de 1-5 tarapda bolsa 1, 2, 3, 4 we 5 depeleri ýatýar. Olaryň ýagdaýlaryny, ölçeg geçirmek ýoly arkaly tapyp ýeriň üstünde gazyklar bilen belgilenilýär. Çyzyklary belgilemekde uzynlygy 100 metre barabar bolan inçe sim ýa-da uzynlyklary 20, 50 we 100 m bolan ölçeg lentalaryndan, ruletkalaryndan peýdalanylýar. 20 nokatda teodeolidi(ekeri) ornaşdyryp, 20-16 çyzyk we ondaky içki kwadratlaryň depeleri ýeriň üstünde gazyklar bilen belgilenilýär. Gönüburçlugyň dogry ýasalandygyny barlamak üçin nokada teodeolit ornaşdyrylyp 1 we 20 nokatlardaky çelgilere seredip, 20-16-1 göni burç ölçenilip, görülýär. Burç 90°-dan 8'-dan artykmaç -gyşarmasa 1-5-20-16 gönüburçlyk dogry ýasalan hasaplanylýar. Soňra gönüburçlugyň içindäki kwadratlary bölmek işine girişýäris. Kwadratlaryň toruny beýleki usullarda hem ýeriň üstüne geçirmek bolar.

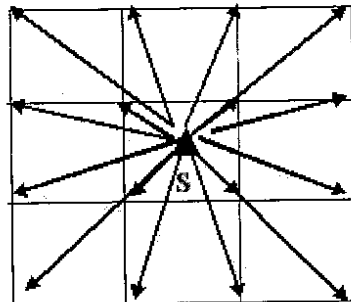
Adatça, daşky kwadratlaryň depeleri metal truba ýa-da agaç sütün bilen, galan kwadratlaryň depelerini ýeriň üsti bilen deň edilip, gazyklary kakyp belgileýärler. Bu gazyklara *piketler* diýilýär. Piketleriň ýanyna ýerden beýigräk edip (5-10 sm çemesi) ikinji sakçy gazyk kakylýar. Sokçy gazyga piketiň ady, onuň tertibi ýazylýar. Piketleriň tertibini görkeziji belginiň suratyna 1-5 parallel çyzygyň, ahyryna bolsa 5-20 parallel çyzygyň tertipleri ýazylýar.

Kwadratlary ýerde belgilemek bilen birlikde, onuň shemaly çyzgysy çyzylan kagyza göz çeni çemeleşip, birnäçe sudurlar we relýef nokatlary düşürilýär. Bu surata berlen ýer üstiniň *krokisi* diýilýär.

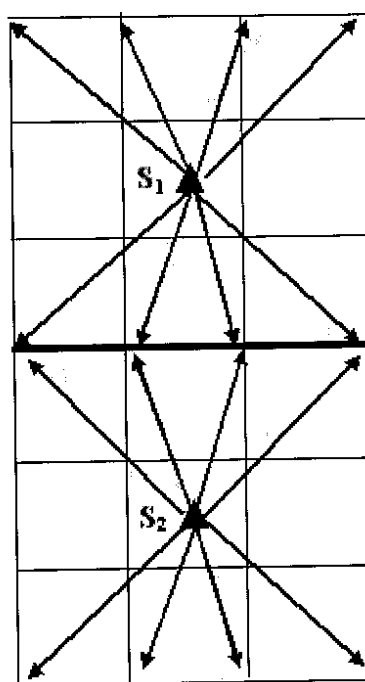
### 8.15. Meýdany stansiýalardan niwelirmek

Niwelirlenilýän meýdan 200 x 200 m ölçegden uly bolmasa, şeýle hem ol ýeri bir stansiýadan niwelirmek mümkin bolsa, onda niwelir meýdançanyň ortasynda ornaşdyrylyp işler geçirilýär. Niweliri stansiýada (S) hokadyň üstünde goýmak bilen işçi ýagdaýa getirilýär (8.26-njy surat). Soňra, görüş truba arkaly, kwadratlaryň depelerinde goýlan niwelir reýkalaryndan yzygiderlikde hasaplar alynýar. Alnan hasaplar degişli kwadratlaryň depeleriniň ýanynda, surata almagyň

çyzgysyna (žurnalyna) ýazylýar. Kwadratlaryň depeleriniň beýikligini kesgitlemek üçin stansiýada, guralyň gorizontyny kesgitleýäris. Guralyň gorizonty ýokarda agzalan görnüşde hasaplanylýar. Soňra, guralyň gorizontyndan kwadratyň her bir nokadynda goýlup, reýkalardan alnan hasaplary aýyrmak bilen kesgitlenilýär. Kwadratlaryň depeleriniň beýikligini hasaplamak maksady bilen niwelirlenilýän ýeriň çägi, beýikligi öňünden belli we ýeriň üstünde mahsus belgiler bilen berkidilen reperdir, markalara baglanyşdyrylýär.



8.26-njy surat. Üsti kwadratlara bölüp bir stansiýadan niwelirmek.



8.27-nji surat. Üsti kwadratlara bölüp birnäçe stansiýadan niwelirmek.

Meýdany bir stansiýadan durup niwelirmek mümkinçiligi bolmasa, onda bu ýeri birnäçe niwelir stansiýasyndan niwelirmek meýilnamalaşdyrylýar. Onuň üçin niwelirlenilýän ýeriň çägin (8.27-nji surat) 2 stansiýa bölýärler ( $S_2$  we  $S_2$ ). Şu ýagdaýda, kwadratlaryň depelerini baglanyşdyryjy we aralyk nokatlaryna bölýärler. Her bir stansiýada baglanyşdyryjy nokatlarda ornaşdyrylan reýkanyň gara we gyzyt taraplaryndan, ýörelgede ikilenç niwelirmegi (barlagy) geçirmek üçin alýarlar we surata almagyň žurnalyna ýazýarlar. Niwelirmegiň shemasy boýunça nokatlaryň beýiklikleri, *beýgelmeler usulynda*, aralyk nokatlaryň beýiklikleri bolsa, *guralyň gorizonty (GG)* usulynda hasaplanylýar. Meselem, suratda görkezilen meýdan niwelirmegi üçin dört sany stansiýa belgilenilmeli, baglanyşdyryjy çyzykdaky nokatlardan, özgeleri bolsa aralyk nokatlardyr. Her bir stansiýada baglanyşdyryjy nokatlary birleşdirýän çyzyk bilen aralyk nokatlary niwelirmek bolsa, üznä çyzyk arkaly görkezilendir.

Baglanyşdyrýan nokatlaryň beýikliklerini hasaplap çykarmak maksady bilen, her bir baglanyşdyrýan nokatlaryň arasyndaky iki gezek beýgelmeler we orta beýgelmeleri hem hasaplanylýar. Baglanyşdyryjy nokatlaryň ýapyk zynjyry(sepi) emele getirýänligi üçin, olaryň orta beýgelmeleriniň algebraik jeminiň nola deň bolmagy ýa-da oňa ýakyn san bolmagy esasy şert hasaplaýlýar. Emma ýörelgede alnan san nola deň bolman, eýsem oňa ýakyn san bolsa, onda ol niwelirmekde goýberlen *ýalňyşlyk* hasaplanylýar. Niwelirmekde goýberlen çäkli ýalňyşlyk aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$f_{h\text{çäkli}} = \pm(10\text{ mm} \cdot \sqrt{n}).$$

Eger-de alnan netije  $f_h \leq f_{h\text{ goýber}}$  deňsizligi kanagatlandyrsa, onda ölçeg dogry geçirilen hasaplanylýar. Hasaplanylýan orta beýgelmeleri(eger-de, ol ýol berilýän bolsa) tapytan ýalňyşlygyň ters alamaty bilen, her bir stansiýada hasaba almak arkaly jemleýärler we düzedilen ýalňyşlyklary alýarlar. Soňra, düzedilen beýgelmeler boýunça baglanyşdyryjy nokatlaryň beýiklikleri hasaplanylýar. Baglanyşdyryjy nokatlaryň beýiklikleri boýunça her bir stansiýa üçin guralyň gorizonty hasaplanylýar. Soňra, her bir stansiýada guralyň gorizontyndan aralyk nokatlarda goýlan reýkalardan alnan hasaplary aýyryp aralyk nokatlaryň beýiklikleri hasaplanylýar.

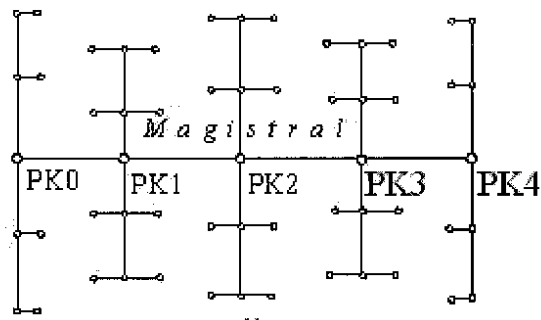
#### 8.16. Ýer üstüni magistral we perpendikulýarlar usulynda niwelirmek

Uzaboýuna uzalyp gidýän çylşyrymly relýefli maýdanyň uly(1:500, 1:1000, 1:2000 we 1:2500) masştably topografiki planyny çyzmakda, meýdany magistral we perpendikulýar çyzyklar usulynda niwelirleýärler. Şu ýagdaýda, surata alynýan meýdanyň uzaboýuna ortasyndan ýa-da onuň haýsy hem bolsa gyrasyndan boýlamak bilen ýörelge geçirilýär we ol geodeziki daýanç punktlaryna baglanyşdyrylýar (8.28-nji surat). Suratda berlen ýer üstünde magistral ýörelge geçirilip niwelirmek usullarynyň biri görkezilen. Magistral ýörelgede her 50 m ýa-da 100 m kesgitlenen aralyklardan piketlere bölýärler. 1:500 we 1:1000 masştably plany almakda parallel magistral ýörelgeleri her 500 metrden araladyp,



1:2000 masştably plan almakda - 1000 metrden planly we beýiklik daýanç punktlaryna baglanyşdyrylýar.

Her bir magistraldan ekeriň ýa-da teodolidiň kömegi bilen perpendikulýar çyzyklar çykarylýar. Bu perpendikulýar çyzyklaryň uzynlygy we gürlügi ýer üstüniň relýefine, niwelirlemegiň nähili maksatda we takyklykda geçirilýänligine baglydyr. Meselem, 1:500 we 1:1000 masştably topografiki plany çyzmakda, her 20 metr-den 30 metre çenli aralykda, 1:2000 masştably plan çyzmakda 40 metrden 50 metre çenli aralykda perpendikulýar çyzyklar geçirilýär. Eger-de perpendikulýar çyzyklaryň uzynlygy 50 metrden köp bolsa, onda onuň magistral ýörelgä baglanyşdyrylmagy hökmanydyr.



8.28-nji surat. Üsti magistrallar boýunça niwelirmek.

Perpendikulýar çyzyklar piketlere bölünip, ýeriň üstünde gazyklar bilen belgilenilýär. Soňra, magistral ýörelgedäki piketler we aralyk nokatlary uzaboýuna niwelirmekdäki ýaly perpendikulýar çyzyklardaky häsiýetli nokatlary, niwelirmekdäki ýaly işlenilip çykylýar. Magistral ýörelgede öwrümli nokatlaryň gorizonttal burçlary teodeolit bilen, emma olaryň arasyndaky aralyklar bolsa, ölçeg zolagy ýa-da optiki uzakölçeýjileriň kömegi bilen ölçenilýär. Magistral ýörelgäki baglanyşdyryjy nokatlaryň beýikligi, düzedilen beýgelmeler usulynda, aralyk we perpendikulýar nokatlaryň beýiklikleri bolsa, guralyň gorizontynyň üstü bilen hasaplanylýp çykarylýar. Ýörelgede perpendikulýarlary ekeriň kömegi bilen geçirmek hem bolar.

#### 8. 17. Niwelirlemegiň netijelerine esaslanyp plany gurmak

Oňat çyzylýan kagyza(watmana) berlen masştabda kwadratlaryň torý çyzylýar. Niwelirmek magistral we perpendikulýar çyzyklar usulynda geçirilen bolsa, onda plan *magistral* we *perpendikulýar* çyzyklarynyň öwrümli nokatlarynyň gönüburçly koordinatlary boýunça çyzylýar. Soňra, surata almagyň krokisine esaslanyp, sudurlar hem-de baglanyşdyryjy we aralyk nokatlar plana düşürilýär. Nokatlaryň ýanyna(mümkün bolsa sag tarapynda) olaryň tertibi we 0.01 m-e çenli tegeklelenen beýikligi ýazylýar.

Gorizontallar bilen görkezilen plany düzmek üçin hökmany suratda üsti kwadratlara, magistrallara we perpendikulýarlara bölüp niwelirlemegiň çyzgysyny işlemelidir.

Meýdany surata almagynyň çyzgysyny işlemek maksady bilen, ilki bilen baglanyşdyryjy nokatlaryň beýikliklerini hasaplamak gerekdir. Tablisada(8.25-nji surat) niwelir stansiýalary üçburçluklar bilen görkezilendir. *Stansiýa*, bu niwelir bilen işlemek üçin ýeriň üstünde alnan nokat. Tablisada stansiýalar özleriniň tertibi bilen ýerleşdirilýär. Reper (Rep18) çyzgyda tegelek görnüşli berlen. Stansiýalar reper bilen “*ortadan*” niwelirlemek usuly bilen baglanyşdyrylýar. Niwelirlemekde ulanylan niwelir reýkasy bir taraplydyr. Ikilenç beýgelmäni kesgitlemek üçin, guralyň iki beýikligi alynýar. Kwadratlaryň galan depeleri edil aralyk nokatlary görnüşli, ýagny guralyň ikinji beýikliginde alynýar.

Žurnaly işlemek üçin aşakdaky işler ýerine ýetirilýär:

1. Baglanyşdyryjy nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleri kesgitleýäris, ony aşakdaky formulalaryň üsti bilen kesgitleýäris:

$$h = a - b \text{ we } h' = a' - b'$$

Bu ýerde  $a$  we  $a'$  - yzdaky niwelir reýkasyndan guralyň birinji beýikliginde reýkadan alnan hasaplar, mm;  $b$  we  $b'$  - guralyň ikinji beýikliginde reýkadan alnan hasaplar, mm.

Baglanyşdyryjy nokatlaryň arasyndaky beýgelmeleriň hasaplanyşyna Rep18-3 nokatlaryň mysalynda seredip geçeliň, bu nokatlaryň arasyndaky beýgelme aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$h_{Rep18-3} = 0481 - 1341 = -0860 \text{ mm}$$

$$h_{Rep18-3'} = 0426 - 1282 = -0856 \text{ mm}$$

Tablisanyň birinji sütüni “*Baglanyşdyryjy nokatlaryň tertibi*” bolup, oňa şol nokatlaryň tertibi ýazylyar.

8.6-njy tablisa

**Baglanyşdyryjy nokatlaryň beýikligini kesgitlemegiň wedomosty**

Baglanyşdyryjy nokatlaryň tertibi	Hasaplanan beýgelme, mm	Düzedilen beýgelme, mm	Beýiklik, metrde	Guralyň gorizonty, metrde
1	2	3	4	5
Rep18	-3		44.837	45.263
	-0858	-0861		
3	-2		43.976	46.188
	+1559	+1557		
15	-2		45.533	47.302
	+0162	+0160		
17	-2		45.693	47.610
	-0854	-0856		
Rep19	$\Sigma += +1721$		44.837	
	$\Sigma -= -1712$			

Baglanyşdyrýan nokatlaryň ikeldilen beýgelmelerini hasaplardan soňra, her bir stansiýa boýunça orta beýgelmeleriň bahasyny hasaplaýarys. I stansiýa boýunça, orta beýgelmäniň bahasy aşakdaky ýaly berilýär (8.6-njy tablisa):

$$h_{orta} = \frac{h + h'}{2} = \frac{(-0860) + (-0856)}{2} = -0858 \text{ mm.}$$

Alnan netijeleri tablisanyň 2-nji sütünine ýazýarys.

Soňra, orta beýeglemeleri alamatlary boýunça jemleýäris we niwelirmekde goýberlen ýalňyşlygy tapýarys. Ýörelgäniň ýapyk bolanlygy sebäpli, onda orta beýgelmeleriň jemi:

$$\sum h_{orta} = 0 \neq f_h.$$

bolmalydyr, emma biziň mysalymyzda bu baha aşakdaky ýaly bolar:

$$f_h = \sum h_{orta}(+) - \sum h_{orta}(-) = 1721 - 1712 = +0009 \text{ mm.}$$

Ölçeğiň dogry geçirilenligini barlamak maksady bilen goýberlen ýalňyşlygyň mukdary hasaplaýarys. Ony aşakdaky formulanyň kömegi bilen kesgitlemek bolar:

$$f_{hgoyber} = \pm(50 \text{ mm} \cdot \sqrt{n}) \text{ mm.}$$

Bu ýerde n - ýörelgäniň kilometrdäki uzynlygy.

Biziň mysalymyzda bu baha aşakdaka deň bolar:

$$f_{hgoyber} = \pm 50 \text{ mm} \cdot \sqrt{0,4} = \pm 10 \text{ mm.}$$

Alnan ýalňyşlyk  $f_h \leq f_{hgoyber}$  deňsizligi kanagatlandyrmalydyr, bu biziň mysalymyzda  $9 \text{ mm} < 10 \text{ mm}$ .

Tapylan ýalňyşlyk özüniň absolýut ululygy boýunça goýberilýän ýalňyşlykdan kiçi, şonuň üçin hem onda tapylan ýalňyşlygy ters alamaty bilen orta beýgelmelere paýlaýarys. Paýlanan ýalňyşlyklaryň jemi ters alamaty bilen kesgitlenen ýalňyşlyga deň bolmalydyr.

Baglanyşdyrýan nokatlaryň beýiklerini geometriki niwelirlemegiň çyzygysynyň esasynda, aşakdaky ýaly hasaplaýarys:

$$H_1 = H_{Rep18} + h_{Rep18-3} = 44,837 + (-0,861) = 43,976 \text{ m}$$

Hasaplamanyň barlagy hökmünde reperin(Rep18) beýikliginiň gaýtadan alynmagy durýar, ol aşakdaky ýaly geçirilýär:

$$H_{Rep18} = H_{17} + h_{17-Rep18} = 45,693 + (-0,856) = 44,837 \text{ m}$$

Soňra, aralyk nokatlaryň beýikliklerini aşakdaky ýaly, ýagny ilki bilen her bir stansiýa boýunça guralyň gorizontyny (GG) hasaplaýarys, ony aşakdaky ýaly geçirýäris:

$$GG_{Rep18} = H_{Rep18} + a = 44,837 + 0,426 = 45,263 \text{ m}$$

Barlag hökmünde, 3-nji nokadyň beýikligi boýunça guralyň görizontyny hasaplalyň, ol aşakdaky ýaly geçirilýär:

$$GG_3 = H_3 + a = 43,976 + 1,282 = 45,258 \text{ m}$$

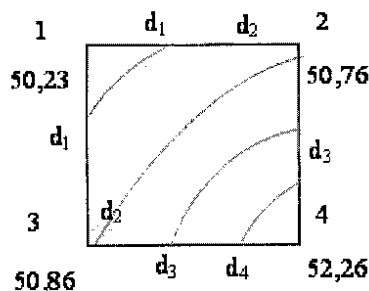
Şu usul bilen galan ähli stansiýalar boýunça guralyň gorizontyny hasaplap çykýarys. Her bir stansiýada guralyň gorizontynyň üsti bilen aralyk nokatlaryň beýiklikleri hasaplanylýar. Hasaplamagy aşakdaky tertipde geçirýäris:

$$H_1 = GG_{Rep18} - b = 45,263 - 2,008 = 43,255 \text{ m};$$

$$H_2 = GG_{Rep18} - b = 45,263 - 1,126 = 44,137 \text{ m};$$

$$H_{16} = GG_{IV-b} = 47,610 - 1,737 = 45,873 \text{ m}.$$

Tablisany işläp bolandan soňra, niwelirlemegiň planyny gurmak işine girişýäris. Gurmak üçin masştab 1:500, kwadratlaryň taraplarynyň uzynlygy 20 metre deň, bu aralyk planda 4 *santimetre* deň bolar. Kwadratlaryň toruny çyzgy kagyzynda transportiriň, kese masştab çyzgyjynyň we sirkul - ölçeýjiniň kömegi bilen guralyň. Gurmak üçin kagyzyň haýsy hem bolsa (plany gurmak üçin amatly ugurda) bir tarapyna galamyň kömegi bilen kagyzyň alnan gyrasyna parallel ýagdaýda göni çyzgy çyzýarys, çyzgyň başlangyç ýa-da ahyrky nokadyndan (1-nji ýa-da 5-nji nokatlarda) 1-5 ýa-da 5-20 kwadratlaryň taraplarynyň uzynlyklaryny (80 m, 60 m) alyp goýmaga mümkinçilik bolmalydyr. Alnan nokatdan (1) kwadratlaryň taraplarynyň uzynlygyny masştab çyzgyjynyň we sirkul - ölçeýjiniň kömegi bilen alyp goýýarys we şu üstde ýatan kwadratlaryň depelerini galamyň kömegi bilen nokat goýup belleýäris, netije-de planda 5-nji nokadyň ýagdaýyny tapýarys. Şu ugurdan transportiriň kömegi arkaly 90°-a deň bolan burçy alyp goýup, 1-16 ugry tapýarys. Şu ugur boýunça 1-16 ugurda 60 metre deň bolan aralygy we her 20 metr aralykdan kesimleri bölmek bilen, d4 kwadratlaryň depelerini taparys hem-de 16-njy nokadyň ýagdaýyny planda alarys. Şular ýaly tertipde surata alnan ýeriň dört burçuny hem gurýarys. Kwadratlary daş töwregi boýunça gurandan soňra, gurmagyň dogry geçirilenligini barlamak zerurdyr. Gönüburçlugy gurandan soňra, onuň içindäki kwadratlaryň depelerini tapýarys. Her bir kwadratnyň gurlan depeleriniň ýanynda, 0,01 metre çenli tegeleklenen kwadratlaryň depeleriniň hasaplanan beýiklikleri ýazylyar. Soňra, plana gorizontallary geçirýäris. Gorizontallary geçirmegiň *analitiki, grafiki* we *göz çeni interpolirmek* ýaly usullary bardyr.



8.29-njy surat. Planda gorizontallaryň geçirilişi.

Gorizontallary geçirmegiň analitiki usuly, geçýän gorizontallaryň arasyndaky aralygy hasaplamaga esaslanýar. Islendik ýagdaýda nokatlaryň

beýikligi belli bolmalydyr. Mysal hökmünde, suratda görkezilen kwadraty alalyň, onuň depeleriniň tertibi aşakdaky ýaly, ýagny 1, 2, 3, 4 we olaryň beýiklikleri degişlilikde 50,23, 50,76 m, 50,86 m, 52,26 metre deň (8.29-njy surat).

3 we 4 nokatlaryň arasyndaky gorizontallaryň ýagdaýyny, nokatlaryň beýikligi boýunça kesgitleýäris. Onuň üçin goňşy gorizontallaryň arasyndaky aralygy, gönüburçly üçburçlugyň meňzeşligine esaslanyp, aşakdaky ýaly kesgitleýäris (8.30-njy surat):

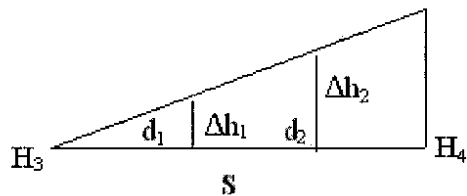
$$\frac{d}{S} = \frac{\Delta h}{h} \text{ onda } d = \frac{\Delta h \cdot S}{h}.$$

Biziň mysalymyzda:

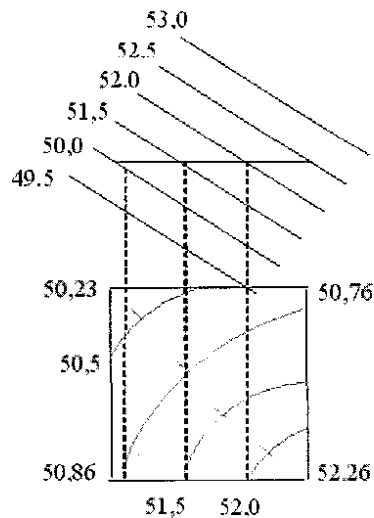
$$d_1 = \frac{0,27 \cdot 20}{0,53} = 10,2 \text{ m.}$$

$$\Delta h = 50,50 - 50,23 = 0,27 \text{ m.}$$

$$h = 50,76 - 51,00 = 0,24 \text{ m.}$$



8.30-njy surat. Analitiki usul bilen gorizontallaryň geçirilişi.



8.31-nji surat. Paletka bilen gorizontallaryň geçirişi.

Gorizontallaryň kesişme beýikligi, mysalymyzda 0,50 metreden alnan, onda ikinji gorizontalyň arasyndaky aralygy aşakdaky ýaly hasaplanylýar:

$$d_2 = \frac{0,24 \cdot 20}{1,50} = 3,2 \text{ m.}$$

Bu ýerde:  $\Delta h = 51,50 - 51,00 = 0,50 \text{ m.}$

$$d_3 = \frac{0,50 \cdot 20}{1,5} = 6,7$$

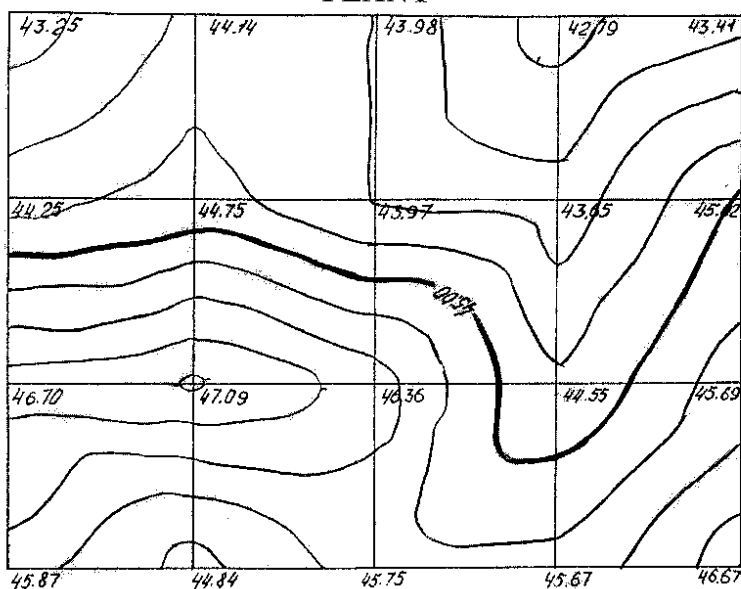
Şu hili tertipde ähli nokatlaryň arasyndan gorizontallary geçirýäris. Kwadratlar boýunça hem şular ýaly işler geçirilýär. Grafiki usul bilen gorizontallary geçirmegi milimetr ýa-da torly kagyzlaryň (paletkanyň) kömegi bilen interpolirmek ýoly arkaly amal edýäris.

Kagyzlary nokatlaryň üstüne goýmak bilen wertikal ugurda (masştabda) profili gurýarys (meselem, 3-4 çyzyk boýunça). Profile nokatlaryň beýikliklerini ýazýarys.

Soňra, profiliň çyzyklaryň kesişme nokadynda 3-4 çyzyga teswirleýäris we bu çyzykda geçýän gorizontallaryň ýagdaýyny alýarys.

Interpolirmegiň grafiki takyklygy, wertikal masştaba baglydyr. Masştab näçe uly bolsa, interpolirmegiň takyklygy şonça-da ýokary bolýar. Gorizontallary interpolirmek üçin ýuka, aňyrsy görüňýän kagyzlarda geçirmek amatlydyr. Ýagny, parallel çyzyklary kalka diýlip atlandyrylýan kagyzda çyzmak bilen paletkany ýasamak bolar(8.31-nji surat).

#### Üsti kwadratlara bölüp niwelirmegiň PLANY



1:500

Bütewi gorizontallar 0.5 metrden geçirilen

8.32-nji surat. Üsti kwadratlara bölüp niwelirmegiň plany.

Paletkany çyzygyň üstünde goýup çyzygyň başlangyç we ahyrky nokatlarynyň beýikliklerine deňişli parallel çyzyklaryň arasynda, paletkany aýlap ýerleşdirýäris. Soňra çyzyk bilen gorizontallaryň kesişme nokatlaryny iňňäniň kömegi belen deşip, gurulýan planyň üstüne geçirýäris. Başlangyç nokatdan ähli ugurlar boýunça paletka arkaly geçýän gorizontallaryň ýagdaýyny belleýäris we birmeňzeş bahaly gorizontallary galam bilen mylaýym birleşdirýäris. Soňra ýzygiderlikde kwadratyny beýleki depelerine geçip, her bir depesinde we diogonallarda ýokarda agzalan işler geçirilýär.

Gorizontallaryň galyňlygy  $0,1 \text{ mm}$  bolmalydyr, mylaýym öwürümlü, ilki galamda, soňra goňur tuş bilen geçirilen bolmalydyr. Her  $2,5 \text{ metre}$  kratnalary galňaldylýar. Eňňidiň ugry bergştrihleriň kömegi bilen görkezýäris. Planda, käbir gorizontallaryň beýikligini görkezmek üçin sanlar ýazylýar. Ýazylan sanlaryň ugry eňňidiň beýik tarapyna ugrukdyrylyp bilen geçirilýär. Planda, onuň masşaby, relýefiň kesişme beýikligi, meridianyň ugry (gözyetimiň ugry) we beýleki şertli begileri görkezilýär (8.32-nji surat).

### 8.18. Gorizonta tekizligi teswirlemekde geodeziki hasaplamalar

Bu işi ýerine ýetirmek üçin mikrokalkulyator, iş depderçesi, millimetr kagyzy, reňkli galam, ýönekeý galam (T, 1T, 2T) we çyzgýç gerekdir.

Gorizonta tekizligi ýerdäki toprak (gum) işlerini iň kiçi ýagdaýa getirmek we massalaryň deňligini (ýerdäki işleriniň) gazanmak, wertikal tekizlemegiň hususy meselesi bolup durýar. Bu işler aýratyn hem sport meýdançalaryny (gurluşyklaryny), awtoulaglaryň duralgalaryny, trolleybus parklaryny we ş.m. teswirlemekde zerur bolýar.

1	2	3	4
43,25	44,14	43,98	42,79
0,46	1,35	1,19	0,00
6	7	8	9
44,25	44,75	43,97	43,65
1,46	1,96	1,18	0,86
11	12	13	14
46,70	47,09	46,36	44,55
3,91	4,30	3,57	1,76

8.33-nji surat. Topgöwrümini kesgitlemek üçin material.

Wertikal tekizligi teswirlemek üçin niýetlenen territoriýany, taraplarynyň uzynlygy 10, 20, 40 we 50 metr bolan kwadratlara bölýärler, alynýan aralyklar ýer üstüniň relýefiniň çylşyrymlylygyna bagly bolýar. 1:500 ýa-da 1:1000 masştably topografiki kartalarynda, gorizontallaryň arasynda ýerleşen kwadratlaryň depeleriniň hakyky beýiklikleri interpolirlmek ýoly bilen ýa-da berlen ýeriň üstünde geometriki niwelirllemegi geçirmek bilen kesgitlenilýär.

Hasaplamagy geçirmegi “ýer üstini kwadratlara bölüp niwelirllemek” diýen temada seredip geçilen mysalymyzyň çäginde geçireliň.

Gorizont tekizligiň teswirlenilýän beýikligini tapmak üçin aşakdaky formulany peýdalanalyň:

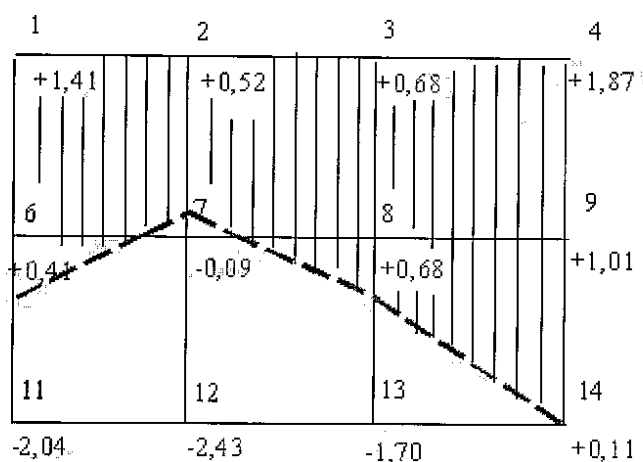
$$HT = H_{\min} + \frac{\sum h_y(1) + 2\sum h_y(2) + 3\sum h_y(3) + 4\sum h_y(4)}{4 \cdot n}$$

Bu ýerde  $H_{\min}$  - kwadratyň beýikliginiň iň kiçi bahasy, m;  $h_y$  - şertli beýiklik (ýaýyň içindäki (1), (2), (3) we (4) sanlar, berlen baha üçin umumy bolan kwadratlaryň sany), m;  $n$  - kwadratlaryň sany.

Nokatlaryň şertli beýikligi aşakdaky formula boýunça hasaplanylýar:

$$h_s = H_i - H_{\min}$$

Bu ýerde  $H_i$  - berlen kwadratyň depesiniň beýikligi, m.



8.34-nji surat. Nol beýiklikli taslamak çyzygyň kesgitlenişi

Meselem, 8.33-nji suratda görkezilen ýer bölegi (uçastogy) üçin 1-nji nokadyň beýikligi  $H_1=43.25$  m,  $H_2=44.14$  m,  $H_3=43.98$  m we ş.m. bahalara deňdir. Berlen kwadratlary boýunça iň kiçi beýiklikli nokat 4-nji nokat bolýar. Onuň beýikligi  $H_{\min}=42.79$  m bolar. 1-nji nokatda şertli baha  $h_y=43.25 - 42.79 = 0.46$  m; 2-nji nokatda  $h_y=44.14-42.79 = 1.35$  m; 6-njy nokatda  $h_y=44.25 - 42.79 = 1.46$  m; 7-nji nokatda  $h_y=44.75-42.79=1.96$  m sanlara deňdir. 1-nji, 4-nji, 11-nji we 14-nji



Bu ýerde  $l_1$  - kwadratyň depesinden nol işli nokada çenli aralyk, m;  $l_2$  - nol işli nokatdan kwadratyň depesine çenli aralyk, m;  $a$  - kwadratyň tarapynyň uzynlygy, metrde.

Meselem, kwadratyň 6-7 tarapy üçin  $a = 20 \text{ m}$  bolanda şu aşakdaky bahalary alýar:

Hasaplamagyň barlagy  $l_1 + l_2 = a$  boly deňleme durýar, hasaplanan netijäni formula goýsak, onda  $16,4 + 3,6 = 20 \text{ m}$  bolar, bu bolsa maglumatlaryň dogrulygyny görkezýär (8.34-nji surat).

Kwadratyň 6-njy depesinden 7-nji depesine tarap ugurda, gurulýan planyň masştabynda *16,4 metre* we 7-nji nokatdan 6-njy nokada tarap ugurda *3,6 metre* deň bolan aralyklary alyp goýmak bilen, çyzgyda nol işli nokadyň ýagdaýyny taparys. Edil şular ýaly tertipde galan kwadratlar boýunça nol işli nokady tapmak bolar we ştrihli - üzňe döwür çyzyklar yzygiderli birleşdirmek arkaly güberçek we oýluk ýerleriň araçägini alarys. Toprak işleriniň göwrümini güberçek we oýluk ýerler üçin aýratynlykda hasaplaýarys:

8.7-nji tablisa

Topragyň göwrümini kesgitlemegiň wedomosty				
№	Meýdany, m <sup>2</sup>	h <sub>orta</sub>	Topragyň göwrümi, m <sup>3</sup>	
			Oýluk(-)	Güberçek(+)
1	26,4	-0,14	3,7	
2	164	-0,61	100,0	
3	65,5	-0,47	30,8	
4	164	-0,64	104,9	
5	164	-0,40	65,6	
6	55,2	-0,23	12,7	
7	176,6	-0,45	79,5	
8	400	-1,06	424	
9	50,4	-0,23	11,6	
10	57,1	-0,56	32,0	
11	200	-0,37	74,0	
12	168	+1,69		283,9
13	169,4	+0,81		137,2
14	36	+0,84		30,2
15	6,5	+0,23		1,5
16	4,2	+0,23		1,0
17	23	+0,84		19,3
18	200	+1,43		286
19	126,8	+0,57		72,3
20	142,9	+0,67		95,7
	ΣP=2400	Jemi	938,8	927,1

Doly kwadratlarda topragyň göwrümi aşakdaky formulanyň kömegi bilen hasaplaýarys:

$$V = \frac{\sum h_p}{4} \cdot S_{kwadrat}.$$

Bu ýerde  $\sum h_p$  - kwadratda işçi beýiklikleriň jemi, metrde;  $S_{ened}$  - kwadratnyň meýdany, m<sup>2</sup>.

Üçünji kwadrat (3, 4, 8 we 9 depeler) üçin topragyň göwrümi aşakdaky ýaly hasaplanylýar (8.35-nji surat):

$$V_{XI} = \frac{0,68 + 1,87 + 0,68 + 1,01}{4} \cdot 400 = \frac{4,24}{4} \cdot 400 = 424 \text{ m}^3.$$

Suratdan görnüşi ýaly, berlen ýer böleginde 11 sany oýluk we 9 sany güberçek ýer bölegi bar. Şu bölekleriň her haýsynyň meýdany hasaplanylýp, olary şekiliň ortaça beýikligine köpeldip sudurlaryň göwrümleri hasaplanylýp çykarylýar. Alnan maglumatlary 8.7-njy tablisa ýazyp umumy kwadratlarda topragyň göwrümini güberçek we oýluk üçin kesgitlemek bolar. İşin soňunda bolsa, ýerdäki toprak işleriniň göwrüminiň bir - birine deňligi kesgitlenilýär. Ony aşakdaky formula boýunça kesgitlemek bolar:

$$\Delta V = \frac{[V_G] - [V_O]}{[V_G] + [V_O]} \cdot 100 \%$$

Geçirilen hasaplamalar boýunça güberçek we oýluk ýerlerde topragyň bahalary, ýokarda görkezilen formulada goýup bilen aşakdaky ululyklary almak bolar:

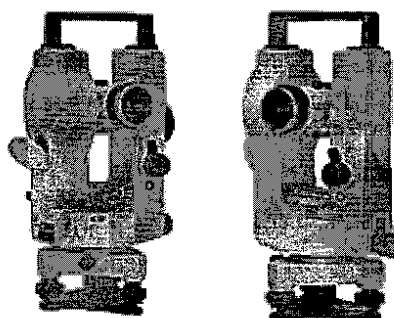
$$\Delta V = \frac{938,8 - 927,1}{938,8 + 927,1} \cdot 100\% = \frac{11,7}{1865,9} \cdot 100\% = 0,63\%.$$

**GOŞMAÇA:**  
**(häzirki zaman geodeziki gurallary)**

**1. Takyk teodolitler:**

**3T2KП** kysymly teodolidi triangulýasiýada, poligono-metriýada, köpeldilen geodeziki torlary döretmekde, amaly (praktiki) geodeziýada, atronomiki ölçeglerinde we ş.m. ýerlerde giňden ulanylýar (1-nji surat).

**3T2KA** kysymly teodolit burçlary ölçemekde, şonuň bilen birlikde awtokolimasiýa, senagat maşynlarynyň we mehanizmleriniň konstruksiýaly elementlerini bir-birine seplemekde (montaž etmekde), senagat binalarynyň gurluşygynda we beýleki meseleleri çözmekde ulanmak bolar.



1-nji surat. **3T2KП**, **3T5KП** kysymly teodolitler.

**3T5KП** kysymly teodolidi köpeldilen geodeziki torlarda burçlary ölçemekde, şonuň ýaly-da amaly geodeziýada, ylmy-barlag işlerini geçirmekde, teodolitli surata almagy amala aşyrmakda, ýeriň üstünde markşeyder işlerini geçirmekde we ş.m. ýerlerde ulanylýar (1-nji tablisa).

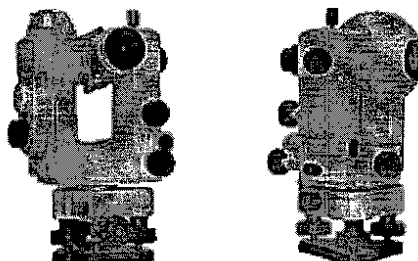
1-nji tablisa

**Tehniki häsiýetnamalary:**

Häsiýetnamalar:	2T2KП	2T2KA	3T5KП
Görüş turbasynyň ulaldyş derejesi	30 <sup>x</sup>	30 <sup>x</sup>	30 <sup>x</sup>
Obýektiwiň ýagtylandyryş diametri, mm	40	40	40
Görüş turbasynyň görüjilik meýdany	1°35'	1°35'	1°35'
Nyşanalamagyň iň gysga aralygy, m	0.9	0.9	0.9
Wertikal tegeleginiň kompensatorynyň işleýiş çägi	4'	4'	5'
Hasaply mikroskopyň şkalasynyň böleginiň bahasy	1"	1"	1"
Gorizonta burçlary ölçemegiň ortaça kwadrat ýalňyşlygy	2"	2"	5"
Wertikal burçlary ölçemegiň ortaça kwadrat	2.4"	2.4"	7.2"

ýalňyşlygy			
Metal goýguçdaky teodolidiň agramy, kg	4.7	4.7	4.3

## 2. Tehniki takykly teodolitler:



2-nji surat. 4T30II, 4T15II kysymly teodolitler.

4T30II, 4T15II kysymly teodolitleri gorizonta we wertikal burçlary ölçmek bilen, şonuň ýaly-da görüş turbasyndaky derejäniň kömeginde niwelirlemegi geçirmek mümkin. Bu gurallar aýratyn hem taheometriki we teodolitli planlary almakda, şonuň ýaly-da ýokary takyklykdaky ölçegleriniň talap edilmeyän beýleki ýerlerinde giňden ulanylýar. Gurallar işlemek üçin has sada we amatlydyr (2-nji suratlar).

- metal goýgujynda ýerdäki nokada merkezleşdirmek maksady bilen düzedilen optiki merkezleşdirijiniň bolmagy;
- görüş turbasynyň seretmek üçin göni şekiliniň bolmagy;
- limbiň dürli hasabyny goýmak üçin ýörite nurbatyň bolmagy;
- dürli klimatiki şertlerde işlemek ukybynyň bolmagy;
- uly bolmadyk agramynyň we häzirki zaman bezeginiň bolmagy bilen tapawutlanýar (2-nji tablisa).

2-nji rablisa

### Tehniki häsiýetnamalary:

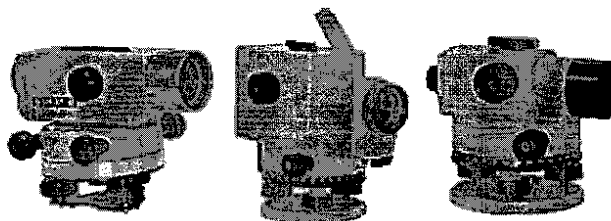
Häsiýetnamalar	4T30II	4T15II
Bir usul bilen burçlary ölçmegiň ortaça kwadrat ýalňyşlygy:		
Gorizonta burçlar	30"	15"
Wertikal burçlar	30"	20"
Görüş turbasynyň ulaldyş derejesi	20 <sup>x</sup>	20 <sup>x</sup>
Nyşanalamgyň iň gysga aralygy, m	1.2	1.2
Gabyndaky teodolidiň agramy, kg	3.5	3.5

## 3. Takyk niwelirler:

3H2KJI – awtomatiki niweliri takyk ölçegleri geçirmek üçin niýetlenilendir. Bu gural HOM (optiki mikroskop) görüş turbasyna geýdirme bilen

üpjün edilip bilner. Bu geýdirme öz gezeginde beýgelmäni, ölçemegin takyklygyny has-da ýokarlandyýar (3-nji surat).

**3H3KJI**-geometriki niwelirlemegi amala aşyrmak üçin, ortaça takyklykdaky guraldyr. Uly bolmadyk göwrümiň we işlemek üçin amatlylygy onuň köplenç, gurluşyk meýdançalarynda, ýer gurluşyk, geografiki, geologiki, tokaý hojalygy, şonuň ýaly-da ylmy-barlag işlerinde ulanylmagyna mümkinçilik berýär.



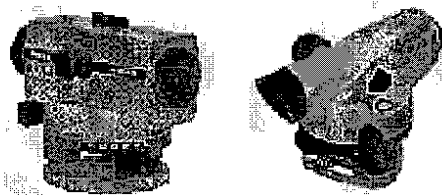
3-nji surat. **3H2KJI**, **3H3KJI**, **3H5JI** kysymly niwelirler.

**3H5JI** – guraly görüş turbasynda silindrik derejesi (uroweni), kiçi göwrümdäki, tehniki takyk niwelirdir. Bu gural gurluşyk meýdanlarynda, ýer we ýol gurluşyk, tokaý hojalygy we ylmy-barlag işleri geçirilende beýgelmeleri kesgitlemek maksady bilen, has-da ynamly ulanylýar. Gurluşunyň amatly bolmagy, sazlaýjy we dolandyryş nurbatlarynyň elýeterli, amatly ýerde ýerleşmegi ony ulanmaga oňaýly şertler döredýär. Şu ýokarda agzalan niwelirleriň ählisinde hem gorizontaly burçlary ölçemek üçin limbleri bardyr(3-nji tablisa).

3-nji tablisa

**Tehniki häsiýetnamalary:**

	<b>3H2KJI</b>	<b>3H3KJI</b>	<b>3H5JI</b>
1 km ikilenç ýörelgede ortaça kwadrat ýalňyşlyk, mm	2	3	5
Mikrometr bilen bilelikde, mm	1	-	-
Şekillendirişi	Göni		
Görüş turbanyň ulaldyşy	30 <sup>x</sup>	22 <sup>x</sup>	20 <sup>x</sup>
Nyşanalamagyň iň gysga aralygy, m	0,8	1,2	1,2
Kompensatoryň işleýiş çägi(diapazony)	± 15'	± 15'	-
Guralyň gabyndaky(futlaýardaky) agramy, kg	3,5	2,6	2,5



4-nji surat. AT-20D, AT-24D kysymly niwelirler.

**HHR** optiki niwelirleriniň önümleri–täze gurallaryň görnüşleri

*Aýratynlyklary:*

- ISO Halkara standartyna laýyklykda döredilen;
- çyglylykdan amatly goragly (6-njy surat);
- kompensatoryň erkin ýö-relgesini çäklendirijisiniň barlygy;
- optiki ulgamy ýagtylan-dyrylýanlygy;
- dioptrly nyşanalaýjynyň bolmagy;
- metal korpusda tegelek düzleýjiniň bolmagy;
- gozganmaýan sapaklar toruynyň bolmagy;
- magnitli dempferiniň bolmagy(täze kysymly **AT-20D, AT-24D** niwelirlerinde) bilen tapawutlanýarlar(4-nji tablisa).

4-nji tablisa

**Tehniki häsiýetnamalary:**

	AL-20	AT-20D	AT-24D
1 km ikilenç ýörelgede orta kwadrat ýalňyşlyk, mm	1.5	2.5	2.0
Şekillendirişi	Göni		
Görüş turbanyň ulaldyşy	30 <sup>x</sup>	20 <sup>x</sup>	24 <sup>x</sup>
Görüş meýdany	1°20'		
Nyşanalamgyň iň gysgaça aralygy	0.6		
Tegelek uroweniň bölek bahasy, mm	8/2		
Nyşanalamagyň iň gysga aralygy, m	0,8	1,2	1,2
Kompensatoryň işleýiş çägi(diapazony)	± 15'		
Guralyň gabyndaky agramy, kg	1.22		



5-nji surat. C300, C310, C320, C330, B20, B21 kysymly niwelirler.

**C300, C310, C320, C330, B20, B21** şu niwelirleriň ählisi ýokary we takyk niwelirleriň toparyna degişli bolup, olar aşakdaky aýratynlyklary boýunça tapawutlanýarlar(5-nji surat):

- ölçegleriň takyklygyny we ynamlylygyny ýokarlandyrmak üçin magnit dempferli ulgamy bolan kompensator bilen gurallaryň ähli kysymlary üpjün edilendir;

- **B20** we **B21–OM5** kysymly mikrometriki geýdirmäni, ýokary takyklykda niwelirlenmegi geçirmek üçin pahna(klinli) görnüşli torunyň sapagynyň bolmagy;

- ähli kysymlar çyglylykdan goramak üçin gutyly(korpusly) ýasalmany alýanlygy bilen tapawutlanýarlar (5-nji tablisa).

5-nji tablisa

**Tehniki häsiýetnamalary:**

		<b>B20</b>	<b>B21</b>	<b>C300</b>	<b>C310</b>	<b>C320</b>	<b>C330</b>
Görüş turba	Ulaldyşy	32 <sup>x</sup>	30 <sup>x</sup>	28 <sup>x</sup>	26 <sup>x</sup>	24 <sup>x</sup>	22 <sup>x</sup>
	Iň gysga fokus aralygy, m	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,9
Şekillendirliş	Göni						
Takyklygy		1 kilometr ikilenç ýörelgede, orta kwadrat ýalňyşlyk					
	Mikrometrli geýdirmesiz, mm	1,0	1,5	2,0	2,0	2,0	2,0
	Mikrometrli geýdirmeli, mm	0,8	1,2	-	-	-	-
Kompensator	Işlemegiň çägi	± 15'	± 15'	± 15'	± 15'	± 15'	± 15'
Suw geçirijiligi	Çyglylygy geçirmeyän görnüşli ýasalan						
Agramy, kg		1,85	1,85	1,83	1,83	1,80	1,80

#### 4. Ýokary takykly niwelirler:



6-njy surat. **PL1, BIC , B1** kysymly ýokary takykly niwelirler.

**PL1** –ýokary takyklykdaky optiki guraldyr. Ol çylşyrymly gurallary döretmegiň üstünde köp ýyllaryň dowamynda çekilen zähmetleriň netijesinde

döredildi. Görüş turbasynyň ulaldyş koeffisiýanti  $42^x$ , takyk silindriki düzleýjisiniň ( $10/2$ ) we 0.1 mm bölekli optiki mikrometriniň bolmagy, ýokary derejeli bahalary gazanmaga mümkinçilik berýär (6-njy surat).

**B1-B1C** – takyk, amatly we has ynamly niwelirlerdir. **OM1** mikrometrli geýdirmäni ulanmaklyk bilen 1 km ikilenç ýörelgede 0.5 mm takyklygy gazanmaga ýardam berýär. Ähli awtomatiki niwelirine mahsus bolşy ýaly, **B1** we **B1C** niwelirleri ýokary takyklykdaky kompensator bilen üpjün edilendirler. Ol bolsa öz gezeginde howalymagnitli dempferiniň esasynda işleýär. **B1C** niwelirinde ýeriň üstünde gorizonta burçlary ölçemek üçin 10' bölekli limbi ulanylýar (6-njy tablisa).

6-njy tablisa

Tehniki häsiýetnamasy		PL1	B1C	B1
Görüş turbasy	Ulaldyşy	$42^x$	$32^x$	$32^x$
	Iň kiçi fokus aralygy	2.0 m	2.3 m	2.3 m
Takyklygy	1 kilometr ikilenç ýörelgede ortaça kwadrat ýalňyşlyk			
	Mikrometrli geýdirmesiz	-	0.8 mm	0.8 mm
	Mikrometr geýdirmeli	0.2 mm	0.5 mm	0.5 mm
Kompensator	Görnüşü	-	Magnit dempferli ulgamly 4 torsionly kompensator	
	Işlemegiň çäkleri	-	$\pm 10'$	$\pm 10'$
Agramy, kg		4.8	3.2	3.0

## 5. Planimetrler:



7-nji surat. **PLANIX 5, PLANIX 7, Super Planix, Planix S10 “marble”** kysymly planimetrler.

Planimetr - bu kartada, planda ýa-da suratdaky islendik şekildäki sudurlaryň meýdanlaryny kesgitlemek üçin ulanylýar. Elektronly planimetr mehaniki görnüşinden suwuklykly kristallaşan displeýiniň bolmagy bilen tapawutlandyrylýar. Onda ölçegleriň netijelerini we gerek ýagdaýy goýmak



maksady bilen, klaviaturasy bardyr. Elektron planimetrleri rolik we polýar görnüşlerinde bolýarlar.

**PLANIX 7** kysymyndaky elektron planimetri rolik görnüşindäki tigirçeginiň bolmagy bilen tapawutlanýar. Ol bolsa planimetri uzak aralyklara, gorizonta ýagdaýynda süýşürmäge mümkinçilik berýär. Sanly klaviaturasy ulanyja planiň ýa-da suratyň masştabyny girizmäge we sudurlaryň meýdanyny kesgitlemäge esas döredýär (7-nji surat).

**PLANIX 5** elektron planimetri polýar görnüşinde bolup, polýus eginlerini alýar, olaryň kömegi bilen ölçenilýän meýdanda hereketleri geçirmek bolar. Şonuň ýaly-da meýdany kwadrat santimetrde ýa-da dýumda ölçemek geçirilýär. Ölçeğiň netijeleri 8 razryadly displeýde suratlandyrylýar (7-nji tablisa).

7-nji tablisa

#### Tehniki häsiýetnamalary

	PLANIX 5	PLANIX 7
Görnüş	Polýarly	Rolikli
Iýmit çeşmeleri	NiCd içki batareýasy ýa-da üýtgeýän elektrik akymynyň adapteri	
Işleýän wagtyň dowamlylygy	Batareýa 15 sagatlap zaryat alanyndan soňra: 30 sagat işleýär	
Displeýi	Artykmaç nullary basmaklyk bilen suwuklykly kristallaşani displeý	
Mümkinçiligi	Bu simwolly 0.1 sm <sup>2</sup> ýa-da 0.01 dýum <sup>2</sup> birliklerine degişlidir	
Takyklygy	< ± 0.2 %	
Displeýiň mümkinçiligi-niň aňryçägi	8 simwol diriş/çykaryş	8 simwol diriş/çykaryş
Ölçegleriň diapazony	Diametri 35.6 sm	300 sm x 30 sm
Agramy	900 g.	650 g.
Ölçegleri(polýusly kiptiniň uzynlygy)	64 x 213 x 39 mm (kip-tiniň uzynlygy 222 mm)	150 x 240 x 50 mm
Gaby(futlaýary)	183 x 260 x 64 mm	

**Super Planix**-bu diňe meýdany çalt we takyk ölçemek bilen çäklenmän, eýsem onuň kömegi bilen çyzygyň uzynlygyny, nokatlaryň koordinatlarýny, çyzyklaryň arasyndaky gorizonta burçlary, tegelegiň radiusynyň uzynlygyny ölçemäge mümkinçilik döredýär. Nokatlaryň koordinatlary kartografiki materiallaryň hakyky masştablaryny hasaba almaklygyň netijesinde geçirilýär.

Super Planix - nädogry şekildäki sudurlaryň meýdanlaryny kesgitlemekde iň kämilleşdirilen gural bolup durýar.

Ölçegler millimetr, santimetr, metr we kilometr kwadratlarda hem-de geklarda geçirli bilner. Super Planix termoprintere(a-P, 16 sanly kysymyna) we RS-232C kabeliniň kömegi bilen hususy kompýuter ulgamyna birleşdirilýär. Super Planix planimetrini dolandyrmakda onuň amatly ýasalan klawiaturasynyň, trassirdäki perdeleriniň bolmagy has-da sada we amatlydyr. Islendik işlerde guraly kompýutere birleşdirmeginiň netijesinde koordinatlaryň faýlyny, ony bolsa *DXE* (Super Planix Data Communication System maksatnamasyny ulanýan wagtynda) ölçegdäki faýlyna geçirmek bolýar.

**Planix S10 “marble”** elektron planimetri, ýokary takyklykdaky gurallary ýasamakda önümçiligiň täze serişdesidir. *Planix S10 “marble”* elektron planimetri kartanyň ýa-da planyň masşabynda göni we egi çyzyklaryň uzynlyklaryny, islendik şekildäki obýektiň meýdanyny kesgitlemäge ukyplydyr. Şonuň ýaly-da, meýdany kesgitlemekde koordinata oklaryny tapawutlandyrmaga mümkinçilik berýär. Ölçegleri orta bahalarda geçirmek we ölçegi awtomatiki ýagdaýynda gutarmagy, işlemek prosessini has-da sadalaşdyrýar. Guralyň täze reňkli gammasysynyň (sary metal, gök ýarym açyk we gyzyň ýapym açyk korpusynyň bolmagy) we özüne çekiji bezeginiň bolmagy, *Planix elektron* planimetrini çalşyp bolmaýan kömekçidir (8-nji tablisa).

8-nji tablisa

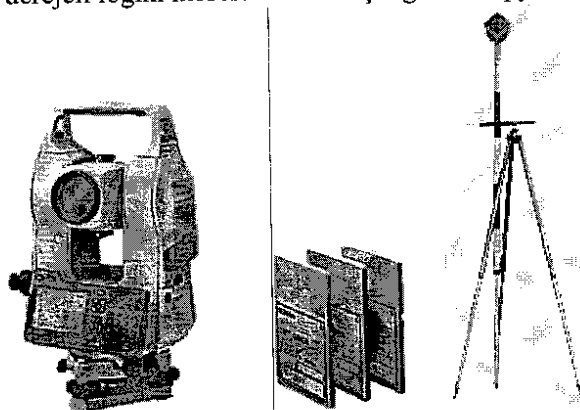
#### Tehniki häsiýetnamalary

	SuperPlanixα	SuperPlanixβ	Planix S10
Iýmit çeşmesi	NiCd içki akkumulýator ýa-da blok çeşmesiniň kömeginde		NiMH içki akkumulýator ýa-da blok çeşmesiniň kömeginde
Işlemek wagty	40 sagat (15 sagat zarýad)		20 sagat (15 sagat zarýad)
Displeý	Kristallaşan suwuklyk, 16 san x 2 hatar		
Ölçemegiň diapazony	380 mm x 100 m		300 mm x 100 m
Takyklygy	±0.1 % (100 m x 100 m meýdany ölçände)		
Ölçegleri, mm	345 x 155 x 45 mm		250 x 110 x 40 mm
Agramy	takmynan 1 kg		630 g.

#### 6. Elektron teodolitler:

**PowerSET** kysymly elektron sanly taheometri. Bu gural örän ajaýyp tehnologiýa serişdedir, ol uly göwrümdäki mysallary çözmäge mümkinçilik döredýär. *SDR* düzülen maksatnamaly üpjünçiliginiň (bu serişde *SDR33/31* meýdan kompýuterinde hem ulanylýar) bolmagy, oňa ters geodeziki mysaly çözmäge, teodolit ýörelgesini deňagramlaşdyrmak, baryp bolmaýan obýektleriň beýikligini kesgitlemek, bilelikdäki ölçeglerde ulanylmaga, nokantlama, çyzykly, dugaly obýektleri ýeriň üstüne geçirmäge, arhitektura ölçeglerini geçirmäge, meýdanlary hasaplamaga, keselikleri surata almaga, ýollary bölmäge we ş.m.

mümkinçilikleri berýär. Goýlan programma üpjünçiliginiň iki görnüşli mysaly bardyr. Olaryň ilkinjisi *BASIC* (standart goýber-ilmegine girýär) we *Expert* (goşmaça isleg bildirmegiň netijesinde alynýar), ol amaly programmalaryň ýygyndysy görnüşinde tapawutlandyrylýar. Şu kysymly gurallarda operasion sistemasy (*MS DOS* operasion sistemasy bilen bilelikde) ulanylýar. Onuň kömegi bilen örän kyn derejeli logiki meseleler amala çözüdini tapýar.



8-nji surat. **PowerSET** elektron sanly teheometri.

Guralyň programma üpjünçiligi islendik işi modernizirlenmäge mümkinçilik berýär. PowerSet-bu ölçegleri seljermäge mümkinçilik berýän, örän ajaýyp guraldyr (8-nji surat)

Uly ýagtylandyrylýan suwuklykly kristally ýaýlymynyň we guralyň iki tarapynda sanly klawiaturasynyň bolmagy ony ýeňillik bilen dolandyrmaga, gerek bolan informasiýalary girizmäge esas döredýär. Gerek bolan operasiýany saýlamak maksatnamaly perdäni, ýönekeý basmak bilen geçirilýär. Iki tizlikli seretdirijiniň nurbaty, amatly görüş turbasy, nyşana seretmek işini(guralyň korpusynda uzakölçeýjiniň (dalnomer) böleginiň ýerleşmegi netijesinde) tizleşdirýär we ýeňilleşdirýär. Guralyň agramy akumulýator bilen bilelikde 5.4 kilogramdyr.

Uzakölçeýjiniň gurluşy öz-özi seplenýän nyşanalajy markalary boýunça, ýokary takyklykdaky ölçegleri geçirmäge kömek edýär. Bu bolsa prizmanyň serpikdirijini, gerek bolan ýerinde ulanmaga mümkinçilik bolmadyk ýagdaýynda(meselem, jaýyň binasyna ýa-da binanyň burçuna) has oňaýly.

Öz-özi seplenýän nyşanalajy markasy, şol bir nokatda köp sanly gaýtalama ölçegleri(meselem, obýektleriň deformasiýasynyň monitoringini geçirmek üçin) geçirmege ýardam berýär.

9-njy tablisa

**Tehniki häsiýetnamalary**

	SET1010	SET2010	SET3010	SET4010
Görüş turbasynyň ulaldyş derejesi	30 <sup>x</sup>			

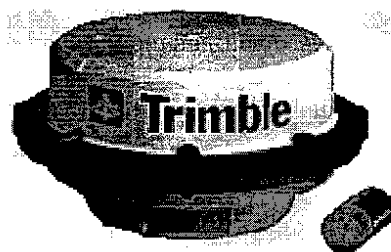
Burçly ölçegler				
Iň kiçi hasap	0.5"	0.5"	1"	5"
Takyklygy	1"	2"	3"	5"
Kompensator	Suwuklykly iki okly datçigi, işlemegiň çägi ± 3'			
Aralygy ölçemeklik				
Amatly şertlerde ölçemegiň çäkleri				
RS90N kysymly suratlandyrýan plýonka, m	120	120	100	80
AP bir prizmalı, m	2700	2700	2700	1800
AP üç sany prizmalı, m	3500	3500	3300	2400
Takyklygy				
AP prizmalı, mm	$2(2 + x D^{-6})$			
Suratlandyrýan bilen, mm	$4(3 + x D^{-6})$			
Umumy häsiýetnamasy				
Klawiaturasy	Doly harply-sanly			
Berlenleri saklamak				
Içki huşy	SRAM, 1 Mb, takmynan 5000 nokat			
Huşly kartasy	SDC5 (128K6) – topluma girýär, SDC6 (256K6), SDC8 (512K6) – goşmaça ätiýaçlyk üçin			
Iýmit batareýasynyň agramy, kg	5,4			
Bir akkumulýator bilen işlemegiň wagty	4,5 sagat (600 ölçeg) t=25 <sup>0</sup> C-da, talyl bir gezeklik aralygy we burçlary her 30 sekuntndan ölçemeklik.			
Işçi temperaturasy	-20 <sup>0</sup> S-den +50 <sup>0</sup> S-e çenli			

Şu kysymly gurallarda iki görnüşli içki huşly gurluşy, ýagny guralyň göniden-göni içki huşynyň bolmagy 5000 nokatly maglumatnamany ýatda saklamaga mümkinçilik döredýär(BASIC maksatnamaly üpjünçiliginiň mysaly). *Sokkia* galtaşmaýan göwrümi 32 Kb-dan 512 Kb(standart toplumynda 128 Kb, takmynan 2000 nokat üçin niýetlenen) huşly kartasynyň(SDCx kysynly) bolmagy meýdan şertlerinde amatly işlemäge esas döredýär. Karta informasiýalary ýazmaklygy galtaşmasyz usulynda geçirmek bolar. Markalar metal deşijeksiz bolup, ol bolsa öz gezeginde korroziýa hadysasyna sezewar bolmagynyň önüni

alýar. Kartalara barmak galtaşdyranyňda hem özündäki bar bolan maglumatlary ýitirmeyärler. Huşly kartalary urga we siltenmäge çydamly ýasalandy. Şonuň bilen birlikde kartalar amatsyz howa şertlerinde ulanmaga-da ukyplydyr.

## 7. GPS tehnologiýalary:

**4600 LS Surveyor** GPS kabul ediji geodeziki guralyny: geodeziki torlary döretmekde, topografiki surata almagy ýerine ýetirmekde, taslamany ýere geçirmekde, GMU-na berlenleri ýygnamakda bahasy bolmadyk serişdedir. Berlen kabul edijisi nokatlaryň arasyndaky aralygyň göni görünmekligi talap edilmeýän ýagdaýynda şonuň ýaly-da onuň bilen islendik howa şertlerinde gije- gündiz önjeýli işlemek bolar.



9-njy surat. 4600 LS Surveyor GPS

**4600 LS** serişdesi statistiki çalt surata almagy hem hakyky wagtda, gysga we orta bazisli çyzyklarda ulanylyp bilner (9-njy surat).

**Portatiwli: 4600 LS Surveyor** guraly, amatly we ulanylyşy sada kabul edijidir. GPS kabul edijisinde antena we batareýa, bir bütewi korpusa birleşdirilen bolup, olaryň agramy 1.7 kilogramdan geçmeýär. Soňraky - işleniş(post - obrobotka) nokatdan surata almagy geçirmekde, goşmaça batareýany ýa-da daşky kabel zerur bolmazdan amala aşyrmak mümkin. Dolandyrmagyň bir perdesi we üç sany ýagtylyk diodly indikatorynyň bolmagy, size işlemek üçin zerurdyr.

10-njy tablisa

TEHNIKI HÄSIÝETNAMASY:	
Fiziki häsiýetnamasy	
Olçegleri:	21 sm (diametri) x 11.8 sm (beýikligi)
Agramy:	1.4 kg
	1,7 kg C-batareýasy bilen bilelikde
Elektriki häsiýetnamasy	
Iýmit çeşmesi:	<1 Wt (diňe kabul ediji)
	<3 Wt (TRIMTALK 450 radiosy bilen birlikde)
	5 W C kysynly hemişelik akymy

	9 - 20 W daşky iýmit çeşmesinde hemişelik akymy
Batareýasy:	4 C kysymly ýşykly batareýasy(işe ukyplylygy 32 sagadyň dowamynda)
<b>DAŞKY GURSAWYŇ SERTLERI:</b>	
Işçi temperaturasy:	-40°S-den +65°S-e çenli
Saklamaklygyň temperaturasy:	-55°S-den +75°S-ä çenli
Çyglylygy:	100%, doly germetirlenen
Urga çydamly:	2 metr beýiklikden ýykylanda urga çydamly
<b>UMUMY HÄSIYETNAMASY:</b>	
Taýýarlygyň wagty:	< surata almaga başlamazyňyzdan öň 30 sekunt
Yzarlamak:	12 kanally, L1 C/A kodly, L1 doly göreriji fazaly
Berlenleri ýygnamaklyk:	Içki huşly gurluşa, TSC1 huşly gurluşyna, PC-kartasyna
Huşuna ýazmaklyk:	5 hemradan 15 sekuntlyk aralykda L1 ýyglykda 34 sagadyň dowamynda berlenleri ýygnamaklyk
	5 hemradan 1 sekunt aralykda L1 a 4,5 sagadyň dowamynda işlemeklik
<b>İŞÇİ HÄSIYETNAMASY:</b>	
<b>Statistiki surata almagy</b>	
Ýagdaýlary:	Tizlik stardy(Quick-start), çalt statikasy(FastStatic)
Takyklygy:	Planda: 5 mm + 1 mm/km (bazas çyzyklarynyň uzynlygy < 10 km)
	Beýiklik boýunça: 10 mm + 2 mm/km (bazisli çyzygynyň uzynlygy < 10 km)
	Azimut boýunça: 1" + 5/bazisli çyzygynyň uzynlygy, kilometrde
<b>Kinematiki surata almagy(Gerek bolan gurallar TSC1 berlenleriň ýygymly serişdesi bilen Survey Controller mobilli kabul edijisi)</b>	
Ýagdaýy:	Dur/ýöre (Stop-and-go);
	Yzygiderli surata almaklyk(Continuous)
Takyklygy:	Planly: 1 sm + 1 mm/km
	Beýiklik: 2 sm + 1 mm/km
Gözegçiligiň periody:	Ýznýksiz surata almaklyk: 1 ölçeg
	Dur/ýöre: 2 gezek (iň kiçi) 5 hemra boýunça
Berlenleri ýygnamagyň ýyglylygy:	1 Gs

Hakyky wagtda kinematiki surata almagy (Gerek bolan gurallar TSC1 berlenlerini ygymly serişdesi bilen Survey Controller mobilni kabul edijisi)	
Ýagdaýy:	Hakyky wagtda kinematiki surata almagy (Real time Kinematic); Hakyky wagtda differensial surata almagy (Real Time Differential)
Takyklygy:	DGPS: <1m CKO RTK: Planda: 1 sm + 1 mm/km, Beýiklik boýunça: 2 sm + 1 mm/km
Uzaklygy:	Radio serişdelere bagly
Inisializasiýasy:	
Ýagdaýy:	Täze nokatda, belli nokatda ýa-da RTK inisializasiýa serişdeli
Wagty:	< 10 c (belli nokatda ýa-da RTK inisializasiýa serişdesinde)
Ynamlylygy	>99.9 %

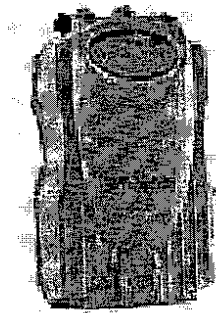
**4600 LS** guraly dünýäde ilkinji C batareýasyny we 1 Wt-dan az bolan iýmiti harçlaýan ilkinji geodeziki kabul edijidir. Soňraky-işleniş nokadyndan surata almagy geçirmek üçin batareýanyň bir topluny dört günň dowamynda işlemäge ýeterlikdir. Geodeziki torlary döretmekde **4600 LS** kabul edijisi ştatiwde ornaşdyrylyp, bir perdäniň kömegi bilen dolandyrylýar. Topografiki surata almagy geçirmek ýa-da taslamany kartadan ýere proyektirmek üçin kabul edijini çelgä ornaşdyrýars we TSC1 berlenleri ygnaýjynyň kömegi bilen işleri amala aşyrýars. Ol bolsa, öz gezeginde dürli informasiýalary çykarmakda we kabul edijiniň ölçeglerini goýmakda ulanylýar. Berlenleri ýazmaklyk kabul edijisiniň içki husynda we TSC1 ygnaýjyda geçirilýär.

**Guralyň berkligi:** Ýasalan kabul ediji ekstremal howa şertlerinde işlemek üçin ulanylýar. **4600LS** kabul edijisi doly germetirlenen we -40°S-dan +65°S-a çenli howa şertlerinde işlemäge çydamlydyr. Kabul ediji ştatiwden ýa-da çelgiden gaty ýeriň üstine gaçanda hem döwürmeýär (10-njy tablisa).

**Soňraky-işleniş nokadynda surata almaklyk:** statiki, tizlendirilen statistiki we kinematiki surata almaklygy ýerine ýetirgende, **4600LS** kabul edijisi, fazasy boýunça göretiji we **L1** ygnylykda **C/A** kodly ýokary hilli işleri ýerine ýetirýär. **Trimble** kompaniýasynyň kämilleşdirilen amatly, **Trimble Geomatics Office** maksatnamaly üpjünçiligini ulananda geodeziki daýanç torlaryny döretmeklikde işleri geçirip bolar. Bu işleri gysga möhletli tapgyrlarda gözegçilikleri geçirmegiň netijesinde almak bolar. Şeýle hem subsantimetr takyklygyny gazanmak mümkin. **Trimble** kompaniýasynyň beýleki kabul edijileri bilen deňeşdireniňde, **4600LS** içki husy tizlendirilen statistiki berlenlerini 64 sagadyň dowamynda, surata almagyň wagtynda ygnamaklyga ýardam berýär.

**Takyk (hakyky) wagtda surata almaklyk:** **4600LS Surveyor** kabul edijisiniň topluny soňraky - işleýiş nokatlaryndan we hakyky wagtda surata almak

üçin *TSCI* berlenleriň ýygymly serişdesini, we Trimble Geomatics Office maksatnamaly üpjünçiligini özünde jemleýär. Hakyky wagtda surata almagy geçirmek maksady bilen, 4600LS kabul ediji serişdesi santimetrli, takyk netijeleri almaga mümkinçilik berýär. Trimble Geomatics Office maksatnamasynyň kömegi bilen, ölçegleriň netijelerini işläp we dürli GMU we CAD bukjalaryna(paketlerine) geçirip(eksportirläp) bolýar. Dünýäde integrirlenen GPS serişdelerini öndüryän Trimble kompaniýa-synyň önümleri geodeziki işleri ýerine ýetirmäge örän amatlydyr.



10-njy surat. GPS Total Station 5700 guraly (serişdesi).

**GPS Total Station 5700** bu GPS kabul edijisi GPS antenasy, düzülen UÝÝ(ultra ýokary ýygymlykly) radio modeli we antenaly maksatnama üpjünçilikli berlenleri ýygnaýjysy bolup, ol ölçeg-leriň netijeleri üçin bukja bilen üpjün edilendir. Bu diňe Trimble kompaniýasy barada gysgaça maglumatlardyr. Bu gural doly integrirlenen geodeziki ulgamdyr (10-njy surat).

**Berk korpusly** Trimble 5700 GPS kabul edijileriniň korpusynyň magniýli garyşmanyň(splawynyň) bolmagy öz gezeginde guralyň berkligini we ýeňilligi, tapawutlandyryar. Guralyň kabul edijili, düzülen radiomodemli, radioantenaly, batareýaly we zaryad beriji gurluşlary bilen birlikde 1.4 kilogram agramy bardyr. Kabul ediji giňeldilen howa şertleriniň çäklerinde(-40°S-dan +65°S-ä çenli) işleýär. Onuň korpusy çyglylygy doly geçirmeýän we germetiki halyndadyr. Trimble kompaniýasynyň geçiren testine baglylykda gural 1 metre çenli suwuň aşagyndaky çuňluga (IPX7 standarty boýunça harby ulanyjylaryň talabyny ödeýär) çydamlydyr. Ol bitumly üste 1 metrlik beýiklikden gaçan ýagdaýynda hem urga we 40 G wibrasiýa çydamlydyr.

**Täze ýokary takyklykdaky GPS Zephyr antenasy** 5700 Rowerli kabul ediji Zephyr ýokary takyklykdaky antenasy bilen birlikde goýberilýär. Öz gezeginde bazaly stansiýada Geodetic Zephyr antenasyny submetrli fazaly merkezli işe girizýärler. Antena köpsöhleligiň täsiri netijesiniň, şonuň ýaly-da signalyň örän az mukdarda yzyna serpikmeginiň konstuksiyada ulanylmagy täze tehnologiýaly Trimble Stealth antenasyna örän uly mümkinçilikleri döredýär.

**eRTK ýagdaýy** 5700 kysymly GPS kabul edijisinde hakyky wagtda işleýän täze Trimble kompaniýasynyň tehnologiýasy uly mümkinçigi döredýär.



Onuň artykmaçlygy bir sany bazaly stansiýadan, çäklendirilmedik rowerli kabul edijisi bilen hakyky wagtda adaty surata almagyň meýdanyndan, dört esse uly bolan sebitde işlemek mümkinçiliginiň bolmagydyr. Olardan daşary birnäçe bazaly stansiýalardan ýa-da aýlanan referens-stansiýalarynda işlemeklik mümkindir. İşlemekte Trimble kompaniýasynyň integrirlenen önümünde ýokary ýygyllykly radiomodemlerini, öýjükli telefonlaryny(elde görterilýän) we geçirijisiz modemlerini ulanyp bolar.

**İşleriň ýokary önjeýliligi** GPS 5700 pes energiýany harçlaýanlygy (2.5 Wt) bilen häsiýetlenýär. Iki sany düzülen batareýa çeşmesiniň kömegi bilen 10 sagadyň dowamynda üznüksiz, goşmaça zarýadlandyrmasyz işlemeklik bolar. Şonuň bilen birlikde, 48 Mb fleş-kartasy(96 Mb göwrümdäki karta gural bilen bilelikde berilýär) berlenleri ýazmaklyga mümkinçilik döredýär. Bu bolsa, iki ýygyllykly çeşmeden(her 15 sekunt aralyk bilen 6 hemradan), 600 sagadyň dowamynda ölçegleri geçirmäge mümkinçilik berýär. Kabul edijide daşky gurşaw bilen işlemek üçin RS-232 portly, üç sany yzygiderlik göz önünde tutulandyr. Ondan daşary berlenleri geçirmek üçin kabul edijiniň USB portuny ulanmagyň esasynda berlenleriň alyş-çalyşygyny, islendik yzygiderli portlardan on esse ýokarlandyrmak mümkin (11-nji tablisa).

11-nji tablisa

Kodly signallary pozisionirleýän differensial GPS serişdesi	
Gorizontaly takyklygy:	0.25 m + 1 km/mm (RMS)
Wertikal takyklygy:	0.50 m + 2 km/mm (RMS)
WAAS differensial pozisioneriniň takyklygy	< 5 m (3DRMS)
Statiki we çaltstatiki GPS surata almagy	
Gorizontaly takyklygy:	5 mm + 0.5 km/mm (RMS)
Wertikal takyklyk:	5 mm + 2 km/mm (RMS)

Iki ýygyllykly RTK kabul edijisiniň eRTK™ Wide Area uly radiyapmaly örtüklü sebitlerde hakyky wagtda kinematiki surata almaklygy	
Gorizontaly takyklygy:	10 mm + 1 km/mm (RMS)
Wertikal takyklygy:	20 mm + 2 km/mm (RMS)
Saklanyşy	0.02 sekunt
Inisializasiýanyň wagty:	eRTK bir/birnäçe bazaly stansiýa ýagdaýynda – iň kiçi 10 s + D*0.5 (bu ýerde D – bazisli çyzygyň uzynlygy, km), 30 km-e çenli
VRS serişdesinden inisializasiýanyň wagty(örtügiň islendik sebitindäki nokarda)	adatça <30 sekunt

Inisializasiya	
Ynamlylygy:	adatça >99.9%
eRTK Wide Area örtügi	
Bir bazaly stansiýadan adaty RTK ýagdaýy	300 indördül kilometre çenli
Bir bazaly stansiýadan eRTK ýagdaýy	1250 indördül kilometre çenli
Birnäçe bazaly stansiýalardan eRTK ýagdaýy	3750 inedördül kilometre çenli
Wirtually referens stansiýasy(VRS eRTK)	>8500 inedördül kilometr
Agramy, kg	1.4
RTK Rover kabul edijisiniň doly komplektlenen görnüşiniň(7 sagatlyk batareýasy bilen) agramy, kg	4.0

**Geodeziki çözümleriň integrasiýasy** geodeziýada ýeriň üsti baradaky maglumatlary ýygnamak üçin taheometrleri ulanmak, GPS ölçeglerini geçirenden amatly ýa-da tersine bolmagy mümkindir.

**Umumy häsiýetnamasy:**

-guralyň berk we ýeňil magniýeli garyndydan ýasalan korpusynyň bolmagy;

-düzülen germetiki radio modemiň bolmagy;

-oňyn huşly fleş-kartasynyň(96 Mb) bolmagy;

-berlenleriň çaltlyk bilen alyş-çalyş edilmegi üçin USB portunyň bolmagy (Universal Serial Bus)

-kabul edijiniň iki sany kiçijik kamkoderli batareýasyndan 10 sagadyň dowamynda işlenilmegi;

-kabul edijiniň çelgide, guşaklyk bukjasynda ýa-da torbasynda berkitmeklik mümkinçiliginiň bolmagy;

-kabul edijiniň paneli, onuň iýmit çeşmesiniň işleýşine, berlenleriň ýygnaýş prosessine, huşuň fleş - kartasyny döretmeklige, könelişen efemeridli faýlyny aýyrmaklyga we ş.m. gözegçilik etmek bolar;

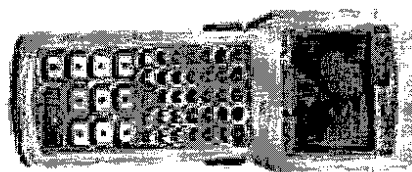
-ýagtylyk indikatory gelyän signalyň kabul edilmegine, differensirlenen düzedişleriň alynmagyna, iýmit çeşmesiniň ýagdaýyna gözegçilik etmäge uly ýardam berýär.

**8. SDR 31/33 kysymly elektrtonly meýdan serişdesi.**

Häzirki wagtda bütün dünýäde SDR33 kysymly meýdan kompýuteri giň meşhurlyk bilen peýdalanylýar. Bu bolsa köp sebäpler bilen esaslandyrylýar: amatly we logiki dogry gurlan maksatnamasynyň, uly displeýiniň, doly

klawiaturasynyň, köp sanly gurallary dolandyrmak we başgalaryň bolmagy bilen baglanyşyklydyr (11-nji surat).

Gural giňeldilen içki huşuny (640 Kb, 1 Mb, 2 Mb, 4 Mb; huşy 4 Mb-da çenli giňeldilip bilner) we goýlan maksatnamaly (Expert wersiýasy) üpjünçiligini alýar. Ol bolsa öz gezeginde giň möçberdäki meseleleri çözmäge mümkinçilik berýär. SDR33 kombinasiýaly in sadaja elektron taheometrini ulanan wagtynda ulanyjy ýokary derejeli PowerSET elektron taheometrleriniň wezipesini alýar. Bu bolsa, surata almak wagtynda ýeriň üstündäki obýektleriň ählisini diýen ýaly karta geçirmäge esas döredýär. Doly harp-sanly klawiaturasynyň (56 perde, klawiş, funksional perdelerini goşanda) bolmagy, meýdanda informasiýalary girizmegi ýeňilleşdirýär. Şonuň bilen birlikde guraly dolandyrmak we informasiýalary girizmek aralykdan geçirilýär. Onuň bolsa tötänleýin guralyň ýagdaýyna täsir etmezlige oňat şert döredýär (taheometriň ýagdaýyna onuň klawiaturasyny ulanan wagtynda degmegiň mümkindir).



11-nji surat. SDR 31/33 kysymly elektrton meýdan serişdesi.

SDR33 elektron meýdan serişdesi ýaramaz howa şertlerinde işlemek üçin niýetlenilendir. Gural suwdan we çaňdan örän oňat goralandyr, bu gural şonuň ýaly-da 1.5 metr beýiklikden gaty ýeriň üstüne gaçan ýagdaýynda hem urga çydamlydyr (12-nji tablisa).

12-nji tablisa

**Maksatnamaly üpjünçiligi:**

Survey	Cogo	Road	Lavel
-topografiya; -ýörelgäni deňagramlaşdyrmak; -ters kesişme; -usullar bilen maglumatlary ýygnamak; -kollimasiýaly ýalňyşlygy kesgitlemek; -baryp bomaýan obýektiň beýikligini kesgitlemek.	-koordinatlary boýunça ýere geçirmeklik; -çyzygy geçirmek; -dugany geçirmek; -ters geodeziki mysalyny çözmek; -meýdany kesgitlemek; -nokady üýtgetmek; -esasy çyzykdan ölçemeklik; -kesişmeleri hasaplamak;	-ýoly ýere geçirmek; -ýoluň üstüni ýere geçirmek; -ýoly surata almaklyk; -keselikleri surata almak; -ýoly kesgitlemek; -şablonlary kesgitlemek;	-niwelirlemek; -niwelir ýörelgesini deňagramlaşdyrmak;

SDR33 elektron meýdan serişdesi, dünýäniň ähli iri geodeziki gurallaryny öndürijisiniň interfeýsini özünde saklaýar. Ulanyja guraly ulanmak üçin, onuň aýratynlyklaryny öwrenmek zerur bolmaýar (işlemegiň tertibi nukdaý nazaryndan, gurallaryň arasynda hiç hili aratapawut ýokdur).

Olardan daşary SDR33 elektron žumaly diňe elektron taheometrleri üçin niýetlenmän, eýsem sanly niwelirler, serpikdirijisiz uzakölçeýjileri (dalnomer), häzirki wagtda bolsa GPS (SDR33 GPS/RTK) kabul edijileri tarapyndan hem giňden peýdalanýarlar. Şeýle hem onuň kömegi bilen dürli görnüşli gurallardan alnan berlenleri şol bir işçi faýlynda ýatda saklamak mümkin. Oňa berlenleri sada el bilen girizmek hem bolar. Huşdaky saklanýan informasiýalary islendik ýagdaýlarda analizlemek mümkindir.

### 9. Geodeziki gurallaryň has täze görnüşleri

Soňky wagtlarda sanly geodeziki niwelirler giňden ulanylýar. Ulanylmagynyň esasy sebäpleri wagty tygşytlamagy we ulanmaga sadalygy hem-de köp derejede iş önümliligini ýokarlandyrmagy bolup durýar. Ony gurluşyk meýdanynda ýa-da obýektleriň deformasiýasyna ýokary takyklykda gözegçilik etmekde ýa-da başga maksatlar üçinmi, tapawudy ýok, gural takyk ölçegleri geçirmäge mümkinçilik berýär. Sada tehnologiki prosessi ýeňil dolandyrylýan menýunyň interfeýsi gural bilen çalt işlemeklige we ony önjeýli ulanmaklyga ýardam berýär. Niwelirler alnan hasaplary, her 3 *sekund*dan bir gezek huşyna ýazmaga ukyplydyr (12-nji surat).

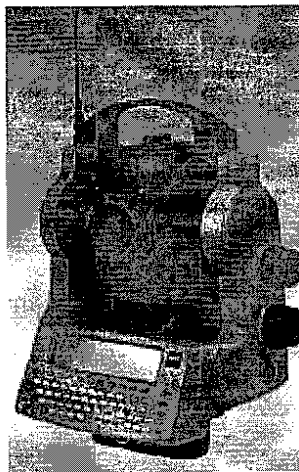


12-nji surat. Sanly niweliriň bir görnüşi.

Sanly niwelirleri ulanmakda 50 %-e çenli wagty we işiň önümliligi üçin çykdaýjylary tygşytlap bolar. Şonuň bilen birlikde guralda ölçeg tagtasyndan hasaplary almakda gözegçiniň hususy ýalňyşlygy aradan aýrylýar. Ähli geçirilýän ölçeglerde hasaplamalar awtomatiki ýagdaýynda we çaltlyk bilen geçirilýär. Sanly kartalarda alnan maglumatlary huşda saklamak üçin PC kartasy ulanylýar we

berlenleri **RS232C** iki ugrukdyrylan portunyň üsti bilen hususy kompýuterlere geçirilýär. Önümçilik maksatly ölçegleri işlemek we dürli önümçiligi teswirlemek üçin giň spektrli maksatnamary bilen üpjün edilýär. Maglumatlary geçirmegi we dürli ölçeglerde üýtgetmeleri ýadyňyzdan çykaran bolsaňyz, guralyň özi awtomatiki ýagdaýda ýerine ýetirmäge ukyplydyr.

Eýýäm köp ýyldan bäri çyzyklaryň uzynlyklaryny ölçemeklikde lazerli ruletkalar ulanylýar, ol bolsa öz gezeginde *30 metre* çenli aralyklary (islendik üstde) ölçemekde *3-5 mm-e* çenli, *300-500 metr* aralyklary ölçemekde bolsa *10 mm-e* çenli takyklygy üpjün edýär. Uzakölçeýjileriň tolkunlary serpkidirijisini ulanan wagtynda ölçenýän çyzygyň uzynlygy artdyrylýar. Lazar ruletkalaryň käbirlerini teodolitlere(Disto), şonuň ýaly-da çelgilere (impuls tipli) hem berkitmek bolar. Çelgide berkidilen uzakölçeýjileri adatça inklinometri alýar. Ol bolsa öz gezeginde ölçenilýän çyzygyň gorizonta ýagdaýyny we beýgelmesini awtomatiki usulynda kesgitlemegi ýerine ýetirýär. Gorizonta burçlary ölçemek maksady bilen, *15"* takyklykdaky magnit kompasyny ulanmak amatlydyr, bu takyklyk gurmagyň grafiki takyklygydyr. Bu ýagdaýda, elektron taheometriň bahasyndan *1.5-2* esse arzan düşýän görnüşini alýarys. Geodeziki ölçegleri ýokary derejede awtomatizasiýalaşdyrmak üçin elektron taheometrlerini ulanýarlar (13-nji surat).



13-nji surat. GPS serişdesi bilen birleşdirilen elektron sanly taheometri.

Dürli kompaniýalar birnäçe hatar *1"*, *2"*, *3"*, *5"*, *6"* we *20"* takyklygy üpjün edýän elektron taheometrlerini öndürýärler. Şonuň bilen birlikde bu taheometrler bilen çyzykly ölçegleri geçirmekde  $1\text{ mm} + 1\text{ mm} \times 10^{-6}$  we  $5\text{ mm} + 5 \times 10^{-6}$  çenli çaklerde, guralyň takyklygyna baglylykda almak bolar..

Soňky wagtlarda serpkidirijisiz uzakölçeýjileri bilen üpjün edilen, elektron taheometrleri döredilip başlady. Onuň kömegi bilen *100-200 mertlik* aralyklary diffuzly nyşana arkaly ölçemek bolar. Emma bu gurallaryň serpkidirijili aralygy ölçemeklik üçin ulanylmagynda bolsa, *3-5 kilometr* uzynlyklary ölçeýjilik

takyklygyny pesetmezden geçirmek mümkündür. Şu hili taheometrler işde ulanylmaga örän amatly we giň gerim almak bilen ýaýraýar. Bu taheometrleriň köpüsi -20°S çenli sowuk howa şertlerinde işleýär. Emma ulanyjylaryň isleglerine görä -35°S çenli sowuk howa şertlerinde işlemäge ukyply edilip ýasalan görnüşleri hem bardyr.

Sanly niwelirinde ulanylýan reýkalar özlerinin berkligi we daşky gurşawyň täsirine çydamlylydy bilen tapawutlanýar (18-nji surat). Olar häzirki döwürde köplenç, metaldan (fiberglasdan, alýuminden) ýasalýar.

Geodeziki işleri amala aşyrmakda hemra ulgamly gurallary diýseň amatlydyr. Bu gurallar ýerdäki nokatlaryň koordinatlaryny kesgitlemegiň takykygy *5-10 metrden, 1 santimetr* ýalňyşlyk aralyklarynda ölçemäge ukyplydyr.

Has pesräk takykygy göterilýän, ýeriň emelei hemralary bilen baglanyşykly geodeziki gurallary alýar. Olar awtonom ýagdaýynda *5-10 metre* çenli takykygy üpjün edýär.

Şu ýagdaýda işlemegiň differensial usulyndan peýdalanylýar. Bu bolsa, bir nokatda (basaly) hemişelik kabul edijini ornaşdyryp, beýleki kabul ediji bilen bolsa kesgitlenilen nokatlar boýunça hereket edilýär. Nokatlaryň koordinatlaryny kesgitlemegi, kartanyň hakyky masşabynda ýa-da işlenilýän ýagdaýynda meýdan gözegçilikleri gutarandan soňra otagda işlemek we netijeleri düzetmek mümkin. Soňky ýagdaýda, gözegçiligiň wagty giň çäklerde *1 sagatdan 20 sekunda* çenli aralyklarda bolýar we ulanylýan enjama baglylykda onuň işleýiş ýagdaýyna, bazaly nokatdan kesgitlenilýän nokadyň daşlaşmagyna garaşlydyr.

Bir ýygyllykly hemraly serişdeleriň täsir ediş uzaklygy (bazaly nokatdan kesgitlenýän nokada çenli aralyk) 15-20 km çäklerden geçmeli däl. Ondan has uzakra (100 km we ondan köpräk aralyklara) täsirini ýetirmek maksady bilen iki ýygyllykly hemraly enjamlar ulanylýar. Şu ýagdaýda nokatlaryň koordinatlaryny kesgitlemekde örän ýokary *5 mm + 5 rrm* takykykdaky çäklerini almak bolar.

Bu serişdeler radio enjamlarynyň toplumy bilen ulanylyp, nokatlaryň koordinatlaryny hakyky wagt ýagdaýynda kesgitlemäge ýardam berýär. Şu ýerde bir zady bellemek möhümdir, ýagny täsir etmegiň uzaklygy, ulanylýan radiogoýberijisiniň (peredatçiginiň) güýçlüligine hem baglydyr.

#### EDEBIÝATLAR:

Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.

Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.

Gurbanguly Berdimuhamedow. Eserler ýygyndysy. Aşgabat, Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007.

Gurbanguly Berdimuhamedow. Döwlet adam üçindir. Aşgabat, 2008

Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Aşgabat, 2008.

Gurbanguly Berdimuhamedow. Ahalateke bedewi – biziň buýsanjymyz we şöhratymyz. Aşgabat, 2008.

Gurbanguly Berdimuhamedow. Täze Galkynyş eýýamy. Aşgabat, 2008.

M. Allakow. Geodeziýanyň esaslary. Aşgabat. “Gyzykly elektronika” neşirýaty. 1998..

M. Allakow. Topografiýada geodeziýanyň esaslary boýunça praktikum. Aşgabat. “Ruh” neşirýaty. 1997..

M. Allakow. Kartografiýanyň esaslary. Aşgabat. “Ylym” neşirýaty. 2003..

M. Allakow. Geodeziýada we kartografiýada ulanylýan Halkara adalgalarynyň düşündirişli sözlügi. Aşgabat. “Ylham” neşirýaty. 2002.

A. П. Божок и др. Топография с основами геодезии. М.: Высшая школа. 1986.

А. В. Маслов. Геодезия. М.: Недра. 1986.

А. В. Маслов, А. В. Гордеев. Геодезия. М.: Недра. 1972.

Л. А. Вахрамеева. Картография. М.: Недра. 1982.

Г. В. Господинов, В. Н. Сорокин. Топография. М.: Недра. 1984.

А. В. Рутон, А. И. Спиридонов. Геодезические приборы используемые при крупномасштабных съемок. М.: Недра, 1993.

А. Ф. Чижмаков. А. М. Чижмакова. Геодезия. Недра. 1978.

А. Ф. Чижмаков. А. М. Чижмакова. Практикум по геодезии. Недра. 1978.

Н. П. Ловрова, А. Ф. Степченко. Аэрофототопографическая съемка. Приборы используемые при аэрофототопографии. М.: Недра, 1989.

А. Н. Лобанов. Фототопография. М.: Недра, 1986.

И. Ю. Левский, Й. М. Крахмал. Геодезия с основами земдеустройства. М.: Недра, 1983.

Г. Ф. Лысов. Поверки и юстировки теодолита и нивелира в полевых условиях. М.: Недра, 1978.

В. Г. Селиханович, В. П. Козлов, Практикум по геодезии. М.: Недра, 1978.

В. И. Фёдоров, И. П. Шилов. Инженерная геодезия. М.: Недра, 1982.

Г. А. Приходко. Варометрическая съемка. М.: Недра.

С. В. Редков. Учебная пособия по техническому нивелирование и высотно - теодолитном съемке. М.: Недра, 1989.

INTERNET ulgamyndan alnan maglumatlar.

## ÖZ-ÖZÜŇI BARLAMAK ÜÇIN BÖLÜMLER BOÝUNÇA SORAGLAR WE MESELELER ÝYGINDYSY

### Giriş

1. Geodeziýa diýip nämä aýdylýar?
2. Topografiýa ylmy nämäni öwredýär?
3. Geodeziýanyň çözüň esasy meseleleri nämelerden durýar?
4. Topografiýa ylmyň esasy maksady nämeden ybarat?
5. Geodeziýa we topografiýa ylmlary halk hojalygynda ulanylýan pudaklaryny sanap beriň!
6. Ýokary geodeziýa nähili ölçegler bilen meşgullanýar?
7. Geodeziki ölçegler oba hojalykda nähili orny eýeleýär?
8. Geodeziki ölçegleri ilkinji gezek nirelerde geçirilipdir?
10. Geodeziýa we topografiýa ylmlary haýsy ylmlar bilen arabaglanyşykly?
11. Matematiki kanunlar geodeziki ölçegleriň netijelerine nähili täsir edýär?
12. Fiziki kanunlar geodeziýa ylmy bilen nähili arabaglanyşýar?
13. Geodeziýanyň ilkinji ylm hökmünde esaslandyrylmagynda kimiň ýerine ýetiren işleri möhüm ähmiýete eýe?
14. Ýeriň formasyny we ölçeglerini kesgitlemek maksady bilen geçirilen ilkinji ölçeg haýsy alyma degişli?
15. Musulman alymlarynyň ýeriň formasyny we ölçeglerini kesgitlemek bilen baglanyşykly işlerini, hem-de alan netijelerini sanap beriň?
16. Abu Reýhan al-Biruny nirede we nähili gurallary ulanyp ýeriň ölçeglerini kesgitleýär?

### I. Ýeriň formasy we ölçegleri

1. Urowen üsti diýip nämä aýdylýar?
2. Urowen üstüni berlen nokadyň üstünden näçesini geçirip bolar?
3. Geoid diýip nämä aýdylýar?
4. Geoid sözüniň gelip çykyşy nähili söz bilen baglanyşykly?
5. Ellipsoid aýlanmasy nähili emele gelýär?
6. Ýeriň ölçegleri nähili elementler boýunça hasaplanyp çykarylýar?
7. Ýeriň otnositel gysylmak koeffisiýenti haýsy formula boýunça hasaplanylýar?
8. Asma çyzyk diýip nämä aýdylýar?
9. Referens-ellipsoid diýip nämä aýdylýar?
10. Normal çyzyk diýip nämä aýdylýar?
11. Türkmenistanyň territoriýasy üçin kimiň referens-ellipsoidi ulanylýar?
12. F. N. Krasowskiniň maglumatlaryna görä, Ýeriň otnositel gysylmak koeffisiýenti näçe deň?
13. Ýeriň radiusy näçe deň?
14. Ýer üstüniň meýdany näçe bolar?



15. Ýeriň göwrümi näçä deň?
16. Ýer ellipsoidiniň bir graduslyk dugasynyň uzynlygy näçe bolar?
17. Ýer ellipsoidiniň bir minutlyk dugasynyň uzynlygy näçe bolar?
18. Ýer ellipsoidiniň bir sekuntlyk dugasynyň uzynlygy näçe bolar?
19. Plan diýip nämä aýdylýar?
20. Karta diýip nämä aýdylýar?
21. Profil diýip nämä aýdylýar?
  22. Masştab diýip nämä aýdylýar?
  23. San masştaby nähili berilýär?
  24. Geodeziýada çyzykly masştablar näme maksat üçin ulanylýar?
  25. Natural masştab nähili görnüşde kartalarda berilýär?
- 1-nji mysal. Eger-de ýerdäki çyzygyň uzynlygyny kesgitlemeli:  $m=1:5000$  we  $l=9.6\text{ sm}$  bolsa kartadaky çyzygyň uzynlygyny kesgitlemeli.
- 2-nji mysal. Eger-de kartanyň masştaby  $1:10000$ ,  $l=4.5\text{ sm}$  bolsa, onda ýerdäki çyzygyň uzynlygyny kesgitlemeli.
- 3-nji mysal. Eger-de çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy  $S=256.56\text{ m}$ , kartanyň masştaby  $1:10000$  bolsa, kartadaky çyzygyň uzynlygyny kesgitlemeli.

## II. Geodeziýada ulanylýan koordinatlar sistemasy

1. Nokadyň koordinatasy diýip nämä aýdylýar?
2. Geodeziýada nähili koordinatlar sistemalary ulanylýar?
3. Geografiki koordinatlar sistemasy diýip nämä aýdylýar?
4. Meridian diýip nämä aýdylýar?
5. Parallel diýip nämä aýdylýar?
6. Ekwator diýip nämä aýdylýar?
7. Geografiki giňlik diýende siz nämä düşüňýärsiňiz?
8. Geografiki giňlik nähili üýtgeýär?
9. Geografiki uzaklyk diýip nämä aýdylýar?
10. Gönüburçly koordinatlar sistemasy diýip nämä aýdylýar?
11. Geodeziki gönüburçly koordinatlar sistemasynda absissa we ordinata oklary nähili ýerleşen?
  12. Polýar koordinatlar sistemasy diýip nämä aýdylýar?
  13. Bipolýar koordinatlar sistemasy diýende siz nämä düşüňýärsiňiz?
  14. Nokadyň beýikligi diýip nämä aýdylýar?
  15. Türkmenistanyň territoriýasynda nokatlaryň beýikligi nireden alynýar?
  16. Absolýut we otnositel beýiklikleri diýip nämä aýdylýar?
- 1-nji mysal. Başlangyç A nokadyň gönüburçly koordinatlary  $X_A=+2150.94\text{ m}$ ,  $Y_A=3245.57\text{ m}$ , çyzygyň gorizont kesiminiň uzynlygy  $S_{AB}=345.87\text{ m}$  we çyzygyň direksion burçy  $\alpha_{AB}=125^\circ 11,5'$  bolsa, onda ahyrky (B) nokadyň gönüburçly koordinatlary şu aşakdaky ýaly hasaplanylýar.
- 2-nji mysal. 1 we 2-nji nokatlaryň gönüburçly koordinatlary  $X_1=1234.74\text{ m}$ ,  $X_2=1954.28\text{ m}$ ,  $Y_1=-879.56\text{ m}$  we  $Y_2=-123.47\text{ m}$  bolsa, ters geodeziki mysaly çözmeli.

### **III.1 Türkmenistanyň döwlet geodeziki torlary**

1. Geodeziki tor diýip nämä aýdylýar?
2. Geodeziki punkt diýip nämä aýdylýar?
3. Geodeziki punktlaryň görnüşlerini sanap beriň!
4. Planly punkty diýip nämä aýdylýar?
5. Planly – beýiklik punkty diýip nämä aýdylýar?
6. Beýiklik punkty diýip nämä aýdylýar?
7. Döwlet geodeziki torlary nähili görnüşlerde berilýär?
8. Döwlet geodeziki daýanç torlary diýip nämä aýdylýar?
9. Döwlet geodeziki köpeldilen tory diýip aýdylýar?
10. Surata almak esasy torlar nähili usullar bilen döredilýär?
11. Geodeziki torlary döretmegiň nähili usullary geodeziýada ulanylýar?
12. Triangulýasy usuly diýende siz nämä düşüňärsiňiz?
13. Poligonometriýa torlary diýende siz nämä düşüňärsiňiz we ol nirelerden geçirilýär?
14. Triletarasiýa usulynyň düýp mazmuny nämeden ybarat?
15. Nokadyň absolýut beýikligi diýip nämä aýdylýar?
16. Nokadyň otnositel beýikligi diýip nämä aýdylýar?
17. Beýiklik torlary takyklygy boýunça näçe topara bölünýär?
18. I klasly niwelir torlarynyň perimetri nähili çäklerde üýtgeýär?

### **III.2 Deňeşdirme hasaplamalary**

1. Plan almagyň ýoluny gurmak barada umumy düşüňje.
2. Plan almagyň ýoluny gurmagyň esasy usullary.
3. Bir düwünli nokatdan surata almagyň toruny deňagramlaşdyrmak.
4. Plan almagyň torunyň dürli 1:25000 masştabda nähili çäklerde alynýar?
5. Surata almagyň esasyňy analitiki usul bilen geçirmekde nähili işler geçirilýär?
6. Göni kesişdirmek usulynyň düýp mazmuny nämeden ybarat?
7. Paralaktiki burçlary geodeziki kesişdirmegiň düýp mazmuny düşündiriň?
8. Ýörelgäni geçirmegiň diagonalsyz dörtburçlyklar usulynyň mazmuny düşündiriň?

### **III.3. Duran ýeriňi kesgitlemegiň global sistemasy**

1. Duran ýeriňi kesgitlemegiň global sistemalarynyň esasy prinsipleri.
2. Global sistemalarynyň dünýä boýunça nähili görnüşleri ulanylýar?
3. GPS sistemasynyň umumy häsiýetnamalary barada siz näme bilýärsiňiz?
4. ГЛОНАСС sistemasy GPS-den nähili parametrleri bilen tapawutlanýar?
5. ГALELEO sistemasynyň parametrleri barada siz nämeleri bilýärsiňiz?
6. Sistemalaryň takyklygy we olaryň geodeziki ölçeglerde ulanylmagy.
7. GPS sistemasynyň halk hojalykda ulanylyşyna degişli mysallary getirin?

8. Geodeziki maksatlar üçin ulanylýan GPS gurallarynyň takyklygy nähili aralyklarda alynýar?

9. Nawigasiýa ähmiýetli GPS gurallarynyň takyklygy nähili aralyklarda alynýar?

10. Duran ýeriňi GPS gurallary bilen ölçemekde döreýän ýalňyşlyklar we olary azaltmagyň usullary barada siz nämeleri aýdyp berseňiz?

11. GPS gurallaryny ýasaýan has tanymal kompaniýalarynyň atlaryny sanap beriň?

#### IV. Oriýentirlemek

1. Oriýentirlenmek diýip nämä aýdylýar?

2. Oriýentirlenmek sözünüň gelip çykyşy nähili söz bilen baglanyşykly?

3. Magnit meridiany diýip nämä aýdylýar?

4. Ýeriň üstünde çyzygyň ugruny kesgitlemekde nähili elementlerden peýdalanylýar?

5. Azimut diýip nämä aýdylýar we sözün gelip çykyşy haýsy söz bilen baglanyşykly?

6. Magnit azimuty diýip nämä aýdylýar?

7. Magnit diliniň gyşarma burçy diýip nämä aýdylýar?

8. Direksion burç diýip nämä aýdylýar?

9. 1-nji mysal. Eger-de azimut  $A = 76^{\circ}00'$  we magnit diliniň gyşarma burçy  $\delta = 6^{\circ}00'$  belli bolsa magnit azimutyny kesgitlemeli.

10. 2-nji mysal. Eger-de magnit azimuty  $M_a = 36^{\circ}45'$  we magnit diliniň gyşarma burçy  $\delta = +3^{\circ}45'$  belli bolsa, onda azimuty kesgitlemeli.

11. Rumb diýip nämä aýdylýar?

12. Direksion, rumb sözleriniň gelip çykyşy haýsy sözler bilen baglanyşykly?

13. Kompas we bussolyň ýerine ýetirýän wezipelerini sanap geçiň?

#### V.1 Ölçegleriň görnüşleri

1. Geodeziýada ölçegiň görnüşleri boýunça toparlara bölünişi sanap beriň?

2. Çyzyk ölçegleri diýende siz nämä düşüňýärsiňiz?

3. Burç ölçegleri nähili görnüşlere bölünýär?

4. Gönüden-göni ölçegler nähili ýagdaýda emele gelýär?

5. Gytaklaýyn ölçegler nähili ýagdaýda alynýar?

6. Gerek (zerur) we artykmaç ölçegleriň alnyşana degişli mysallary getiriň?

7. Ýalňyşlyk nähili ýagdaýda emele gelýär?

8. Ýalňyşlyklar gelip çykyşy boýunça näçe topara bölünýär?

9. 1-nji mysal. Eger-de  $S_1=123.45$  m;  $S_2=123.43$  m;  $S_3=123.47$  m we  $S_4=123.45$  m berlen bolsa, onda çyzyk ölçegleriniň orta arifmetiki bahalaryny tapmaly?

10. Gödek ýalňyşlyklar nähili ýagdaýda ýüze çykýar?

11. Metodiki ýalňyşlyklaryň gelip çykyşyna degişli mysallary getirň?
12. 2-nji mysal. Eger-de  $\beta_1=69^\circ34'$ ,  $\beta_2=69^\circ33'$ ,  $\beta_3=69^\circ34.5'$  we  $\beta_4=69^\circ34.5'$  gorizonta buçlar berlen bolsa, onda olaryň orta arifmetiki bahalaryny tapmaly?
13. Islendik ýalňyşlygy kesgitleniş formulasyny ýazmaly?
14. Hususy ýalňyşlyklar nähili ýagdaýda döreýär?
15. Ýalňyşlyklar häsiýetleri, ýagny emele geliş kanunalaýyklyklary boýunça nähili toparlara bölünýär?
16. Yzygider ýalňyşlyklary nähili ýagdaýda emele gelýär?
17. Tötänleýin ýalňyşlyklaryň netijelerini nähili ýagdaýda azaltmak bolar?

## **V.2. Ýerde çyzygyň uzynlygyny ölçemek**

1. Çyzygyň uzynlygyny ölçemek diýende siz nämä düşüňýärsiňiz?
2. Ýeriň üstünde çyzygyň uzynlygyny ölçemegiň nähili usullary bar?
3. Ölçeg zolagy bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemegiň otnositel takyklygy nähili aralykda üýtgeýär?
4. Geodeziki ruletkalar bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemegiň otnositel takyklygy nähili aralykda üýtgeýär?
5. Asma görnüşli gurallar bolan dlinomer bilen inwar siminiň çyzygyň uzynlygyny ölçemekde nähili tapawut bar?
6. Optiki uzak ölçejjileriň nähili görnüşleri geodeziki ölçeglerde ulanylýar?
7. Hemişelik burçly üýtgeýän burçly optiki uzakölçeýjisi geodeziýada ýerlerde ulanylýar?
8. Aralygy ölçemegiň fiziki uzakölçeýjileriniň işleýiş prinsipini beýan ediň?
9. Siz häzirki zaman uzakölçeýjileri barada nämeleri bilýärsiňiz?
10. Döwrebap uzakölçeýjilerini öndürýän kompaniýalar barada siz nämä bilýärsiňiz?

## **VI.1. Ýönekeý plany almak**

1. Uly bolmadyk territoriýalary göz çeni bilen öwrenmekde nähili sada geodeziki gurallar ulanylýar?
2. Ekker guraly bähili wezipeleri ýerine ýetirýär?
3. Eklimetr guraly ýeriň üstünde nähili işleri amala aşyrýar?
4. Bazis çyzygy diýende siz nämä düşüňýärsiňiz?
5. Ýeriň üstündäki ölçenen çyzygyň gorizonta kesiminiň uzynlygy haýsy formulanyň kömegi bilen hasaplanýlar?
6. Abris diýip nämä aýdylýar we ol nähili ýagdaýda düzülýär?
7. Ýer üstüniň krokisi diýende siz nämä düşüňýärsiňiz?
8. Adimlemek bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemek nähili ýagdaýda amala aşyrylýar?
9. Göz çeni bilen çyzygyň uzynlygyny ölçemekde nämä işler geçirilýär?

10. Ýönekeý plan almagyň netijesinde ýer üstüniň nähili kartografiki önümi alynýar?

11. Ýönekeý plan almakda ulanylýan häzirkizaman gurallaryndan siz haýсылaryny bilýärsiňiz?

## **VI.2. Teodolit planyny almak**

1. Plan almak diýlende siz nämä düşüýrsiňiz?
2. Siz plan almagyň nähili usullaryny bilýärsiňiz?
3. Sudurly plan almak surata almagyň beýleki usullaryndan nähili tapawutlanýar?
4. Topografiki plan almakda ýer üstüniň nähili elementleri şekillendirilýär?
5. Ýer üstüniň relýefini plan almagyň haýsy usuly bilen şekillendirmek bolar?
6. Teodolit planyny almakda nähili geodeziki guraly ulanylýar?
7. Teodeolidiň gurluşynyň nähili esasy bölekleri bar?
8. Teodolitleriň ýerine ýetirýän wezipeleri siz bular barada nämeler bilýärsiňiz?
9. Häzirkizaman teodolitleri nähili häsiýetleri boýunça tapawutlanýar?
10. Elektron sanly teodolitlerinde nähili funksiýalar artykmaçlyk edýär?
11. Teodolitiň kömegi bilen gorizontaly burçlary nähili usullar bilen ölçemek bolar?
12. Teodolit ýörelgesiniň taslamasyny düzmek we onuň mazmuny nämelerden durýar?
13. Teodolit surata almagynyň plany nähili elementleri bilen, plan almagyň beýleki görnüşlerinden tapawutlanýar?
14. Teodolit surata almakda plany gurmak üçin nähili serişdeler we enjamlar ulanylýar?
15. Teodolit surata almakda wertikal burçlary ölçemek nähili geçirilýär?

## **VII. Taheometriki surata almagyň planyny gurmak**

1. Taheometriki surata almak diýlende siz nämä düşüýärsiňiz?
2. Taheometriki surata almak nähili maksatlar üçin geçirilýär?
3. Taheometr sözüniň gelip çykyşy haýsy söz bilen baglanyşykly?
4. Taheometrleriň gurluşy, iş ýagdaýyna getirilişi we onuň görnüşleri barada siz nämä aýdyp berseňiz?
5. Taheometr-awtomatlar dogrusynda siz nämeleri bilýärsiňiz?
6. Taheometr – awtomatatlarda nokatlaryň arasyndaky beýgelme aralyk nähili ýagdaýda kesgitlenilýär?
7. Taheometr surata almagyň kömegi bilen ýer üstüniň nähili kartografiki önümi alynýar?
8. Elektron we sanly taheometrlerde aralyk we beýgelme nähili ýagdaýda kesgitlenilýär?

9. Taheometriki surata almak artykmaç nähili surata almak usuly bilen geçirýärler?
10. Surata almagyň polýar usulynyň düýp mazmuny nämeden ybarat?
11. Taheometriki surata almagynyň planyny gurmak we bezemek nähili ýagdaýda geçirilýär?
12. Elektron sanly taheometrleriň maglumatlaryny nähili ýagdaýda düzetmek bolýar?
13. Sanly topografiki kartalarynda ýer üstüniň relýefi nähili geçirilýär?
14. Sanly topografiki planlary bezemek nähili geçirilýär?
15. Trigonometriki niwelirlemegiň doly formulasyny ýazmaly we ondaky berilýän her bir ululygyň nämäni aňladýandygyny aýtmaly?
16. Trigonometriki niwelirlemegiň gysgaldylan formulasyny ýazmaly we onuň alnyşyny düşündirmeli?

### VIII. Niwelirlemek

1. Niwelirlemek diýlende siz nämä düşüňýärsiňiz?
  2. Niwelirlemegiň nähili görnüşlerini siz bilýärsiňiz?
  3. Niwelirlemegiň usullarynyň içinde takykylygy boýunça haýsy usul ýokary derejeli?
  4. Geometriki niwelirlemek diýip nämä aýdylýar?
  5. Siz geometriki niwelirlemegiň nähili usullaryny bilýärsiňiz?
  6. Geometriki niwelirlemegiň “öňe” niwelirlemek usulynda beýgelme nähili formulanyň üsti bilen hasaplanylýar?
  7. Geometriki niwelirlemegiň “ortadan” niwelirlemek usulynda beýgelme nähili formulanyň üsti bilen hasaplanylýar?
  8. Çylşyrymly niwelirlemek, onuň ýönekeý görnüşinden nähili tapawutlanýar?
  9. Geodeziki guraly bolan niwelir näçinji asyrdan döredilýär?
  10. Niwelirler takykylygy boýunça nähili görnüşlerde bolup bilýär?
  11. Niwelirlemekde ulanylýan reýkalar nähili ýagdaýda bir – birinden tapawutlanýar?
  12. Profil diýip nämä aýdylýar?
  13. Ýer üstüniň uzaboýuna profilini gurmakda nähili işler amal edilýär?
  14. Berlen ugruň uzaboýuna profilini gurmakda nähili işler geçirilýär?
  15. Niwelirlemek işlerini geçirmekde häzirki zaman kompýuter tehnologiýalarynyň nähili ähmiýeti bar?
- 1-nji mysal. Eger-de  $i=1638 \text{ mm}$ ,  $b=0815 \text{ mm}$ ,  $H_A=255.347 \text{ m}$  bolsa, onda  $B$  nokadyň  $A$  nokada baglylykda beýgelmesini we beýikligini kesgitlemeli?
- 2-nji mysal. Eger-de  $a=1243 \text{ mm}$ ,  $b=0753 \text{ mm}$ ,  $H_A=256.385 \text{ m}$  diýeliň, onda ilki bilen mysaly çözmek üçin,  $B$  nokadyň  $A$  nokada baglylykda beýgelmesini şu aşakdaky ýaly hasaplaň?
- 3-nji mysal. Eger-de  $H_{PK0}=110,555 \text{ m}$ ,  $a_2=0676 \text{ mm}$ ,  $b_{PK0+40}=1622 \text{ mm}$  we  $b_{PK0+64}=0980 \text{ mm}$  bolsa, nokatlaryň absolýut beýikligini hasaplaň?

## MAZMUNY:

<b>SÖZBAŞY.....</b>	<b>6</b>
<b>GIRIŞ</b>	
1. Umumy düşünje.....	7
2. Geodeziýanyň beýleki ylymlar bilen arabaglanyşygy.....	10
3. Geodeziýanyň halk hojalygyndaky orny.....	11
4. Geodeziýa ylmynyň ösüş taryhyna gysgaça syn.....	13
<b>I. ÝERIŇ ŞEKILI WE ÖLÇEGLERI</b>	
1.1. Ýeriň ölçegleriniň kesgitlenilişi.....	24
1.2. Ýeriň ölçeglerini kesgitlemegiň usullary.....	29
1.3. Karta, plan we profil barada düşünje.....	31
1.4. Masştab barada düşünje.....	33
1.5. Ýer üstüniň bölekleriniň tekizlik hökmünde kabul edilen ölçegleri.....	37
<b>II. GEODEZIÝADA ULANYLYAN KOORDINATA SISTEMALARY</b>	
2.1. Nokadyň koordinatlary we geografiki koordinatlar sistemasy barada düşünje.....	41
2.2. Geodeziki beýiklik. Ýeriň üstündäki nokadyň beýikligi.....	44
2.3. Tekiz gönüburçly we polýar koordinat sistemalar.....	45
2.4. Göni we ters geodeziki mysallar.....	49
2.5. Geodeziki we gönüburçly koordinatlaryň arasyndaky arabaglanyşyk.....	53
2.6. Halkara koordinatlar sistemalary.....	54
<b>III. TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET GEODEZIKI TORLARY</b>	
<b>III.1 TÜRKMENISTANYŇ GEODEZIKI TORLARY</b>	
3.1.1. Umumy düşünje.....	57
3.1.2. Ýerde geodeziki torlaryň punktlarynyň ýagdaýyny belgilemek.....	57
3.1.3. Geodeziki daýanç torlary döretmegiň usullary.....	60
3.1.4. Döwlet geodeziki beýiklik daýanç torlary.....	62
3.1.5. Geodeziýada ulanylyan ölçeg birlikleri.....	65
<b>III.2. DEŇEŞDIRME HASAPLAMALARY</b>	
3.2.1. Plan almagyň ýoluny gurmak.....	67
3.2.2. Bir düwünli nokatdan surata almagyň toruny deňagramlaşdyrmak .....	67
3.2.3. Analitiki torlar.....	70
3.2.4. Geodeziki kesişdirmek usullary.....	71
<b>III.3. DURAN ÝERIŇI KESGITLEMEGIŇ GLOBAL SISTEMASY</b>	
3.3.1. Umumy düşünje .....	77
3.3.2. GPS serişdesiniň geodeziýada ulanylyşy.....	79
3.3.3. Hemraly WM101, WM102 GPS geodeziki serişdeleri.....	81
3.3.4. GPS serişdesiniň döremegine esas bolan baş pikir .....	83
3.3.5. Hemraly geodeziki ölçegleriň görnüşleri we usullary.....	90
3.3.6. Geodeziki surata almagy geçirmekde ulanylyan referens-stansiýalar.....	93
<b>IV. ORIÝENTIRLENMEK</b>	
4.1. Çyzygyň ýerde ugruny kesgitlemek.....	98
4.2. Azimut we direksion burç barada.....	101

4.3. Azimut, direksion burç we rumbyň arasyndaky arabaglanyşyk.....	103
4.4. Ýerde çyzygyň magnit azimutyny kesgitlemek.....	106
4.5. Bussol we onuň bilen çyzygyň magnit azimutyny ölçemek.....	107
4.7. Geodeziýada ulanylýan täze elektron kompaslary .....	109
<b>V. GEODEZIKI ÖLÇEGLER</b>	
<b>V.1. ÖLÇEGLERİN GÖRÜŞLERİ</b>	
5.1.1. Umumy düşünje.....	111
5.1.2. Ölçeglerdäki ýalňyşlyklar.....	112
5.1.3. Deňtakykly ölçegleri matematiki hasaplamak.....	115
5.1.4. Deňdäl takykly ýalňyşlyklary matematiki hasaplamak.....	119
5.1.5. Ýeriň üstündäki ölçeg elementler.....	121
<b>V.2. ÝERDE ÇYZYGYŇ UZYNLYGYNY ÖLÇEMEK</b>	
5.2.1. Umumy düşünje.....	124
5.2.2. Çyzygyň uzynlygyny ölçemek.....	128
5.2.3. Fiziki uzakölçejýileri.....	133
5.2.4. DISTOMAT uzakölçejýileri we olaryň ulanylşy.....	136
5.2.5. DISTO görnüşindäki lazer uzakölçejýileri .....	138
<b>VI. ÝER ÜSTÜNİN PLANYNÝ ALMAK</b>	
<b>VI.1. ÝÖNEKEYÝ PLANÝ ALMAK</b>	
6.1.1. Umumy düşünje.....	140
6.1.2. Aralygy gözçeni bilen ölçemek.....	142
6.1.3. Surata almagyň usullary.....	145
6.1.4. Surata almagy geçirmek.....	149
<b>VI.2. TEODOLIT PLANYNÝ ALMAK</b>	
6.2.1. Umumy düşünje.....	152
6.2.2. Ýerde burçlary ölçemeginiň prinsipi. Teodolit.....	154
6.2.3. Teodolidiň ornaşdyryş bölekleri.....	157
6.2.4. Teodolidiň işçi bölekleri.....	159
6.2.5. Teodolitleriň görnüşleri.....	161
6.2.6. Optiki teodolitler.....	162
6.2.7. Teodolitleri derňemek we sazlamak.....	169
6.2.8. Teodolidi iş ýagdaýyna getirmek.....	172
6.2.9. Gorizont almagyň burçlary ölçemek.....	174
6.2.10. Wertikal burçlary ölçemek.....	178
6.2.11. Teodolit ýörelgesini geçirmeginiň taslamasyny düzmek we ýerde geçirilýän işler.....	181
6.2.12. Teodolit ýörelgesini geçirmekde ölçeg işleri.....	183
6.2.13. Teodolit surata almagyň materiallaryny hasaplamak.....	184
6.2.14. Teodolit ýörelgesiniň planyny gurmak.....	191
<b>VII. TOPOGRAFIKI SURATA ALMAK WE PLANÝ GURMAK</b>	
7.1. Ýagtylyk uzakölçejýileri.....	196
7.2. Taheometriki surata almagy barada düşünje.....	198
7.3. Taheometriki plany almakda işledilýän gurallar we enjamlar.....	198
7.4. Trigonometriki niwelirmek.....	202
7.5. Elektron taheometrler.....	207



7.6. Skaner surata almagy.....	208
7.7. Taheometriki plany almakda ýerde ýerine ýetirilýän işler.....	210
7.8. Ýer üstüniň sudurlaryny we relýefini surata almak.....	214
7.9. Taheometriki plany almakda hasaplama işleri.....	216
7.10. Taheometriki surata almagyň planyny gurmak .....	221
<b>VIII. NIWELIRLEMEK</b> .....	225
8.1. Umumy düşünje.....	225
8.2. Niwelirlemegiň görnüşleri.....	229
8.3. Geometriki niwelirlemegiň usullary.....	233
8.4. Ýönekeý we çylşyrymly niwelirlemek.....	236
8.5. Niwelirleriň görnüşleri.....	241
8.6. Niwelirlemekde işledilýän reýkalar.....	243
8.7. Niwelirleri derňemek we sazlamak.....	245
8.8. Profili gurmak üçin niwelirlemek.....	249
8.9. Keselikleri surata almak.....	250
8.10. Geometriki niwelirlemegiň maglumatlaryny hasaplamak.....	253
8.11. Ýoluň (trassanyň) uzaboýuna profilini gurmak.....	258
8.12. Taslamaly(proýektli) çyzygy profile geçirmek we taslamaly beýiklikleri hasaplamak.....	261
8.13. Toprak işleriniň göwrümini hasaplamak.....	263
8.14. Meýdany niwelirlemegiň taslamasyny düzmek.....	264
8.15. Meýdany stansiýalardan niwelirlemek.....	266
8.16. Ýer üstüni magistral we perpendikulýarlar usulynda niwelirlemek.....	267
8.17. Niwelirlemegiň netijelerine esaslanyp plany gurmak.....	273
8.18. Gorizont tekizligi teswirlemekde geodeziki hasaplamalar.....	278
<b>GOŞMAÇA (häzirki zaman geodeziki gurallary).....</b>	<b>298</b>
<b>EDEBIÝATLAR.....</b>	<b>299</b>
<b>ÖZ-ÖZÜNI BARLAMAK ÜÇIN BÖLÜMLER BOÝUNÇA SORAGLAR WE MESELELER ÝYGYNDYSY.....</b>	<b>299</b>